



**HAL**  
open science

## Modélisation du dépérissement et de la mortalité du sapin pectiné (*Abies alba* Mill.) en Provence

Maxime Cailleret, Hendrik Davi

► **To cite this version:**

Maxime Cailleret, Hendrik Davi. Modélisation du dépérissement et de la mortalité du sapin pectiné (*Abies alba* Mill.) en Provence. *Ecologie* 2010. Colloque national d'écologie scientifique, Sep 2010, Montpellier, France. 18 diapos. hal-02817388

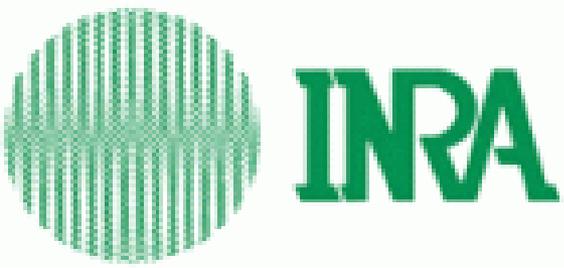
**HAL Id: hal-02817388**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02817388>**

Submitted on 6 Jun 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.

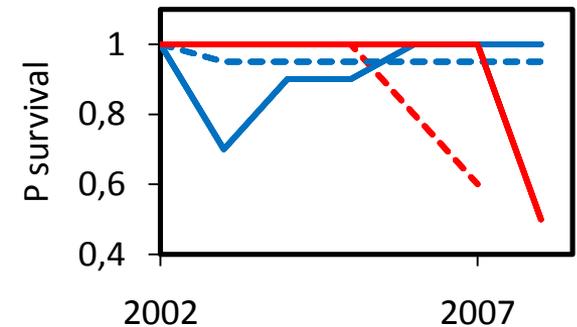
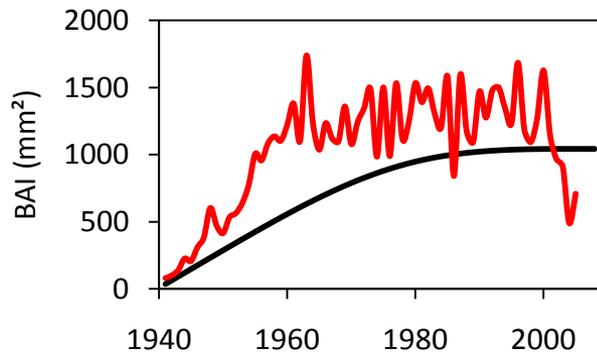
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Modélisation de la mortalité du sapin pectiné au Mont Ventoux

Cailleret M., Davi H.

URFM – Mediterranean Forest Ecology- INRA Avignon



## Augmentation du nombre de signalements de mortalité (Allen *et al.* 2010)

Mortalité : processus mal compris : Quels phénomènes sous-jacents ?

« Hydraulic failure » : embolie du xylème

« Carbon starvation » : manque de carbone récemment assimilé et en réserves pour subvenir aux besoins de l'arbre

→ Besoin d'expérimentations (voir Sala *et al.* 2010)

