Prévoir la croissance forestière à l'échelle d'une région l'exemple de la Catalogne

Mathieu Fortin[1], Nicolas Robert[2] et Rubén Manso[1]

[1]UMR LERFoB - AgroParisTech/Nancy
[2]European Forest Institute, Mediterranean Regional Office

9 avril 2015

Sur un fond d'action COST...

L'action COST FP1001

"Improving Data and Information on the Potential Supply of Wood Resources: A European Approach from Multisource National Forest Inventories (USEWOOD)"

Un groupe travaillant sur l'incertitude des modèles de croissance

Un saut d'échelle nécessaire

De plus en plus d'évaluations et de prdictions de la ressource sont nécessaires

- décisions politiques
- accords internationaux

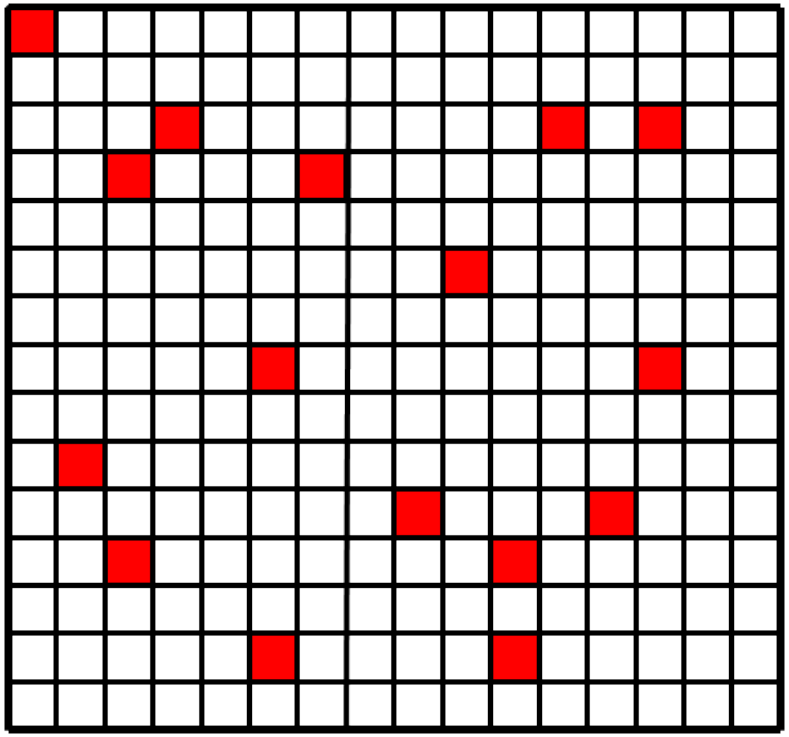
Section spéciale dans le premier numéro de Forest Science en 2014

- Ståal et al.
- Berger et al.
- Breidenbach et al.
- McRoberts and Westfall

Un saut d'échelle nécessaire

On distingue deux sources de variabilité dans les prédictions

1. l'erreur de prédiction
2. l'erreur d'échantillonnage



Un saut d'échelle nécessaire

Dans l'évaluation de la biomasse et du volume, l'**erreur d'échantillonnage** est nettement plus importante.

- Selon les études, l'erreur de prédiction ne représente que 10 à 28% de la variance totale

En est-il de même pour la prédiction de la croissance?

Objectif

Deux objectifs

1. Prédire la croissance à grande échelle
2. Evaluer la contribution des deux types d'erreur à l'incertitude de la prédiction

