



HAL
open science

Les processus d'acclimatation des arbres face aux stress mécaniques : la gravité et le vent

Eric Badel

► **To cite this version:**

Eric Badel. Les processus d'acclimatation des arbres face aux stress mécaniques : la gravité et le vent. Prendre soin des arbres dans les villages et les villes, CAUE, Jan 2025, Saint-Hilaire-la-Croix, France. hal-04916443v2

HAL Id: hal-04916443

<https://hal.inrae.fr/hal-04916443v2>

Submitted on 28 Jan 2025

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.



Eric BADEL
Directeur de recherche INRAE



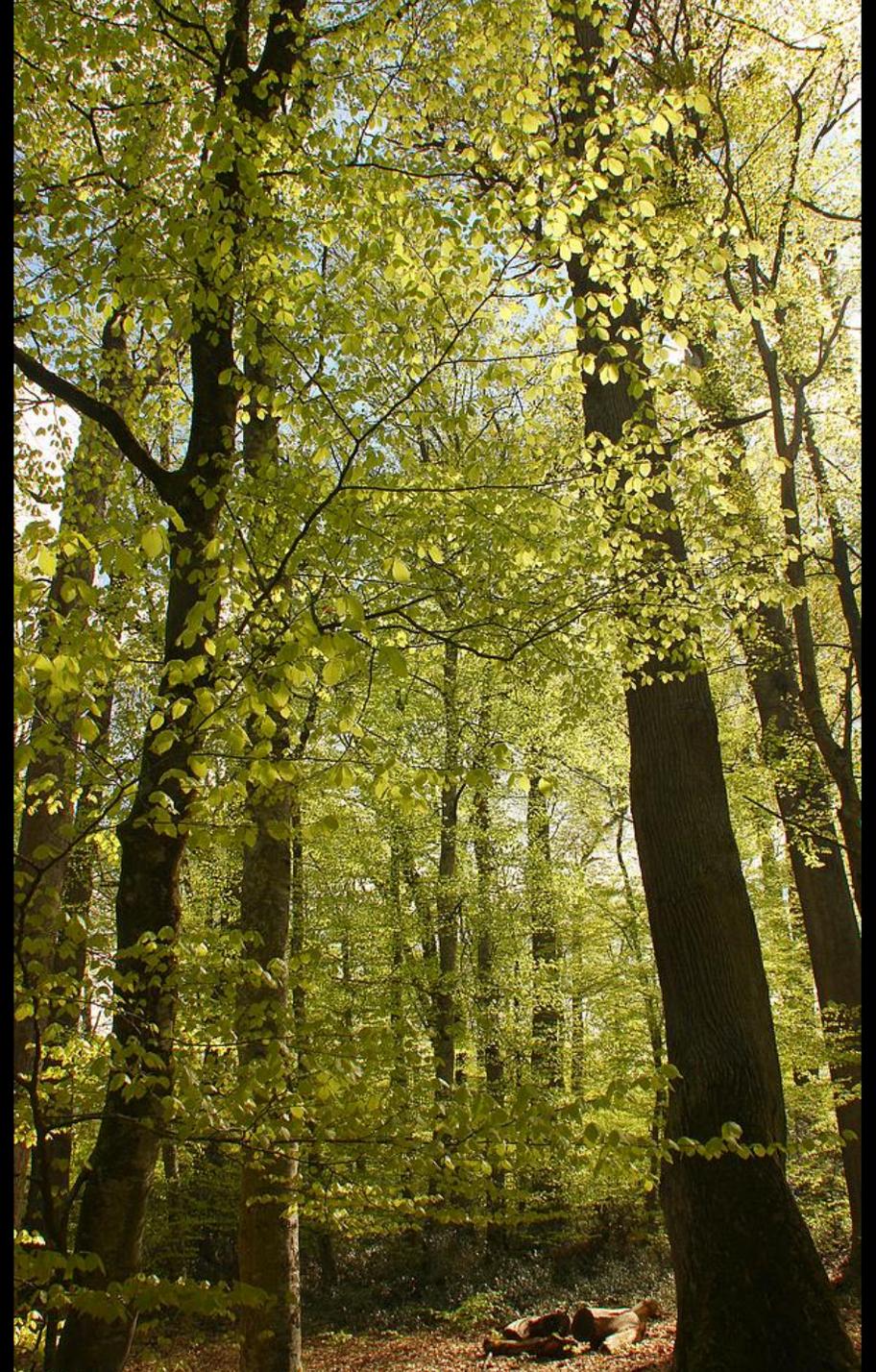
Les processus d'acclimatation des arbres face aux stress mécaniques : la gravité et le vent)

Laboratoire PIAF
INRAE- Université Clermont Auvergne
Clermont-Ferrand



*l'arbre
en campagne et en forêt.*

Calme, sérénité, pérennité...





*l'arbre en ville.
Pérennité, patrimoine !*

Les bénéfices de l'arbre en ville

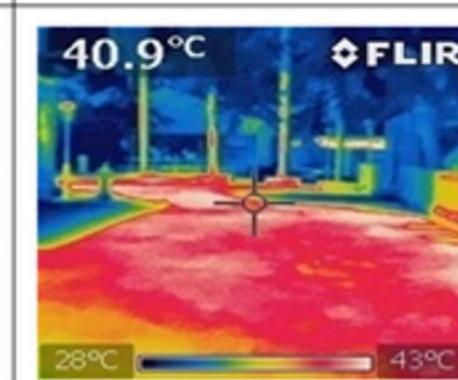
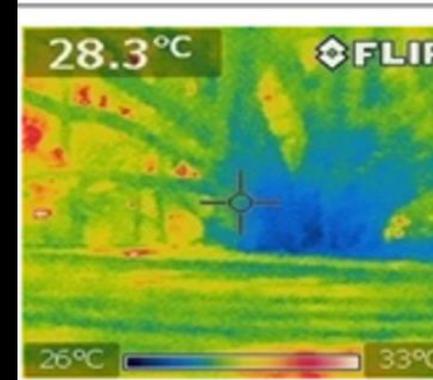
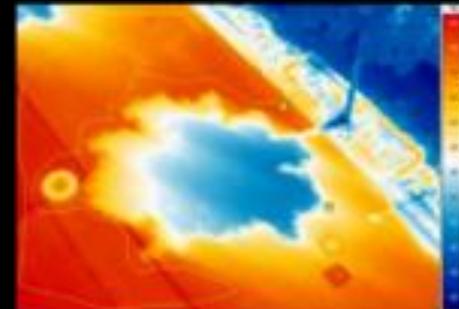
Les arbres en bonne santé remplissent 2 fonctions thermiques :

