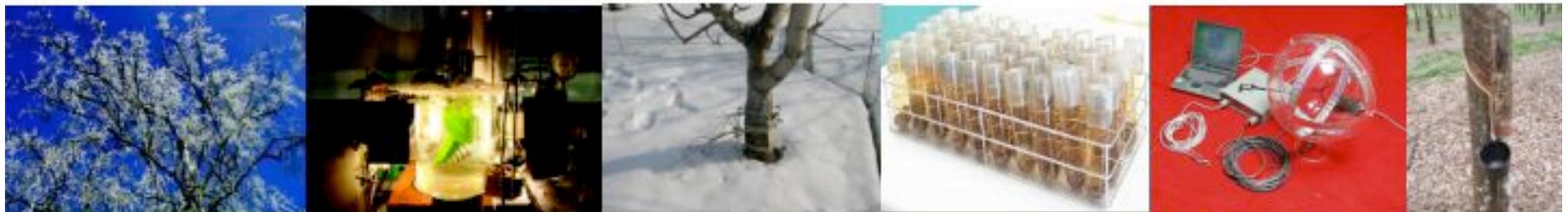


25^{ème} Arborencontres de Seine-et-Marne : 02/02/2012

« Impacts du froid sur les Arbres »

Thierry AMEGLIO

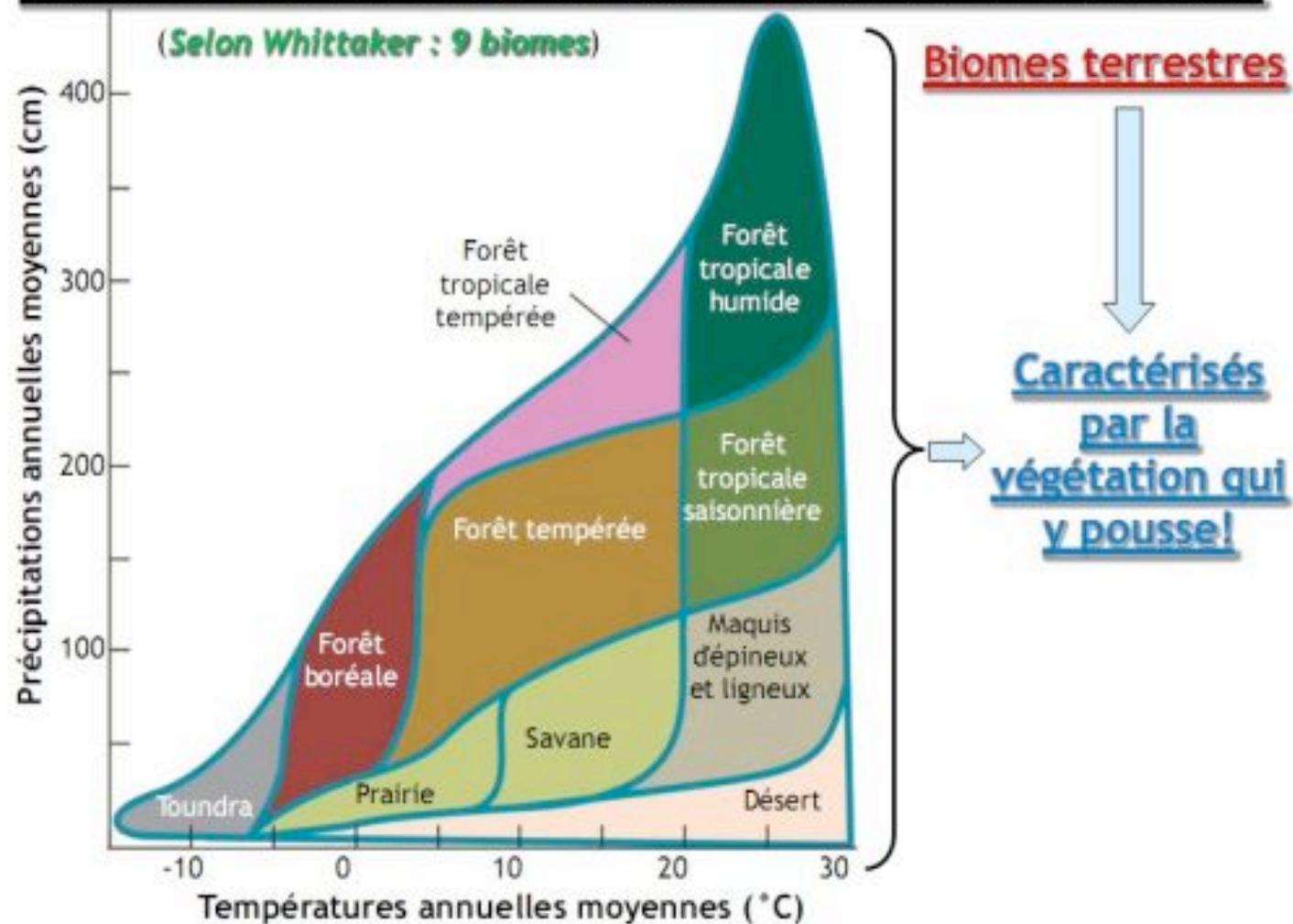
Directeur de Recherche, INRA, UMR PIAF
ameglio@clermont.inra.fr



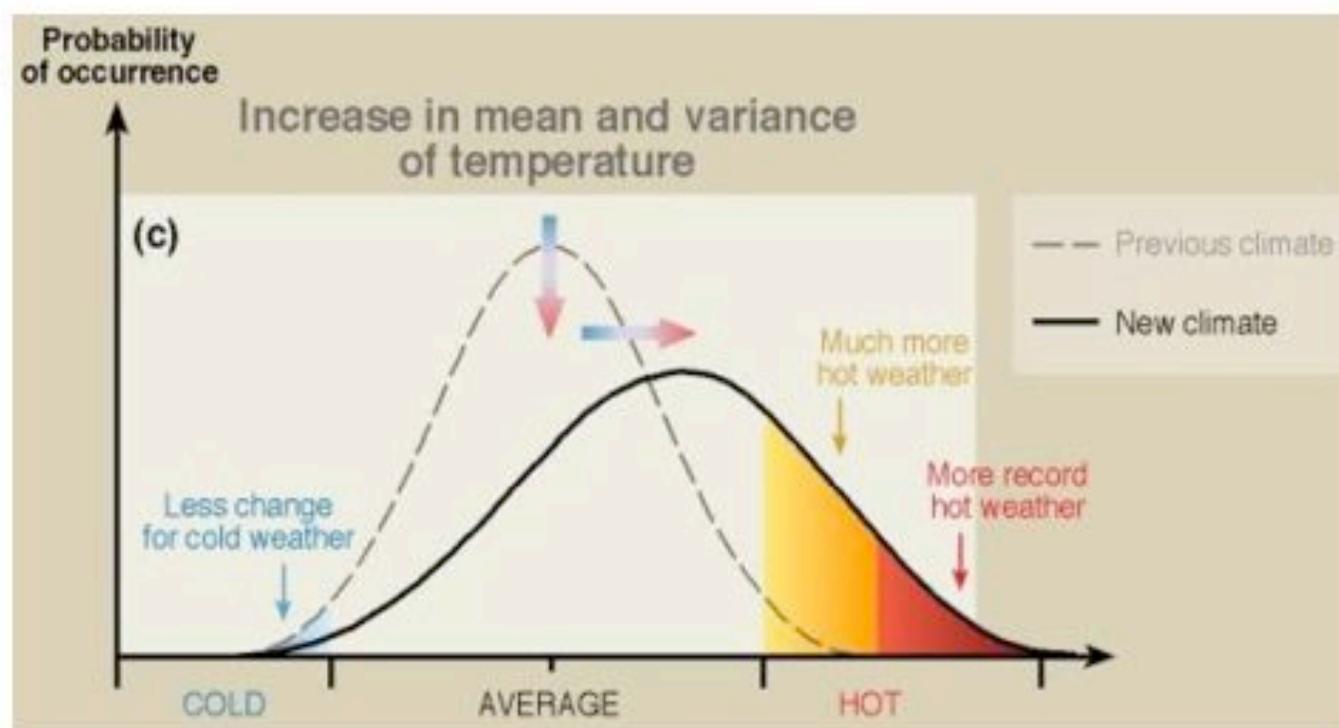
Mais que font les arbres en hiver?

- Ils doivent résister aux basses températures

Impact du climat sur la distribution des formations végétales



Les risques de Gel dans un climat changeant ?