Une étude de cas

- La région autonome de la Catalogne, Espagne

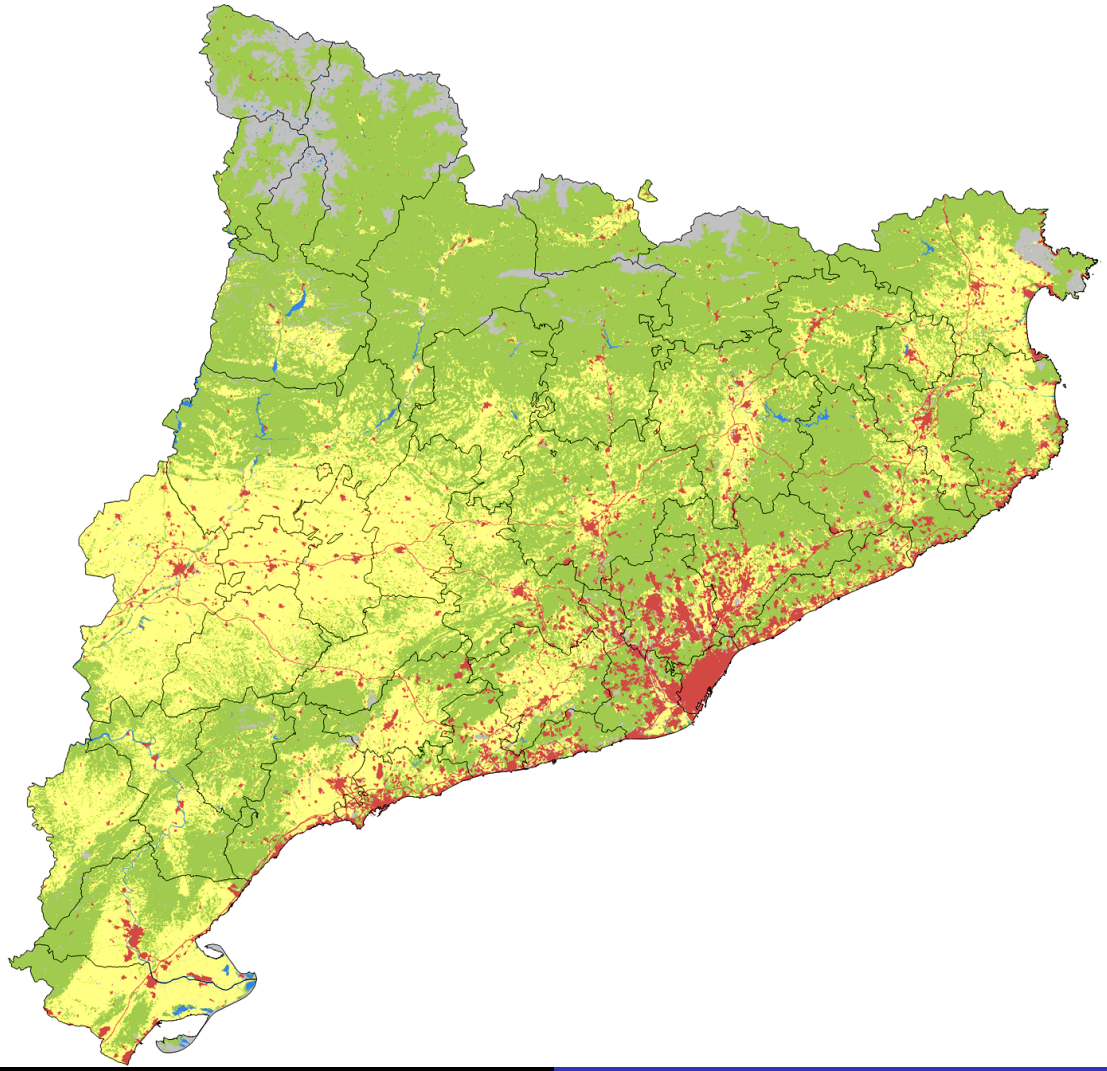
Les données

L'inventaire forestier espagnol en Catalogne, c'est

- 16 262 km^2 de forêt
- 8795 placettes permanentes
- 115 strates d'inventaire
- plan stratifié

