



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

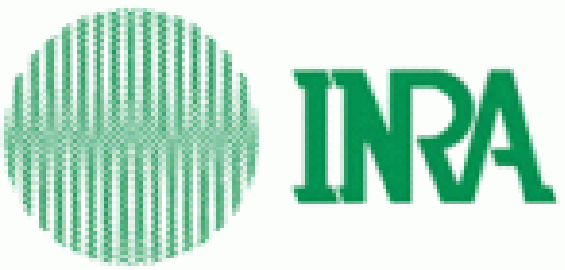
HAL Id: hal-02817388

<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.

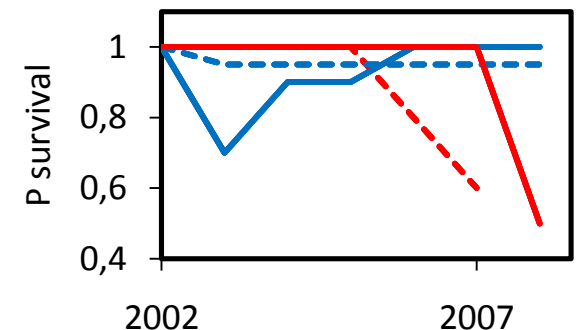
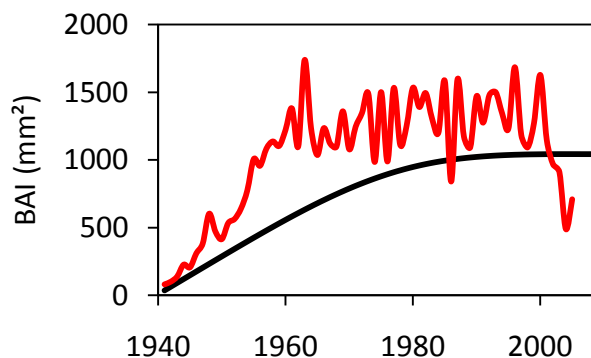
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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

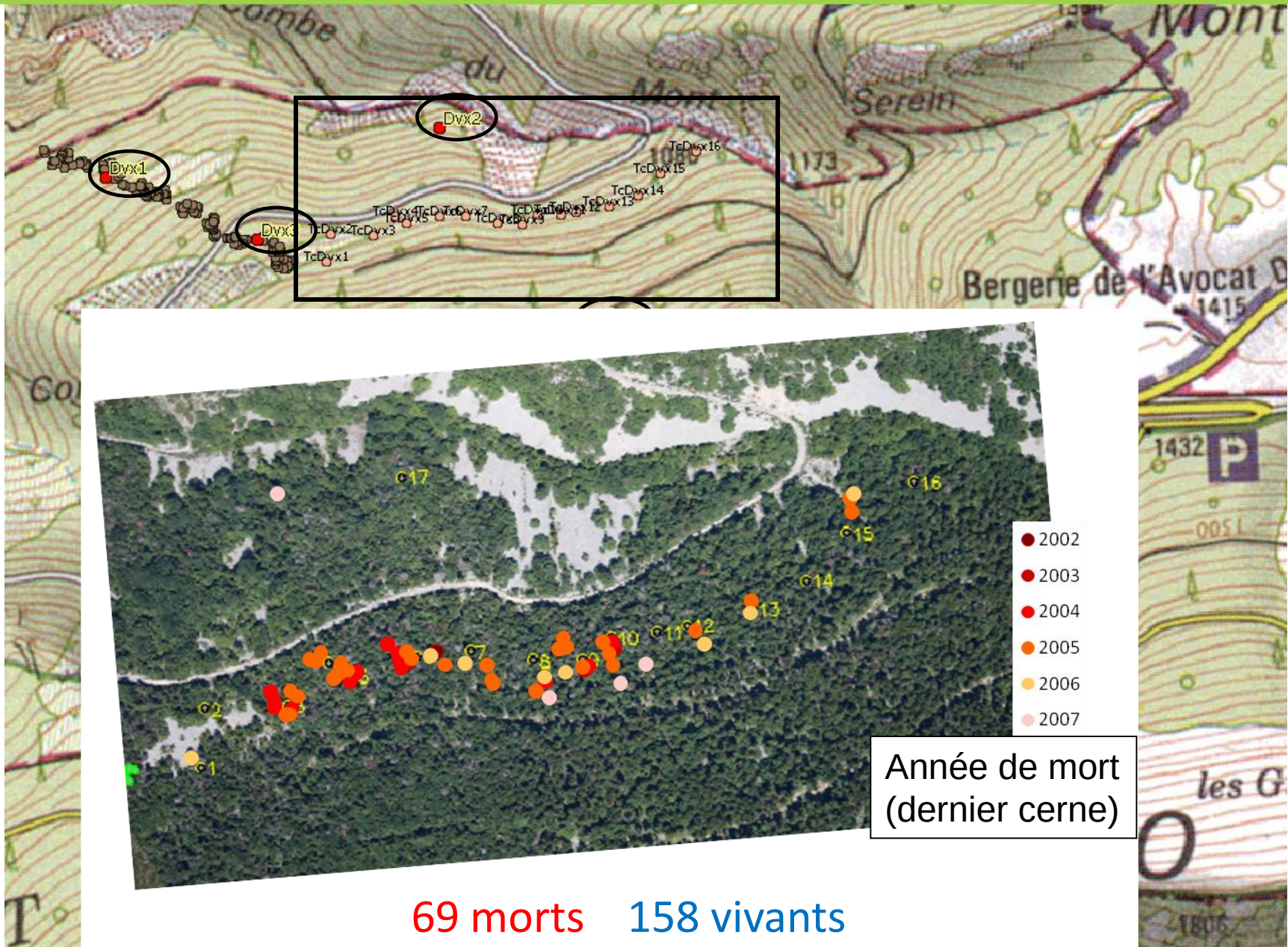
Répartition spatiale (large et fine échelle)

