

Consommation en eau des arbres forestiers et stratégies de régulation des pertes hydriques

François Lebourgeois

AgroParisTech - Nancy

Département SIAFEE

Sciences et Ingénierie Agronomiques, Forestières, de l'Eau et de l'Environnement

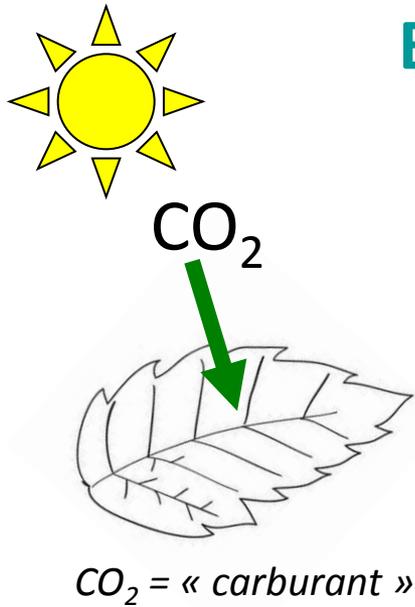
UFR FAM

Forêt, Arbre, Milieux Naturels

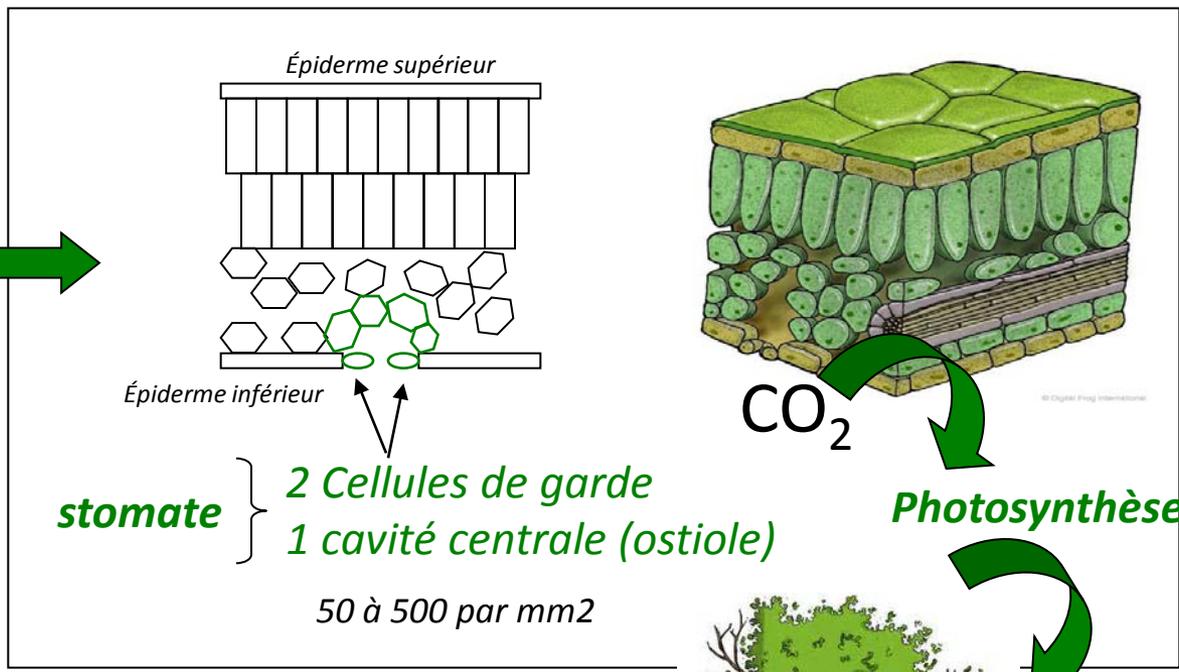
UMR LERFOB

Laboratoire d'Etudes des Ressources Forêts-Bois