Mortalité : processus mal modélisé

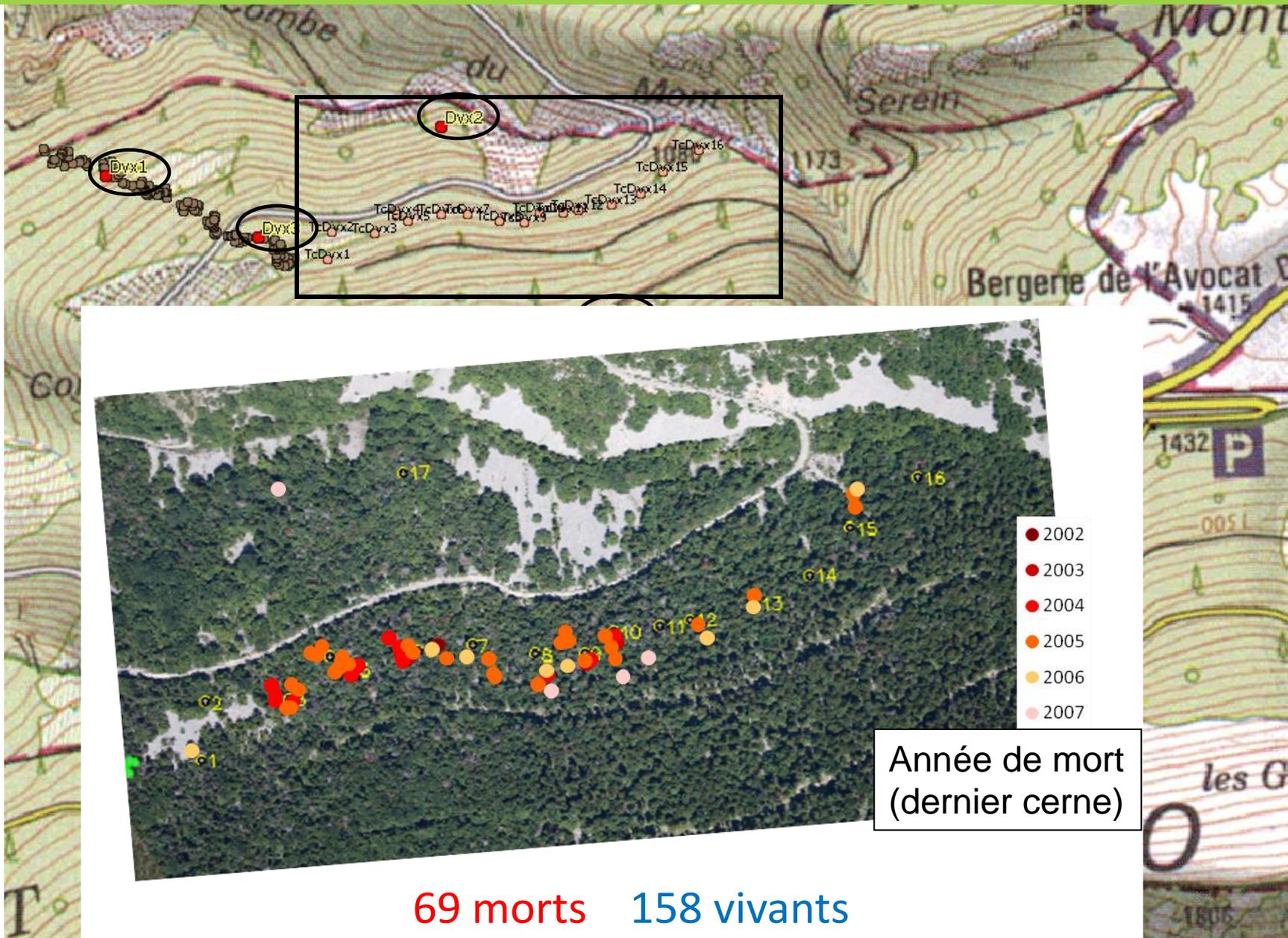
Répartition spatiale (large et fine échelle)

Prédiction temporelle

→ Couplage dendrochronologie – modèles fonctionnels (Davi *et al.* submitted)

