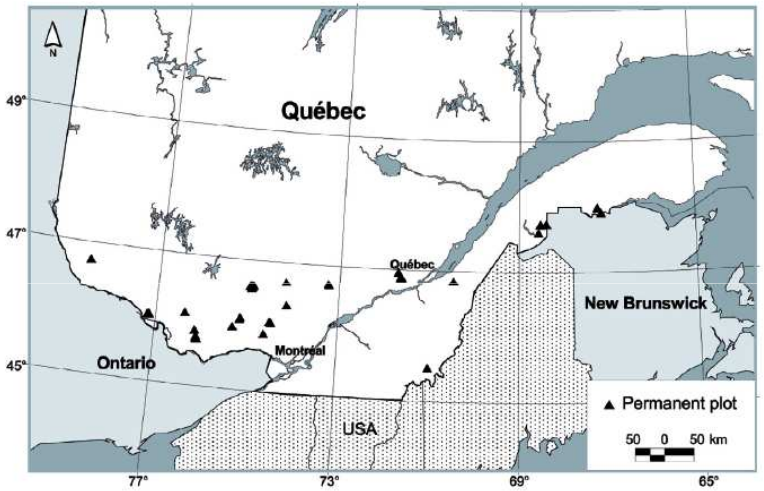
Matapédia : un modèle par tiges individuelles pour les peuplements réguliers de sapin baumier

Mathieu Fortin
UMR LERFoB
AgroParisTech/INRA

Journées CAQ-CAPSIS 8-10 avril 2013

Dispositif de Matapédia

- 32 placettes permanentes établies en 1968
  - Secteur coupé à blanc dans les années 1930
  - Régénération très largement dominée par le sapin baumier (*Abies balsamea*)



Dispositif de Matapédia

- Des placettes de 400 m²
- Mesure des placettes à tous les cinq ans
- Diamètre minimal 1 cm

Conception d'un simulateur

- Deux composantes dynamiques
  - Sous-modèle d'accroissement diamétrale
  - Sous-modèle de mortalité

- Trois composantes statiques
  - Une relation hauteur-diamètre générale
  - Un tarif de cubage en volume marchand
  - Un tarif de cubage en volume total

Un aperçu des données

	Other species†	*Betula* spp.	*Picea* spp.	Balsam fir
Number of observations	158	413	414	32599
dbh (cm)	7.9 (1.2 - 22.5)	7.4 (2.2 - 24.1)	10.9 (1.5 - 32.1)	9.8 (1.0 - 31.5)
bal†† (m^2ha^{-1})	34.8 (0.0 - 53.6)	34.7 (0.0 - 53.5)	23.2 (0.0 - 53.7)	28.1 (0.0 - 53.7)
Number of dead	28	53	70	7672
Average dbh increment ($mm\ yr^{-1}$)	1.2 (-1.2 - 4.2)	0.8 (-1.2 - 6.3)	2.1 (-1.0-8.2)	1.2 (-1.4 - 8.8)

†Other than Betula species, Picea species and balsam fir;
††Basal area of all trees with dbh larger than the subject in the plot.

Sous-modèle de mortalité

$$\Pr(m_{ijk} = 1) = 1 - e^{-e^{\mathbf{x}_{ijk}\boldsymbol{\beta}}}$$

$$\mathbf{x}_{ijk}\boldsymbol{\beta} = \beta_0 + b_{ik} + (\beta_{1,s} + \beta_{2,s} sbw_{ik-1}) dbh_{ijk} + \beta_3 dbh_{ijk}^2 + \beta_{4,s} bal_{ijk} + \beta_5 \ln(\Delta t_{ik})$$

où

dbh: diamètre à 1,30 m (cm)

sbw: variable dummy (1 = défoliation, 0 = normal)

bal: surface terrière des arbres dont le d130 est plus grand que celui du sujet ($m^2 ha^{-1}$)

Sous-modèle d'accroissement

$$y_{ijk} = \mathbf{w}_{ijk}\boldsymbol{\gamma} + b_{ij}dbh_{ijk} + \varepsilon_{ijk}$$