- Ombrage

- Rafraîchissement

.... En plus d'autres services

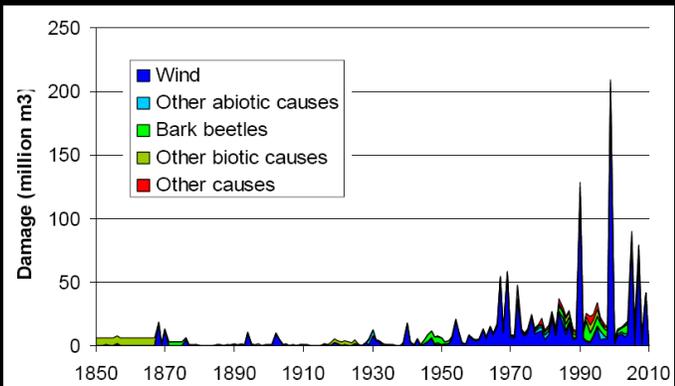
Stockage du Carbone	Bien – être & Santé
Barrière Vent	Biodiversité
Barrière de bruit	Dépollution





La valeur des arbres

économique, patrimoniale, paysagère et affective
liée à leur stabilité mécanique et leur longévité



Quelques caractéristiques

Un végétal à longue vie

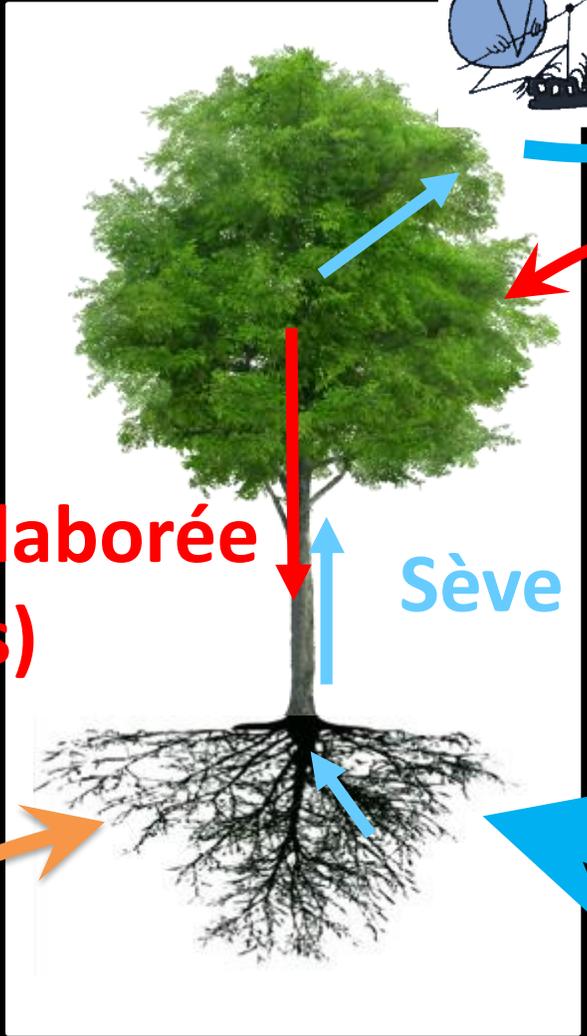
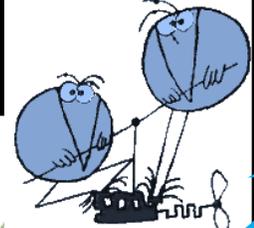
L'arbre,

- une architecture d'élévation (de ses capteurs solaires) vers la lumière
- un ensemble de canalisations pour la circulation d'eau et de sève sucrée
- une grande longévité
- perpétuelle croissance, avec des mensurations en expansion

Bouleau	40 ans
Hêtre	150-200 ans
Olivier	2000 ans
Chêne pédonculé	1800 ans
Cyprès chauve	4000 ans
If	2800 ans
Pin de Californie	4900 ans

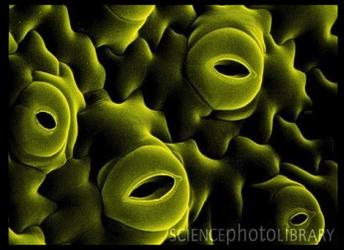


Fonctionnement de base d'un arbre



H_2O

Transpiration



CO_2

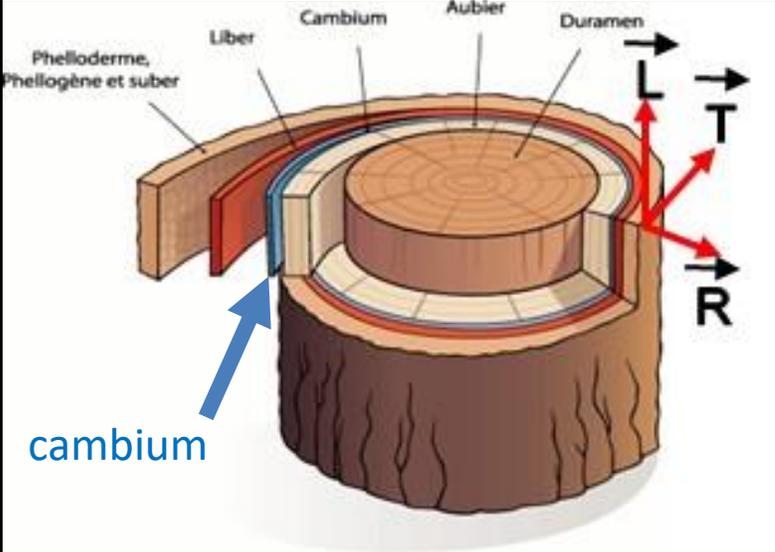
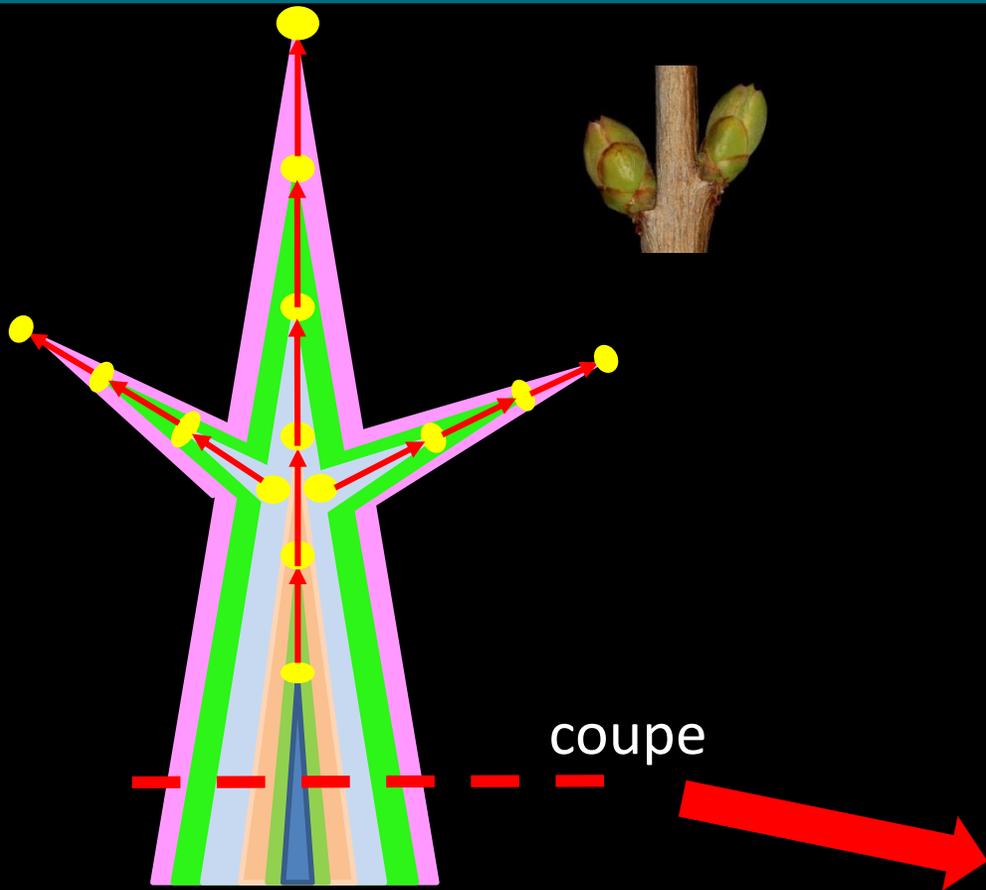
Sève élaborée
(sucres)

