

# Expérimenter en forêt hétérogène

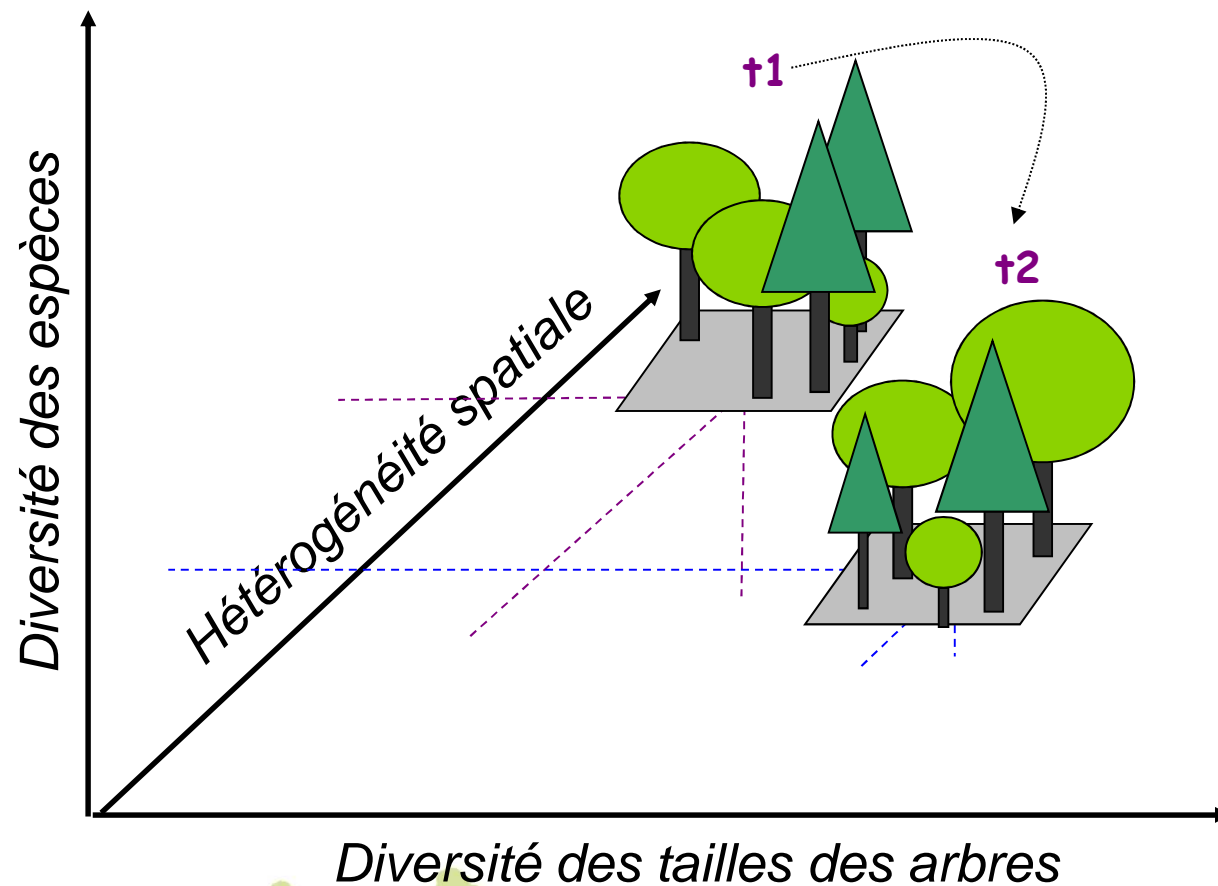
Thomas Cordonnier

Jacques Becquey, Priscilla Cailly, Bruno Chopard, Sébastien Daviller,  
Christian Ginisty, Céline Meredieu, François Morneau, François Ningre,  
Ingrid Seynave, Patrick Vallet, Holger Wernsdorfer

# Définition

- **Forêt hétérogène** : « [...] forêt qui présente dans l'espace un mélange de structure, de taille, ou de toute autre variable qui permette de la décrire localement. »