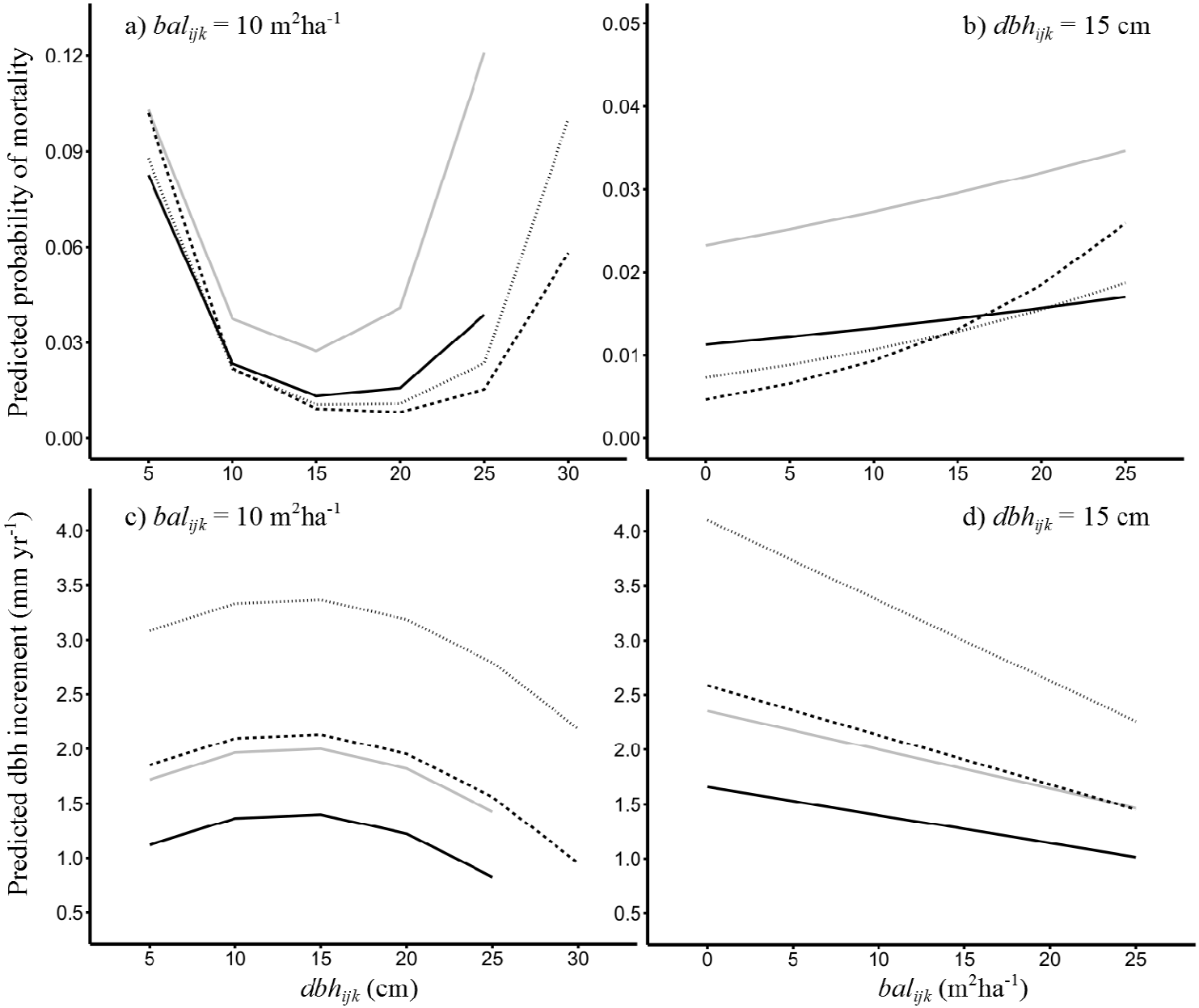
$$\mathbf{w}_{ijk}\boldsymbol{\gamma} = \gamma_0 + \gamma_{1,s} + \gamma_2 dbh_{ijk} + \gamma_3 dbh_{ijk}^2 + \gamma_{4,s} sbw_{ik} + \gamma_{5,s} bal_{ijk}$$

où

dbh: diamètre à 1,30 m (cm)

sbw: variable dummy (1 = défoliation, 0 = normal)

bal: surface terrière des arbres dont le d130 est plus grand que celui du sujet ($m^2 ha^{-1}$)


a) bal_{ijk} = 10 m^{2}ha^{-1}
b) dbh_{ijk} = 15 cm
c) bal_{ijk} = 10 m^{2}ha^{-1}
d) dbh_{ijk} = 15 cm
Predicted probability of mortality
Predicted dbh increment (mm yr^{-1})
dbh_{ijk} (cm)
bal_{ijk} (m^{2}ha^{-1})

