

# Produire plus tout en préservant mieux la biodiversité : quelle gestion multifonctionnelle des peuplements forestiers hétérogènes ?

**Benoit COURBAUD (remplacé par Thomas CORDONNIER)**

T.Cordonnier, V.Lafond, F.Gosselin,  
G.Kunstler, C.Deleuze, T.Sardin,  
D.François, B.Chopard, F.Conrard,  
C.Zilliox, R.Trouvé



**ECOFOR**  
ECOSYSTEMES FORESTIERS



**Séminaire intermédiaire BGF**  
**13 Septembre 2012**



# Enjeux

## ▪Produire plus tout en préservant mieux la biodiversité

- > Système +/- ou exigences contradictoires?
- > Durabilité du système?
- > Besoin de nouvelles sylvicultures?

## ▪Gestion des peuplements forestiers hétérogènes

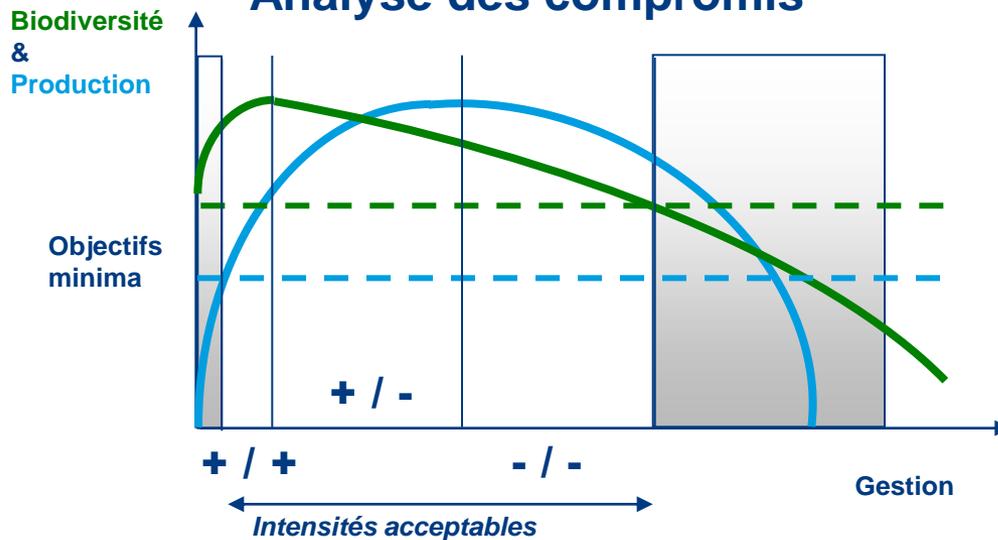
- > Principes connus depuis le début du XX<sup>ème</sup>.
- > Plusieurs objectifs sylvicoles à poursuivre simultanément.
- > Des difficultés d'application.
- > Les normes de structure objectif sont non opérationnelles.

## ▪Réponses de la recherche

- > Expérimentation difficile.
- > Indicateurs de biodiversité en débat.
- > Modèles généraux comparant des régimes de gestion très tranchés.

# Hypothèse : compromis durables à des intensités intermédiaires de gestion

## Analyse des compromis

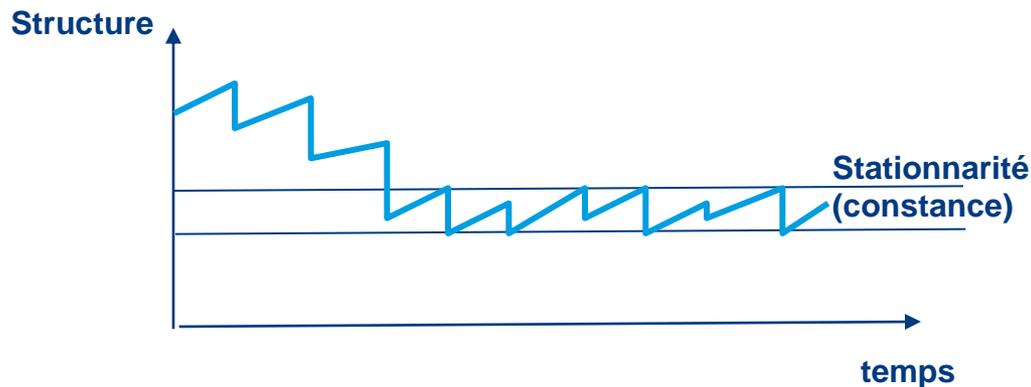


- Différents axes pour chaque famille de services  
-> compromis entre composantes de la biodiversité

- Différents axes pour la gestion  
-> compromis entre variables de gestion

## MODÈLE DE DYNAMIQUE FORESTIÈRE

## Analyse de la durabilité



# Objectifs du projet

## ▪ Développement d'outils :

- > Améliorer / évaluer le simulateur Samsara2 en sapinière/pessière.
- > Développer un algorithme de sylviculture irrégulière.
- > Développer un simulateur  $n$  espèces avec environnement explicite.
- > Sélectionner / développer des indicateurs indirects de biodiversité.