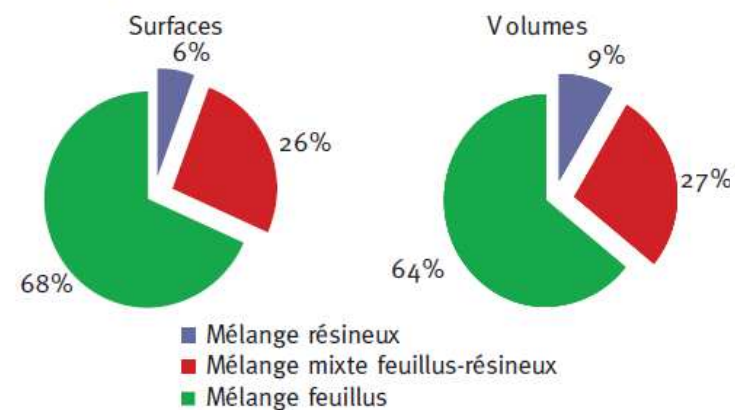
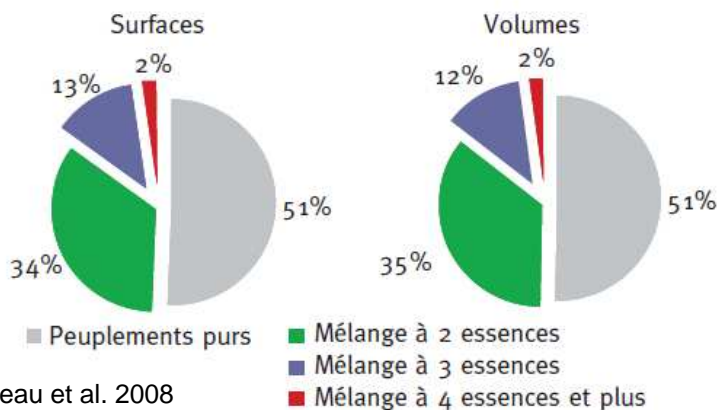
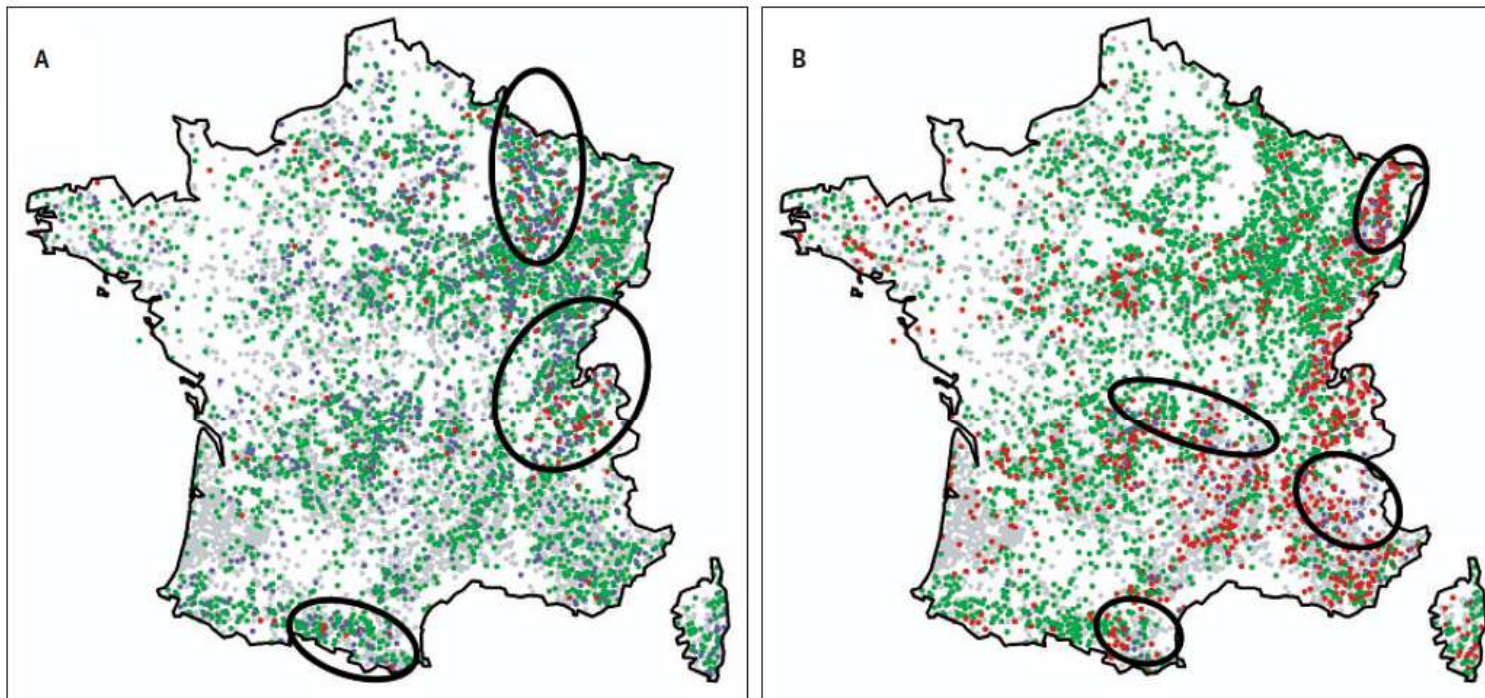
Franc et al. 2000