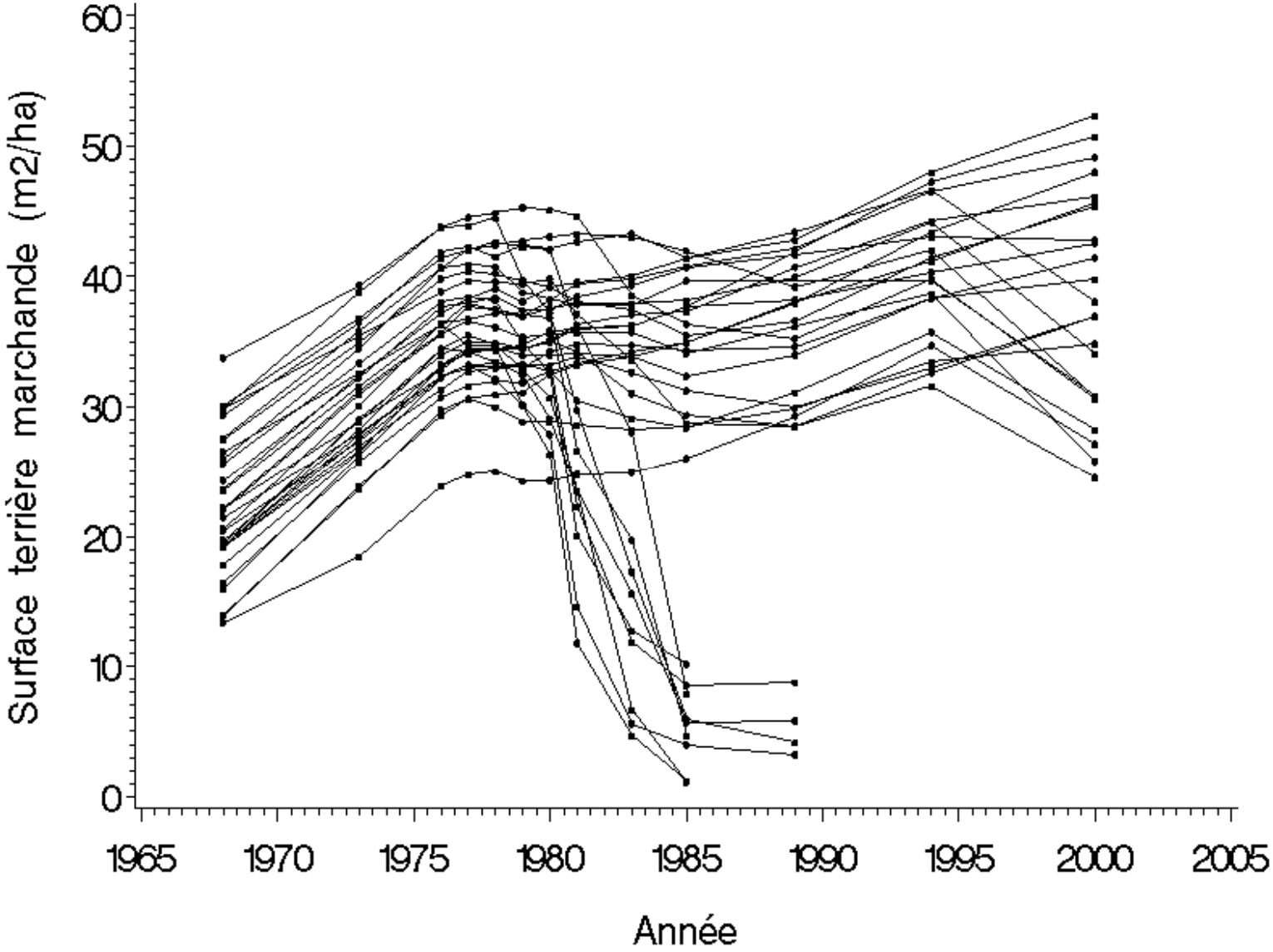
Intégration à CAPSIS

- Toutes les composantes du modèle sont déjà disponibles dans repicea-foresttools-1.0.jar
- Les classes MatapStand et MatapTree implémentent les interfaces nécessaires pour utiliser ces composantes
- Toutes les composantes peuvent être utilisées de façon stochastique ou déterministe
  - sauf le tarif de cubage total

Comment évaluer le simulateur ?