(www.ipcc.ch)

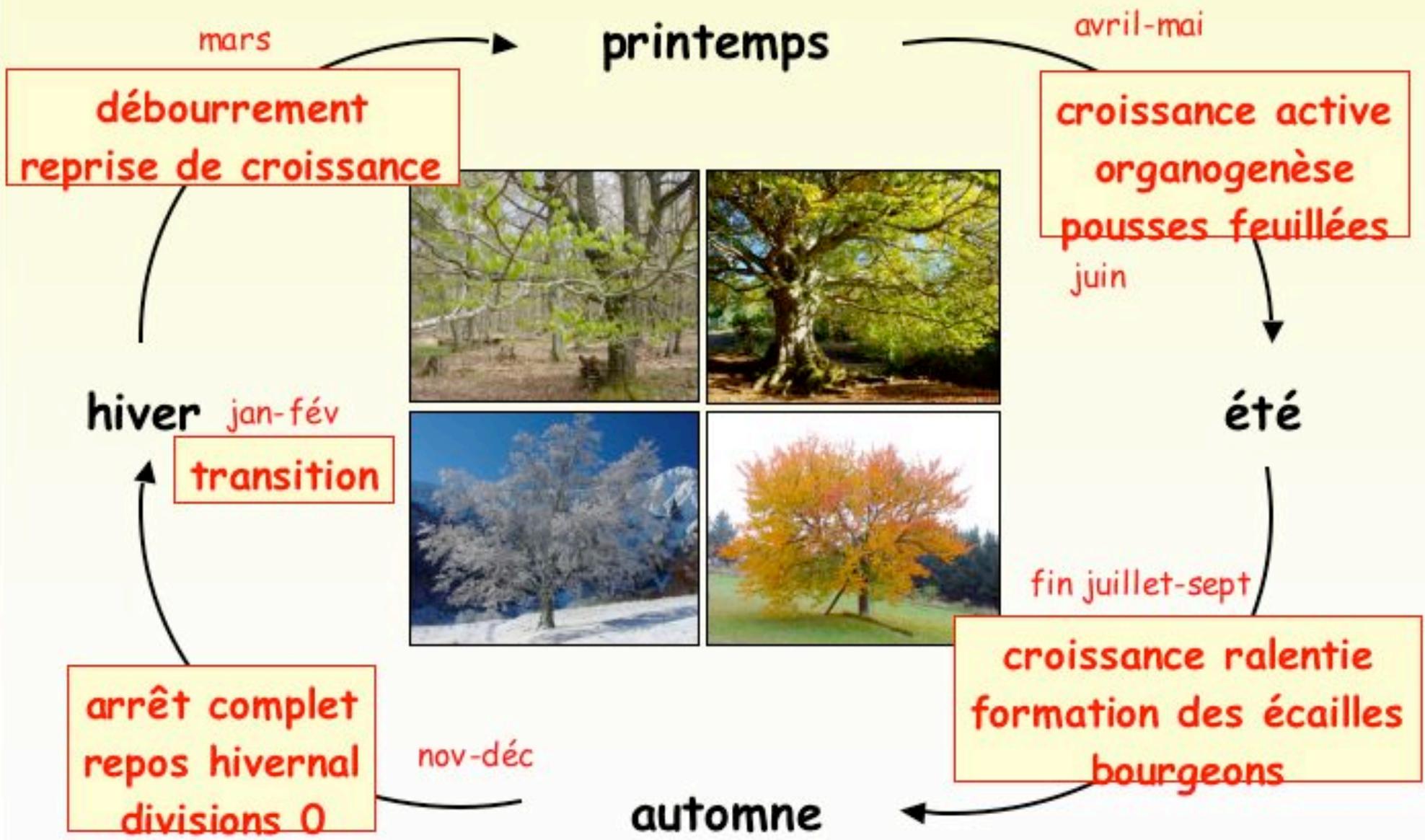
toujours réels !
...risque de dommages dus au gel

Comment résister ?

- En adaptant les structures : cellulaires, tissulaires ou organes.
- En évitant le gel.
- En limitant les effets.
- En réparant les dommages.
- Nécrose corticale orientée « échaudure ».

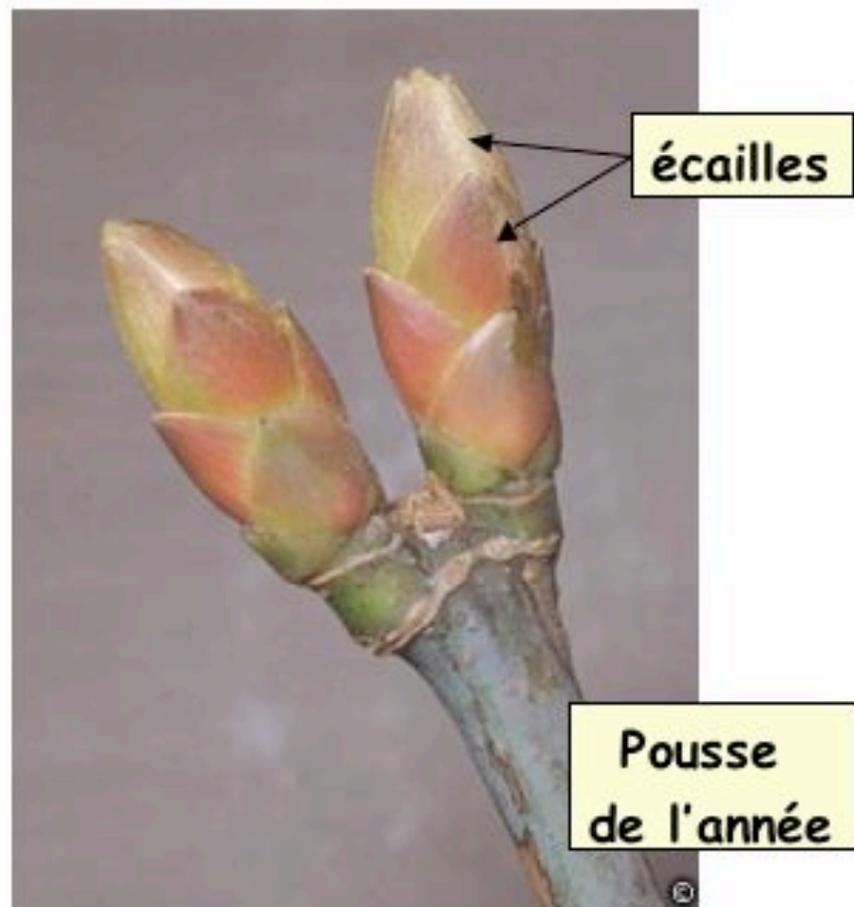


LE CYCLE ANNUEL D'UN LIGNEUX



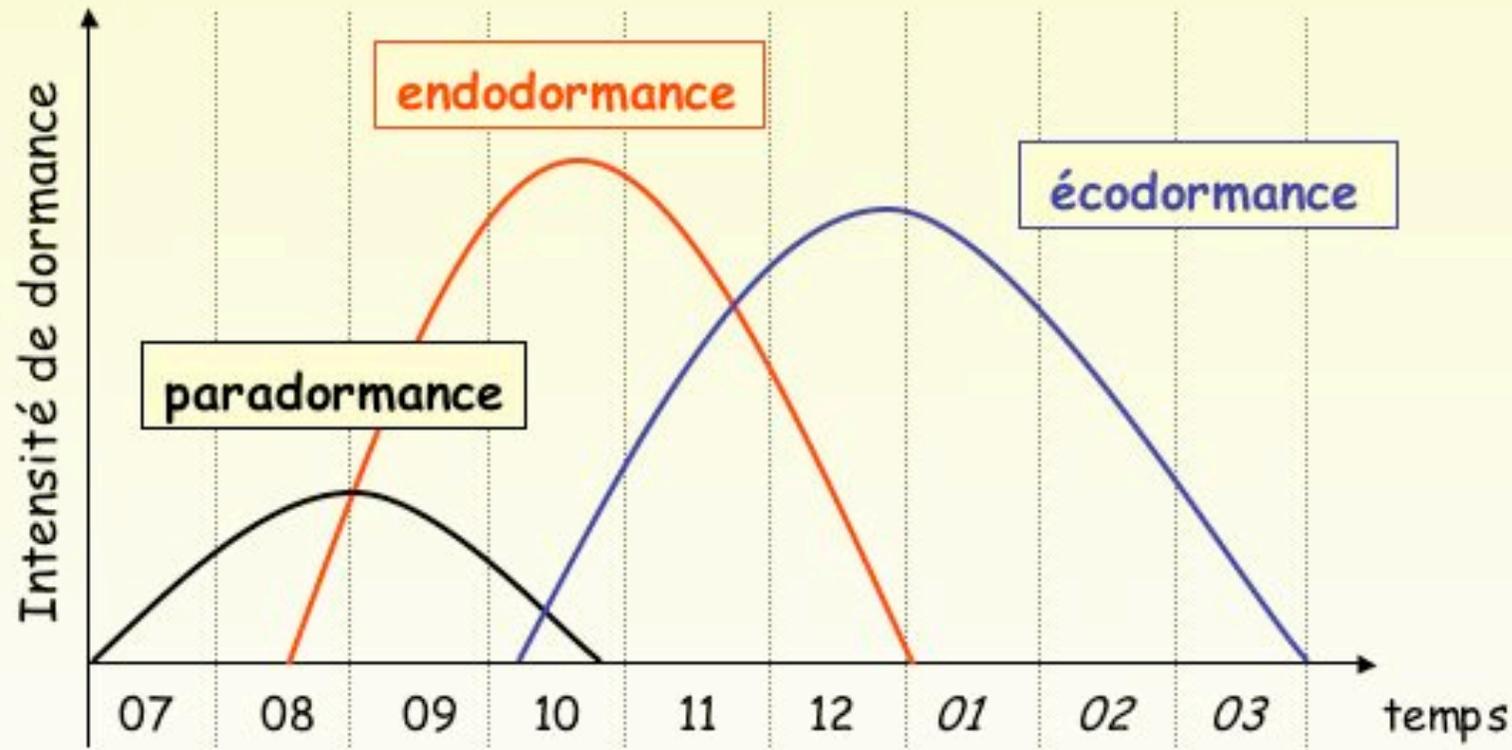
Comment résister ?