# Le Mont Ventoux : climats montagnard et méditerranéen



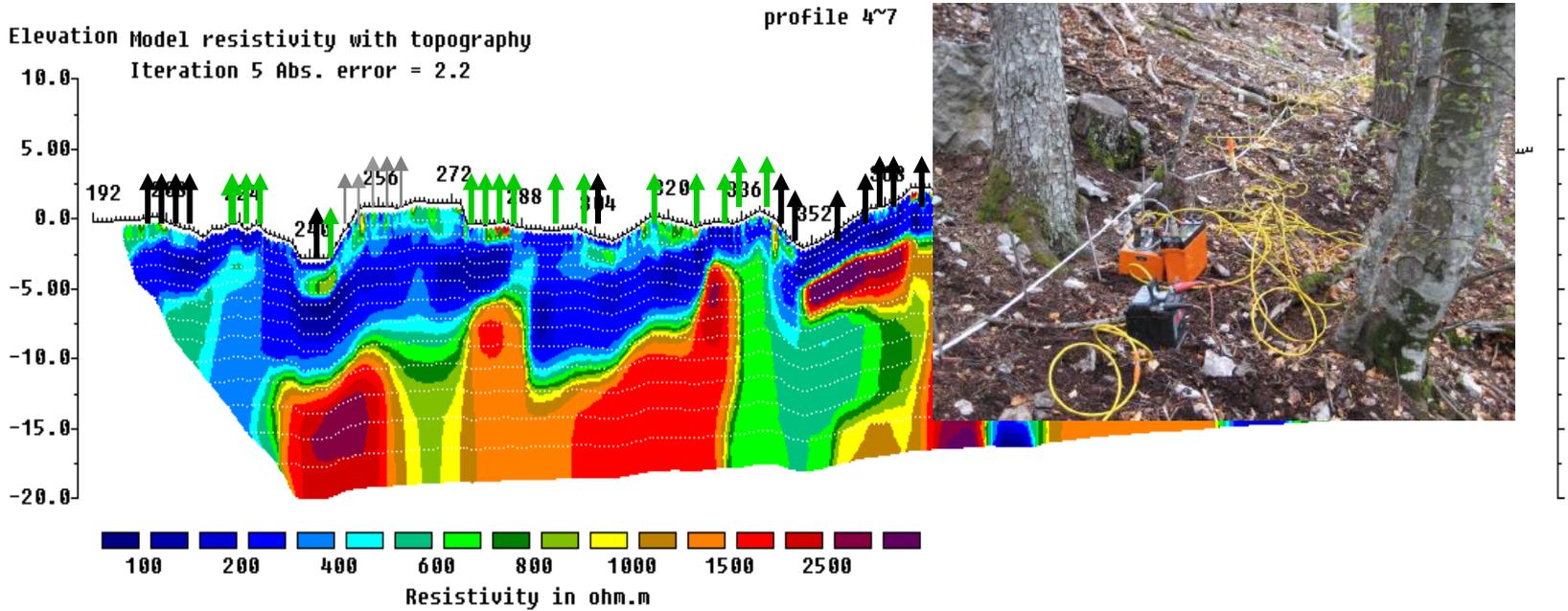


69 morts 158 vivants

Année de mort  
(dernier cerne)

# Effet de la micro-hétérogénéité du sol ?

→ Utilisation de la tomographie (résistivité électrique)



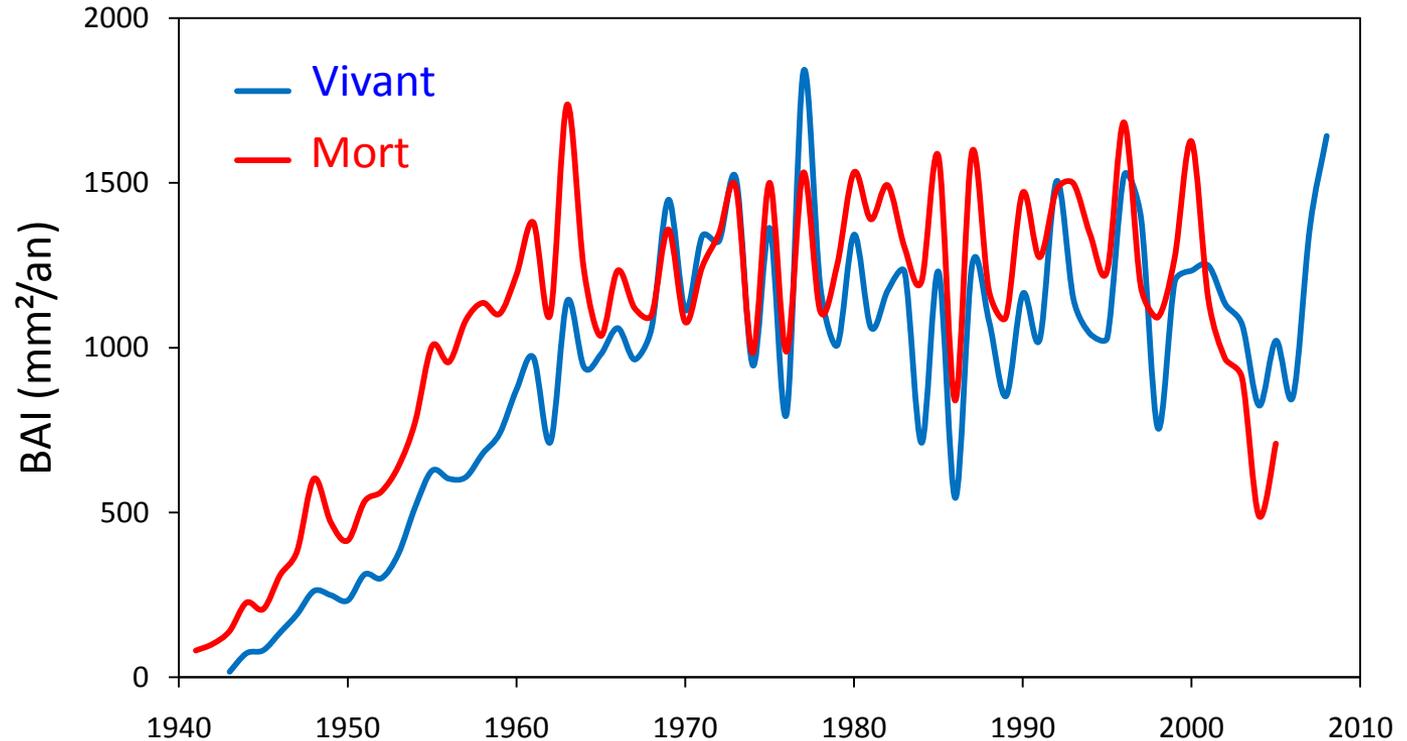
Horizontal scale is 3.01 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 2.69  
First electrode is located at 192.0 m.  
Last electrode is located at 318.0 m.