- Evaluation des différentes composantes de façon individuelle
  - Par validation croisée

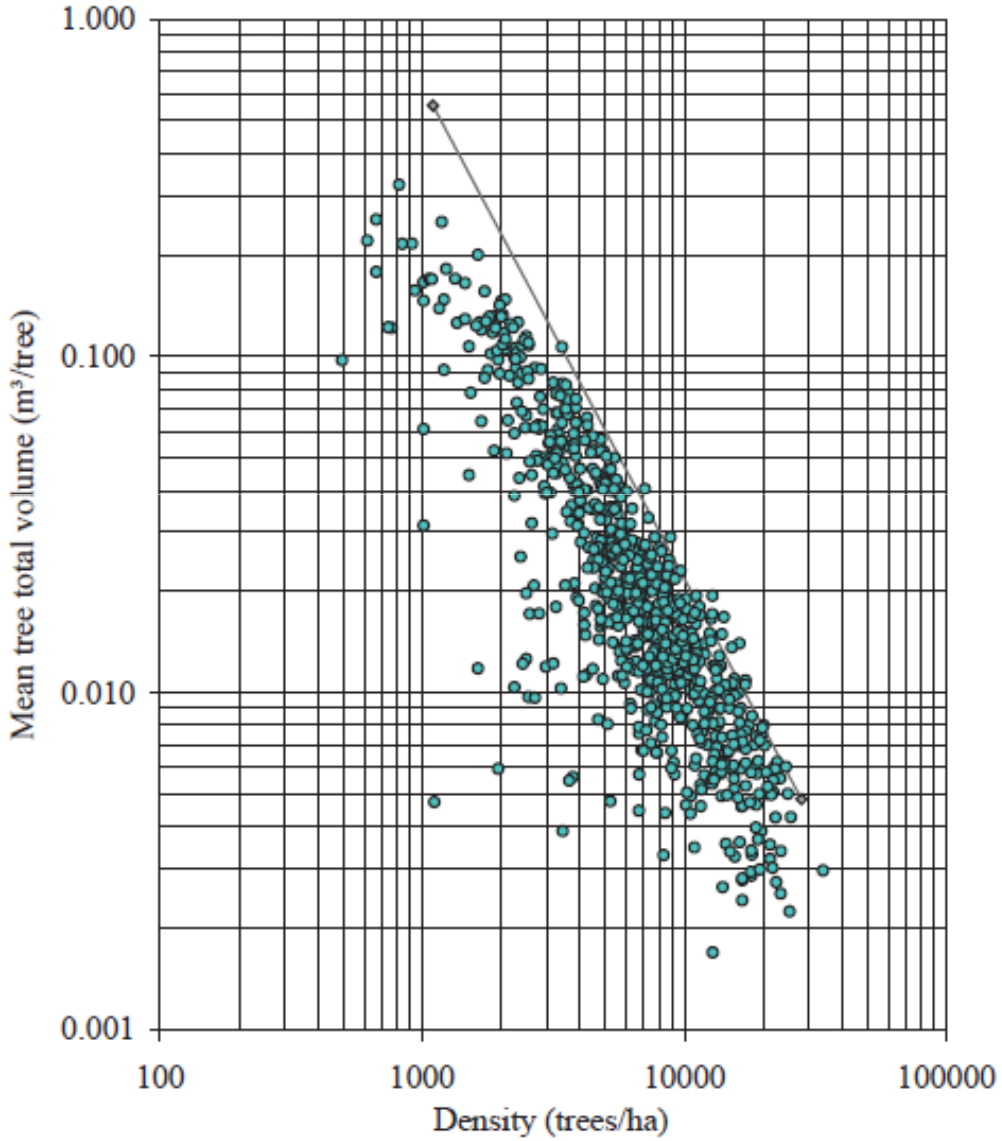
- Evaluation pour les prédictions à long terme problématique


Surface terrière marchande (m2/ha)
60
50
40
30
20
10
0
1965
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
Année

Comment évaluer le simulateur ?