Sève brute

Minéraux

H_2O

Construction de la structure d'un arbre et formation du bois



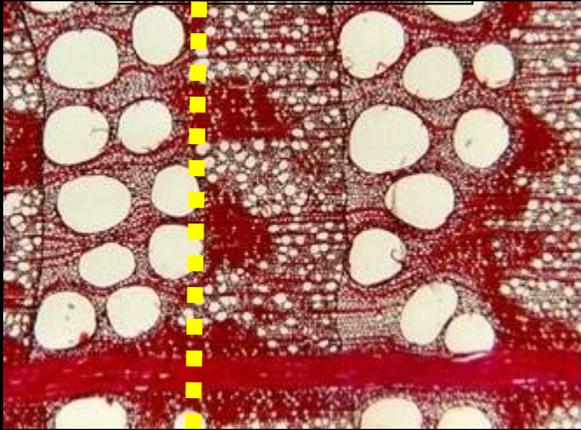
Une poupée russe infinie !!!
...en hauteur et en diamètre

Croissance primaire (hauteur)
+
Croissance secondaire (le diamètre)

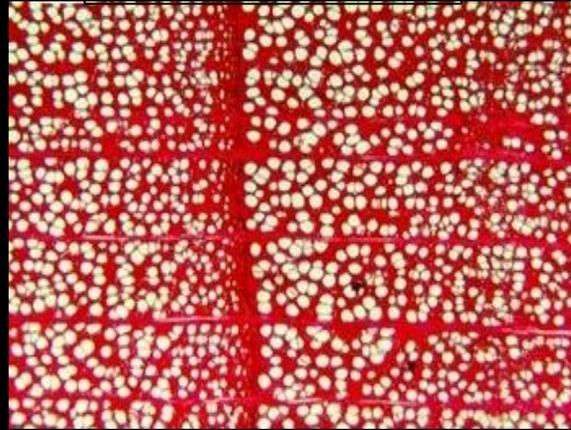


Variabilité de la formation du bois

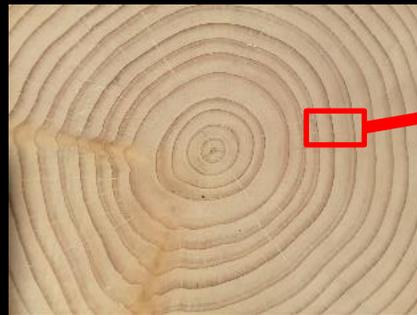
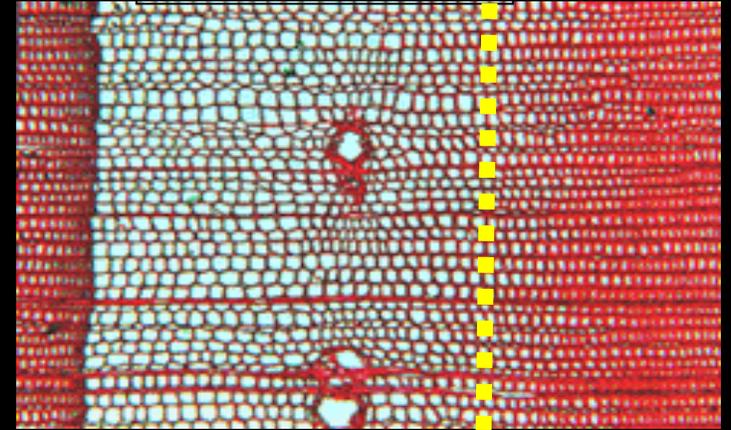
Chêne



Hêtre



Épicéa



Accroissement
annuel ou
"cerne"

- Critère 1 : l'essence (la génétique) => plan ligneux
- Critère 2 : les conditions de croissance => modulations

Plantes et sollicitations mécaniques

Les plantes sont sans cesse soumises à de nombreuses forces (chargements mécaniques) permanentes ou transitoires...



Poids propre



Obstacle rigide



Fruits



Neige



Courant marin



Contact transitoire



Vent

qu'elles perçoivent ! Et elles y répondent : thigmomorphogénèse

Les plantes perçoivent les stimulations mécaniques



Mimosa pudica, la sensitive



La dionée



SENSIBILITÉ

PERCEPTION

RÉPONSE

Le toucher de la foliole
Le toucher de poils sensibles

Un mouvement
par variation rapide de pressions



Développement de l'arbre dans un environnement très fluctuant !