Le Bourgeon écailleux et la Dormance



Bourgeons apicaux d'Erable

les phases de la dormance



paradormance : inhibitions corrélatives. *Été-octobre*.
Inhibition extérieure au bg, de + en + **proche**, réversible

endodormance : issue de la paradormance. Inhibition intrinsèque levée
par le froid dure jusque fin décembre (début hiver).

écodormance : *Début hiver - printemps*.
Inhibition par conditions environnementales levée par chaleur

Comment résister ?

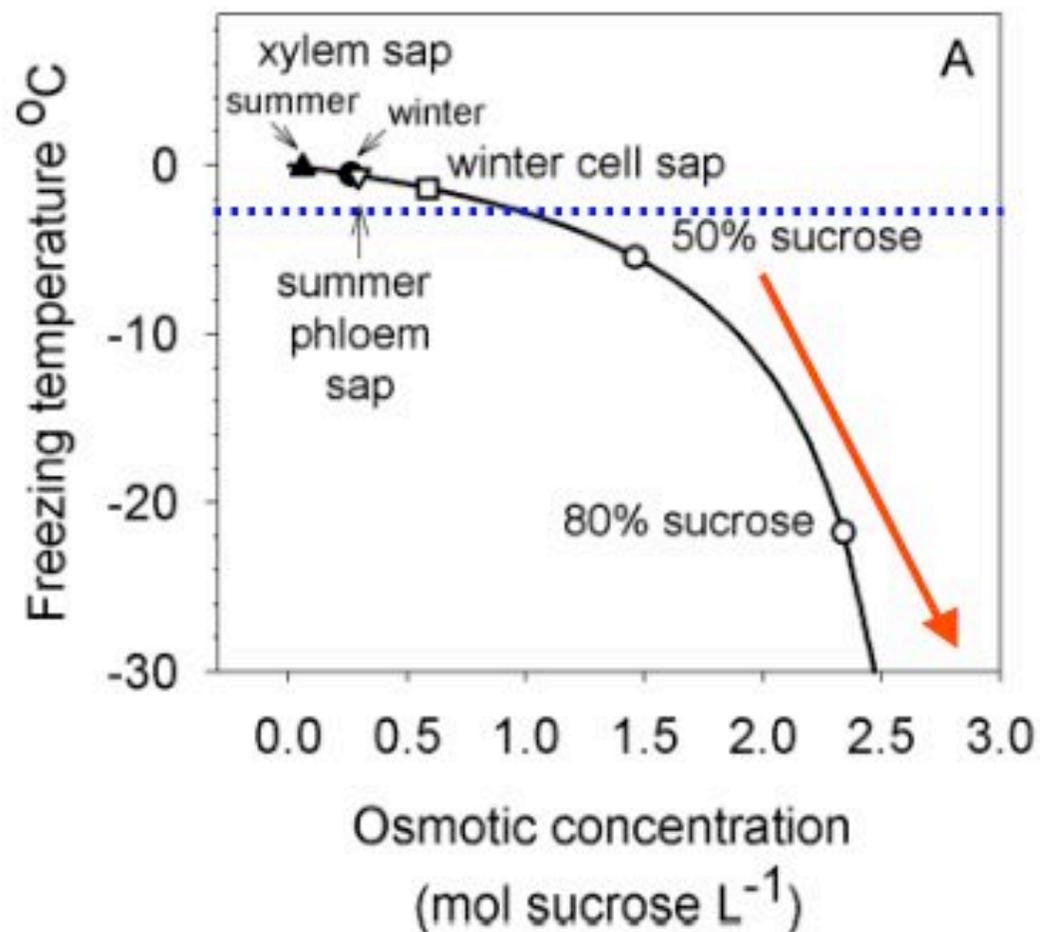
en évitant le gel : l'Etat de surfusion



- Prise en glace d'un rameau de noyer $\approx -7^{\circ}\text{C}$
- Visualisation d'un exotherme (dégagement de chaleur latente : lutte contre les gelées)



Comment résister en limitant l'impact du gel? en augmentant « l'antigel » et en diminuant la quantité d'eau



- Acclimatation au froid en Automne :
 - Sucres solubles ↗
 - Humidité pondérale des tissus ↘

Cavender-Bares (2005)

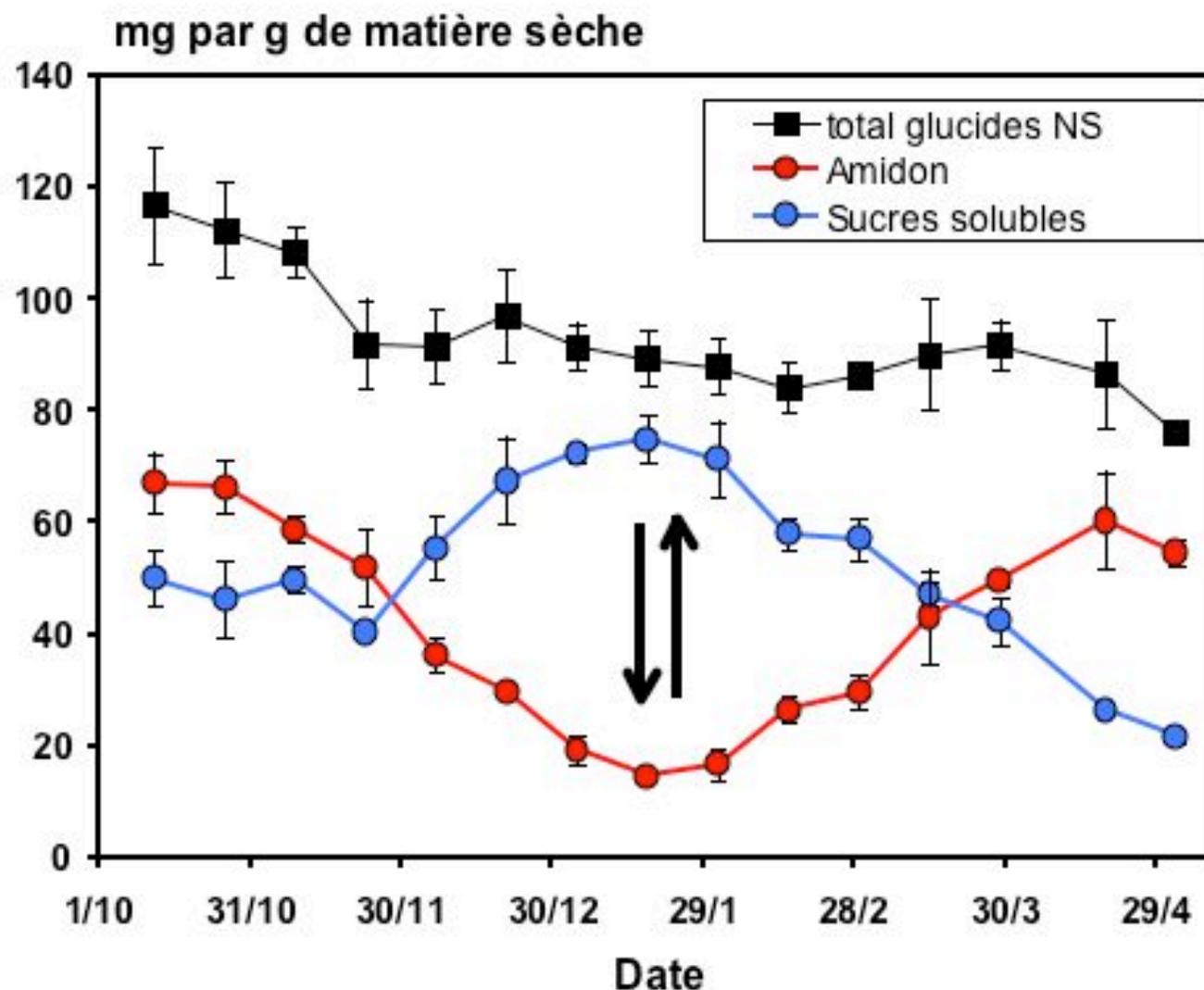
“L’antigel” = les sucres solubles

Noyer de 18 ans
(rameaux de l’année)

(Améglio et al., 2002)