- Tester son réalisme par rapport aux connaissances actuelles
  - Entre autres, la droite d'auto-éclaircie
  - Bégin et al. (2001)

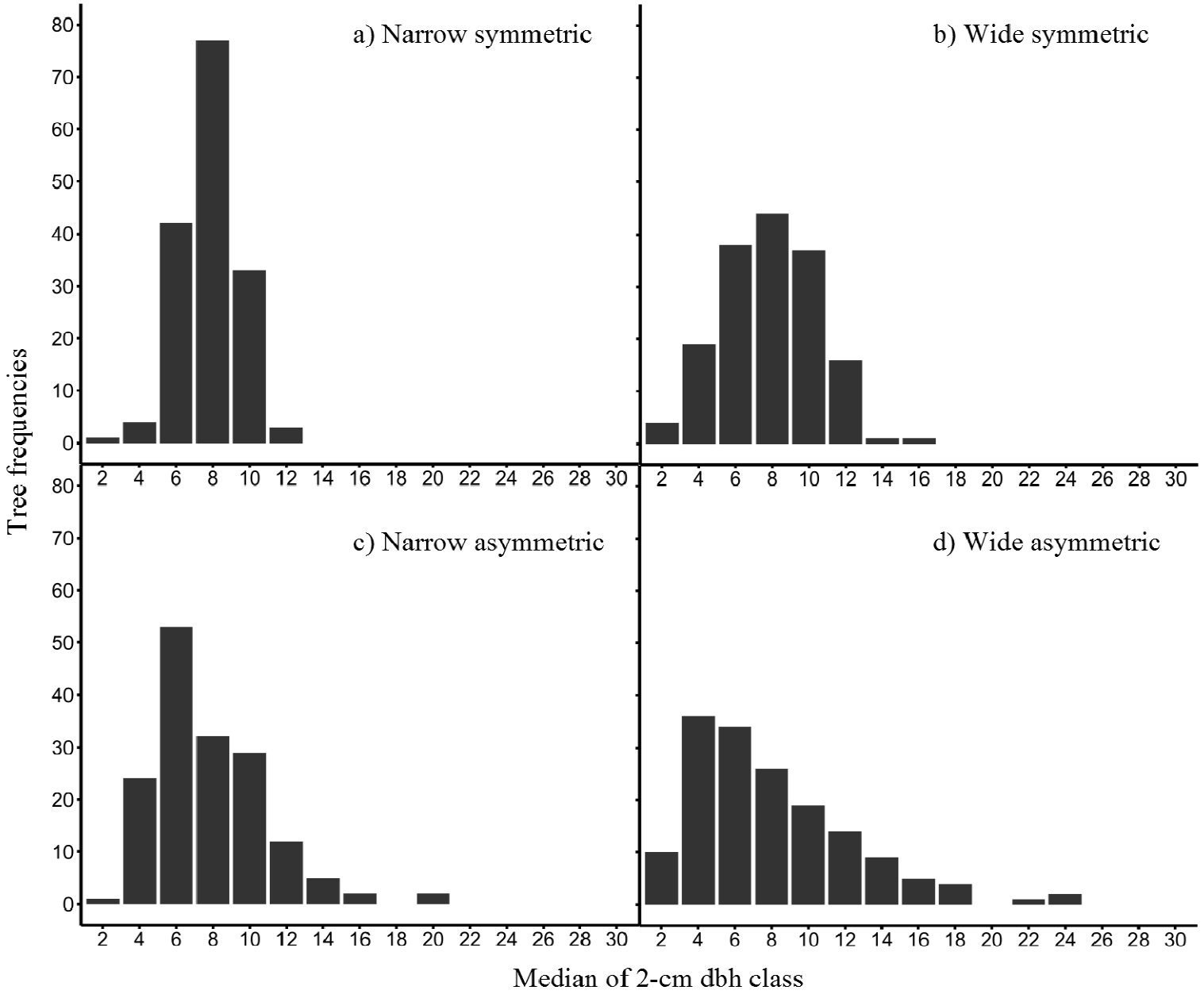
Fig. 6. Self-thinning line estimation for all study areas combined.