Prédiction temporelle

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

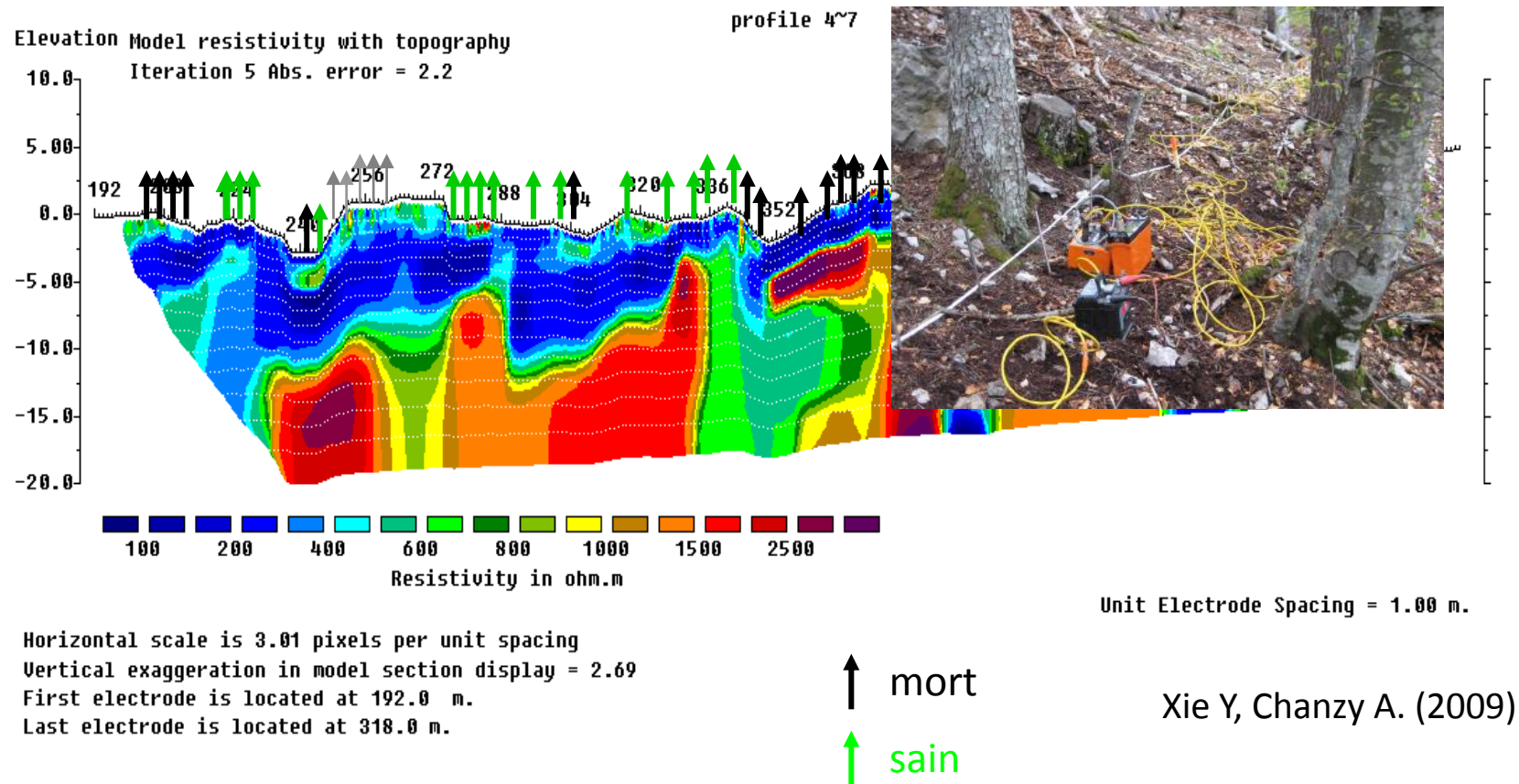
Le Mont Ventoux : climats montagnard et méditerranéen