*Avec une structure élancée ...
et à grande prise au vent !*

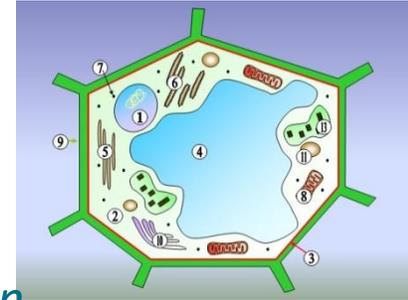


L'acclimatation aux conditions environnementales : Une chaîne de processus complexes et vertueuse

Stimulus
(vent
gravité...)



Déformation
de l'arbre

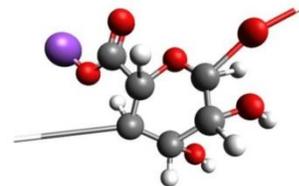


Perception
cellulaire

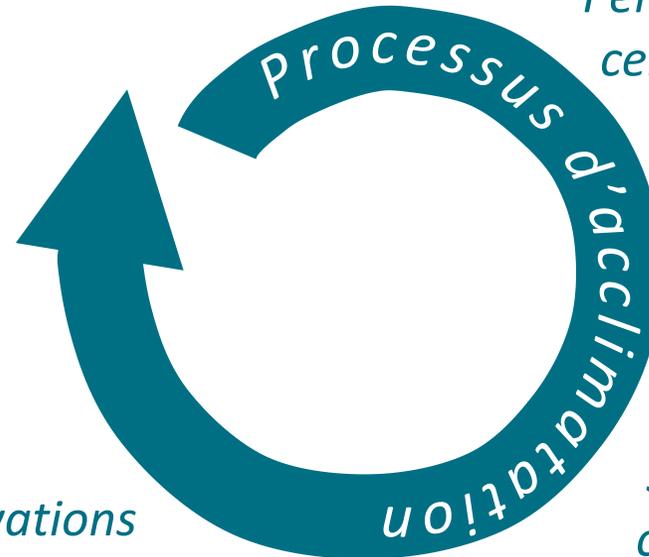
Modifications du
développement de
l'arbre



Activations
moléculaires



Signalisation –
communication
interne





La gravité terrestre

Inclinaison



Redressement

Processus complexe

Comment ça marche ?





La gravité terrestre

Préambule

Peuplier
Chambre de culture
(pas de vent)



Pas de changement
de posture,
ni de mouvement,
...
sans croissance !!!