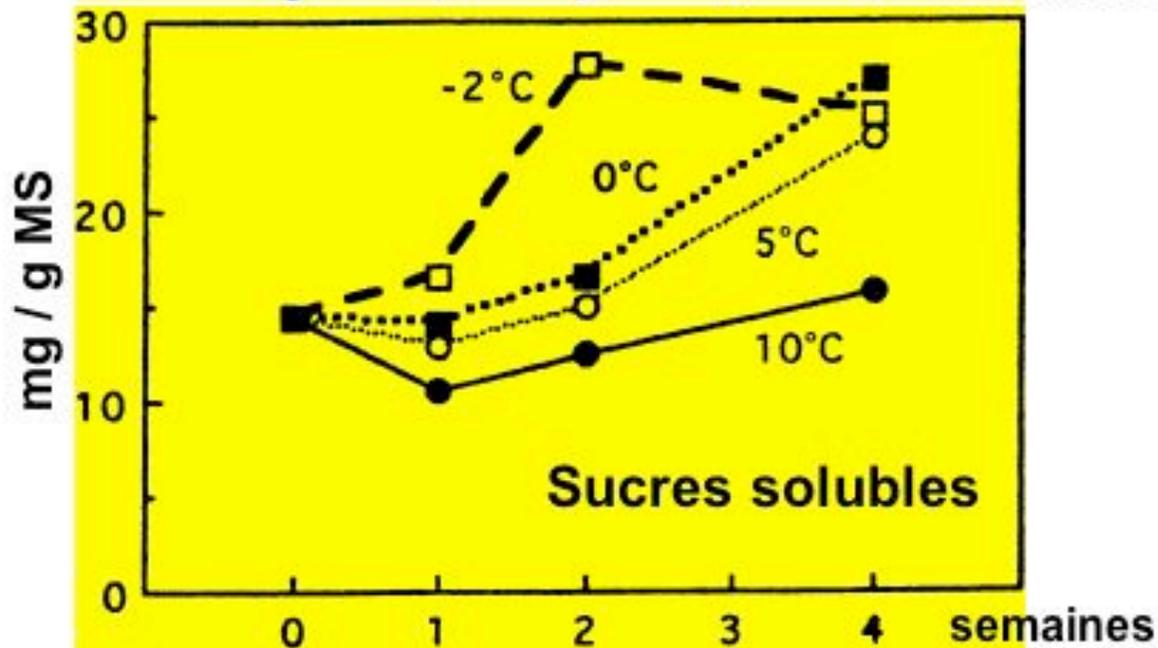
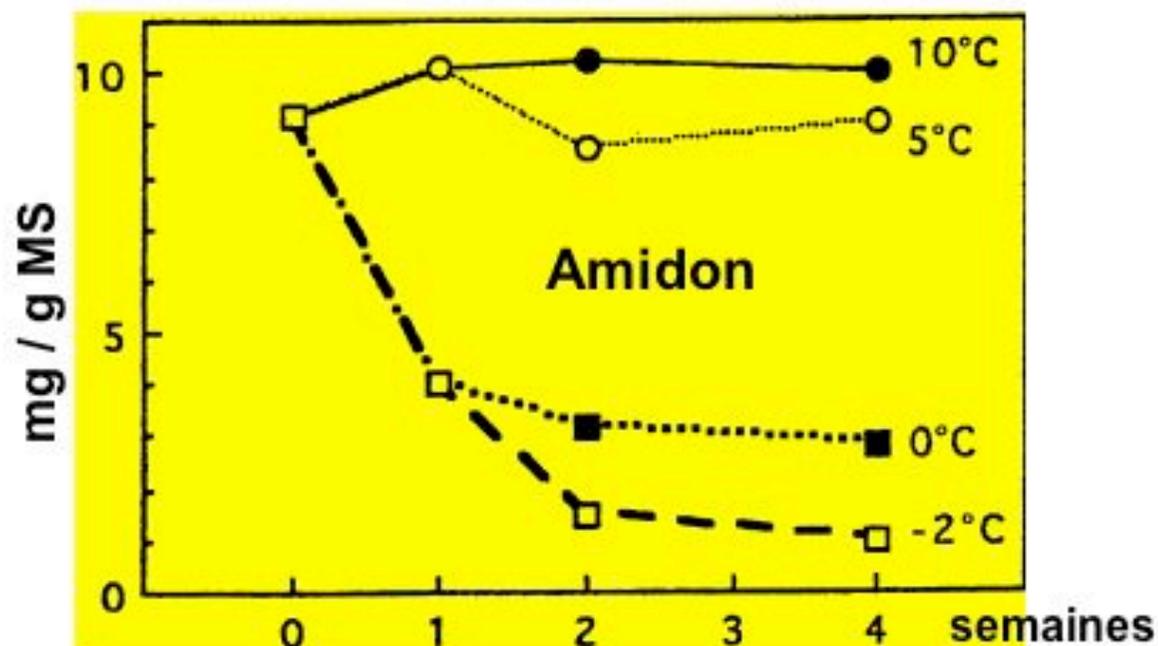
Consommation
d’entretien

Interconversion
amidon \leftrightarrow sucres



Dynamique hivernale : effet des températures

Populus x canadensis
tiges de 5 ans
(Sauter, 1988)



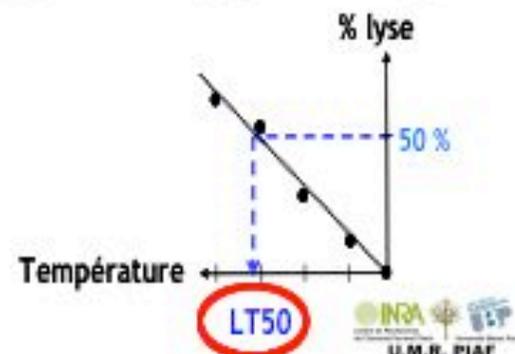
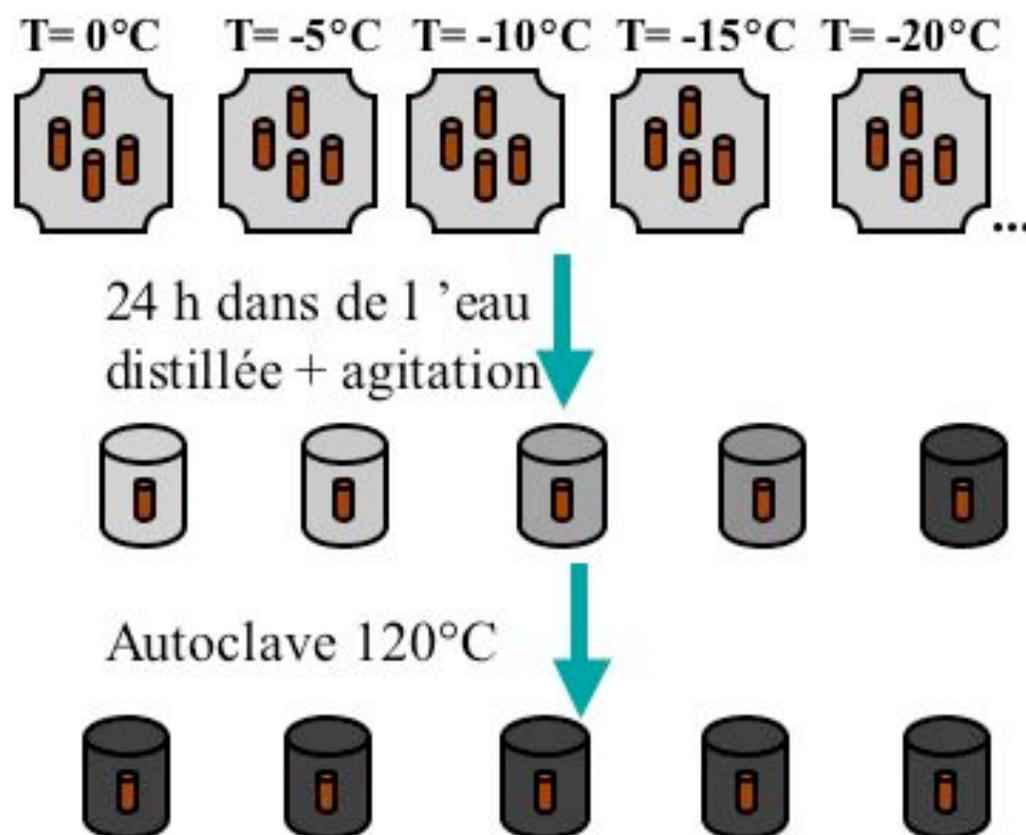
Hydrolyse activée par
températures froides

Mesurer la Résistance au gel : Test LT_{50}

Température où 50% des cellules sont lysées (conductivité électrique)