1. Le dilemme des végétaux... Boire ou Manger, il faut choisir !



Le CO₂ rentre dans le système par les stomates

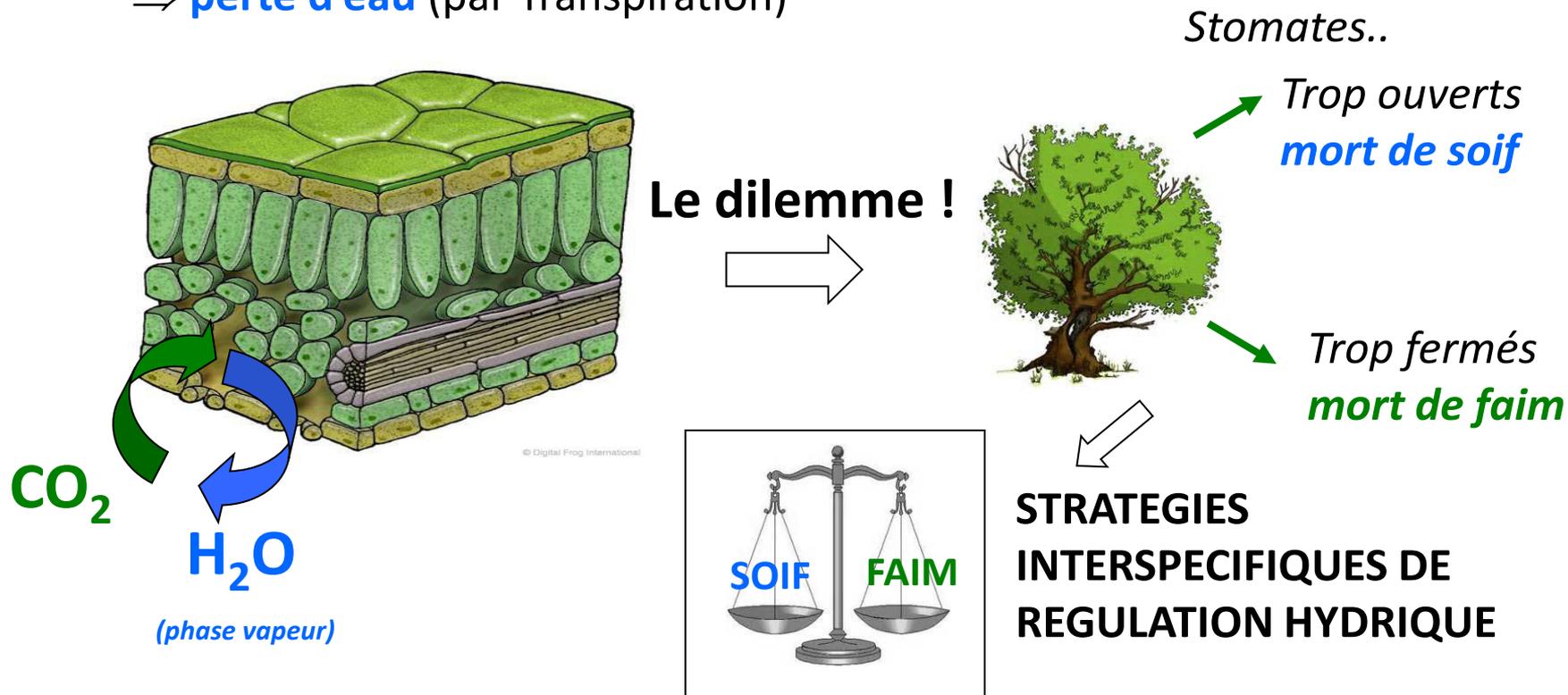


Mais...

croissance

1. Le dilemme des végétaux... Boire ou Manger, il faut choisir !

Feuilles = (presque) saturées en eau
 ⇒ même un air très humide (> 80%), l'air est plus sec que la feuille...
 ⇒ **perte d'eau** (par Transpiration)