La gravité Observations



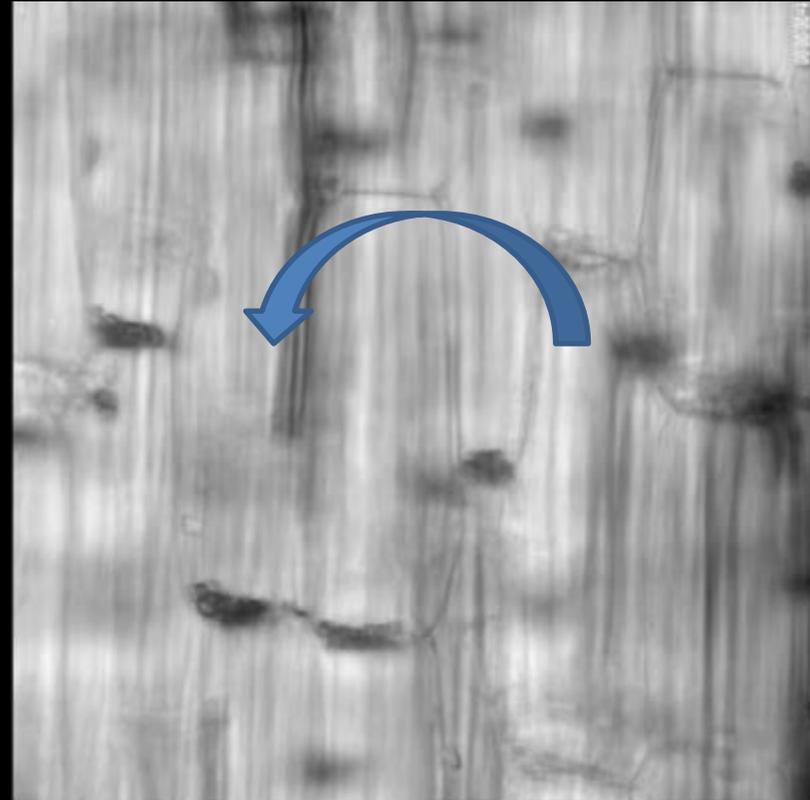
3 semaines



La gravité # 1 : la perception



Chêne, Fouesnant



Des statolithes dans des statocytes = inclinomètre végétal



La gravité # 1 : la perception

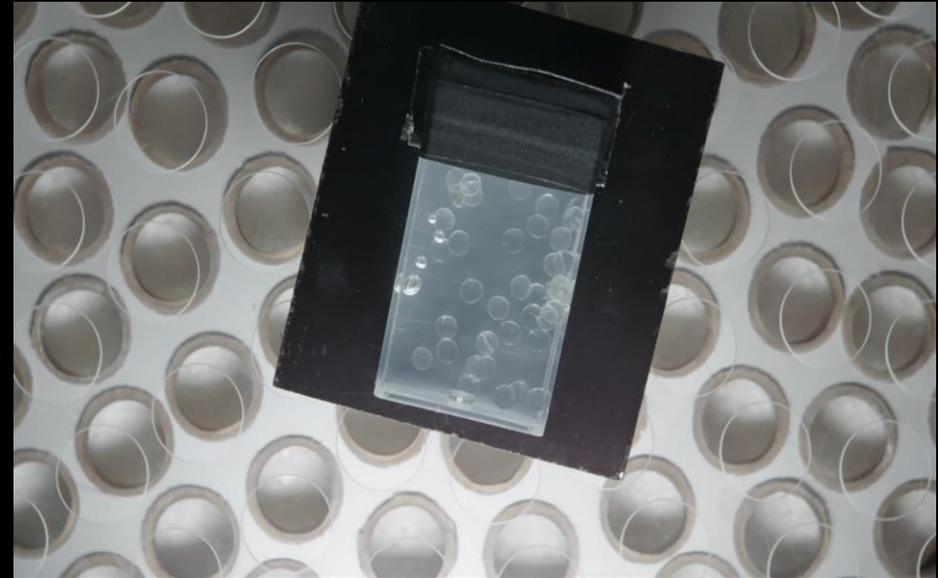


Chêne, Fouesnant



Des statolithes dans des statocytes = inclinomètre végétal

Supprimer la perception de la gravité



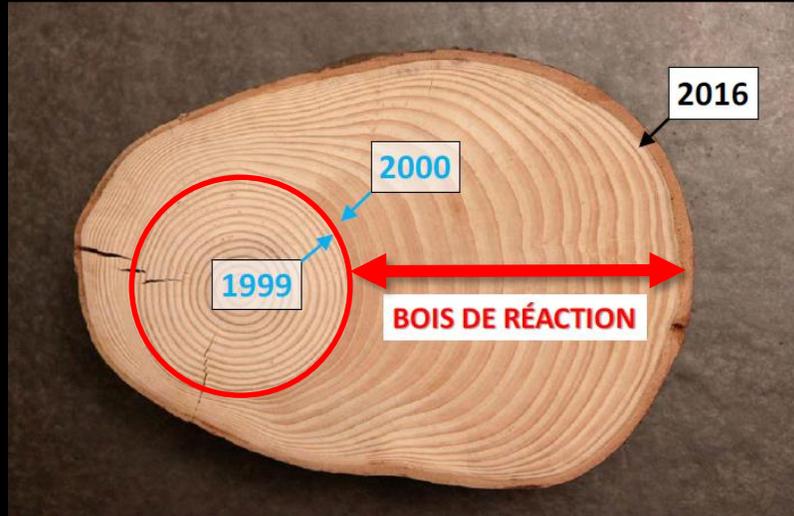
@V. Amouroux 6eme sens (Arte)

- Station spatiale (plus de gravité terrestre)
- Le clinostat (plus de perception !)



La gravité

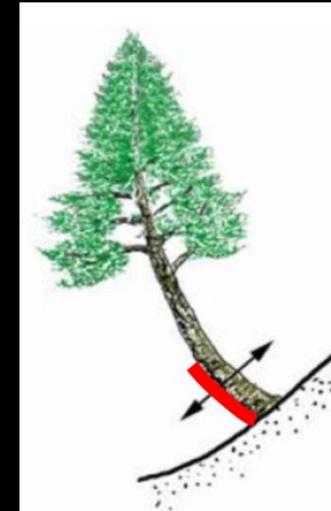
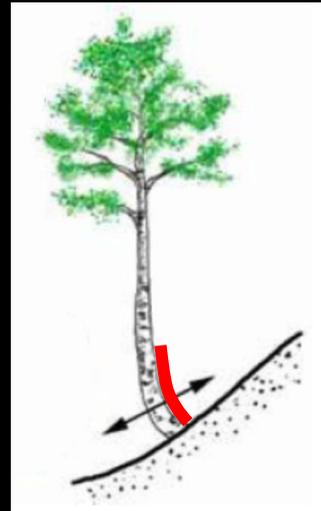
2 : les moteurs de redressement



Il faut des muscles
...qui tirent
...ou qui poussent :
Le bois de réaction

feuillus

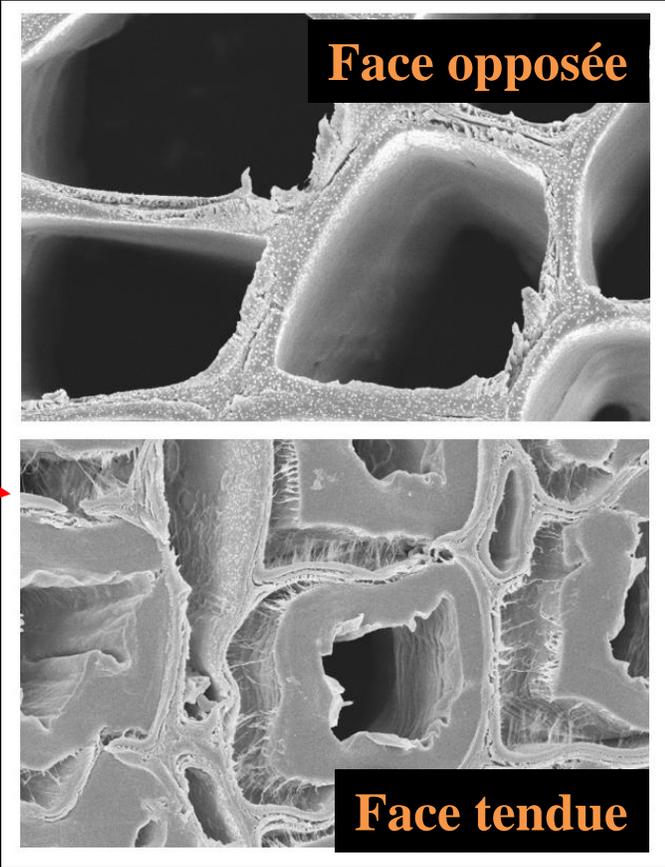
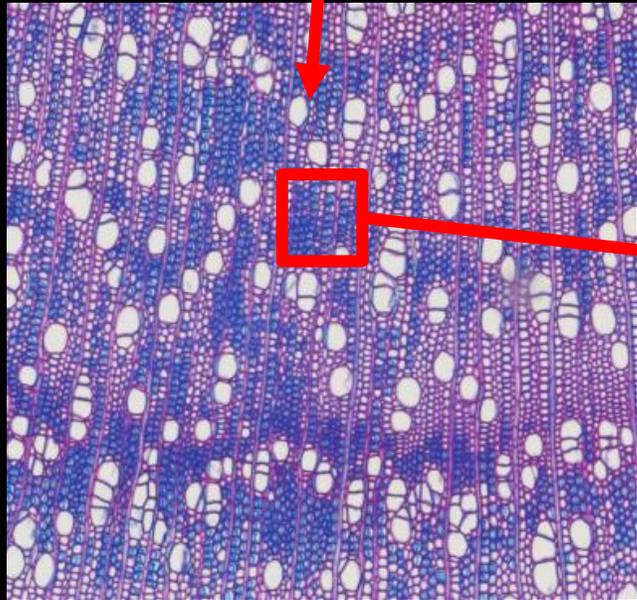
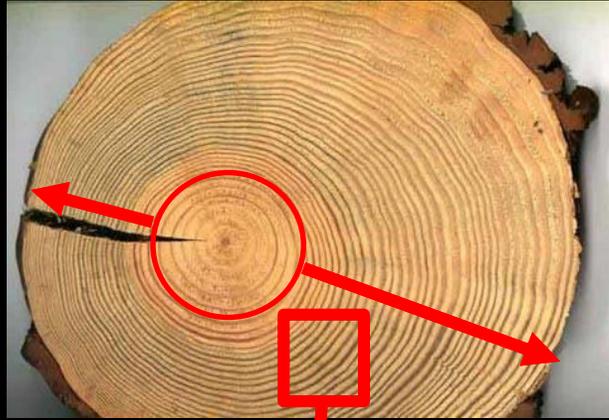
résineux