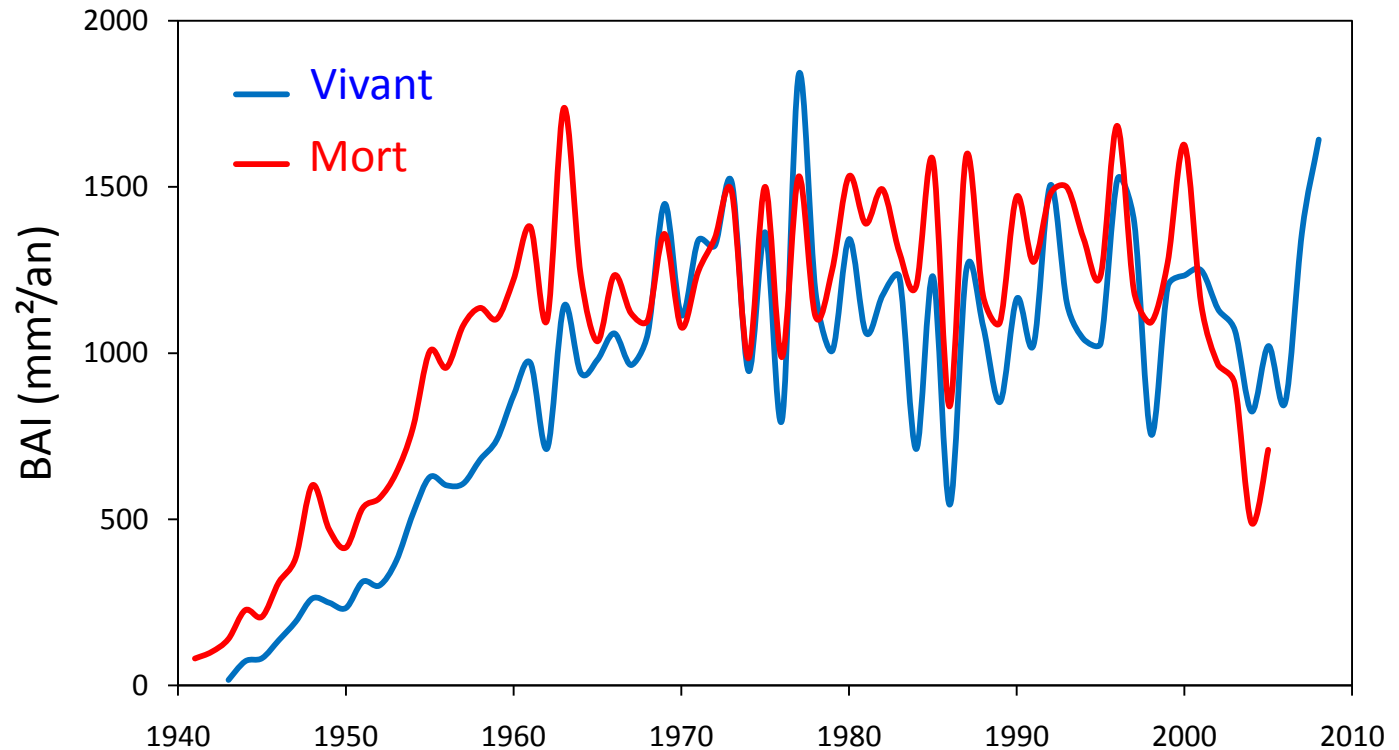
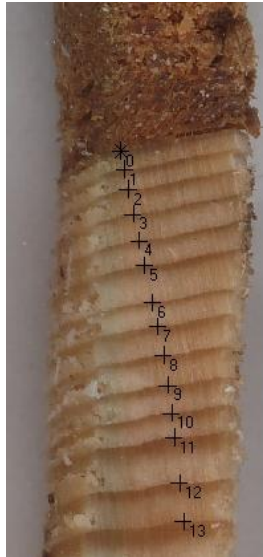
Effet de la micro-hétérogénéité du sol ?