2. La circulation de l'eau dans le SVAT...

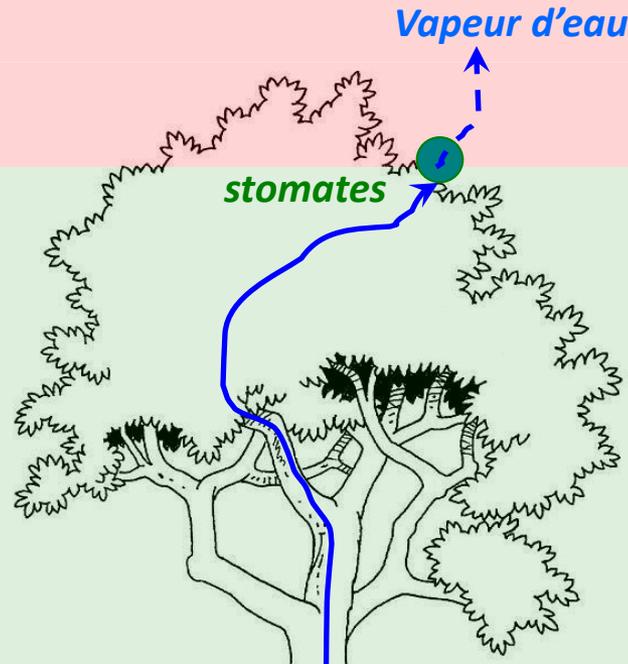
Maintenir les activités de **Photosynthèse** et de **Transpiration**

ATMOS.

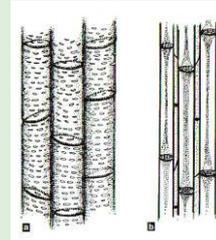
Évaporation de l'eau

- ⇒ Tension « dynamique » très élevée
- ⇒ Mouvement d'ensemble de la colonne d'eau (mécanisme de la tension-cohésion, Dixon et Joly, 1895)
- Évaporation (demande) crée le flux (offre)**

VEGETATION



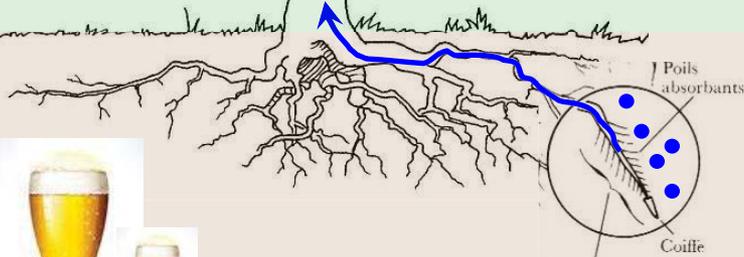
Circulation de l'eau dans les vaisseaux du xylème (« tubes »)



- ⇒ Cohésion des molécules d'eau
- ⇒ Tension « statique » de la colonne d'eau

SOL

Réserve en eau



Système racinaire

- ⇒ Poils absorbants
- ⇒ Racines fines (< 3 mm)

3. Les flux d'eau pour les arbres

WULLSCHLEGER S.D., MEINZER F.C., VERTESSY R.A. - A review of whole-plant water use studies in trees. - *Tree Physiology*, vol. 18, n° 8, 1998, pp. 499-512.