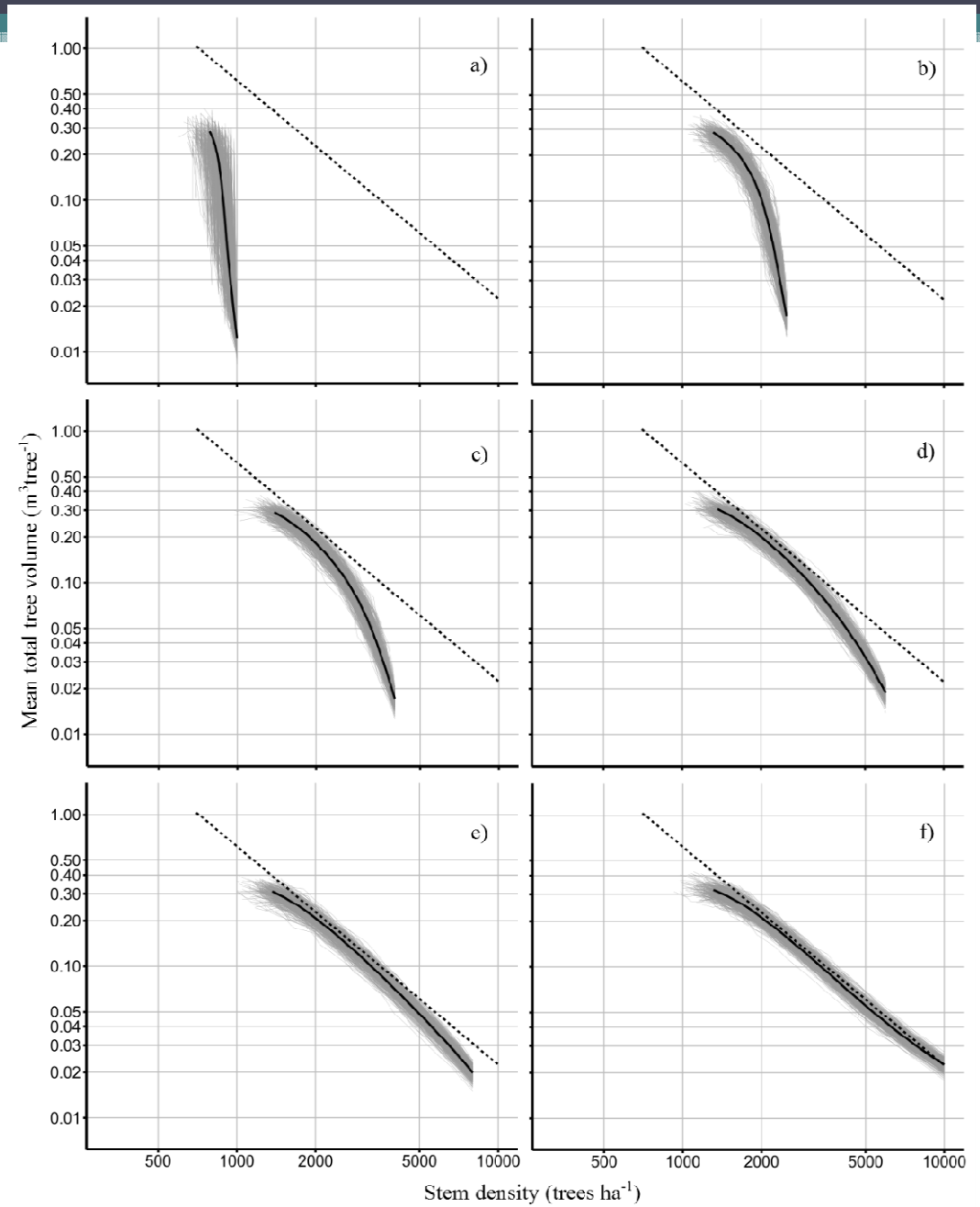


Bégin et al. 2001. Balsam fir self-thinning relationship and its constancy among different ecological regions. Canadian Journal of Forest Research 31: 950-959.