————> Utilisation de la tomographie (résistivité électrique)



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

Modélisation statistique de la survie (P_{surv}) d'un arbre



CooRecorder - CDendro
Cybis Elektronik & Data AB
Sweden

P_{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

Recherche des
variables
discriminantes



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

Modèle logistique

P_{surv}



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

Performance du
modèle



1 : survie
0 : mort

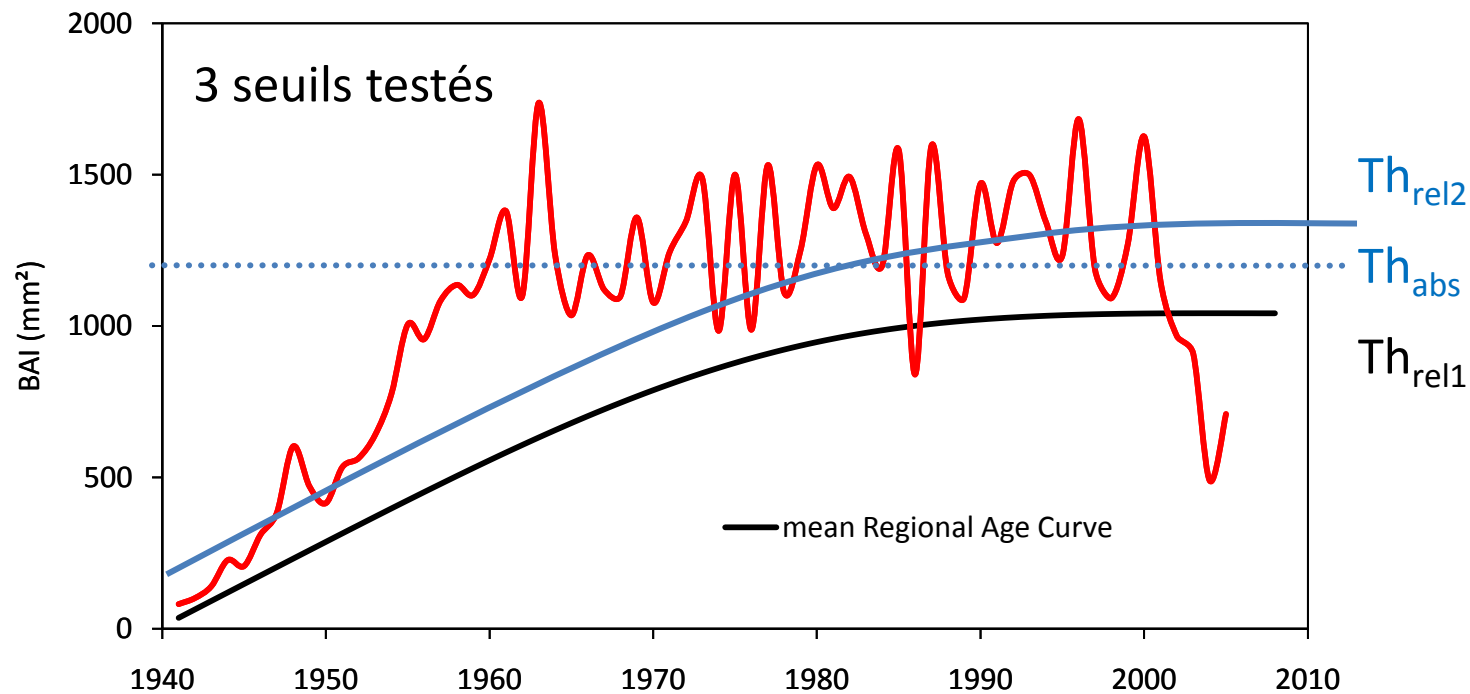
Date	Mort	Vivant
2008		0.99
2007		0.99
2006		0.97
2005	0.86	0.95
2004	0.82	0.98
2003	0.93	0.96
2002	0.95	0.96