Arbre adulte (40 à 60 cm de diamètre)
 => 200 à 500 litres / jour



Peuplement

=> 20 à 40 m³ / ha / jour

=> 2 à 4 mm

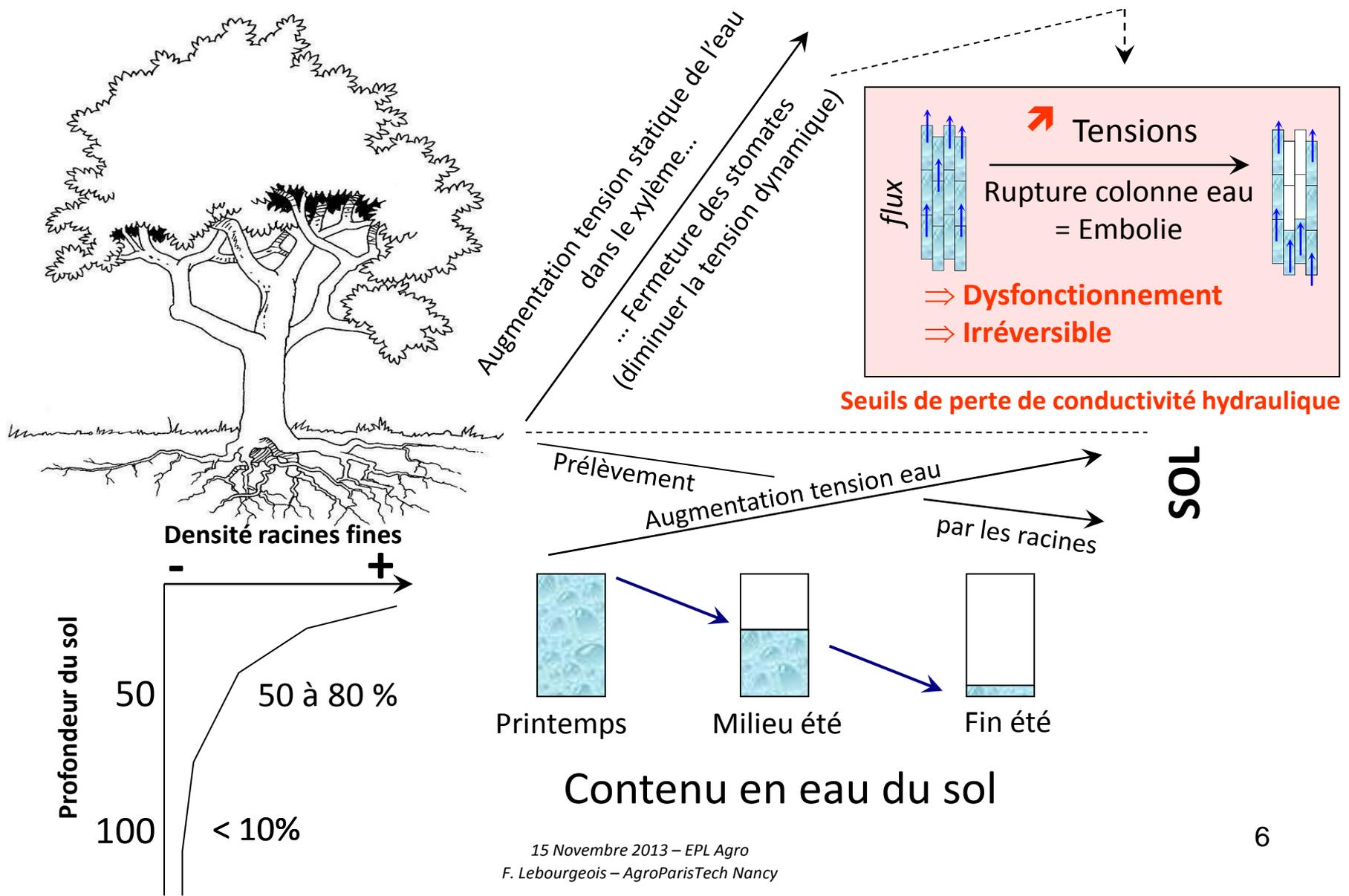
(1 mm = 1 litre / m² = 10m³ / ha)

=> T / ETP = 0.7 à 0.8

peuplement fermé (LAI > 6-7 m²/m²) ; conditions hydriques non limitantes)

=> Résineux généralement > Feuillus

4. Que se passe-t-il en cas de sécheresse édaphique ?



5. Qu'est-ce qu'une espèce « résistante » à la sécheresse ?

Brendel O, Cochard H 2011. Comment les espèces végétales s'adaptent au stress hydrique. in "L'eau pour les Forêts et les Hommes en Région Méditerranéenne: un équilibre à trouver". Y Birot, C Gracia, M Palahi (ed). European Forest Institute. p 84-89

Une espèce « résistante »...

