Effet de la compétition et du climat sur l'accroissement diamétral et la mortalité des tiges individuelles dans les peuplements mélangés de hêtre et chêne

Rubén Manso

Mathieu Fortin, François Ningre, Holger Wernsdörfer, François Morneau

LERFoB Laboratoire d'Étude des Ressources Forêt-Bois

Office National des Forêts

Introduction

Introduction

Pour quoi son étude est important?

<u>Compétition</u>

- Différences entre compétition intra et interspécifique

<u>Climat</u>

- Changement climatique
- Peuplement irrégulier: difficulté d'application des techniques basées sur le SI

Compétition
Complémentarité
Facilitation

- 50% forêt française présente des mélanges
- Dont 740 000 ha mélange hêtre-chêne (Morneau et al. 2008)

Introduction

Approches actuelles pour des forêts mélangés

- Modèles peuplement: FAGACEES (Hein & Dhôte, 2006)

1. Mortalité: RDI → validité de la loi d'auto-éclaircie

2. Croissance H_0

   H_0 = f(âge, SI) → SI: climat constant et peuplement régulier

3. Croissance peuplement

   $\Delta G = f(H_0 , \Delta H_0) \cdot g(RDI)$

   ↓

   $\Delta g = f(dbh, \gamma, \sigma)$ → γ, σ = f(mélange)
   Effet du hêtre sur l'accroissement du chêne

Introduction

Approches actuelles pour des forêts mélangés

- Modèles de croissance diamétrale par tiges individuelles

Fortin et al. (2008)

$\Delta dbh = f(spp , dbh, BA, \ldots)$ → - Compétition inter- vs intra-spécifique?
- Climat?

Pérot & Picard (2011)

$\Delta dbh_{spp1} = f(spp, dbh, BA_{spp1,} , BA_{spp2})$ → - Contexte très local
- Climat?

$\Delta dbh_{spp2} = f(spp, dbh, N_{spp1,} , N_{spp2})$

Aucune exemple pour le système chêne-hêtre

Introduction

Approches actuelles pour des forêts mélangés

- Modèles de mortalité par tiges individuelles

Régression de survie (« survival analysis »)

Ex: Rose et al. 2006, Fortin et al. 2008, Yuang & Huang 2013 → Climat?

Ex: Yaussy et al. 2013
- Compétition
- Variables climatiques

→ Difficulté prédictions

Aucune exemple pour le système chêne-hêtre

Introduction

Motivation

- Connaissance insuffisante des rapports de compétition et du climat chez les mélanges chêne-hêtre
- Modèles de croissance et mortalité seulement partialement adaptés ou peu développés par rapport à la réalité forestier française et le changement climatique

Objectives

- Connaître l'effet de la compétition intra et interspécifique et le climat sur l'accroissement et mortalité des mélanges chêne-hêtre en France
- Construire des modèles de croissance en diamètre et mortalité des tiges individuelles accessibles au gestionnaire pour ces mélanges
- Développer un simulateur basé sur ces modèles comme un outil à l'aide de la prise de décisions: MATHILDE

Matériel et méthodes

Description des données

Donées LERFoB:

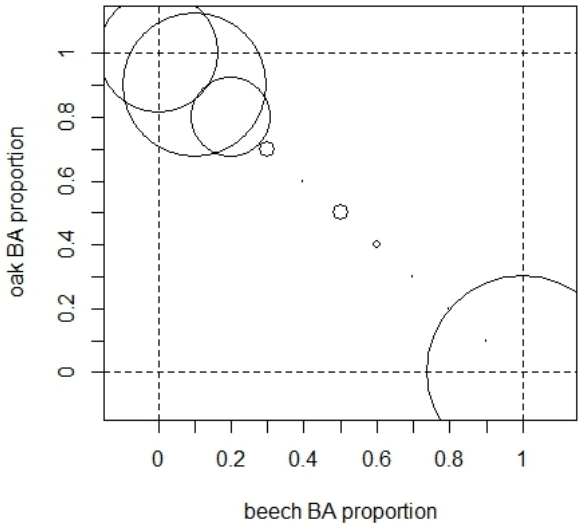
- Données: Mesures de circonférence et évènements de mortalité
- Espèces: Hêtre (*Fagus sylvatica*) et chêne (*Quercus robur/petraea*)
- Area: Distribution dans la France métropolitaine