Modèles à seuil de croissance

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

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

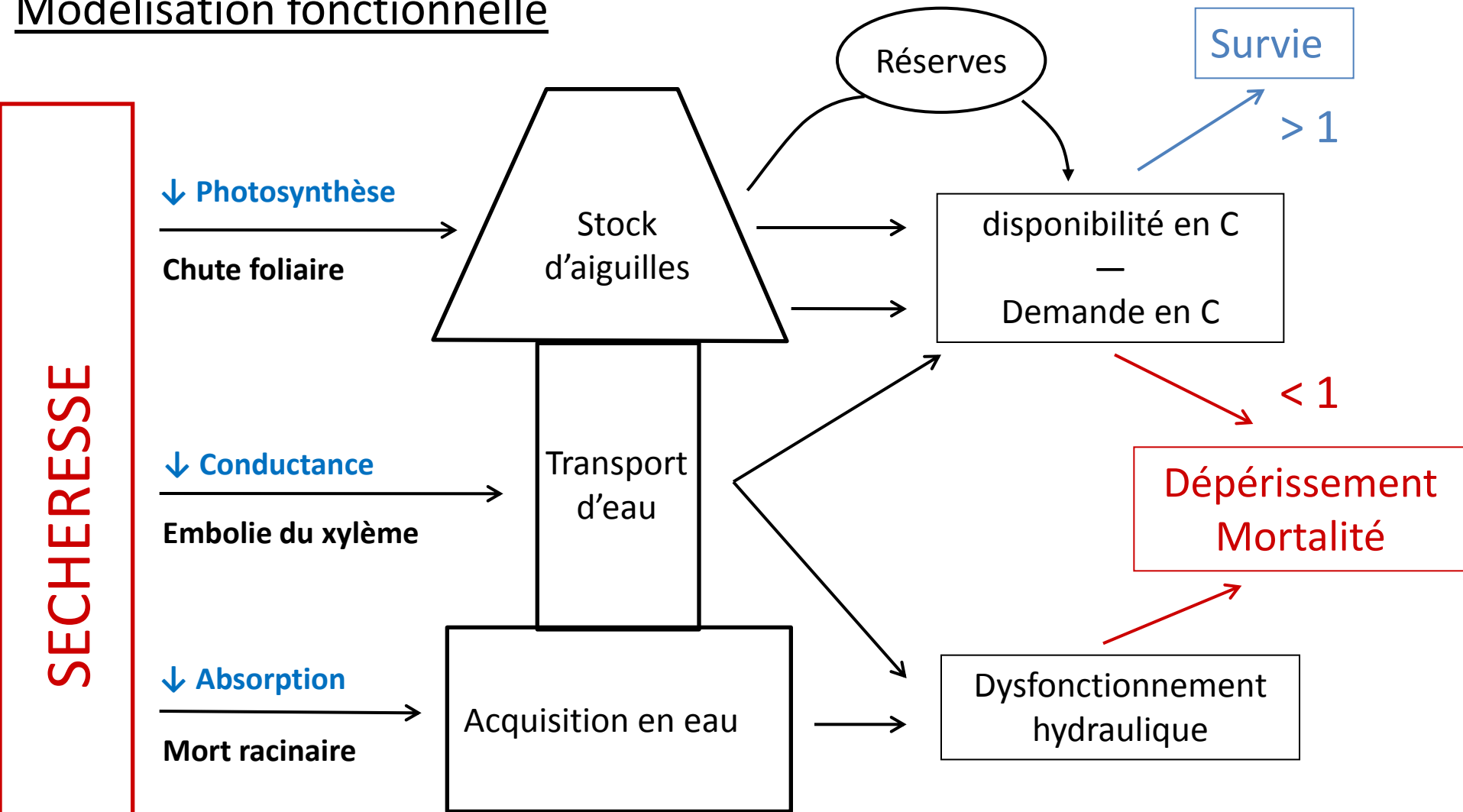
Modèle	mem	Thabs	Threl1	Threl2
Simple	0	0.63	0.69	0.72
I_{vit}	2		0.72	0.77
I_{vit}	3		0.69	0.75
I_{vit}	4		0.66	0.73