- **Augmente les entrées de l'eau...**

- Enracinement profond et important
- Renouvellement rapide des racines fines

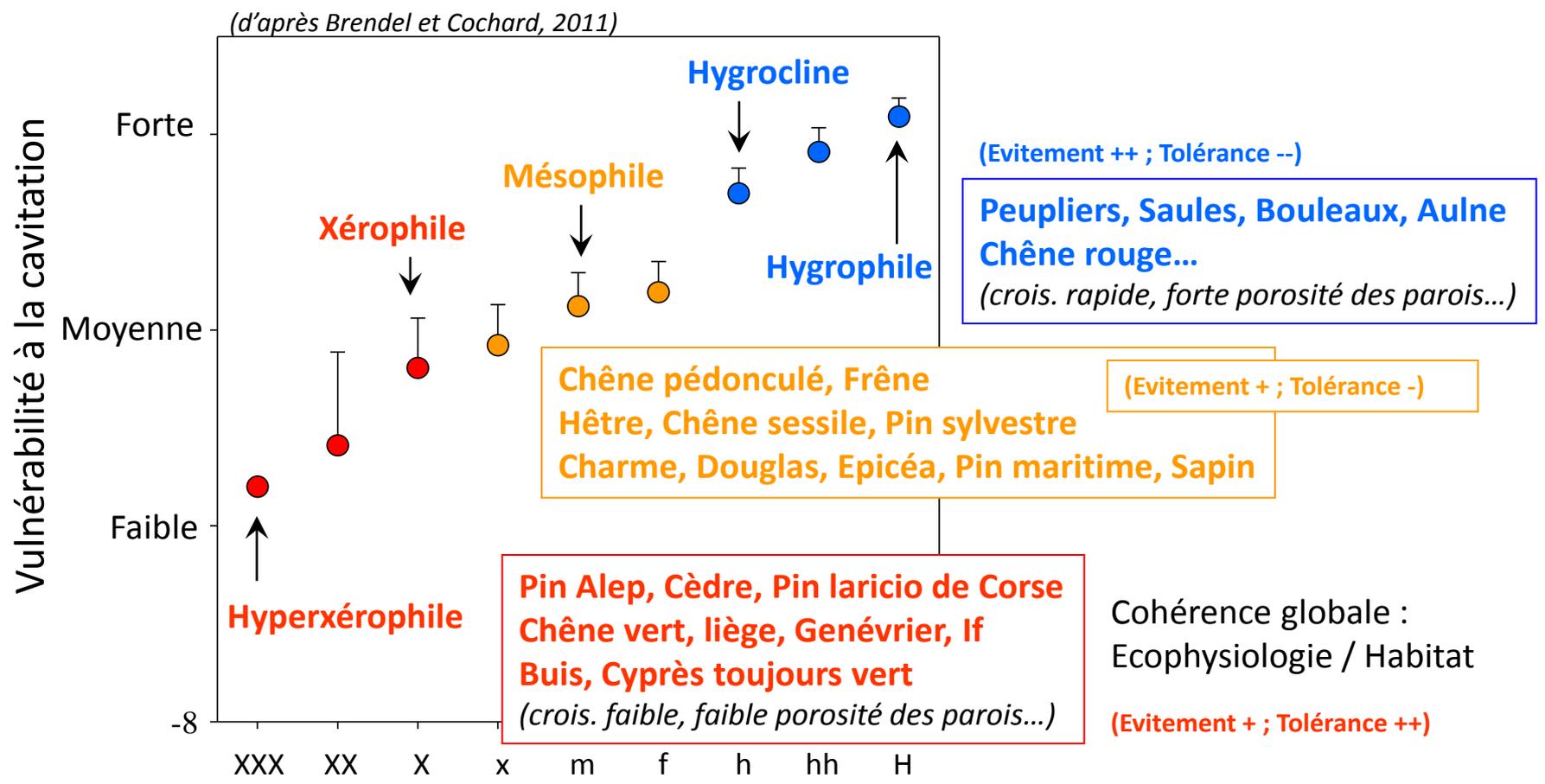


- **Limite les pertes et maintient l'intégrité du système (évite la cavitation)**

Evitement
 Tolérance

- Contrôle efficace de la fermeture des stomates
- Réduction de la surface des feuilles (voire chute rapide en cas de stress)
- Diminution de la densité de stomates
- Augmentation de l'épaisseur des feuilles (cuticule...)
- Porosité cellulaire faible (parois plus épaisses, bois dense...)
- Ajustement des pressions osmotiques

6. Peut-on classer les arbres forestiers vis-à-vis de leur vulnérabilité ?



Classement des espèces selon leur réponse à l'aridité du milieu d'après la Flore Forestière Française (Rameau et al. 1989)