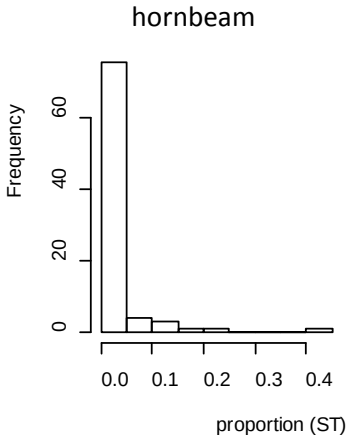
Description des données

Données LERFoB: Résumé

Dispositifs	39
Placettes	85
Arbres	46967
Intervalles*placettes	1047
Mesures	217630
Période	1922-2007

	max	min	mean	std. dev.
Diamètre (cm)	70.10	11.50	27.30	11.31
ST (m2/ha)	52.39	11.63	28.63	8.39
Taille placette (ha)	2	0.20	0.69	0.46
Durée d'intervalle (années)	9	2	~ 5	1.46





Données climatiques: base des données SAFRAN

- Données régionalisées (8 km x 8 km)
- Température moyenne et précipitation totale

Le modèle de croissance diamétral

- Response: Δdbh_{ijk}
- Régression non-linéal
- Effets aléatoires

$$\log(\Delta d_{ijk} + 1) = X_{ijk}\beta + \gamma_1 \exp(\gamma_2 X'_{ijk}) + Z_{ijk}u + \varepsilon_{ijk}$$

Le modèle de croissance diamétral

$$\log(\Delta d_{ijk} + 1) =$$

$$\beta_0 + \beta_{1,oak} + \beta_{1,beech} + \beta_{1,hornbeam} +$$ → espèce

$$+ (\beta_{2,0} + \beta_{2,oak} + \beta_{2,beech} + \beta_{2,hornbeam}) \cdot dbh_{ijk} +$$

$$+ (\beta_{3,0} + \beta_{3,oak} + \beta_{3,beech} + \beta_{3,hornbeam}) \cdot \log(dbh_{ijk}) +$$ → taille

$$+ (\beta_{4,0} + \beta_{4,oak} + \beta_{4,beech} + \beta_{4,hornbeam}) \cdot BAL_{oak,\,ijk} +$$

$$+ (\beta_{5,0} + \beta_{5,oak} + \beta_{5,beech} + \beta_{5,hornbeam}) \cdot BAL_{beech,\,ijk} +$$

$$+ (\beta_{6,0} + \beta_{6,oak} + \beta_{6,beech} + \beta_{6,hornbeam}) \cdot BAL_{beech,\,ijk}^{\,2} +$$ → compet

arbre

$$+ (\beta_{7,0} + \beta_{7,oak} + \beta_{7,beech} + \beta_{7,hornbeam}) \cdot Cut_{i,k-1} +$$ → éclaircies

$$+ \beta_8 \exp(\beta_9, BA_{ik}) +$$ → compet

$$+ \beta_{10} temp_{ik} + \beta_{11} (temp_{ik})^2 +$$ → meteo

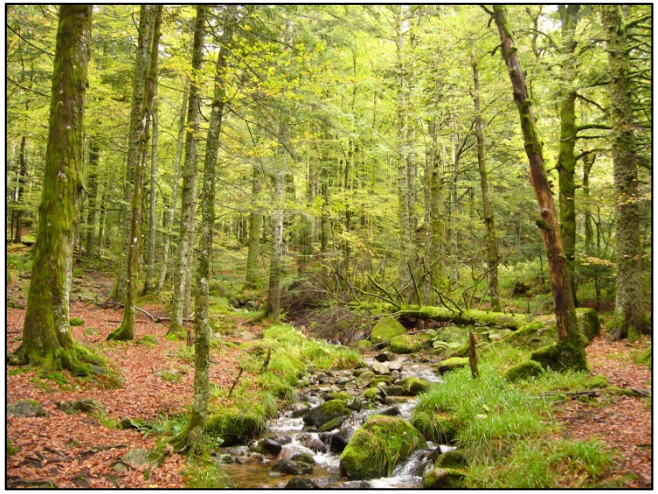
$$+ \beta_{12} \Delta t_{jk} + b_i + b_j + \varepsilon_{ijk}$$

intervalle

Basé sur celui de Fortin *et al.* (2008a)