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

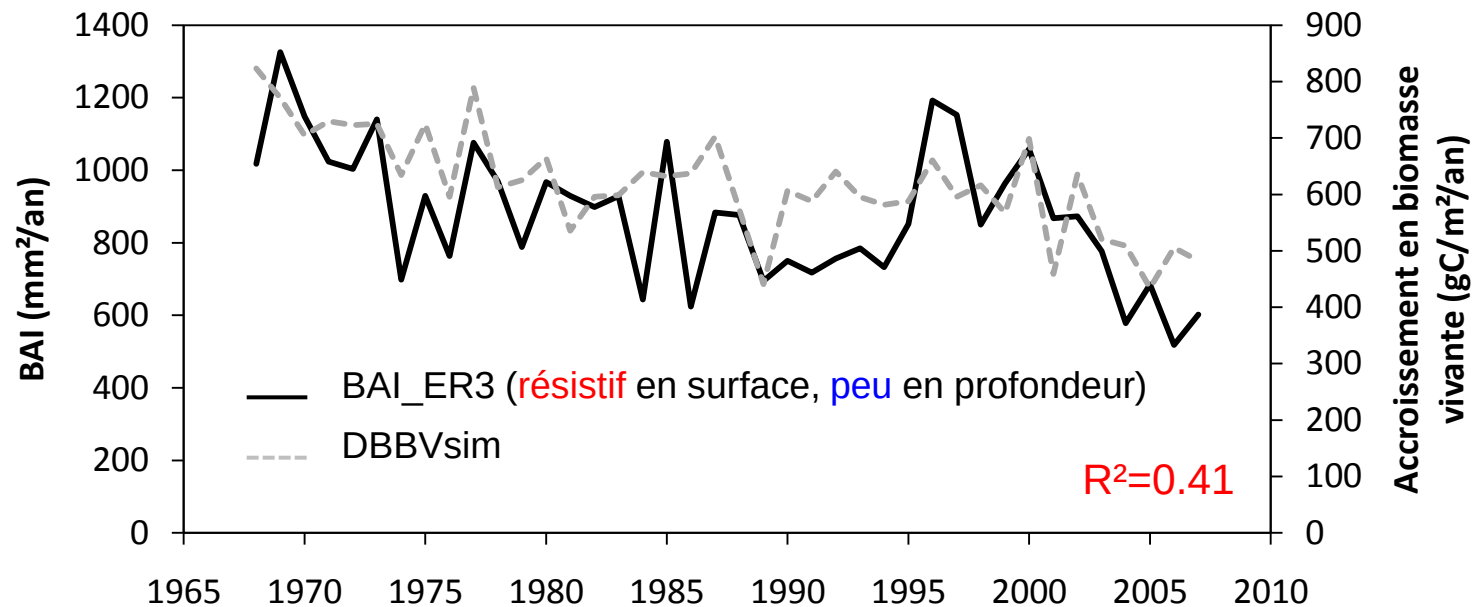
—→ Vulnérabilité différente à croissance équivalente

—→ 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 ?