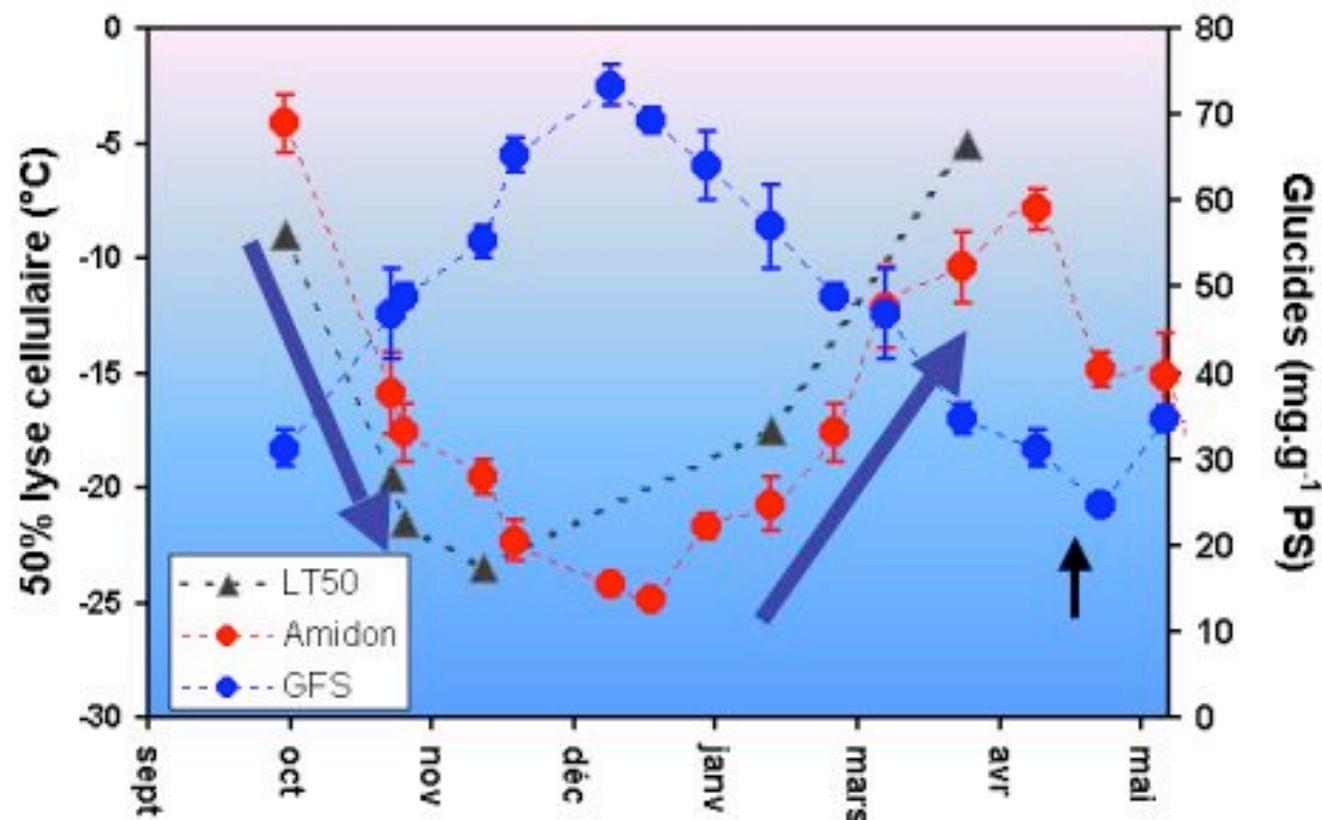


- Conditionnement thermique.
- Mesure d'une conductivité électrique : $C1_{T_n}$
- Mesure d'une conductivité électrique : $C2_{T_n}$
- Indice de mortalité = $100 * C1_{T_n} / C2_{T_n}$
 - % de lyse cellulaire = $100 * (I_{T_n} - I_{T_c}) / (100 - I_{T_c})$
 - Détermination du 50% de lyse cellulaire



Résistance au froid : Test LT_{50}

Température où 50% des cellules sont lysées (conductivité électrique)



- Tolérance au froid : acclimatation (endurcissement) à la chute des feuilles et dé-acclimatation au printemps.

Étude de cas



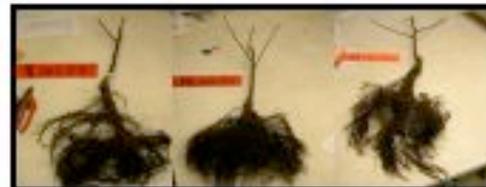
Témoins



Stress hydrique 1



Défolié 1



Stress hydrique 2



Défolié 2



Ombrage 1



Défolié 3



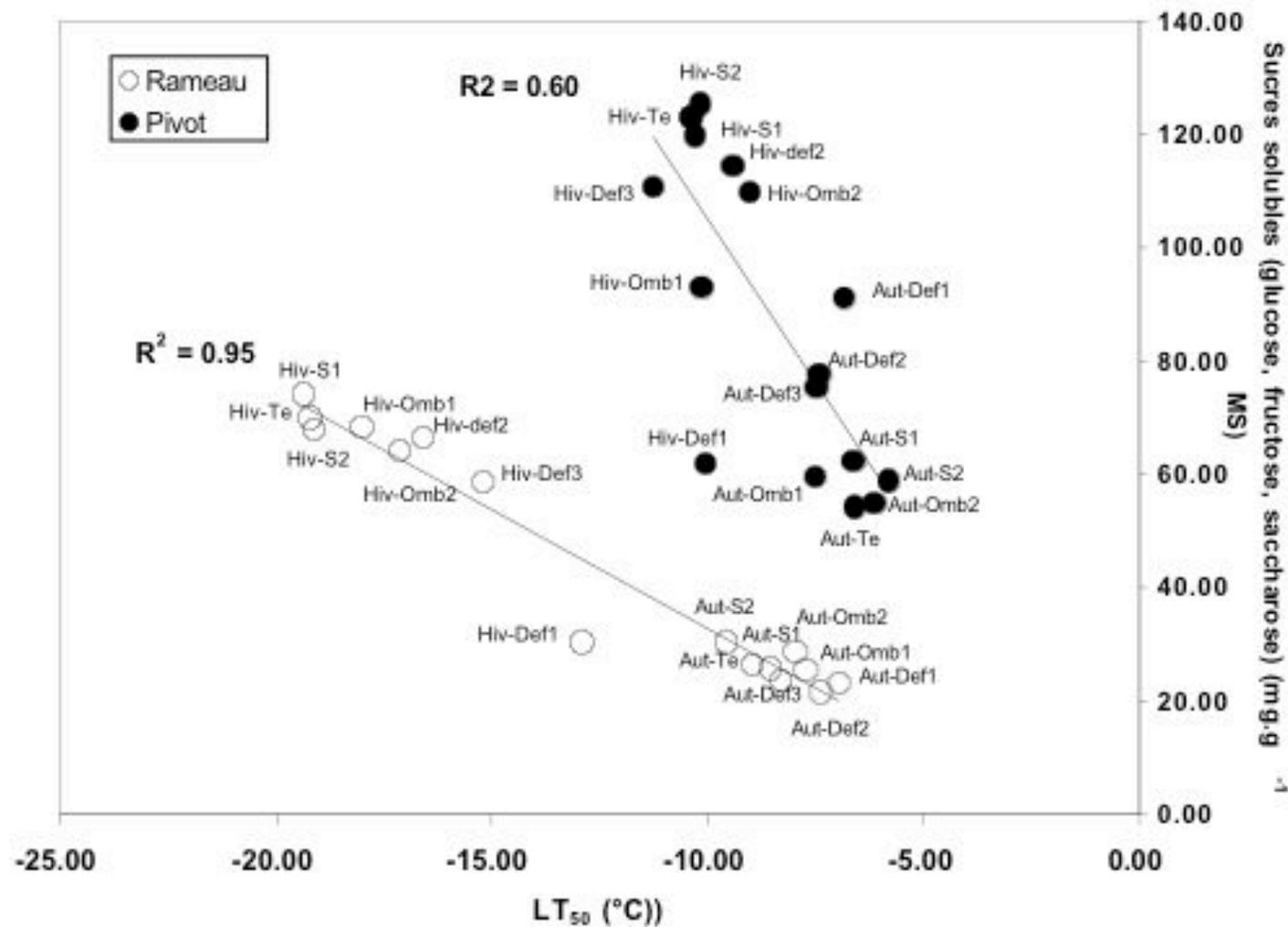
Ombrage 2



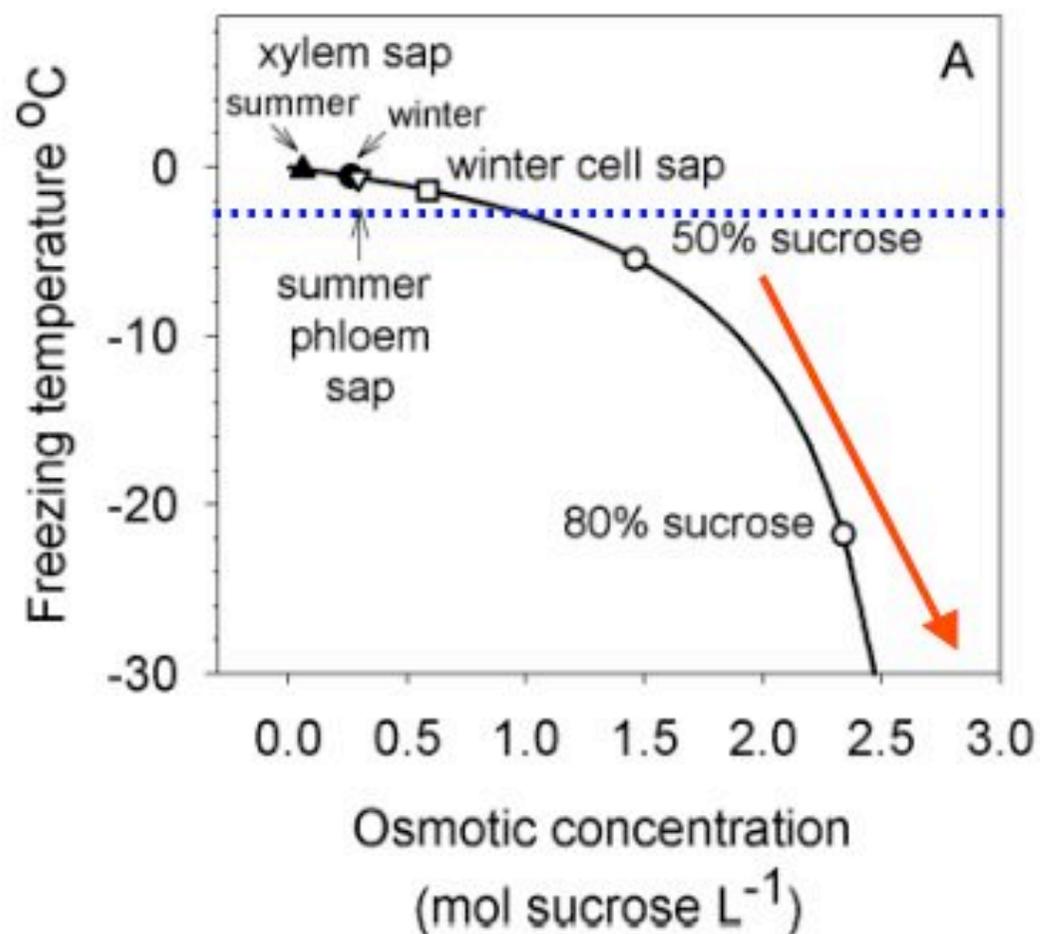
Automne

Magalie Poirier - Thèse 2008

Étude de cas



Comment résister en limitant l'impact du gel? en augmentant « l'antigel » et en diminuant la quantité d'eau