Source: Googlemap 2015

Usage des sols

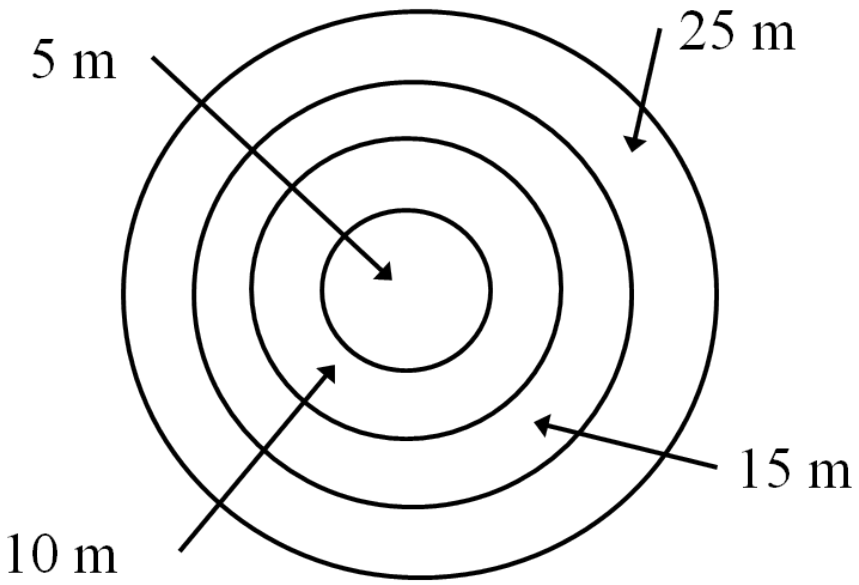


Deux campagnes d'inventaire

- NFI2 1989
- NFI3 2000

Seuils de mesure des diamètres

- 7,5 cm (5 m)
- 12,5 cm (10 m)
- 22,5 cm (15 m)
- 42,5 cm (25 m)



Le modèle de croissance

Un modèle par matrices de transition (cf. Usher 1966)

Supposons que $\mathbf{y}_{i,1}$ et $\mathbf{y}_{i,2}$ soit les vecteur des fréquences d'arbres dans la placette i aux temps 1 et 2, respectivement

$$\mathbf{y}_{i,1} = \begin{pmatrix} 12 \\ 15 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix} \qquad \mathbf{y}_{i,2} = \begin{pmatrix} 8 \\ 18 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix} \tag{1}$$

Le modèle de croissance

Un modèle matriciel se définit alors

$$\mathbf{y}_{i,2} = \mathbf{M}\mathbf{y}_{i,1} + \mathbf{r}_i + \boldsymbol{\epsilon}_i \tag{2}$$

$$\begin{pmatrix} 8 \\ 18 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.92 & 0 & 0 & 0 \\ 0.05 & 0.97 & 0 & 0 \\ 0.03 & 0.02 & 0.96 & 0 \\ 0 & 0.01 & 0.04 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 12 \\ 15 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \boldsymbol{\epsilon}_i \tag{3}$$

Le modèle de croissance

Si le modèle est sans biais, alors on peut sauter d'échelle

$$\mathbf{y}_{i,2} = \mathbf{M}\mathbf{y}_{i,1} + \mathbf{r}_i + \boldsymbol{\epsilon}_i \tag{4}$$

$$\sum_i \mathbf{y}_{i,2} = \sum_i \mathbf{M}\mathbf{y}_{i,1} + \mathbf{r}_i + \boldsymbol{\epsilon}_i \tag{5}$$

$$\boldsymbol{\tau}_2 = \mathbf{M}\boldsymbol{\tau}_1 + \boldsymbol{\rho} \tag{6}$$

Le modèle de croissance

$$\boldsymbol{\tau}_2 = \mathbf{M}\boldsymbol{\tau}_1 + \boldsymbol{\rho} \tag{7}$$

Il faut donc estimer

- les fréquences totales par classes de diamètre ($\hat{\boldsymbol{\tau}}_1$)
- la matrice de transition ($\hat{\mathbf{M}}$)
- le recrutement ($\hat{\boldsymbol{\rho}}$)