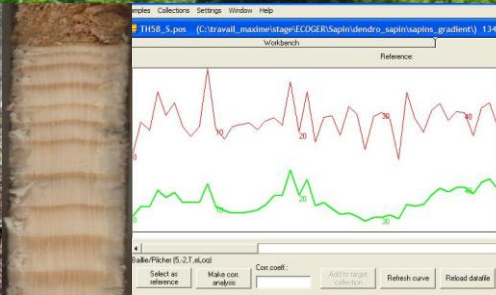
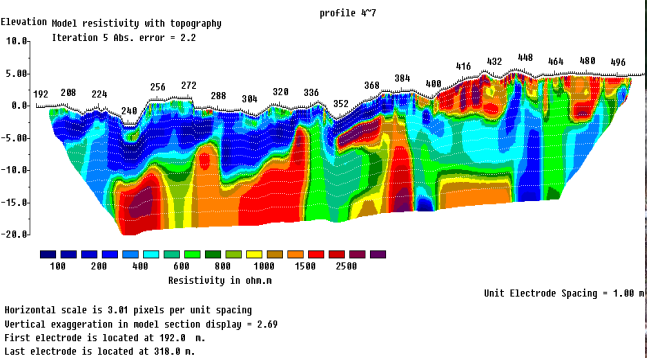
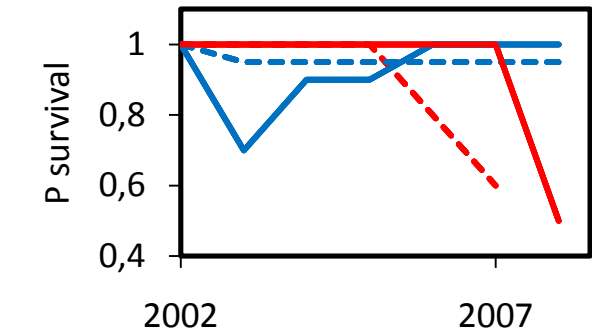
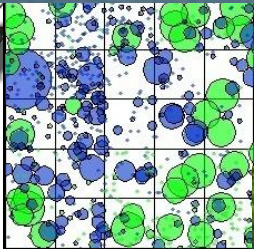
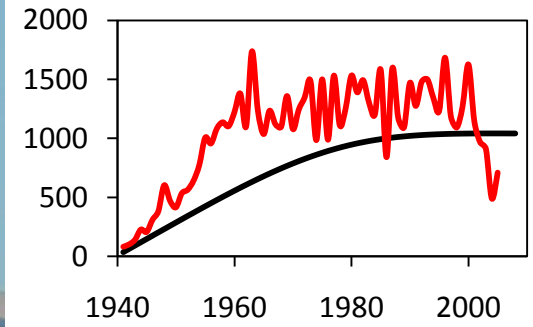