Cavender-Bares (2005)

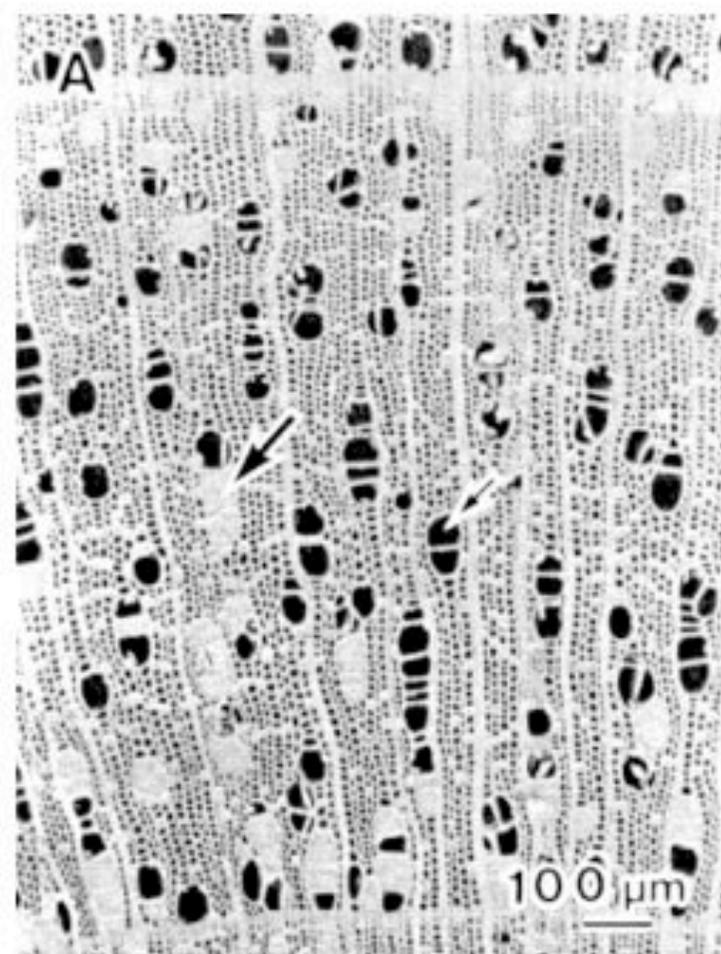
- Acclimation au froid en Automne :
 - Sucres solubles ↗
 - Humidité pondérale des tissus ↘

Comment Résister ? En diminuant les quantités d'eau :
l'embolie hivernale et déshydratation des tissus

Eté



Hiver



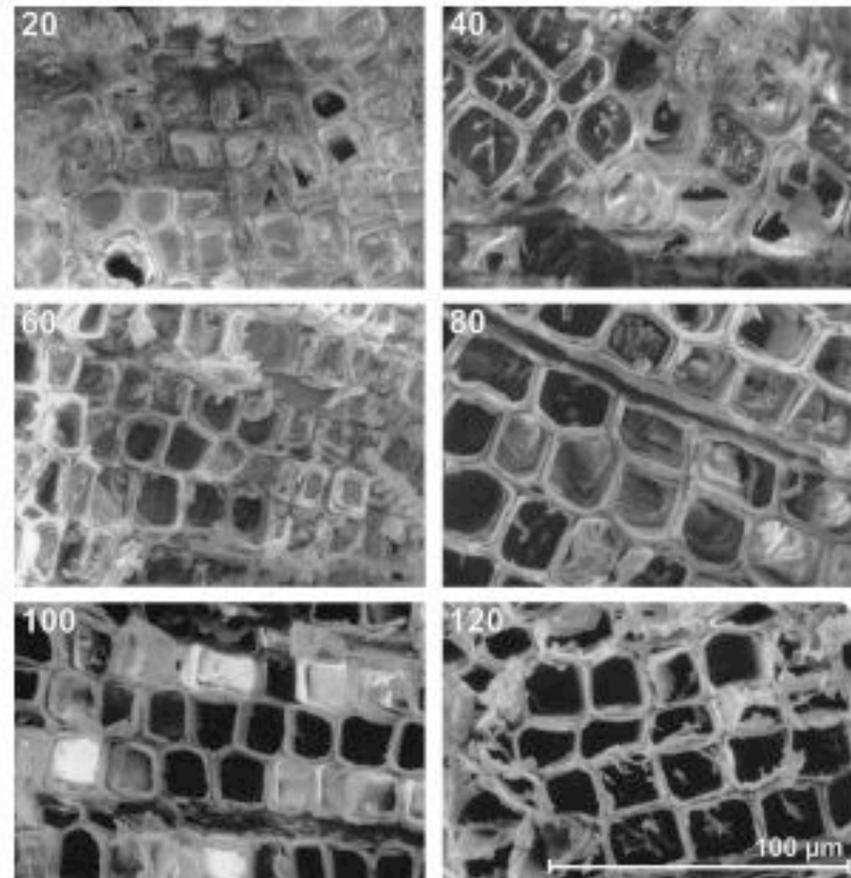
Betula platyphylla, (Utsumi *et al.*, 1998)