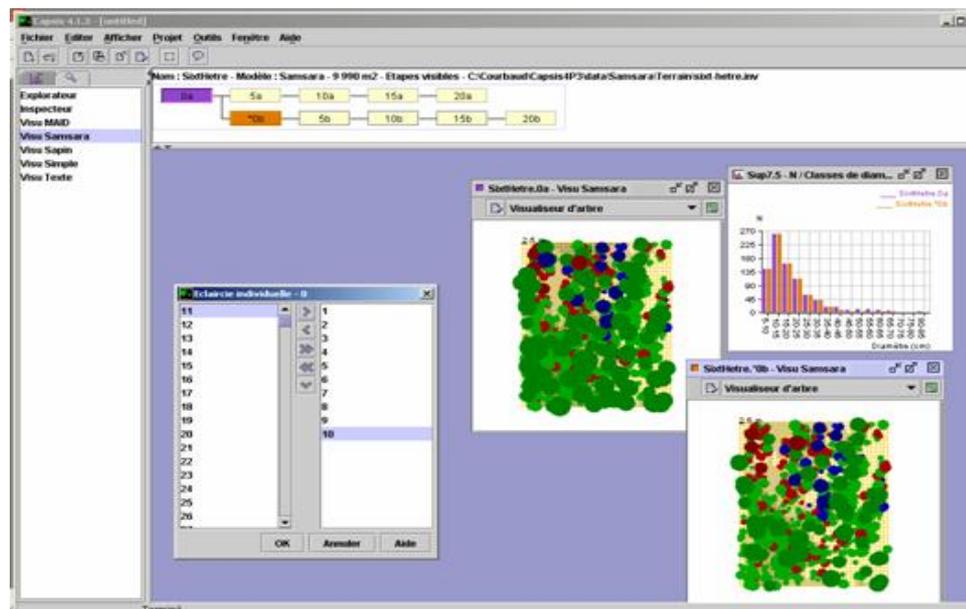
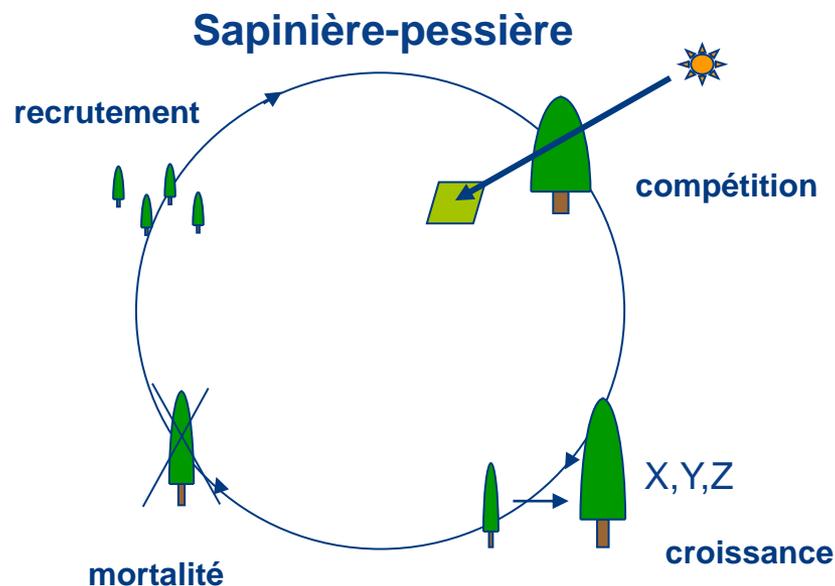
## ▪ Analyse par simulation de scénarios sur 300 ans :

- > Effets de la sylviculture sur la production et la biodiversité.
- > Compromis éventuels.
- > Leviers d'action sylvicole.

## ▪ Expérimentation de terrain :

- > Explorer les possibilités de manipuler expérimentalement les facteurs d'hétérogénéité dans les peuplements matures.
- > Mettre en place une expérimentation sur le terrain en lien avec les résultats des simulations.