Le modèle de mortalité

- Réponse: $1 - \pi_{ijk}$
- Régression de survie
- « Complementary log link »
- Effets aléatoires



$$\log\big(-\log(1-\pi_{ijk})\big) = X_{ijk}\beta + \gamma\log(\Delta t_{jk}) + Z_{ijk}u$$

$$S_{ijk}|S_{ijk-1} = 1 - \pi_{ijk} = e^{-e^{X_{ijk}\beta+\gamma\log(\Delta t_{jk})+Z_{ijk}u}}$$

Le modèle de mortalité

$$\log\left(-\log(1-\pi_{ijk})\right) =$$

$$\beta_0 + \beta_{1,oak} + \beta_{1,beech} + \beta_{1,hornbeam} +$$ → espèce

$$+\ \beta_{2,0} dbh_{ijk} +$$

$$+ \left(\beta_{3,0} + \beta_{3,oak} + \beta_{3,beech} + \beta_{3,hornbeam}\right) \cdot \log\left(dbh_{ijk}\right) +$$ → taille

$$+ \beta_4 \cdot BAL_{oak,ijk} + \beta_5 \cdot BAL_{beech,ijk}$$ → compet

$$+ \beta_6 Cut_{i,k-1} +$$ → éclaircies

$$+\ \beta_7 temp_{ik} + \beta_8 \left(temp_{ik}\right)^2 +$$ → meteo

$$+\ \beta_9 \log(\Delta t_{ik})$$

arbre : espèce, taille, compet

intervalle : éclaircies, meteo

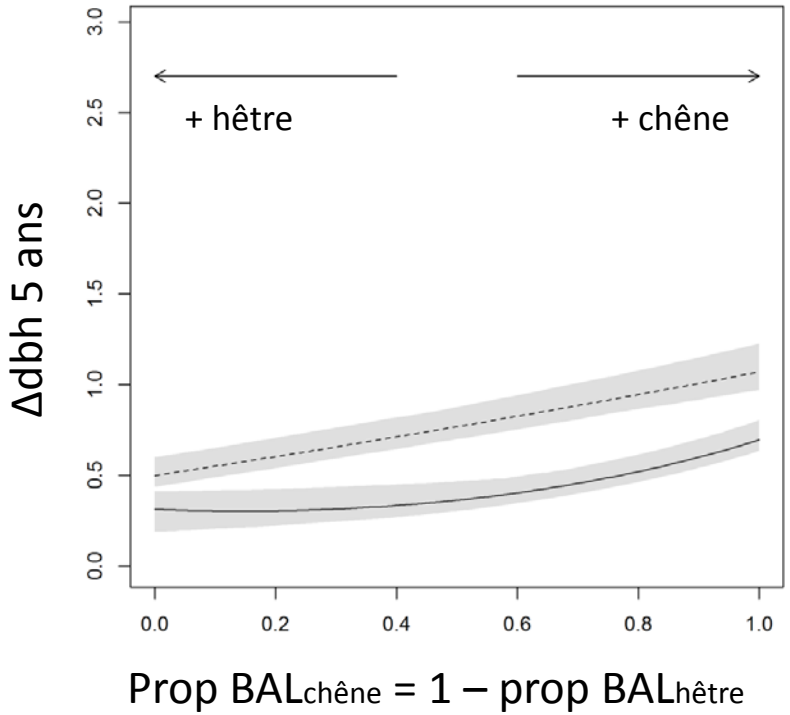
Pas des effets aléatoires

Basé sur celui de Fortin *et al.* (2008b)