↑ mort  
↑ sain

Xie Y, Chanzy A. (2009)

Les arbres sains ne sont pas forcément situés sur les “meilleurs” sols

# Modélisation statistique de la survie ( $P_{\text{surv}}$ ) d'un arbre



CooRecorder - CDendro  
Cybis Elektronik & Data AB  
Sweden

$P_{\text{surv}}$  est calculé entre 2002 et 2008 selon la croissance passée

Modèle logistique

Modèle à seuil

# Modèles logistiques

Date	Mort	Vivant
2008		1642.2
2007		1362.7
2006		851.3
2005	709.1	1021.1
2004	489.7	824.1
2003	908.4	1068.1
2002	966.5	1248.3

Date	Mort	Vivant
2008		1
2007		1
2006		1
2005	0	1
2004	1	1
2003	1	1
2002	1	1

Recherche des  
variables  
discriminantes



BAI2  
relBAI  
Locreg10 – locreg25  
Sensibilité moyenne (MS)  
Autocorrélation des cernes (A1)

Modèle logistique

$P_{\text{surv}}$



Date	Mort	Vivant
2008		0.99
2007		0.99
2006		0.97
2005	0.86	0.95
2004	0.82	0.98
2003	0.93	0.96
2002	0.95	0.96

Performance du  
modèle



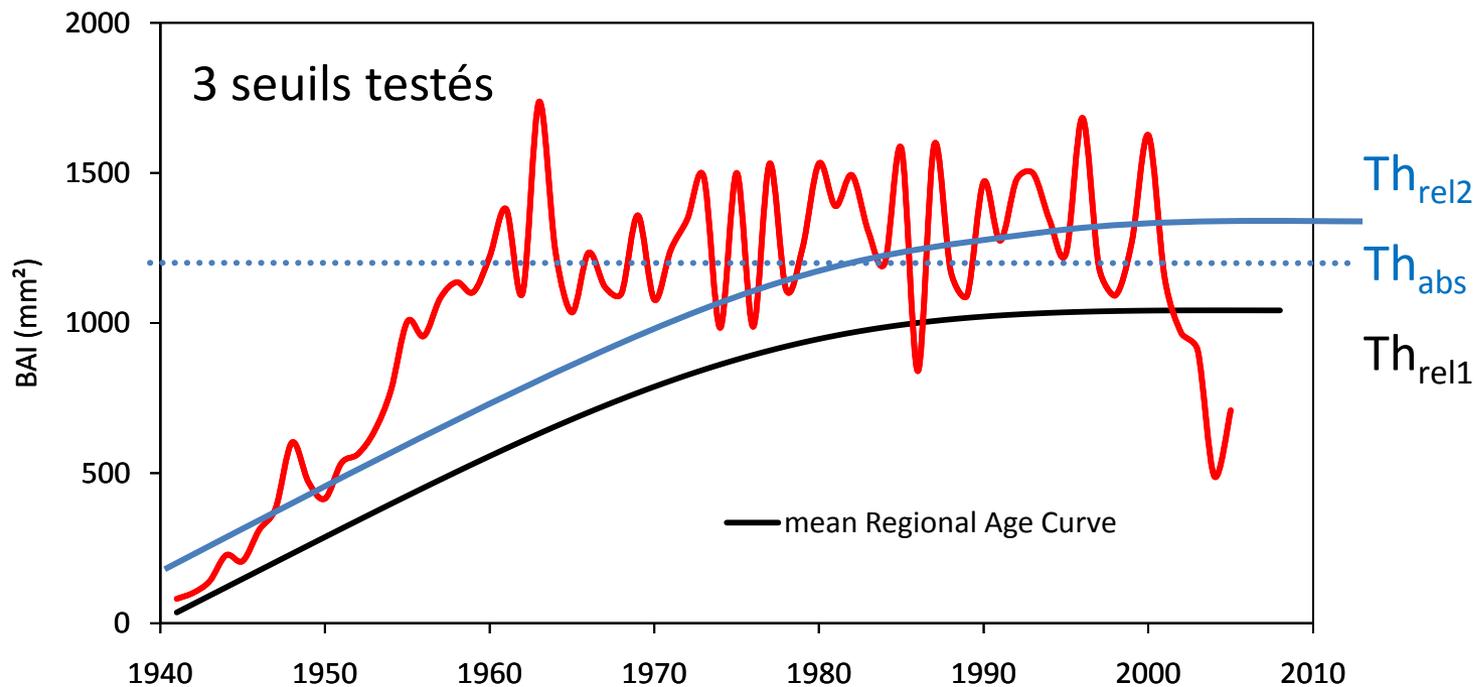
1 : survie  
0 : mort

## Modèles à seuil de croissance

Modèles simples sans mémoire ( $P_{\text{surv}} = f(\text{Th} - \text{BAI})$  ; si  $\text{BAI} < \text{Th}$ )