La gravité

2 : les moteurs de redressement



Il faut des muscles
...qui tirent
...ou qui poussent :
Le bois de réaction



La gravité

2 : les moteurs de redressement

Le bois de réaction

Un processus commun des redressements qui permet les tropismes des troncs et des branches :

- Gravitropisme
- Phototropisme
- Autotropisme



@ K. Bonneval

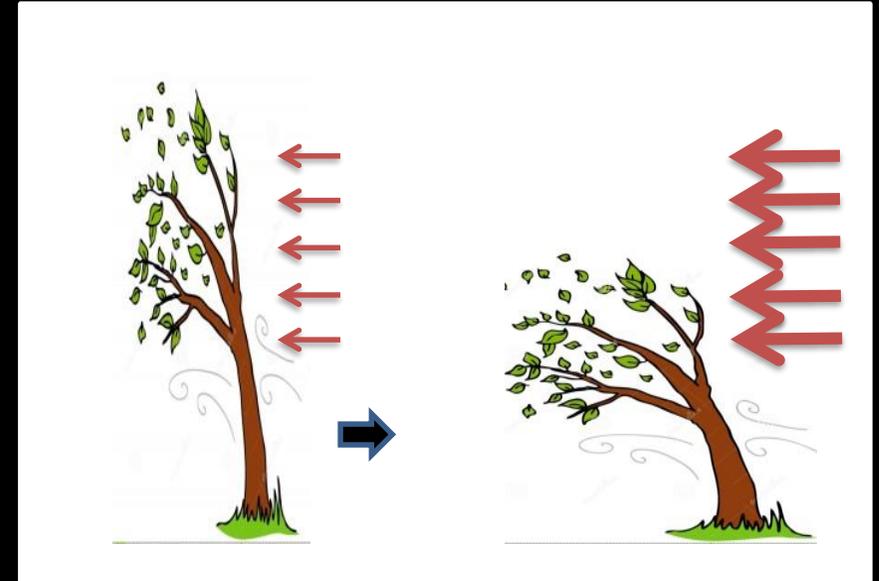
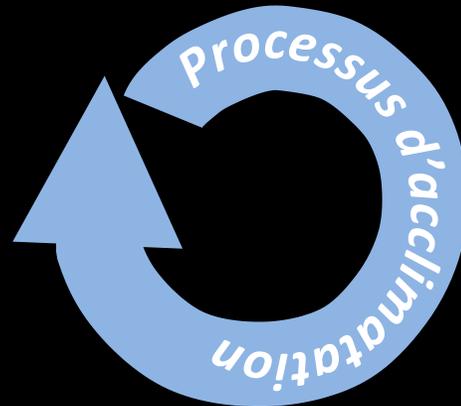


L'acclimatation au vent

Une question de survie



...des inégalités face au vent

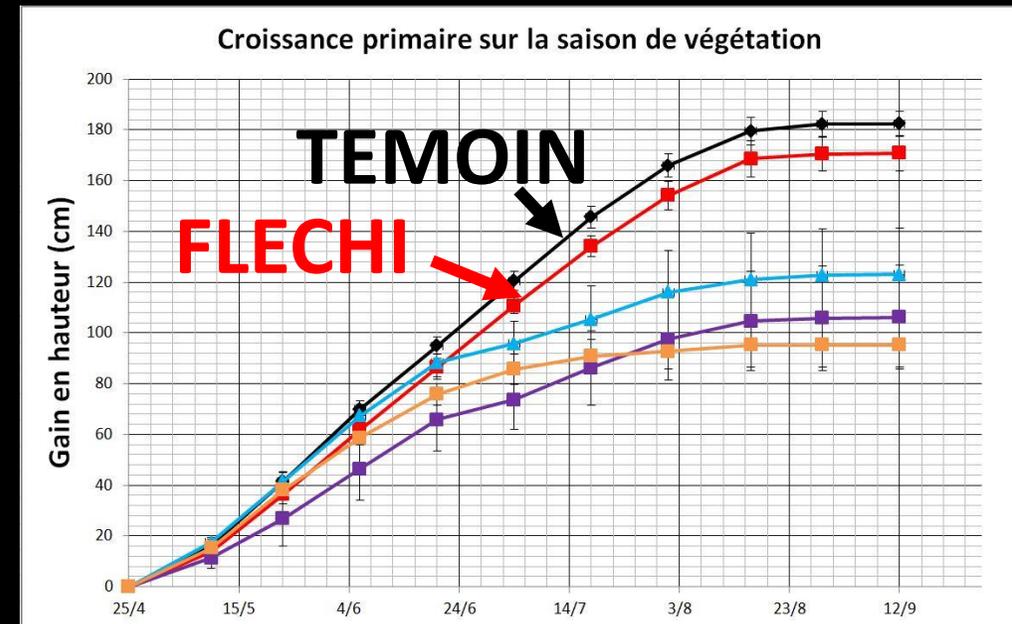


...ils s'acclimatent ou...
ils cassent !

Leur secret : ils s'adaptent en permanence au vent !