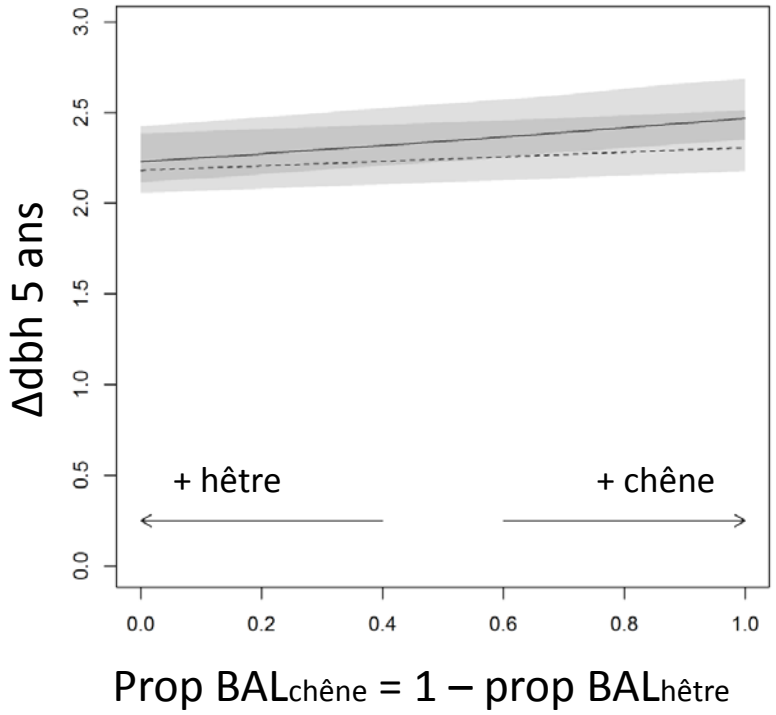
Résultats

Effet de la compétition: croissance

Arbre dominé, BAL = 25 m²/ha



Arbre dominant, BAL = 5 m²/ha



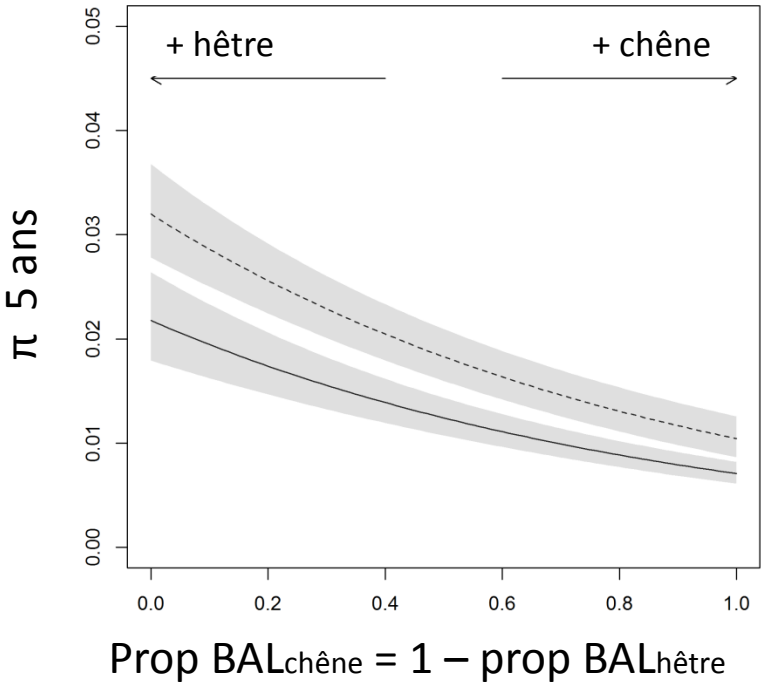
- Compétition hêtre > compétition chêne
- Compétition intra ≈ interspécifique
- Arbres dominants pas affectés