7. Et que faire dans l'avenir pour atténuer les effets des changements climatiques ?

Annals of Forest Science (2013) 70:659-661
 DOI 10.1007/s13595-013-0317-5

OPINION PAPER

Hydraulic failure and repair are not routine in trees

Hervé Cochard · Sylvain Delzon



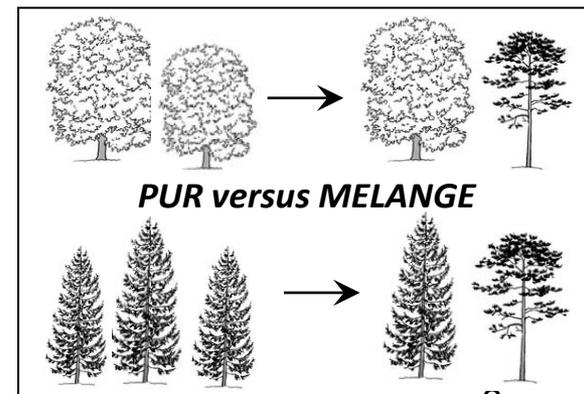
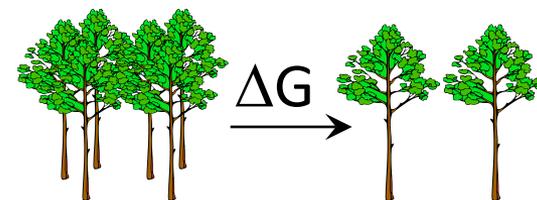
Choix des essences



Choix des stations



Gestion



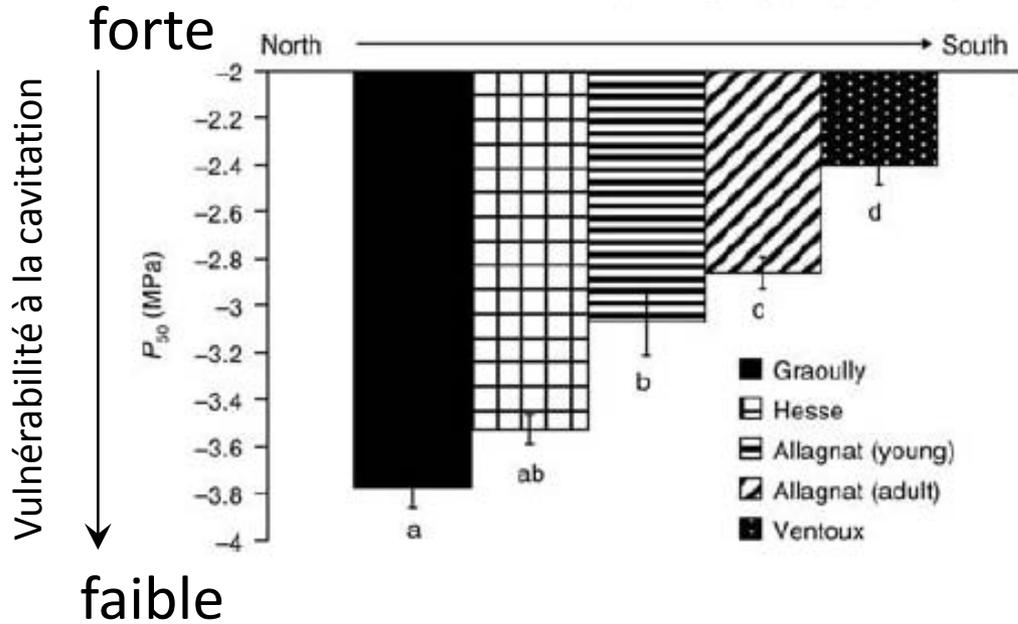
- Méditer. versus cont. ?
- Explorer la variabilité génétique
 - Pin maritime
 - Hêtre, Chêne sessile...

Sol « profond »
 favorisant
 l'enracinement ?

Pour les questions

Variabilité génétique du Hêtre et Résistance à la cavitation

Gradient Nord-Sud (France)



Insights into xylem vulnerability to cavitation in *Fagus sylvatica* L.: phenotypic and environmental sources of variability

STEPHANE HERBETTE,^{1,2,4} REMI WORTEMANN,^{1,2} HOSAM AWAD,^{1,2} ROLAND HUC,³
 HERVE COCHARD^{1,2} and TETE SEVERIEN BARIGAH^{1,2}

Tree Physiology 30, 1448–1455
 doi: 10.1093/treephys/tpq079

Variabilité génétique du Hêtre et Résistance à la cavitation

Genotypic variability and phenotypic plasticity of cavitation resistance in *Fagus sylvatica* L. across Europe