Mimer les effets mécaniques du vent en laboratoire

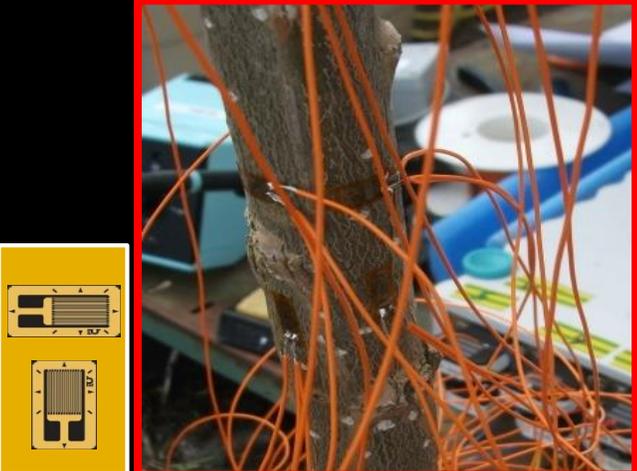
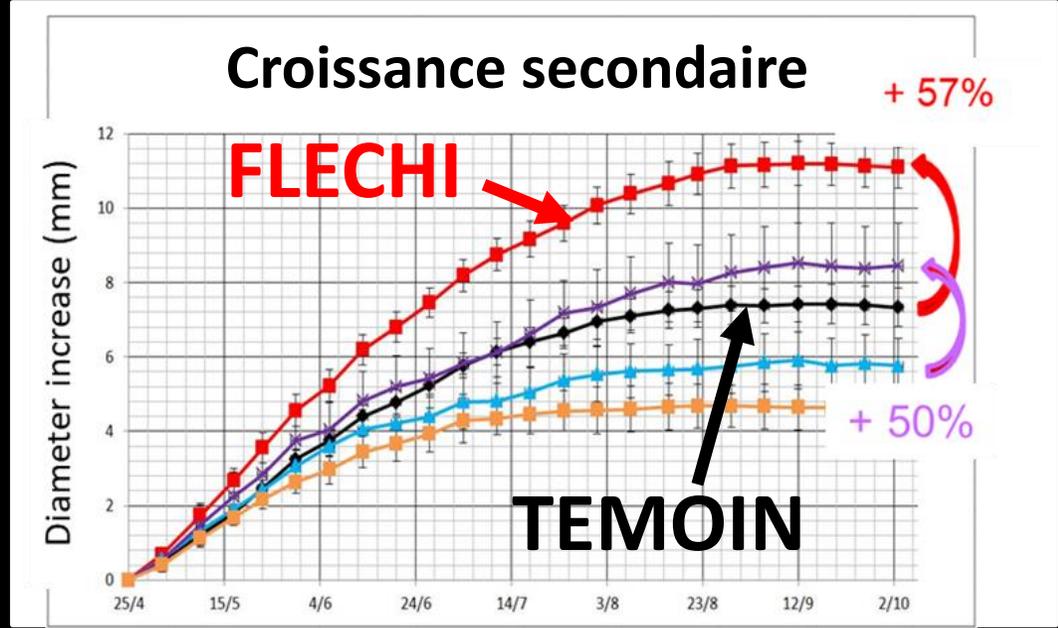
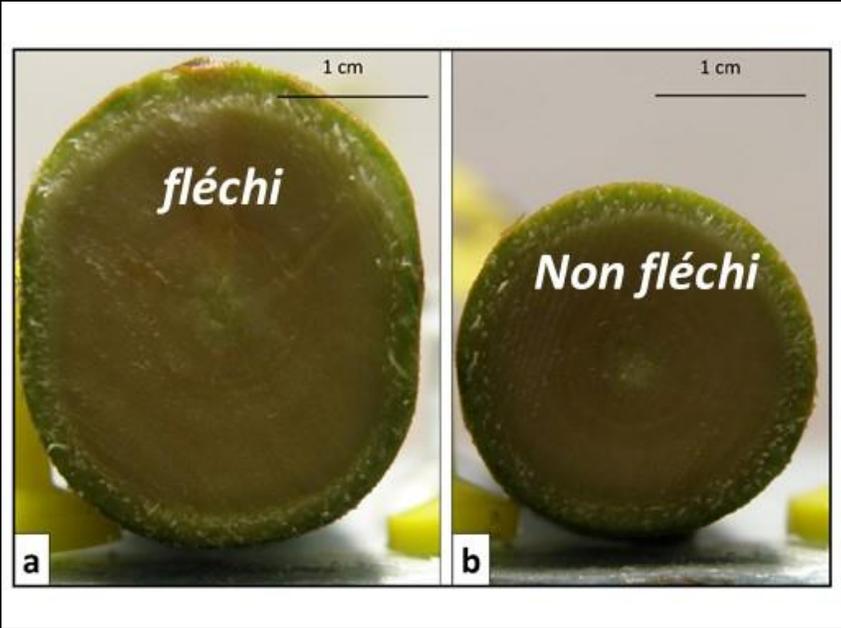


	Témoin (T)
	Stress hydrique (SH)
	Stress mécanique (SM)
	Stress simultané (SMH)

- Flexions de tiges
- Fréquence contrôlée
- Contrôle de la déformation



Mimer les effets mécaniques du vent en laboratoire

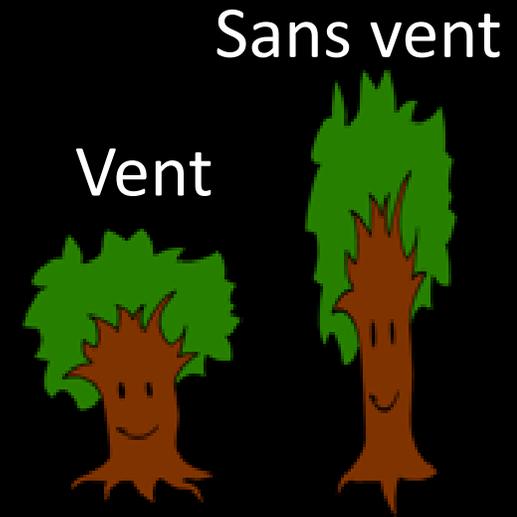
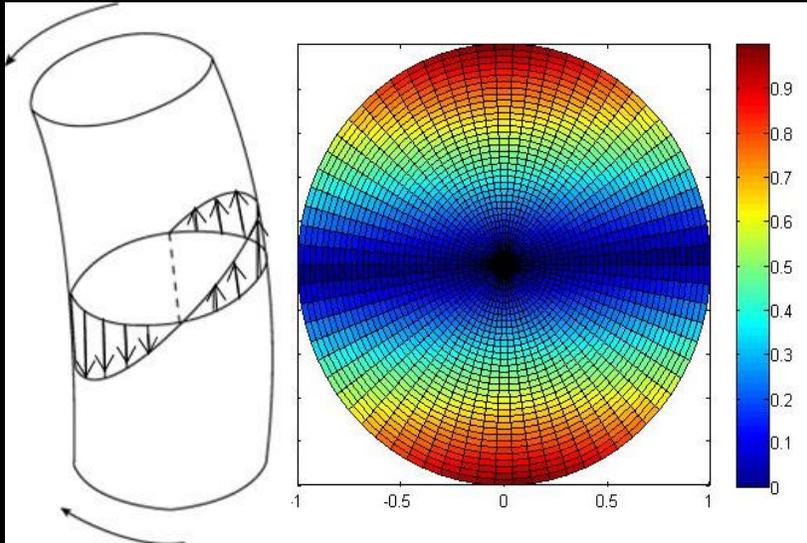


	Témoin (T)
	Stress hydrique (SH)
	Stress mécanique (SM)
	Stress simultané (SMH)