# Évaluer et améliorer Samsara2 (CAPSIS 4)

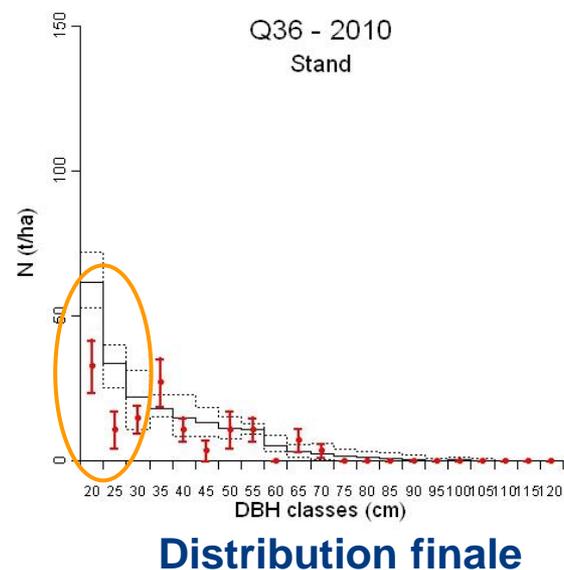
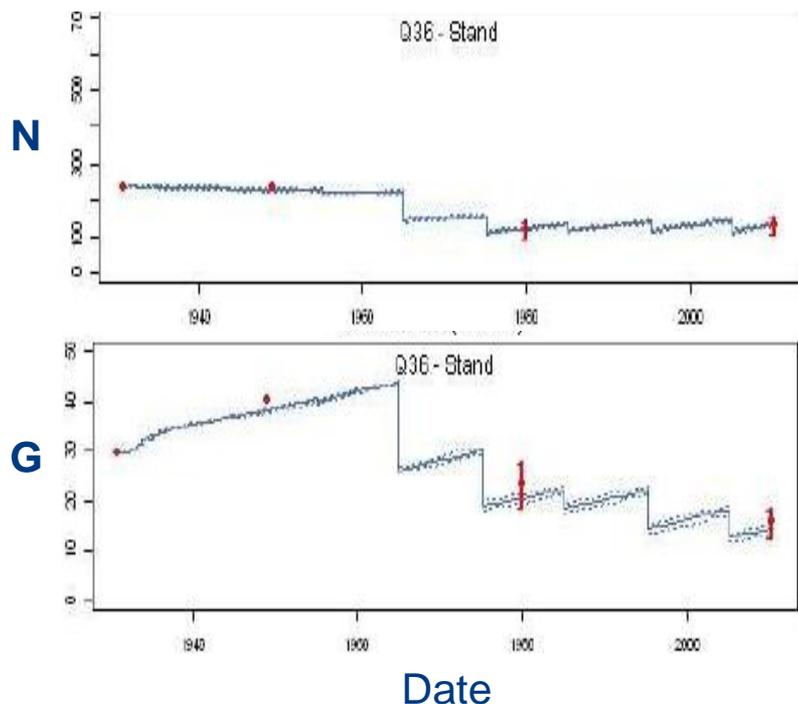


## Méthode d'évaluation :

- Inventaires anciens et sommiers forestiers (1930-2010).
- Reproduction des coupes d'après la distribution avant coupe / N et V coupés\*.
- Estimation des états initiaux (perches / semis): hypothèse d'équilibre avec la canopée.
- Comparaison de la distribution simulée / observée après 20, 50 et 80 ans.

\*Lafond, V. *et al.* 2012. Reconstructing harvesting diameter distribution from aggregate data. AFS 69:235–243

# Evaluer et améliorer Samsara2



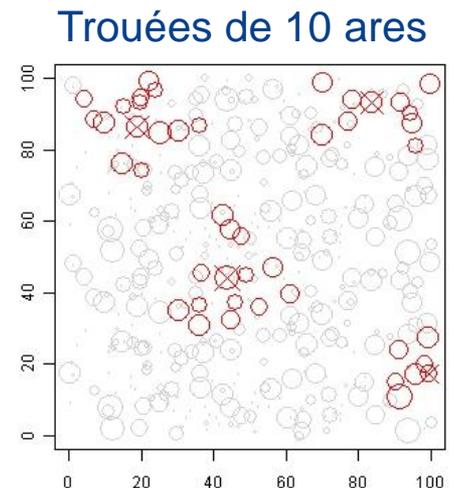
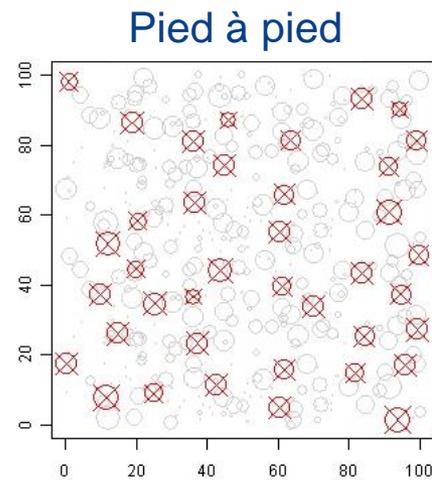
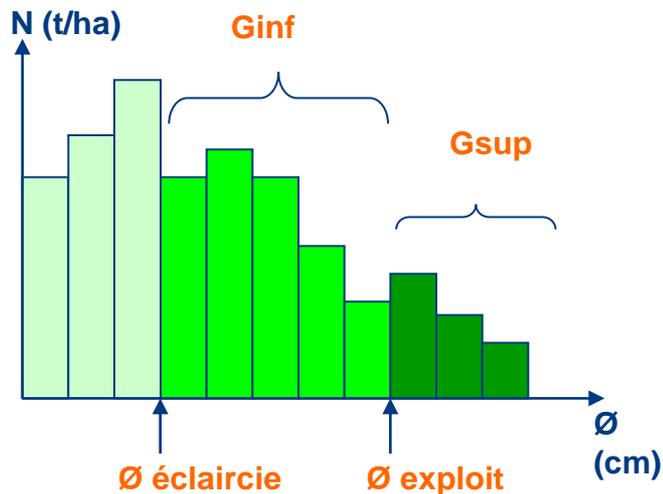
## Biais moyen à Queige