Modèles avec Indice de Vitalité (mémoire  $m = 2$  à 5 ans)

$$P_{\text{surv}} = f(VI_{i,t}) \quad VI_{i,t} = \sum_{t=1}^{t=m} \Delta VI_{i,t} \quad \Delta VI_{i,t} = (BAI_{i,t} - Th) / Th$$



## Résultats : Valeurs d'AUC 2002-2008

$0 < \text{AUC} < 1$

AUC = 0.5 : aléatoire

variables	AUC
log (BAI2)	0.53
log (relBAI / juv)	0.78
Multi-variables	0.83

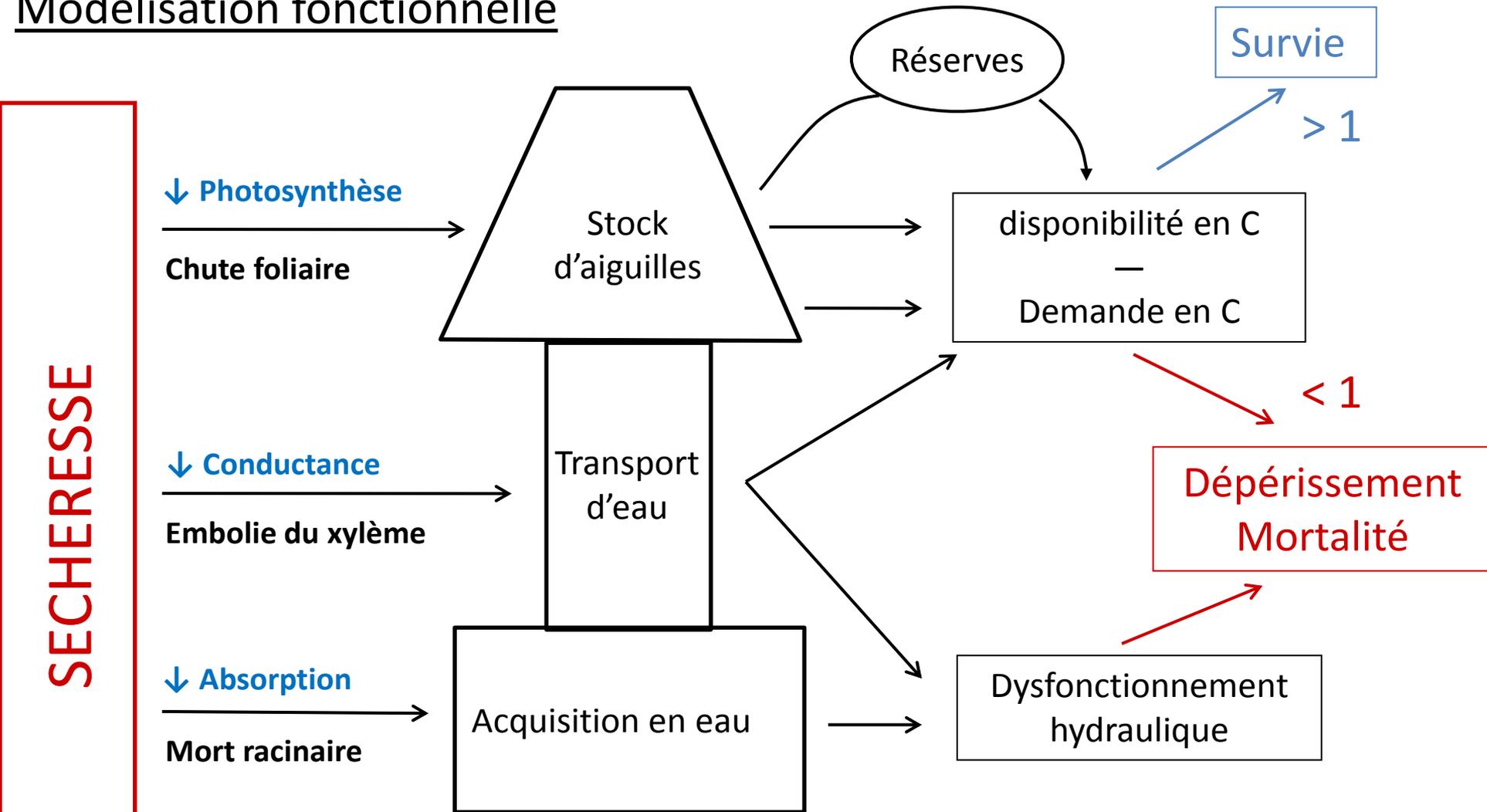
Modèle	mem	Thabs	Threl1	Threl2
Simple	0	0.63	0.69	0.72
$l_{vit}$	2		0.72	0.77
$l_{vit}$	3		0.69	0.75
$l_{vit}$	4		0.66	0.73