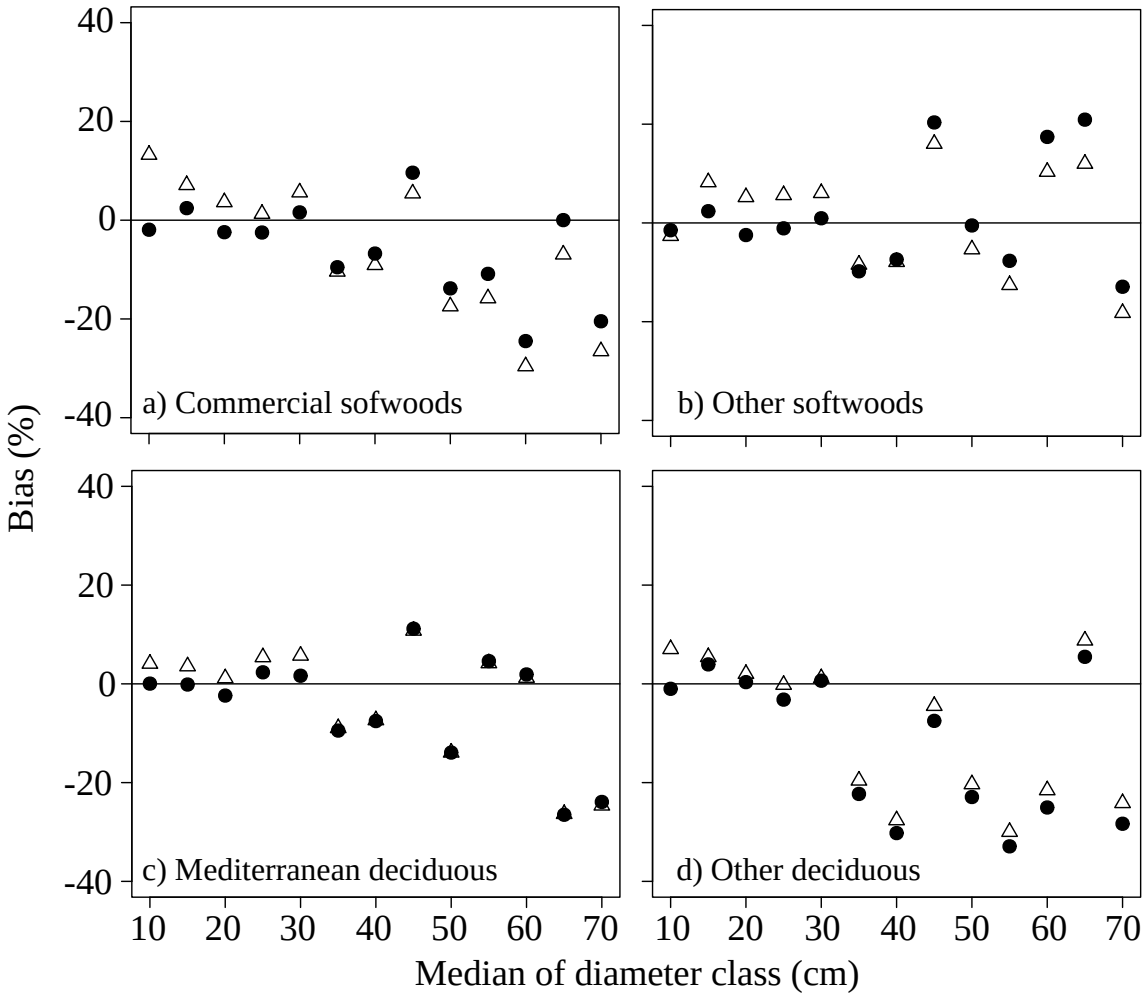
Le modèle de croissance

On a testé les **prédictions** du modèle par rapport aux estimations de NFI3.

On a ensuite utilisé le modèle pour faire des prédictions pour la prochaine campagne d'inventaire (NFI4) par Monte Carlo

- avec variabilité de $\hat{\tau}_1$ (erreur d'échantillonnage)
- avec variabilité de $\hat{\mathbf{M}}$ et $\hat{\rho}$ (erreur de prédiction)
- avec les deux sources de variabilité