Chêne

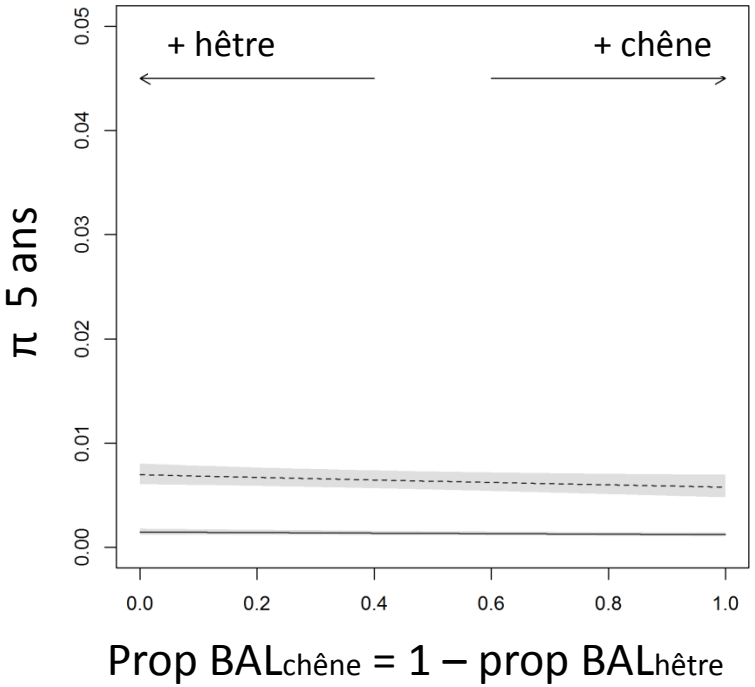
Hêtre

Effet de la compétition: mortalité

Arbre dominé



Arbre dominant

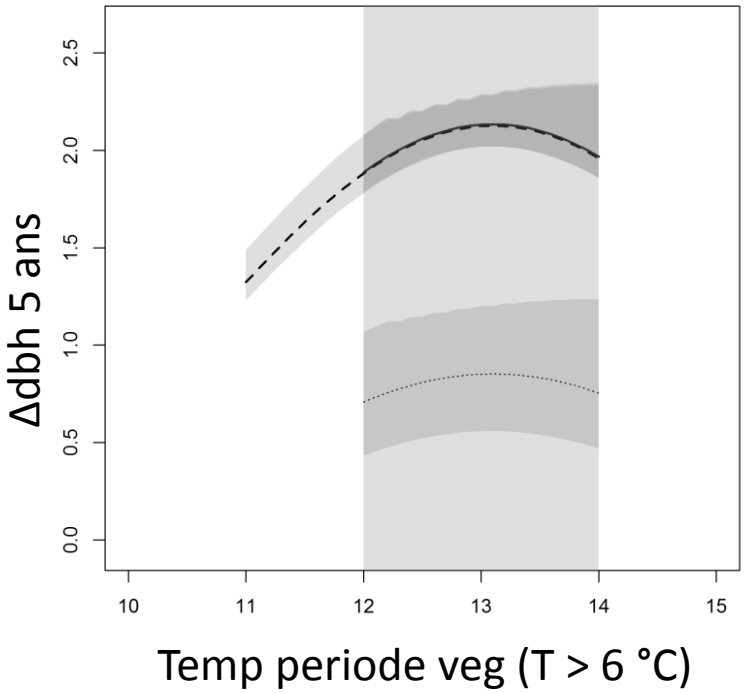


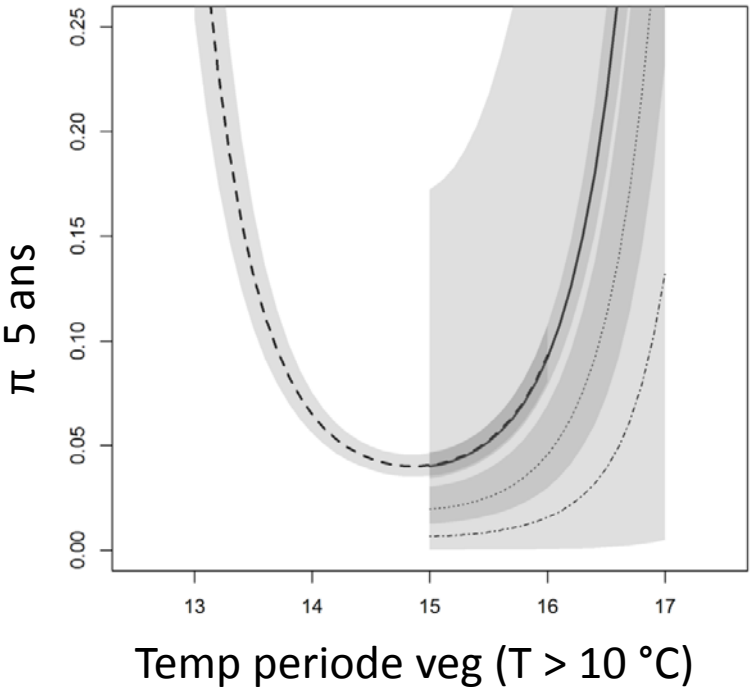
Chêne

Hêtre

- Compétition hêtre > compétition chêne
- Compétition intra ≈ interspécifique
- Arbres dominants: plus mortalité chez le hêtre