	20 ans	50 ans
<b>N</b>	-8%	-8%
<b>G</b>	-11%	+8%

**Forte variabilité entre parcelles mais le modèle simule une dynamique cohérente.**

# Algorithme de sylviculture irrégulière

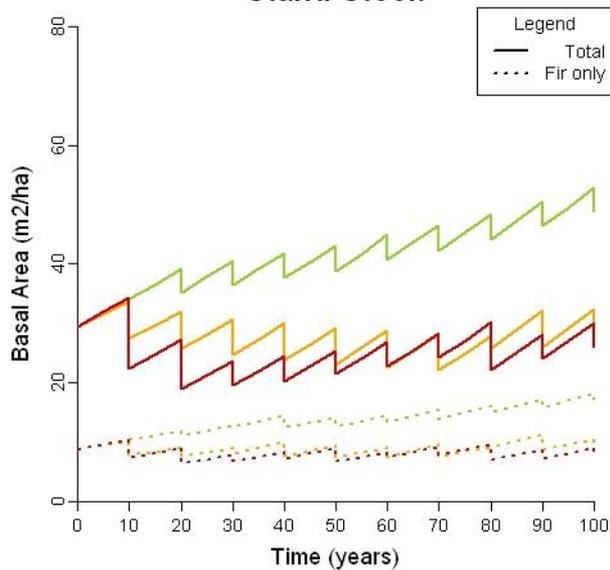
- **Récolte des arbres plus gros que le diamètre d'exploitabilité**  
Limite imposée par le niveau de prélèvement et un taux max. de récolte.
- **Complément éventuel par une amélioration dans les diamètres inférieurs**  
Limite imposée par le niveau de prélèvement et un taux max. d'éclaircie.
- **Choix individuel des arbres pondéré**  
Par leur diamètre, leur espèce et l'agrégation spatiale



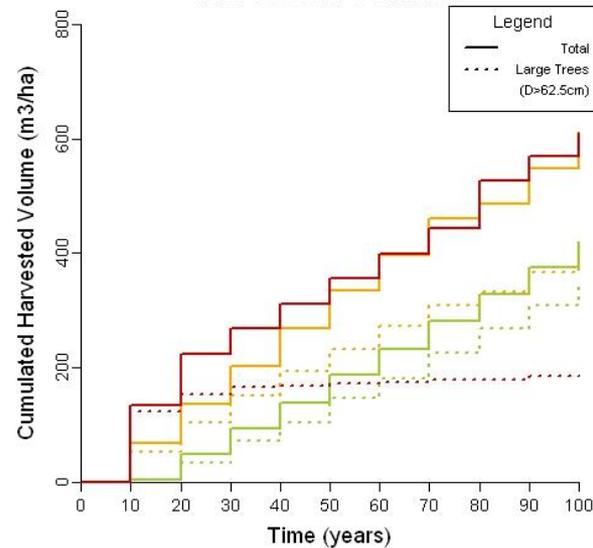
# Exemple: effet du diamètre d'exploitabilité et du taux de prélèvement

	Harvesting DBH (cm)	Maximum Harvest (m <sup>2</sup> /ha)	Standard Harvest (m <sup>2</sup> /ha)	Max. Harvesting Percentage of Trees above Harvesting DBH
<b>S1 - scenario 1</b>	<b>62,5</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>25 %</b>
<b>S2 - scenario 2</b>	<b>52,5</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>50%</b>
<b>S3 - scenario 3</b>	<b>42,5</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>75%</b>