Par rapport aux estimations

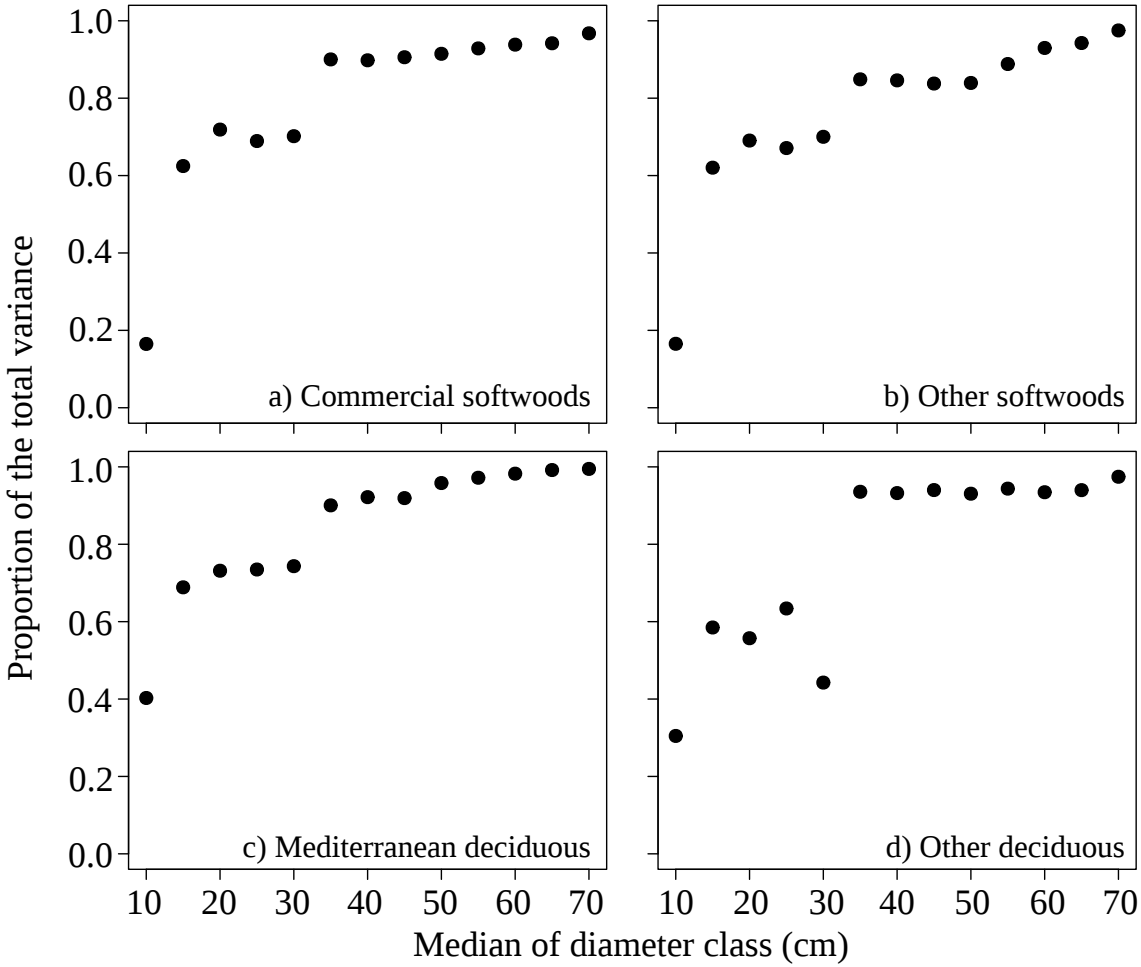


Combien d'arbres en Catalogne ?

Table : Estimations et prévision du nombre d'arbres (en millions)

Species Groups	NFI2	NFI3	NFI4
Commercial softwoods	174	183	187
Other softwoods	338	343	343
Mediterranean deciduous	366	439	495
Other deciduous	123	150	168

Erreur d'échantillonnage



Discussion

L'erreur d'échantillonnage est encore une fois la source la plus importante de variabilité

Même lorsque l'erreur de prédiction est importante, on retombe tôt ou tard sur une problème d'échantillonage

Quoi faire?

Plus de placettes?

Des placettes différentes?

Améliorer les estimateurs

- Tenir compte du plan systématique
- La covariance entre les estimations par classes de diamètre

Conclusions

Manso, R., N. Robert et M. Fortin. Uncertainty assessment of large-scale forest growth predictions in Catalonia. Annals of Forest Science (soumis).

Remerciements

COST Action FP1001 “Improving Data and Information on the Potential Supply of Wood Resources: A European Approach from Multisource National Forest Inventories (USEWOOD)” pour le financement d’une mission scientifique de courte durée