La croissance moyenne des dernières années prédit mal la mortalité

Meilleurs modèles (AUC élevée)

- Prise en compte de la croissance juvénile (relBAI / juv, Threl2)
- Mémoire de stress de 2 ans

## Modélisation fonctionnelle



Processus temporaires, non-destructifs / à long terme et destructifs

## 3 étapes pour simuler la mortalité dans les modèles fonctionnels

### 1. Intégration des résultats des modèles statistiques

→  $P_{\text{surv}} = f(\text{croissance passée})$

## 3 étapes pour simuler la mortalité dans les modèles fonctionnels

### 1. Intégration des résultats des modèles statistiques

→  $P_{\text{surv}} = f(\text{croissance passée})$

### 2. Utilisation du niveau de réserves

→ Vulnérabilité différente à croissance équivalente

→ Besoin de mieux comprendre les mécanismes d'allocation

## 3 étapes pour simuler la mortalité dans les modèles fonctionnels

### 1. Intégration des résultats des modèles statistiques

→  $P_{\text{surv}} = f(\text{croissance passée})$

### 2. Utilisation du niveau de réserves

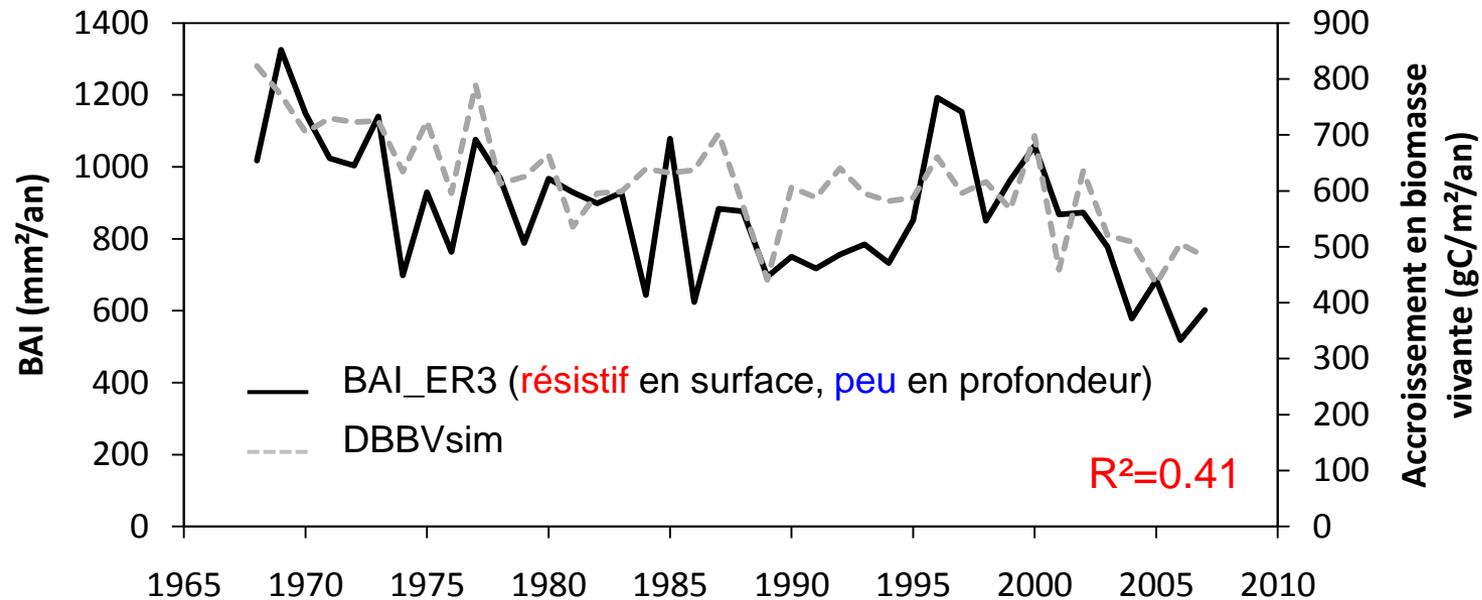
→ Vulnérabilité différente à croissance équivalente

→ Besoin de mieux comprendre les mécanismes d'allocation

### 3. Intégration de la vulnérabilité du xylème à la cavitation

→ Modèle d'architecture hydraulique (modèle de Sperry)