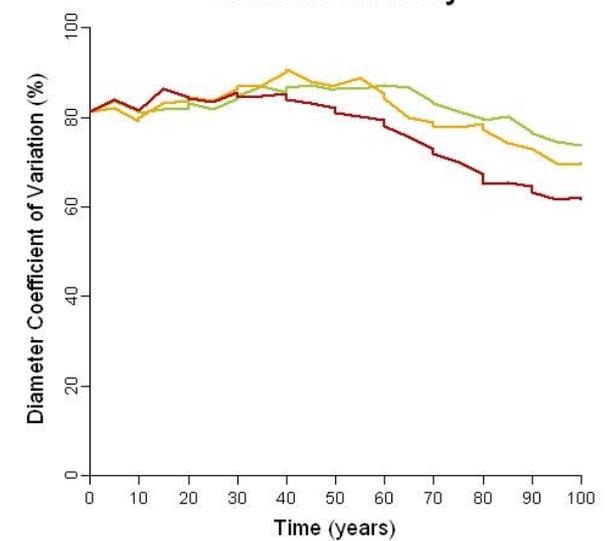
### Stand Stock



### Harvested Volume

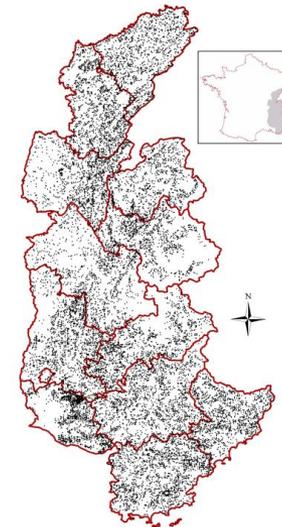


### Diameter diversity



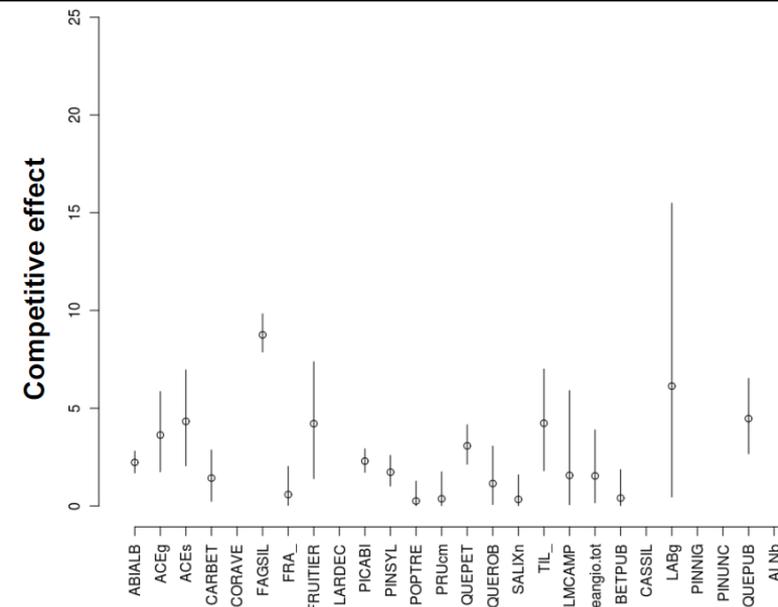
# Modèle à $n$ espèces et environnement explicite

- Analyse des données IFN sur 13 départements
- Réponse de la croissance aux facteurs abiotiques
  - Somme des degré-Jours  $> 5.5^{\circ}\text{C}$ .
  - Bilan hydrique.
- Compétition: surface terrière locale
  - Effet et réponse à la compétition calibrés pour chaque espèce.
- Régénération / Mortalité
  - Pas de pattern clair pour l'instant.



18000 placettes

Competitive effect on *Fagus sylvatica*



# Indicateurs de biodiversité

En sortie des modèles, choisir et calculer des indicateurs pertinents pour les deux services étudiés (moyenne et variabilité).

## ■ Indicateurs de production

- $\Delta V$  total.
- Récolte V (bois frais / produits accidentels).
- Récolte de produits particuliers (GB et TGB).

## ■ Indicateurs indirects de biodiversité

- Taux de mélange.
- Surface terrière des GB et TGB.
- Bois mort :  $V_{tot}$ , diversité (diamètres et stades de décomposition).

## ■ Prédiction de la diversité de la flore herbacée à partir de la structure du peuplement

- Relations établies à partir de l'analyse des données IFN.
- Variables: couvert/surface terrière sapin et épicéa, variables environnementales.
- Découpage par groupe écologique et écorégion.