Embolie hivernale

Feuillus : 1 seul cycle gel-degel



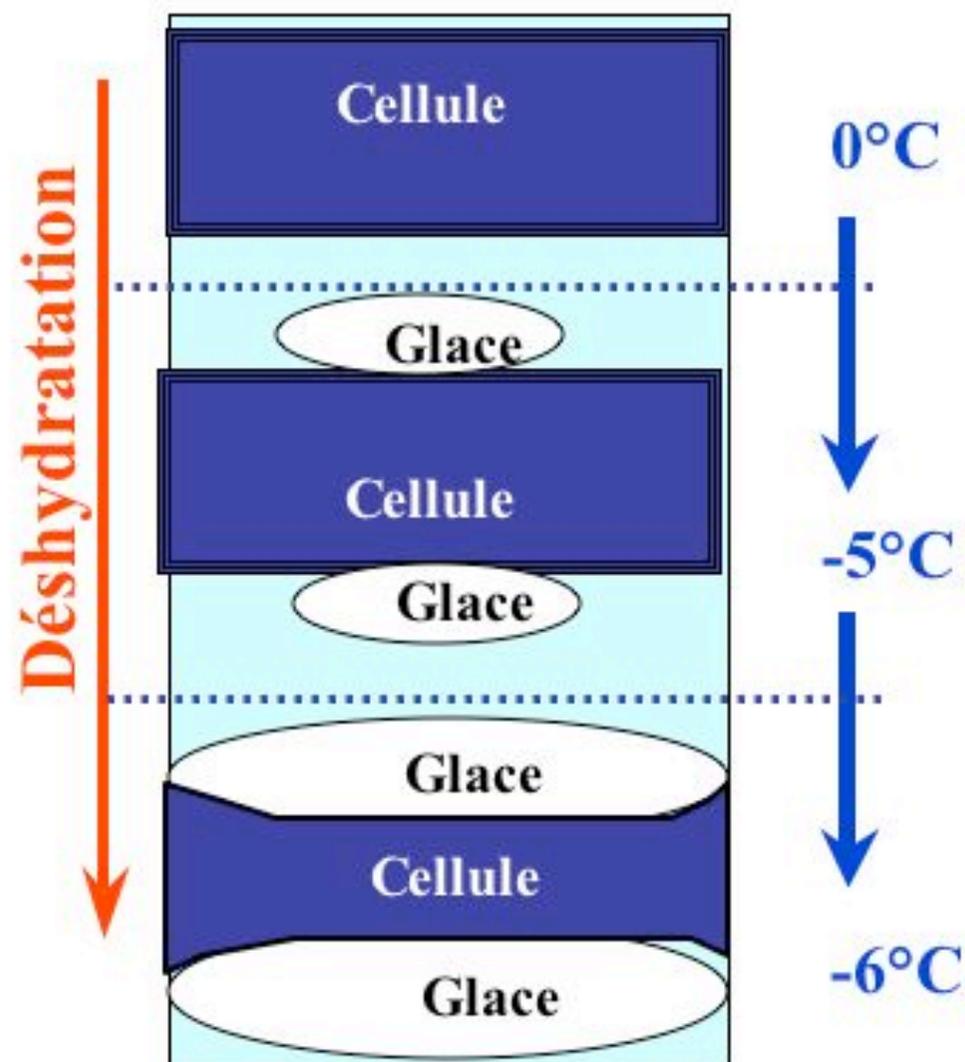
Conifère : Xrs cycles gel-degel



Impact de la taille des vaisseaux => **répartition altitudinale**

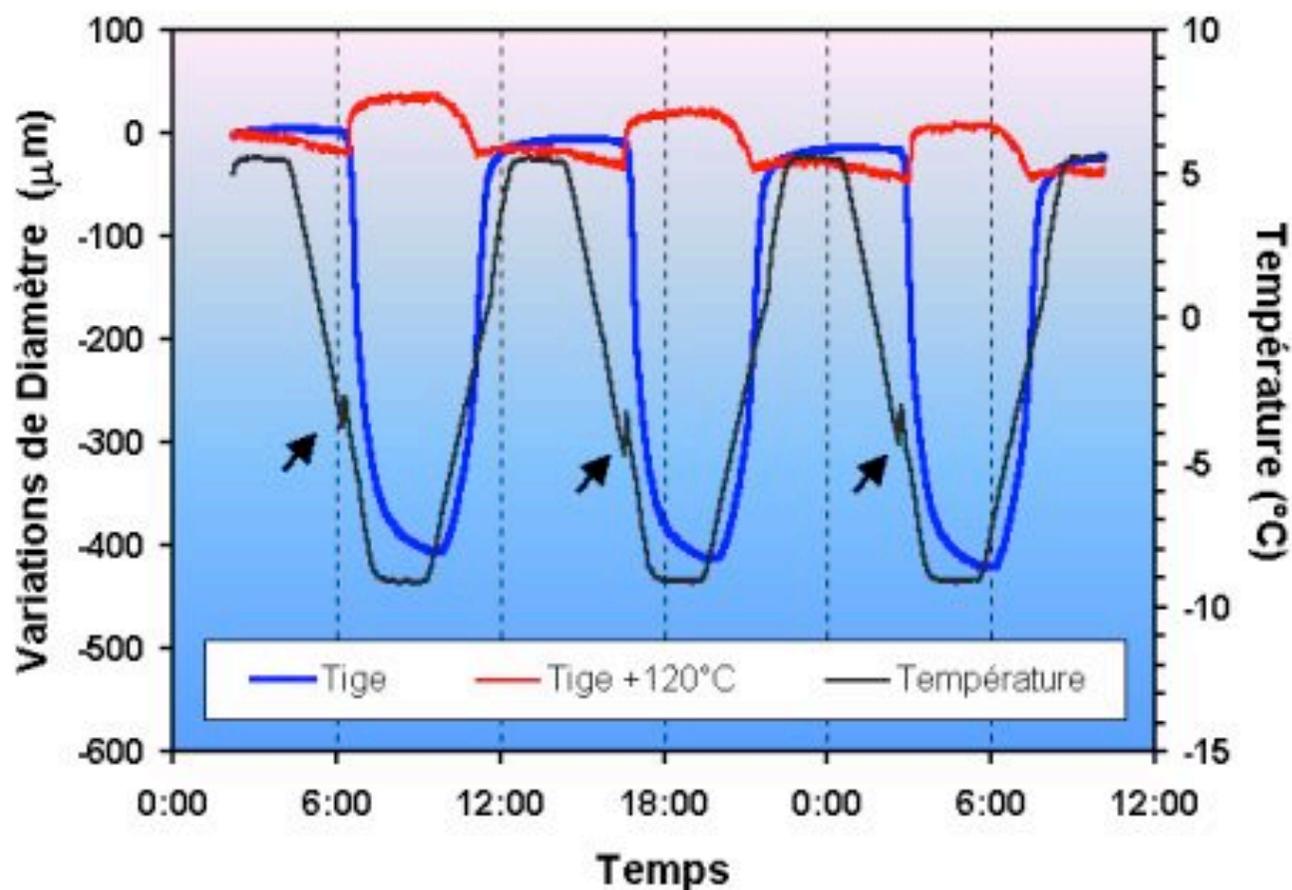
Evitement du Gel : Congélation extra-cellulaire

- $[\text{extra-cellulaire}] \ll [\text{cellulaire}] \Rightarrow$
($-1.86 \text{ }^\circ\text{C/mole}$) : cristal de glace se forme à l'extérieur des cellules.
- Glace extra-cellulaire \Rightarrow force de déshydratation ($-11 \text{ bars}/^\circ\text{C}$) \Rightarrow l'eau sort des cellules.
- Déshydratation cellulaire \Rightarrow
potentiel osmotique $\nearrow \Rightarrow$
point de congélation \searrow



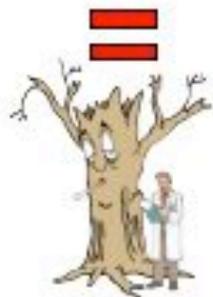
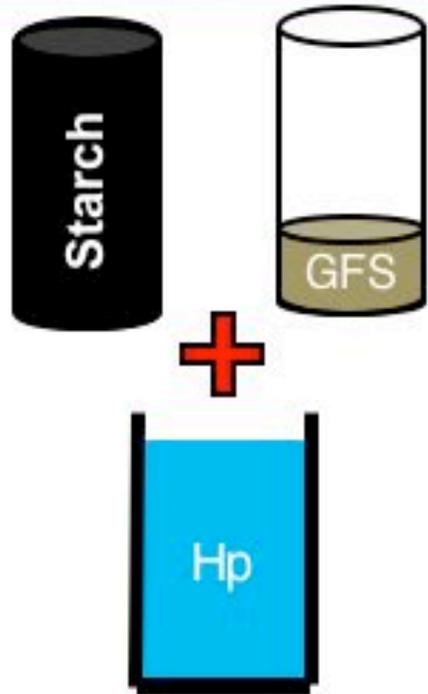
Protection des cellules de l'écorce : « cacher l'eau dans le bois »

- Contraction =
Acclimatation
- Gonflement =
mort
cellulaire.



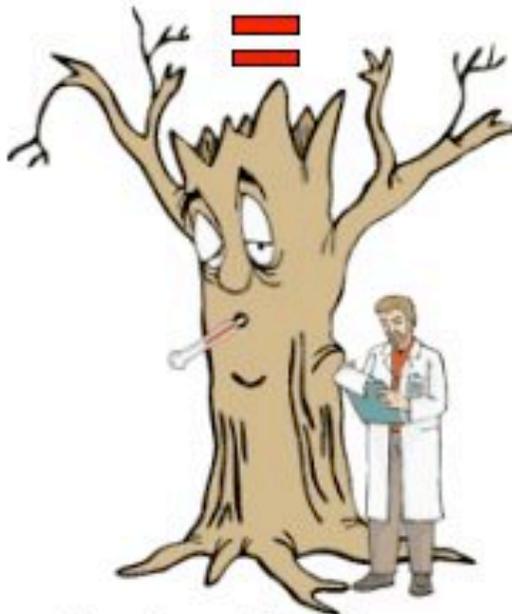
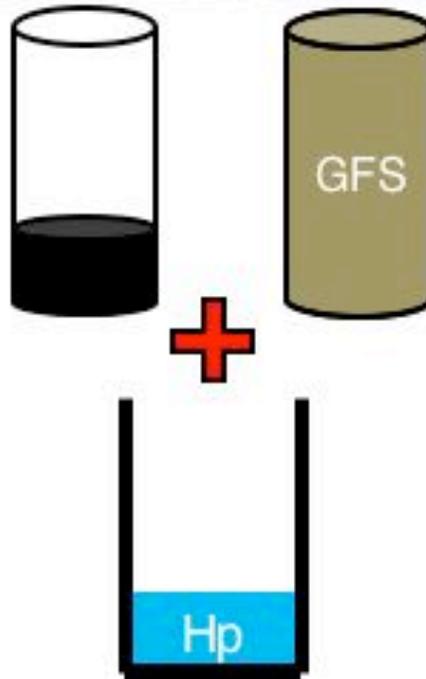
Améglio et al. 2001

Automne



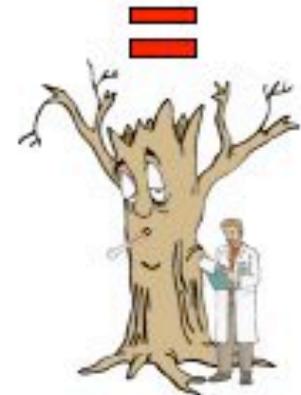
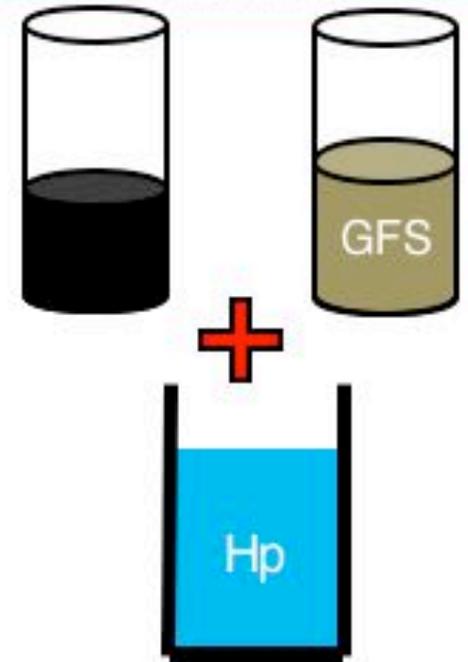
Faible résistance au gel