# Modélisation de la croissance à l'aide de CASTANEA (Dufrêne *et al.* 2005)



Meilleur  $R^2$  obtenu pour - Faible RU (30mm)  
- Arbres poussant sur sol résistif en surface

- ➔ Mieux prendre en compte les arrières-effets (défoliation, ≠ allocation...)
- ➔ A passer en surface de cernes

## Création du sous-modèle « mortalité » dans CASTANEA en cours

→ Pour estimer différents niveaux de vulnérabilité

→ Pour caractériser la résistance et la résilience des arbres

Mémoire du stress courte (2 ans)



Effet de la croissance juvénile



RESISTANCE ET RESILIENCE DE L'ARBRE

Vitesse de la baisse et récupération du niveau de réserves ?

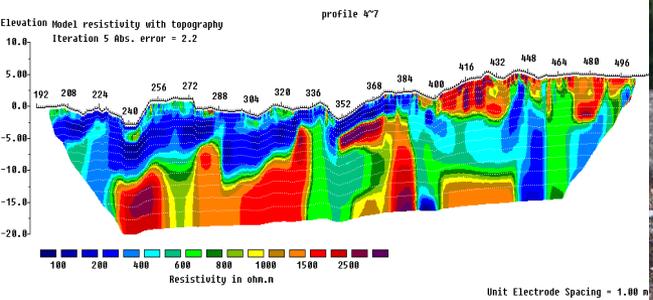
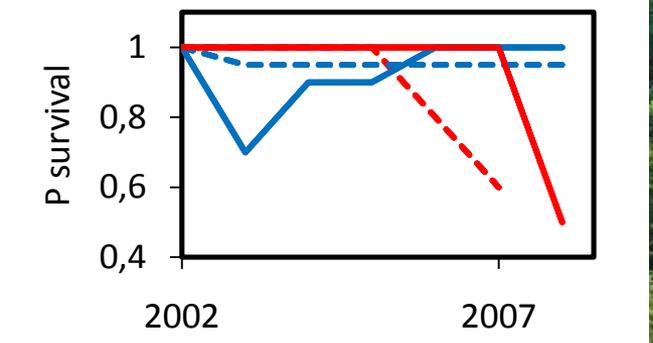
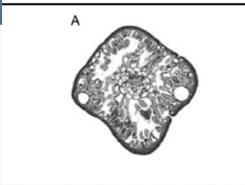
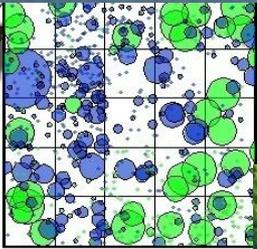
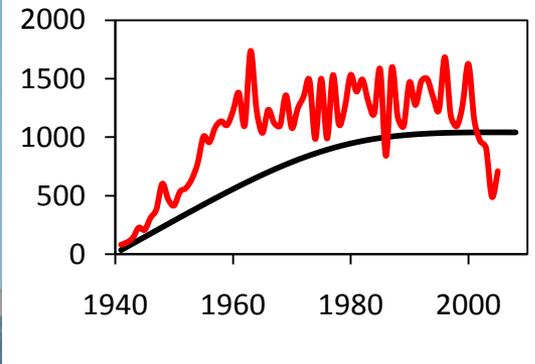


VULNERABILITE DE L'ARBRE

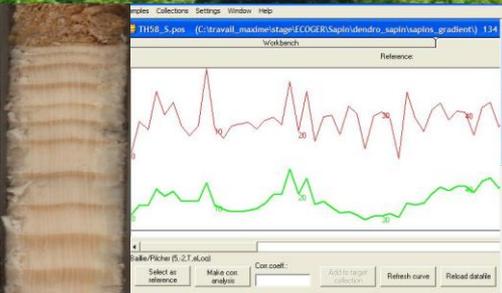
Ratio Surface foliaire / Surface racinaire