Rémi Wortemann^{1,2}, Stéphane Herbette^{1,2}, Tète Sévérien Barigah^{1,2}, Boris Fumana^{1,2}, Ricardo Alia³, Alexis Ducouso⁴, Dusan Gomory⁵, Patricia Roeckel-Drevet^{1,2} and Hervé Cochard^{1,2,6}

Tree Physiology 31, 1175–1182
 doi:10.1093/treephys/tpr101

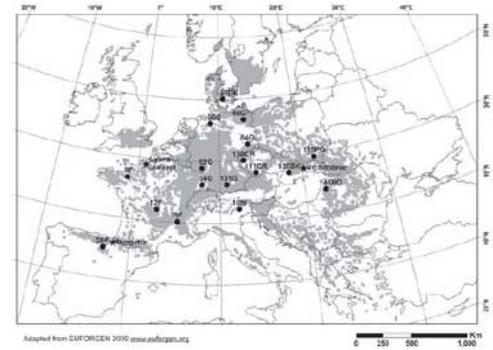
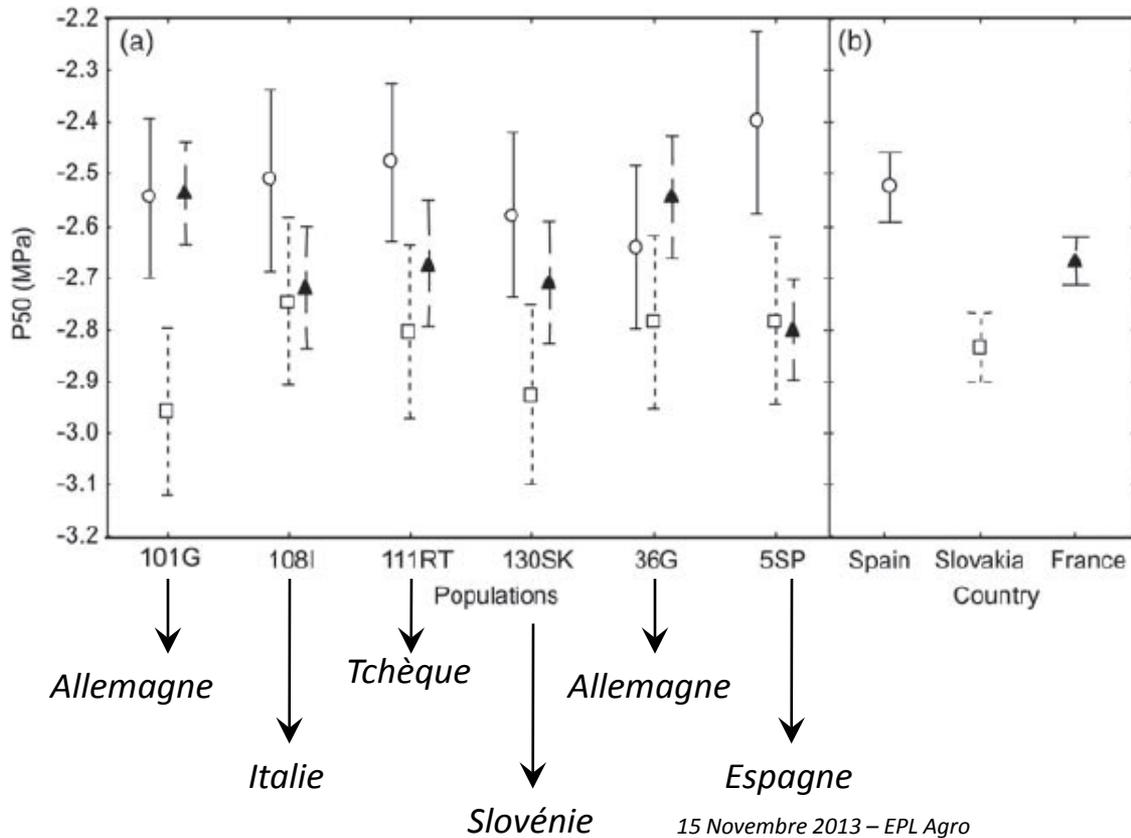


Figure 1. Current distribution map of *F. sylvatica* in Europe. The different populations evaluated in this study are identified by black circles and triangles (black stars).



6 populations
 3 sites testés