Effets climatiques: température intervalle

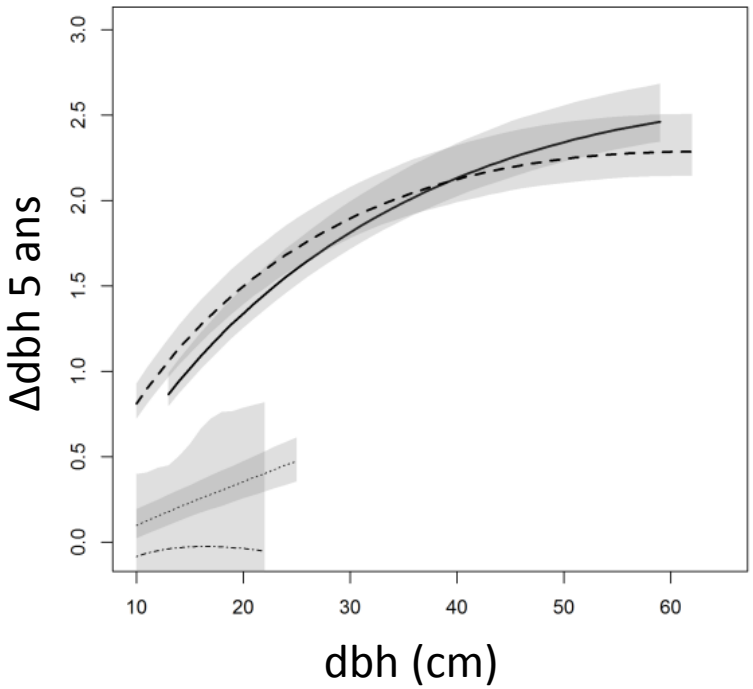


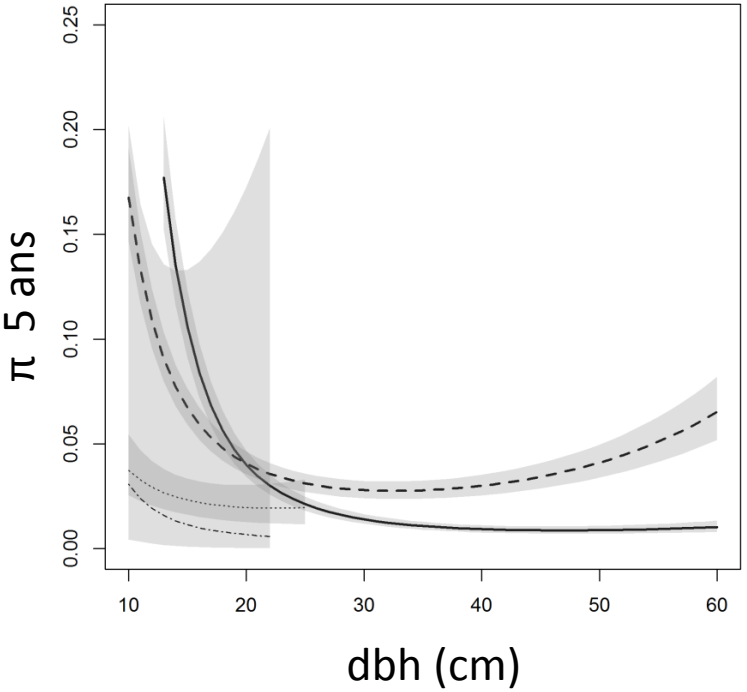


- Intervalle température optimal
- Tous les espèces également affectées
- Résultats comparables croissance-mortalité

Chêne
Hêtre

Effet du diamètre





Chêne

Hêtre

- Rapport croissance chêne-hêtre change avec l'âge
- Rapport mortalité chêne-hêtre change avec l'âge
- Mortalité par compétition et par senescence chez le hêtre (chablis…)

Conclusions

- Compétition hêtre > compétition chêne
- Compétition intra ≈ interspécifique
- Arbres dominants: croissance peu affecté comp.
- Arbres dominants: plus mortalité chez le hêtre

Structure bi-étage optimal:
chêne au dessus,
hêtre en dessous

Maximisation de la croissance

Minimisation de la mortalité

Réduction compétition

- On va vers quelles conditions climatiques ?
- Comment y peut répondre la gestion?

Conclusions

Avantages MATHILDE

- Gestion: données faciles à obtenir:
  - BAL indépendant de la distance
  - Variables climatiques accessibles …

- Proche au processus (tiges individuelles)
- Prédictions au niveau de l'espèce
- Description détaillée de la compétition
- Croissance indépendante du SI
- Précision climatique: intervalle

Flexibilité par rapport à la structure de la forêt et aux effets climatiques

Merci de votre attention

Remerciement

Daniel Rittié et l’ensemble du personnel du terrain

L'UMR 1092 LERFoB bénéficie d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme Investissements d'avenir portant la référence n° ANR-11-LABX-0002-01 (Laboratoire d'Excellence ARBRE)