Quantité de carbone minimum à assimiler pour la Respiration

→ Pour prédire l'impact du CC sur la santé des forêts



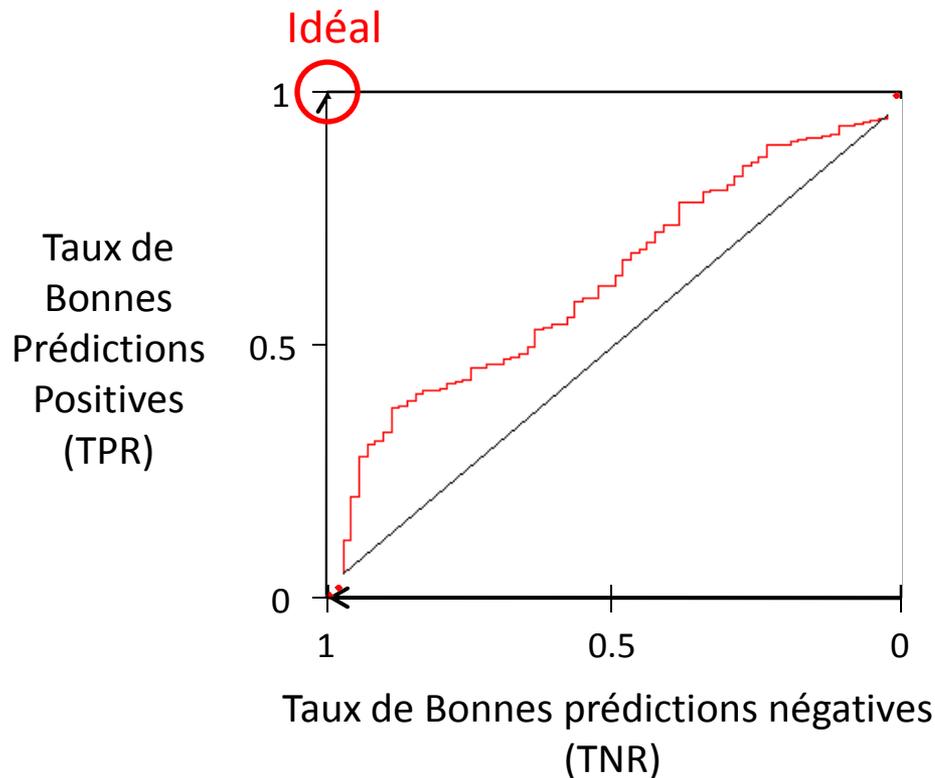
Horizontal scale is 3.01 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 2.69  
First electrode is located at 192.0 n.  
Last electrode is located at 318.0 n.



Objectif : maximiser TPR et TNR

Problème : dépend de la valeur du seuil de  $P_{\text{surv}}$

Méthode pour estimer la performance du modèle sans seuil : AUC



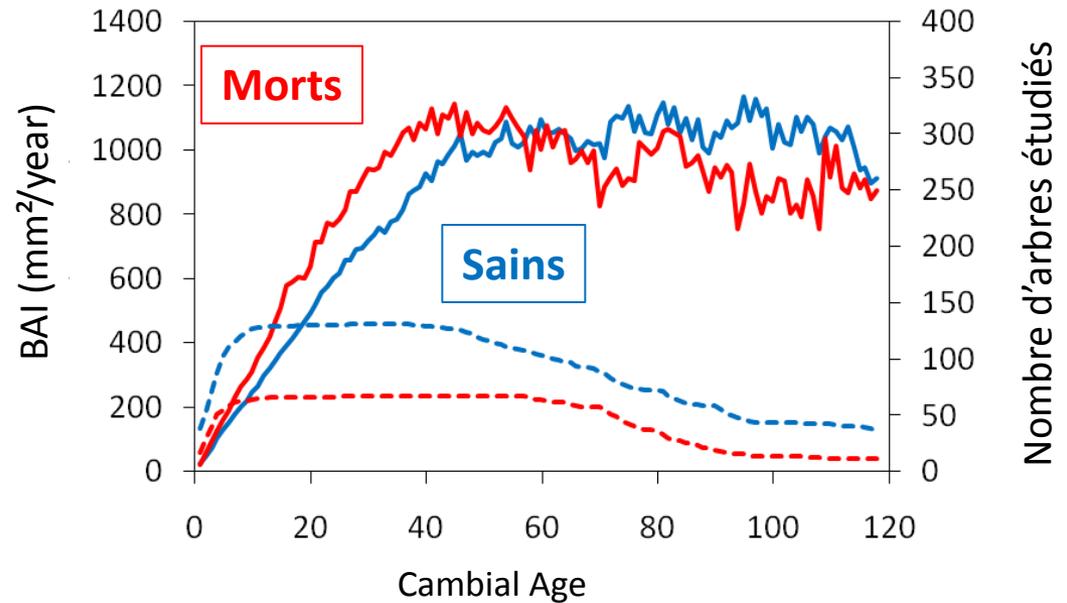
Area Under the Curve (0-1)

AUC=0.5 -> aléatoire

Fielding & Bell 1997  
Wunder *et al.* 2008

## Tree characteristics - Focus on juvenile growth

	sains	morts
Age	93.2	89.2
BAI (mm <sup>2</sup> /an)	849	792
Hauteur (m)	14.5	14.9
Indice de compétition (Hegyi8)	0.954	0.923



Les sapins morts ont eu une croissance juvénile plus élevée que les arbres sains