VULNERABILITE DE L'ARBRE

Ratio Surface foliaire / Surface racinaire

Quantité de carbone minimum à assimiler pour la Respiration

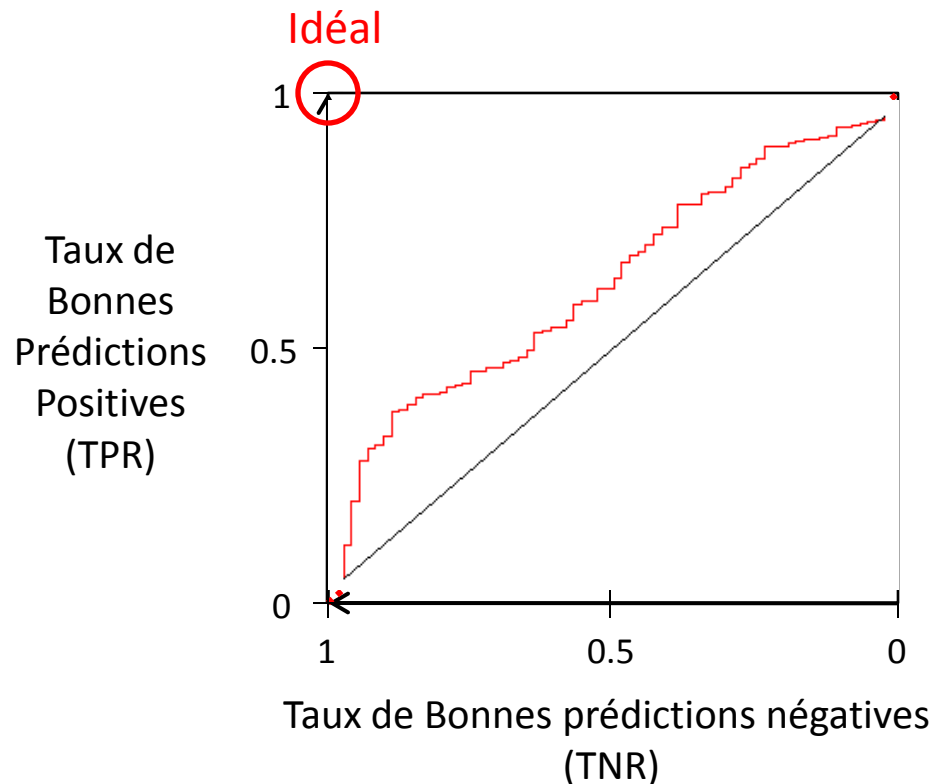
→ Pour prédire l'impact du CC sur la santé des forêts



Objectif : maximiser TPR et TNR

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

Méthode pour estimer la performance du modèle sans seuil : AUC

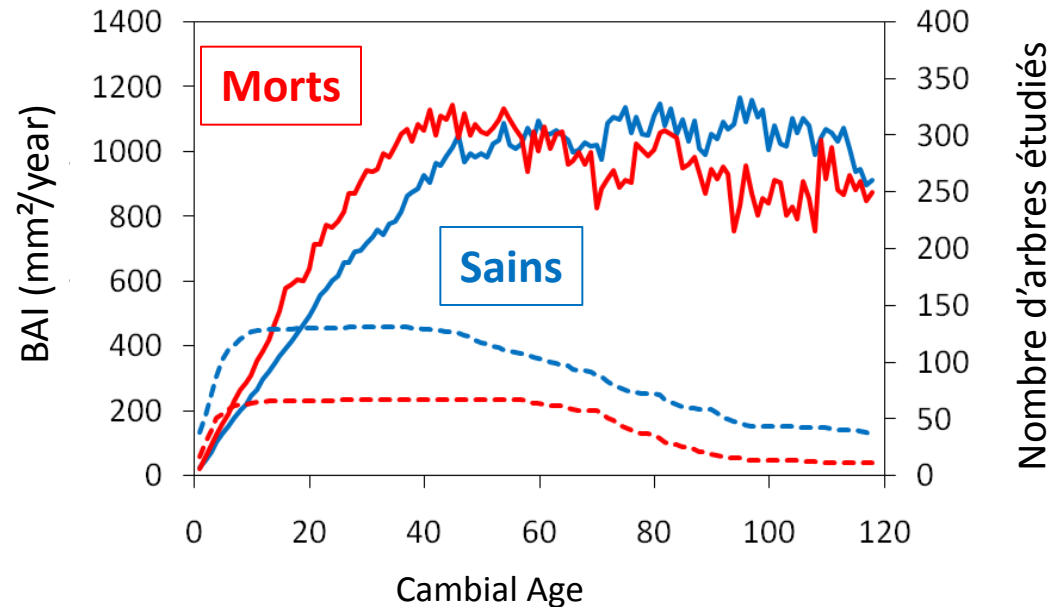


Area Under the Curve (0-1)
AUC=0.5 -> aléatoire

Fielding & Bell 1997
Wunder *et al.* 2008

Tree characteristics - Focus on juvenile growth

	sains	morts
Age	93.2	89.2
BAI (mm ² /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