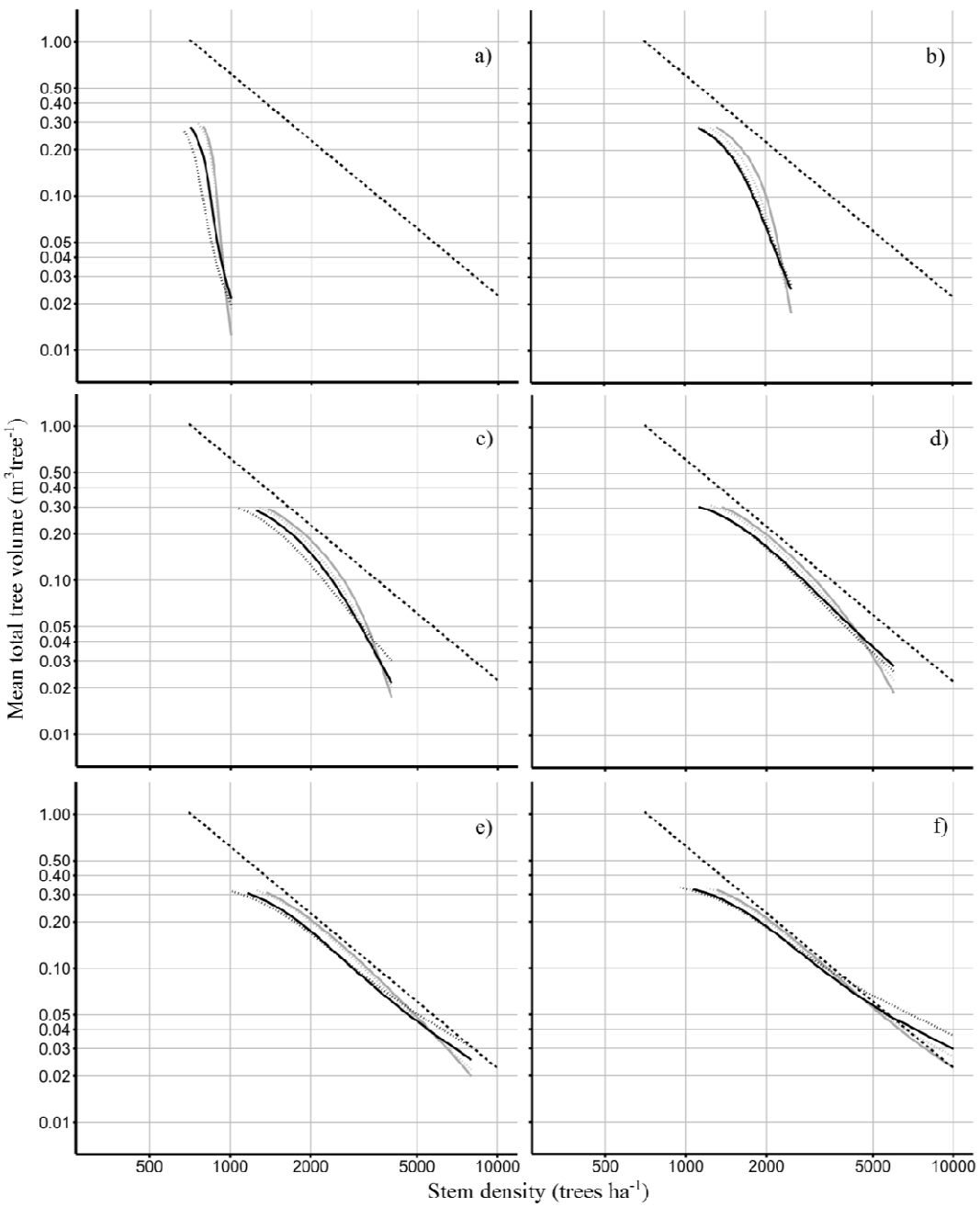
Simulations stochastiques

- 4 jeux de 6 placettes fictives
  - 1000, 2500, 4000, 6000, 8000 et 10000 tiges ha^{-1}
  - diamètre moyen de 8 cm
  - différentes distributions de diamètre
    - Symétrique étroite
    - Symétrique large
    - Asymétrique étroite
    - Asymétrique large
- Simulations de 70 ans basées sur 500 réalisations


a) Narrow symmetric
b) Wide symmetric
c) Narrow asymmetric
d) Wide asymmetric
Tree frequencies
Median of 2-cm dbh class
0
10
20
30
40
50
60
70
80
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30



- Le jeu de placettes « symétrique étroit »