# Indicateurs de biodiversité de la flore

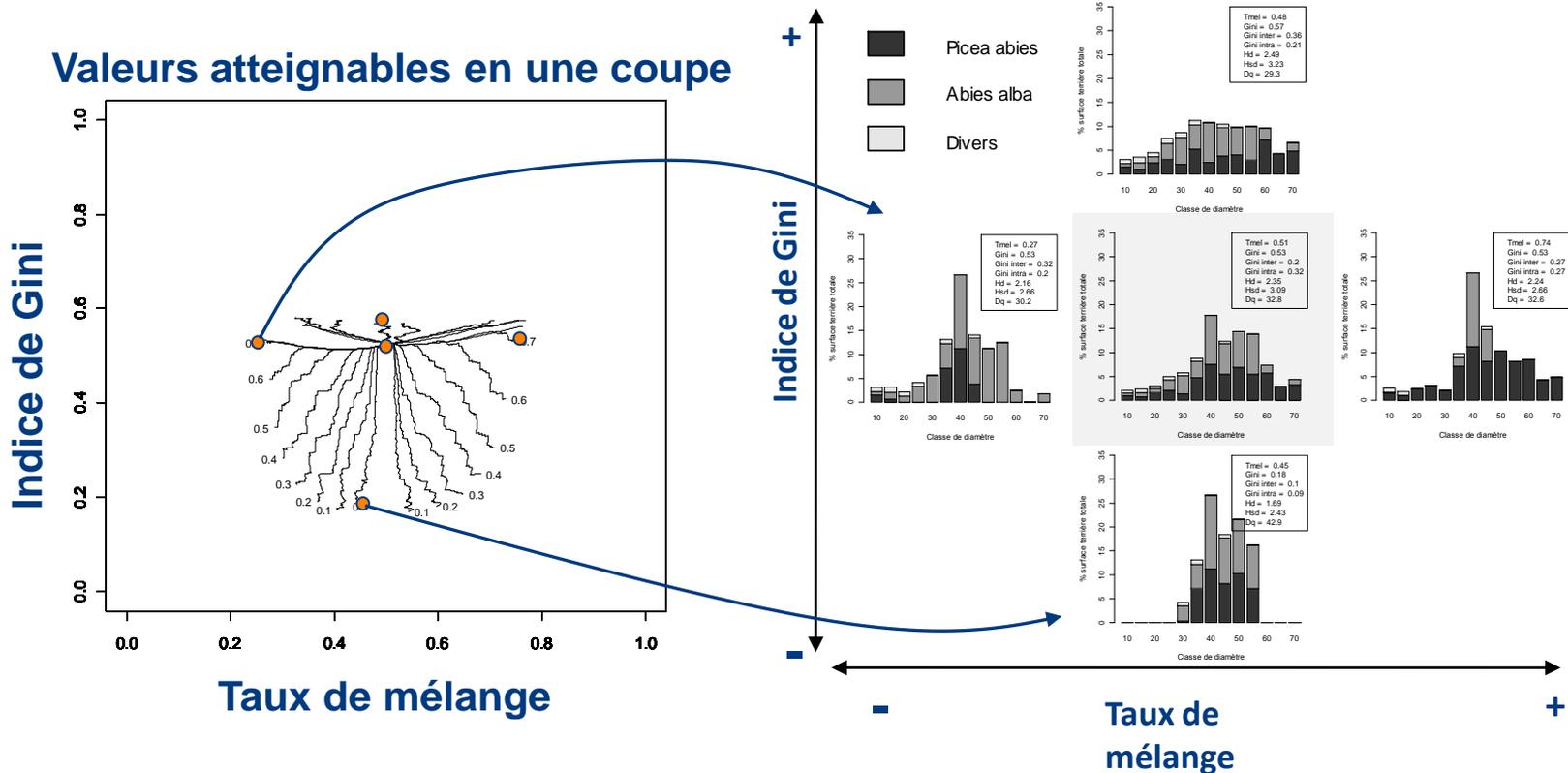
Group/species	Cover*aspect	Basal area*aspect
Non-woody mature forest species	2761	2767
Non-woody peri-forest species	2946	2950
Woody mature forest species	2171	2175
Woody peri-forest species	2219	2211

- **Le couvert est un prédicteur légèrement meilleur que la surface terrière.**
- **Effet négatif du couvert sur les péri-forestières, effet positif sur les espèces de forêt mature.**
- **Le couvert d'épicéa a un effet plus fort que le couvert de sapin, en particulier sur les espèces de forêt mature.**
- **Effet plus fort du couvert d'épicéa sur les pentes exposées Sud.**

# Expérimentation : études préalables

▪ A contexte écologique similaire, comment obtenir rapidement des peuplements initiaux matures

- suffisamment contrastés?
- distinguant l'effet structure de l'effet mélange ?