*Ovalisation des tiges !!!
Mécaniquement très efficace !*



Le bénéfice biomécanique de l'acclimatation thigmomorphogénétique



Quasiment tout le développement de l'arbre est impacté

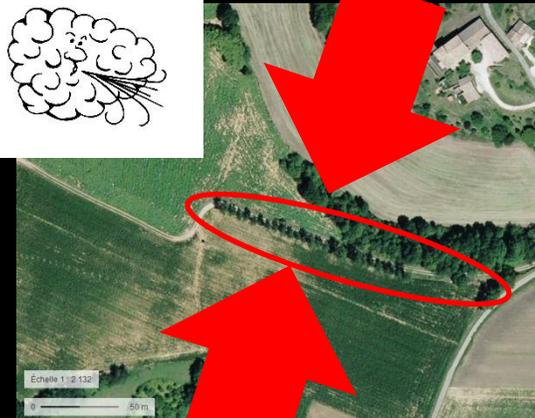
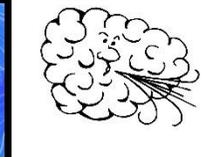
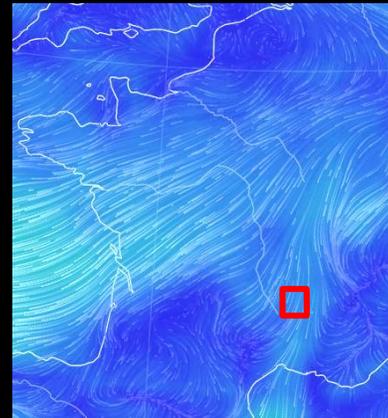
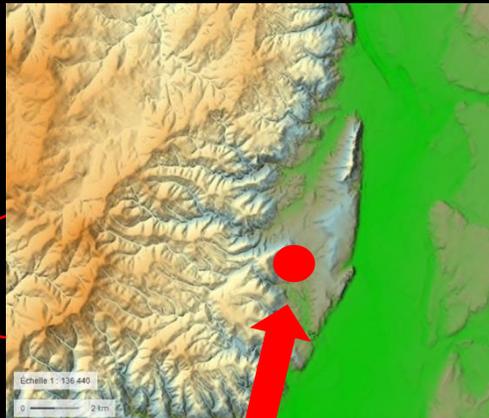
- Croissance secondaire (diamètre) localement accrue
- Réduction de la croissance primaire (hauteur)
- Distribution de l'allocation de biomasse modifiée
- Système racinaire renforcé

$$I_{yy} = \frac{\pi a^3 b}{64}$$

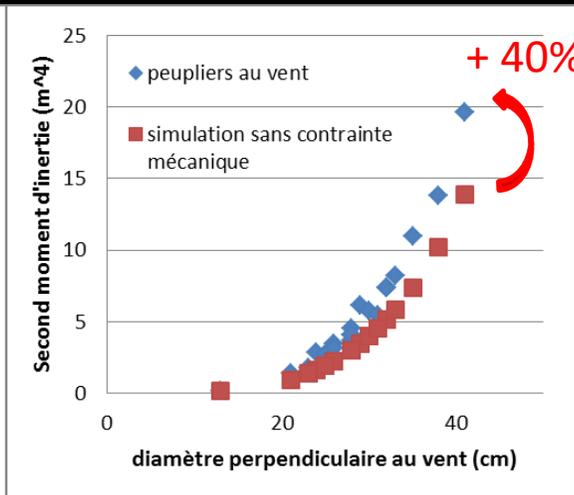
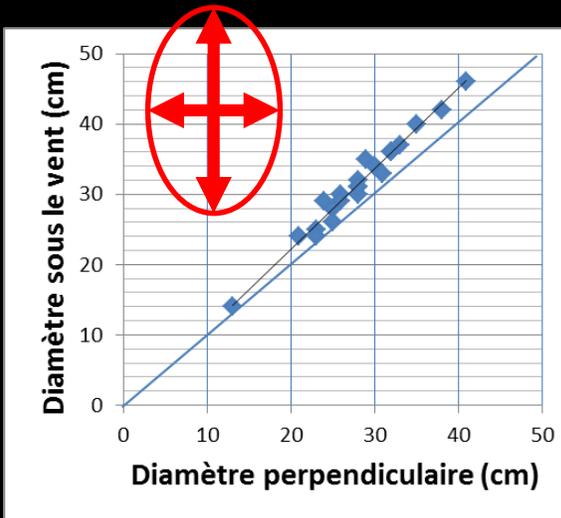


Et dans la vraie vie ?

Un cas d'école « grandeur nature »



- 23 Peupliers I214
- Couloir de la vallée du Rhône
- Plantation en ligne ⊥ aux vents dominants (alternance mistral – vent du sud)
- 30 ans



Déformations réduites lors des gros coups de vent



Quelques applications de la recherche



Objectif : stimuler pour faire percevoir, réagir afin de renforcer les structures, être mieux « armées » face au vent

... sans chimie !



Quelques recommandations

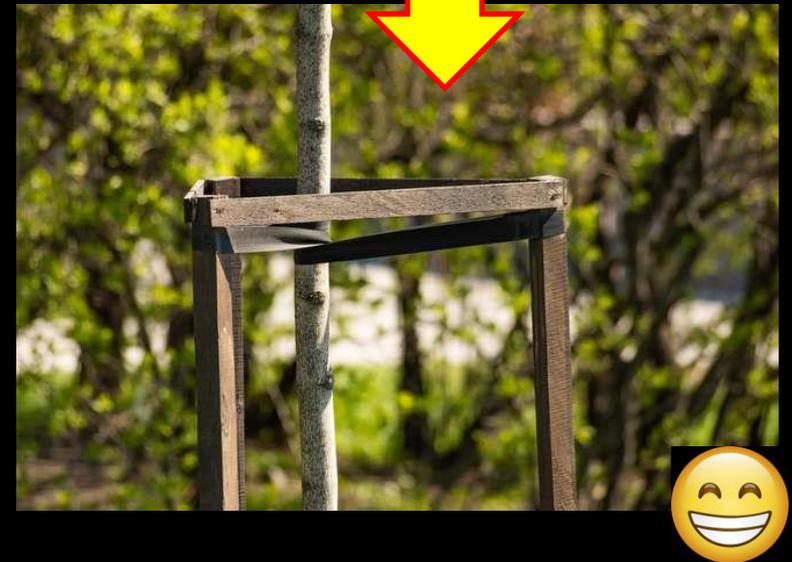




Quelques conséquences pratiques



au vent tube





Forez !



@ Bonneval

Plantez
des
Forets !
Merci de votre
attention

MECA Team