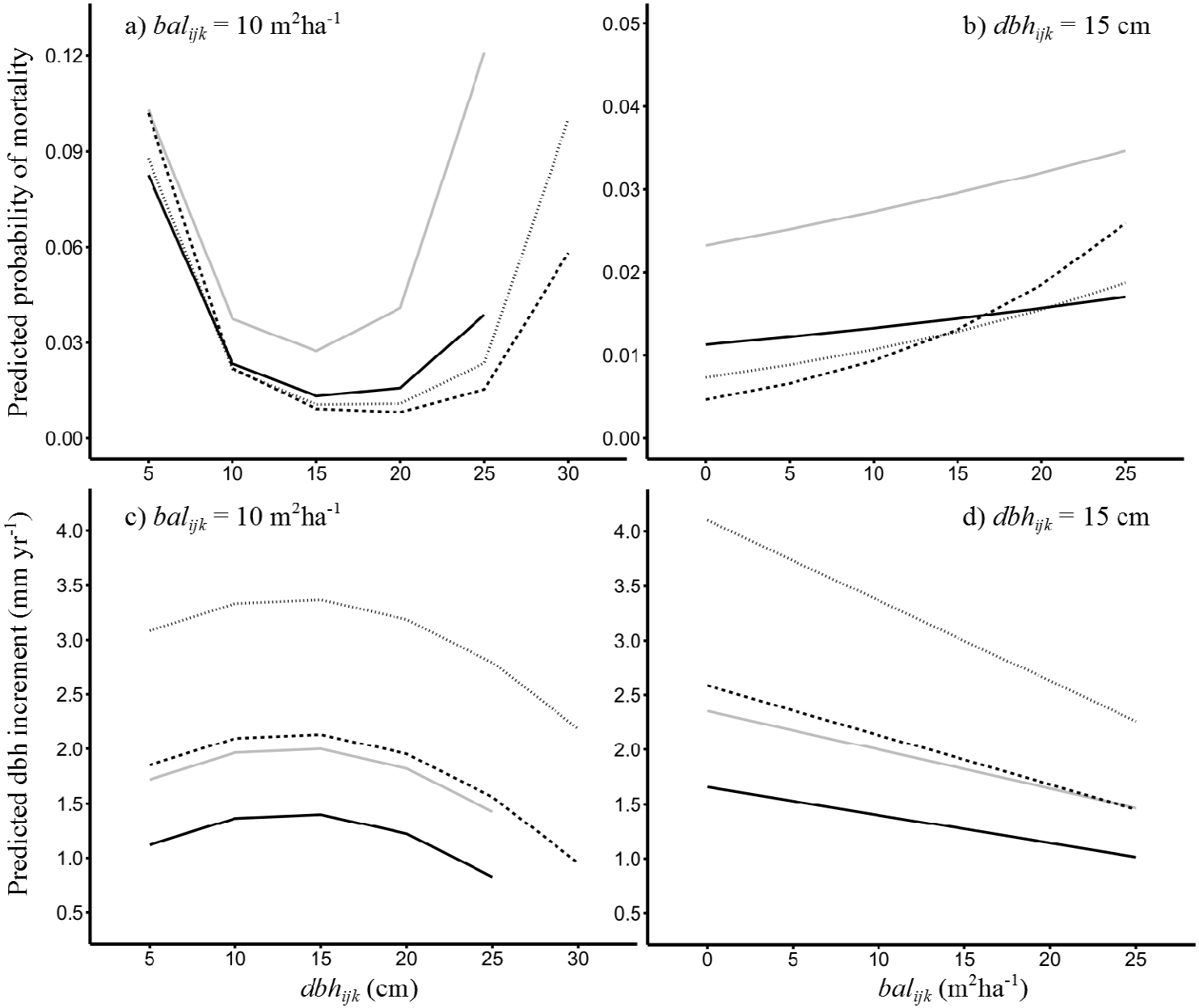
- Les évolutions moyennes des 4 jeux de placettes

Conclusions

- Pour des placettes de distribution symétrique étroite (équienne)
  - Adéquation presque parfaite avec la relation de Bégin et al. (2001)
  - Un modèle par tiges individuelles peut implicitement reproduire le patron d'auto-éclaircie (Monserud et al. 2004)

Conclusions

- Les distributions asymétriques mènent vers des relations d'auto-éclaircie plus aplaties
  - Conforme à Sterba et Monserud (1993)
- La limite de 32 cm de diamètre et 25 m de hauteur semble être la dimension moyenne où le peuplement décroche de la droite


a) bal_{ijk} = 10 m^{2}ha^{-1}
b) dbh_{ijk} = 15 cm
c) bal_{ijk} = 10 m^{2}ha^{-1}
d) dbh_{ijk} = 15 cm
Predicted probability of mortality
Predicted dbh increment (mm yr^{-1})
dbh_{ijk} (cm)
bal_{ijk} (m^{2}ha^{-1})

Prochainement

- Fortin, M., Tremblay, S., et Schneider, R. Evaluating a single tree-based model for even-aged stands in regards of the maximum size-density relationship. *En préparation*.