# Expérimentation : études préalables

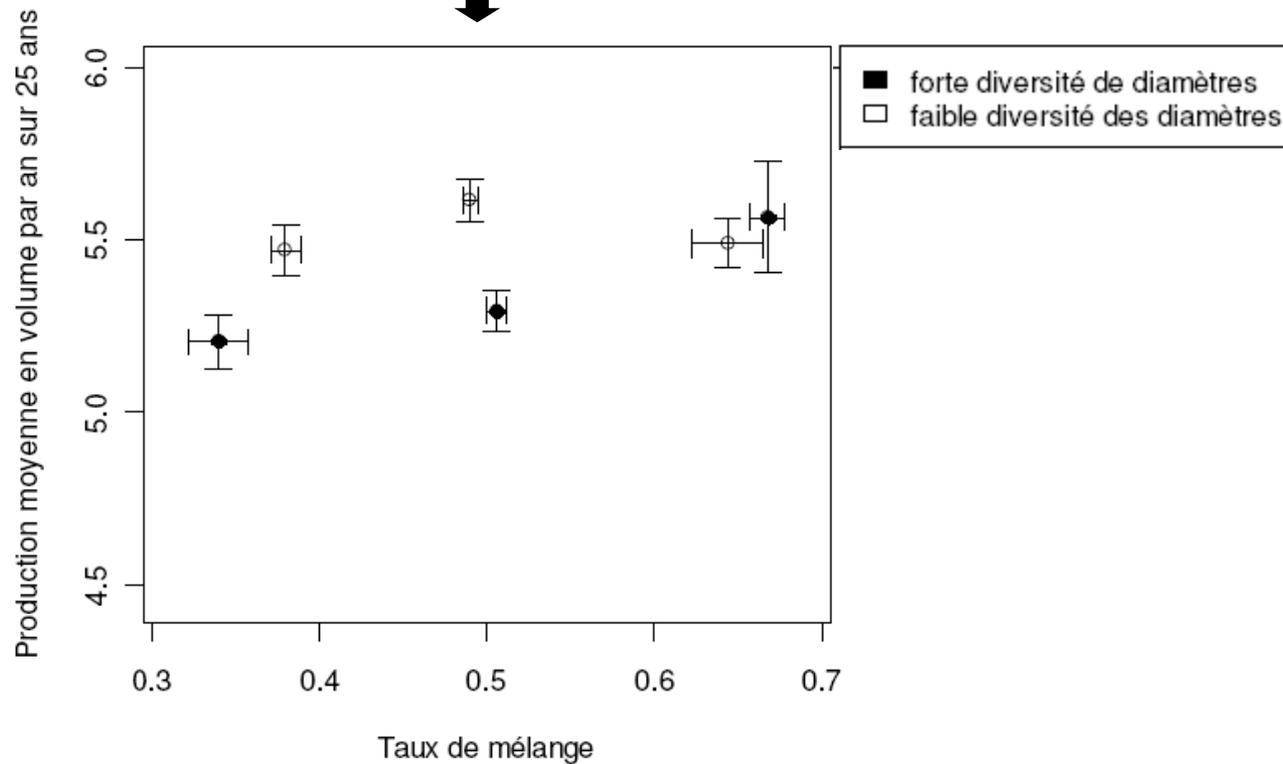
Parcelle de 30ha, divisée en unités de 1ha



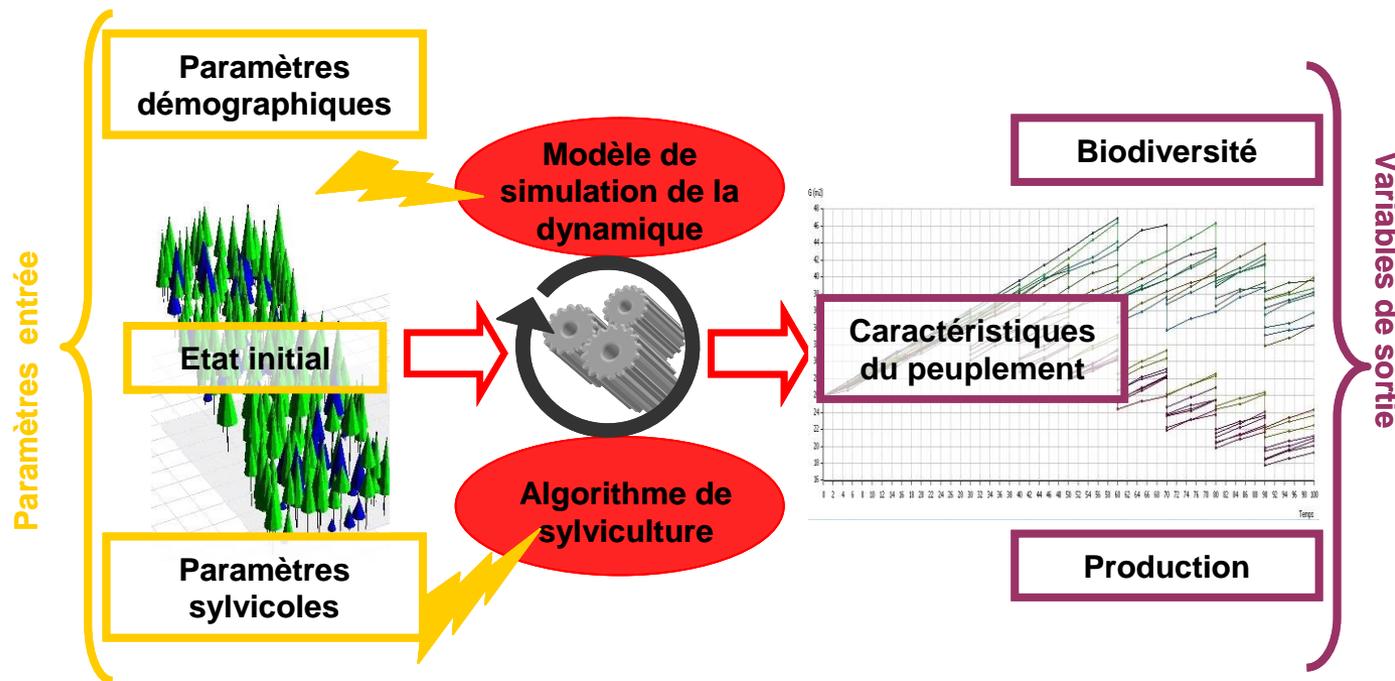
Traitements alloués de manière aléatoire aux unités



Simulations sur 25 ans avec Samsara2



- Démarche d'analyse de sensibilité sur les paramètres de sylviculture.