Hiver



Forte résistance

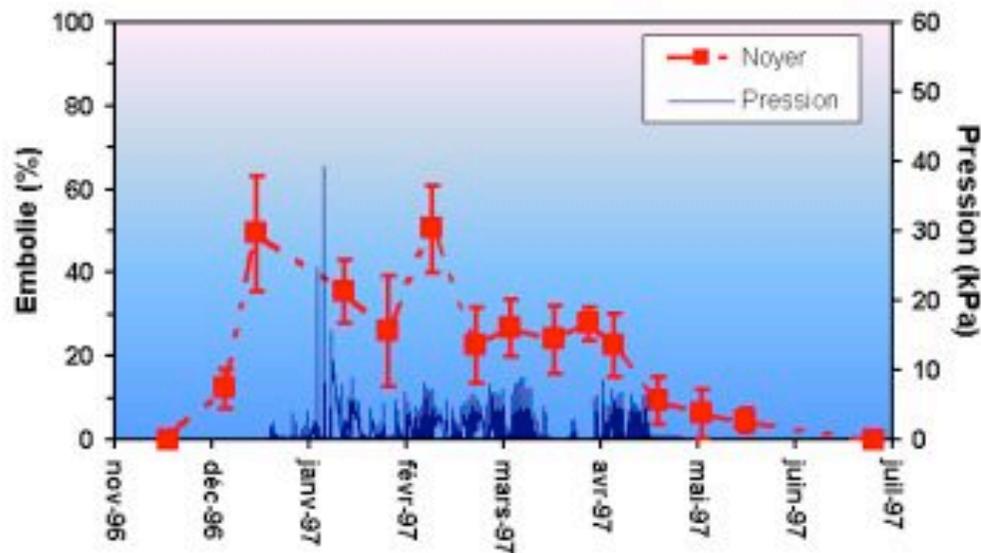
Printemps



Faible résistance

Comment Résister ? En réparant les dommages

Pression du xylème : Réparer l'embolie



- Réparation de l'embolie = « Pression du xylème »

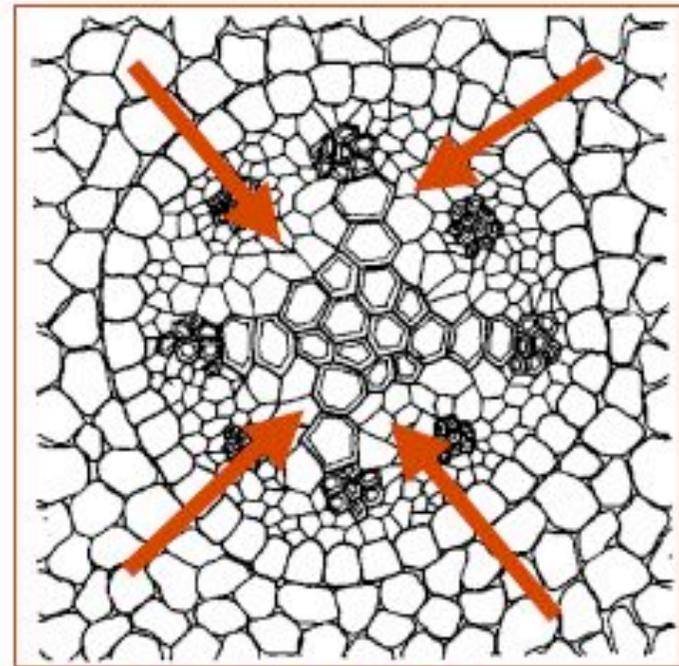


Récolte sirop d'Erable

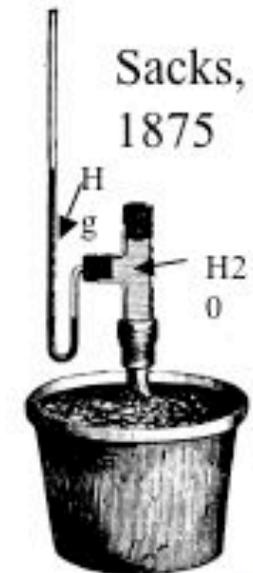
Poussée racinaire

Transport actif de minéraux dans la stèle:

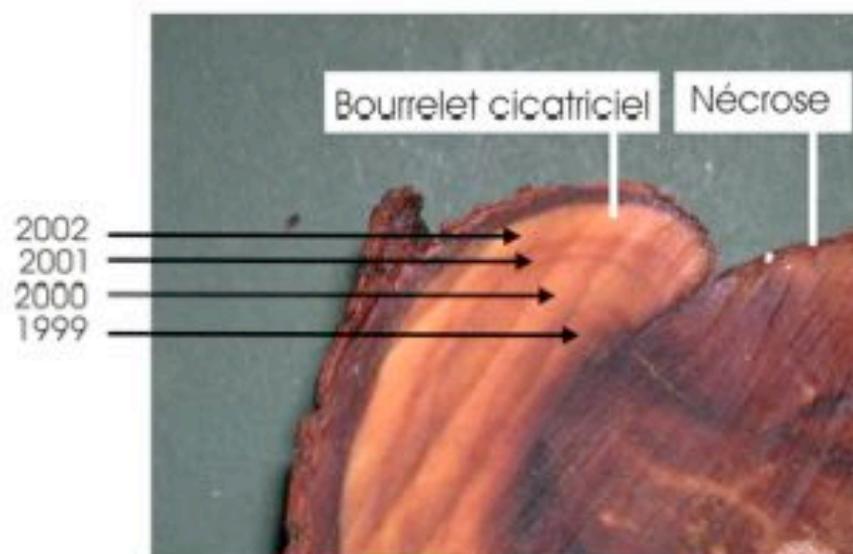
- Surtout au cours de la nuit ou en absence de transpiration (sans feuille).
- Augmente l'osmolarité de la stèle.
- L'eau se déplace vers la stèle et pénètre dans le xylème par osmose = **pression racinaire**.



Transport actif de minéraux dans la stèle



Nécroses corticales orientées (échaudures ou « sunscald »)



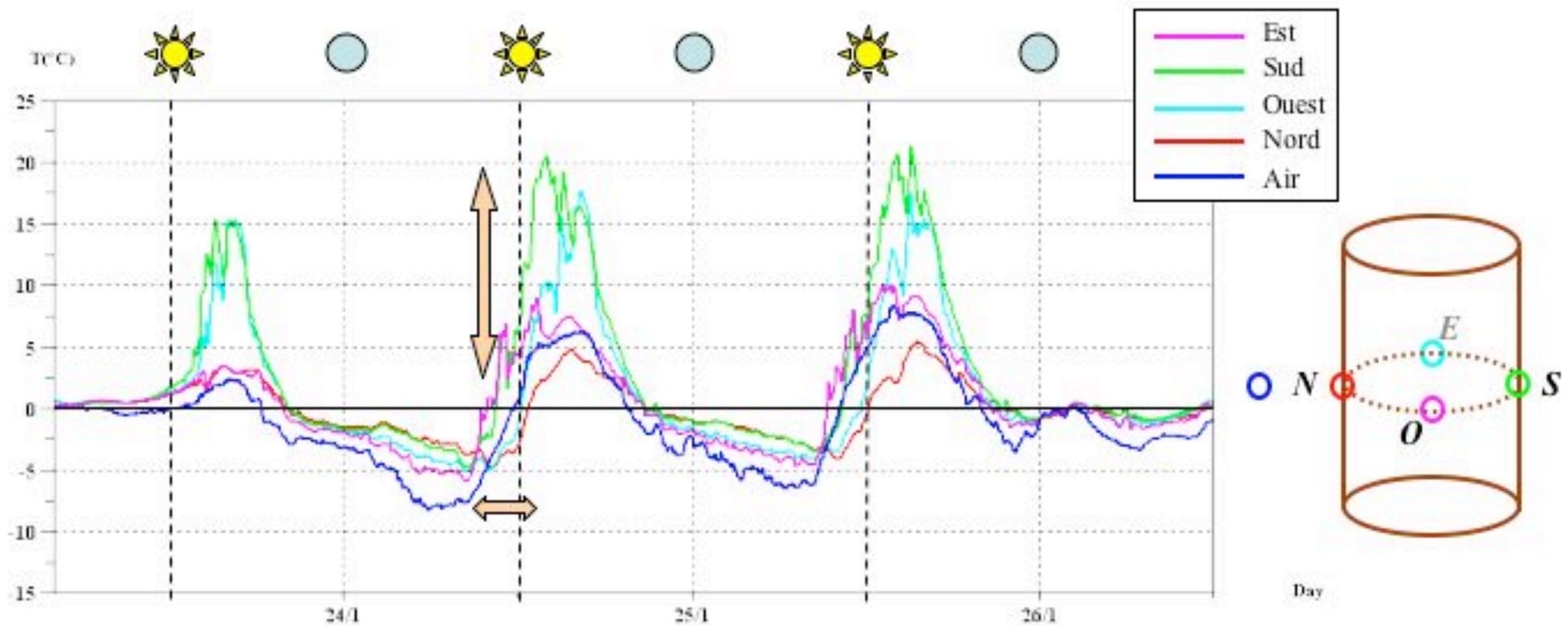
- Étude de V. Dellus : Ville de St Quentin en Yvelines

Nécroses corticales orientées (échaudures ou « sunscald »)

- En hiver arbre isolé = environnement thermique très fluctuant.
- Rayonnement solaire intense (absence de feuillage) avec dissymétrie d'action (face ombragée / face éclairée).
- Variation temporelle rapide et intense des températures et émergence de gradients thermiques spatiaux



Températures de surface



Saudreau et al. 2006

- Dissymétrie entre les faces = Gradient thermique $\sim 15^{\circ}\text{C}$
- Décalage temporel entre les faces $\sim 3\text{h}$
- Forte dynamique spatiale et temporelle pilotée par la course du soleil (sources radiatives)

Merci de votre attention

<http://www2.clermont.inra.fr/piaf/>