- Etablir des ponts entre Samsara2 et le modèle à  $n$  espèces.

- Indicateur de biodiversité flore : poursuivre l'effort d'analyse des données IFN.

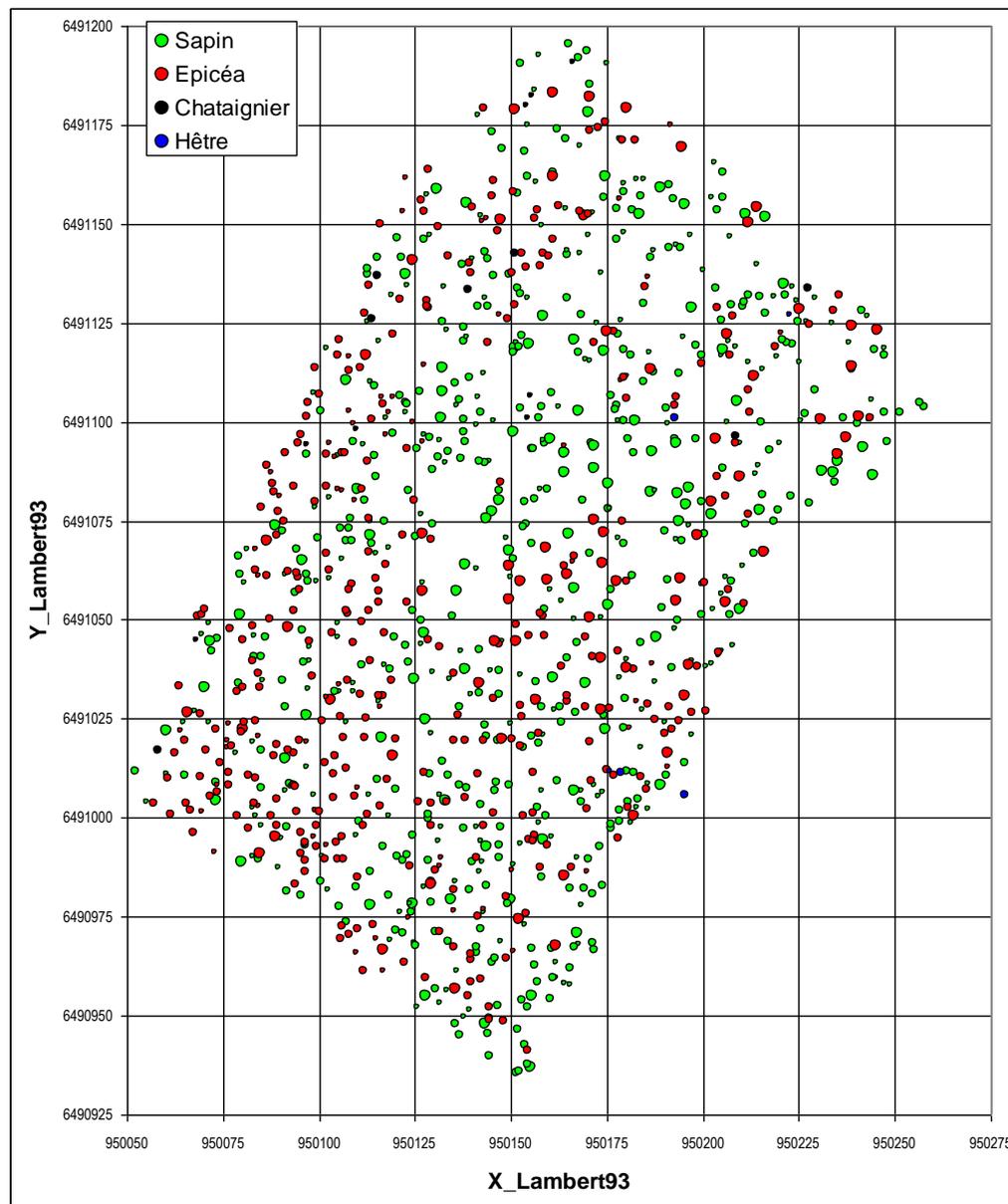
# Perspectives : expérimenter des sylvicultures performantes

## ■ Caractéristiques

- Unités expérimentales de 1 hectare.
- Situations : sapin pur / mélange sapin-épicéa (Alpes et Jura).
- 2 traitements / site, 4 sites.

## ■ Prospection en cours

- Installation sur deux sites en avril 2013 (sapin-épicéa).
- Installation sur deux sites à l'automne 2013 (sapin).



*Merci pour votre attention*