Cordonnier et al. 2012

# Contexte

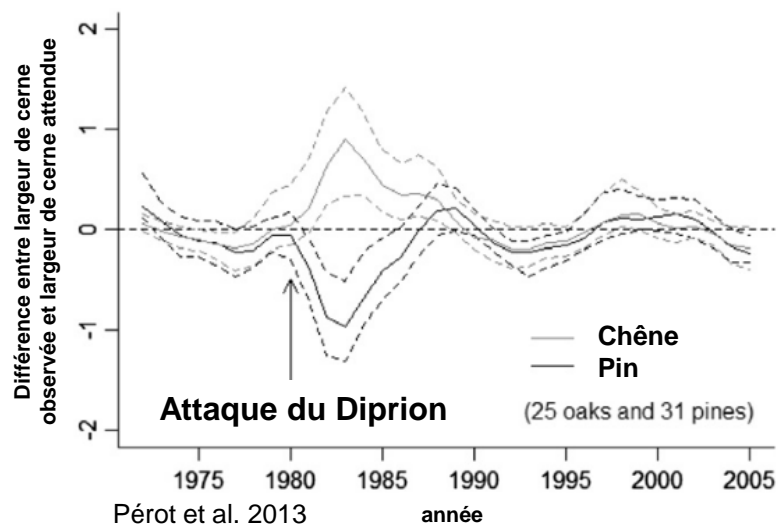
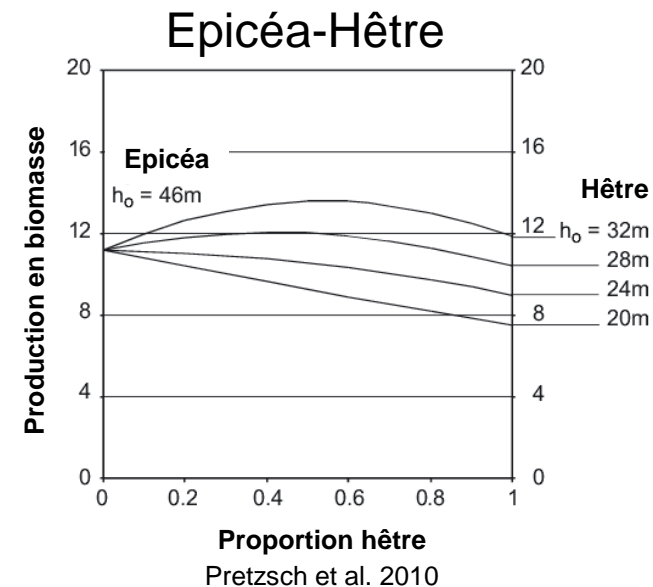
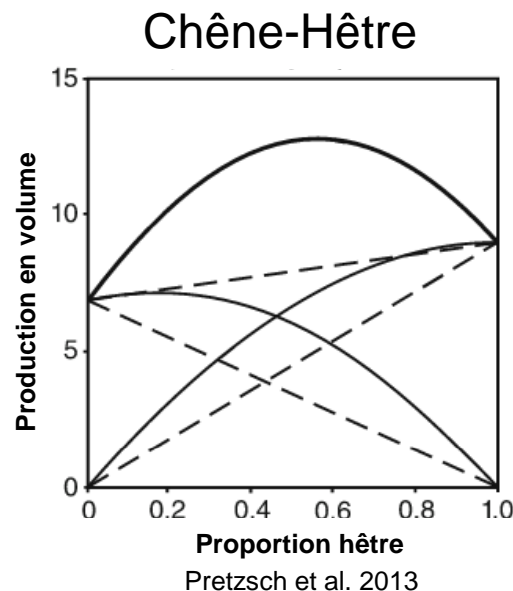
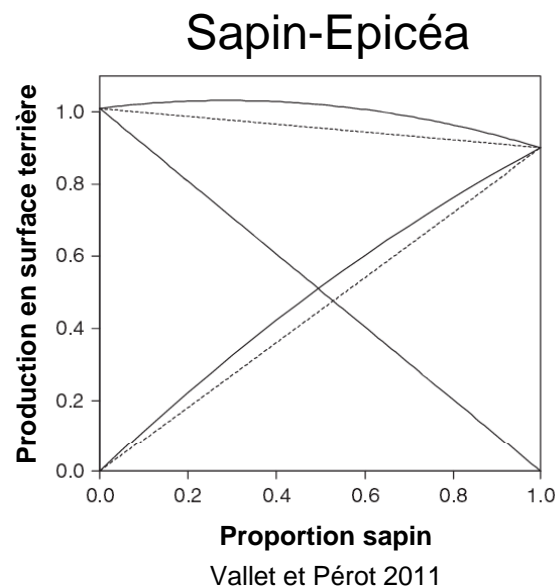
Les forêts mélangées occupent environ la moitié du territoire



# Contexte



## Mélanges et fonctionnement des écosystèmes forestiers



**La production des peuplements et ses variations sont influencées par le mélange**

**« Des forêts mélangées pour composer avec les changements climatiques »**

Legay et al. 2008

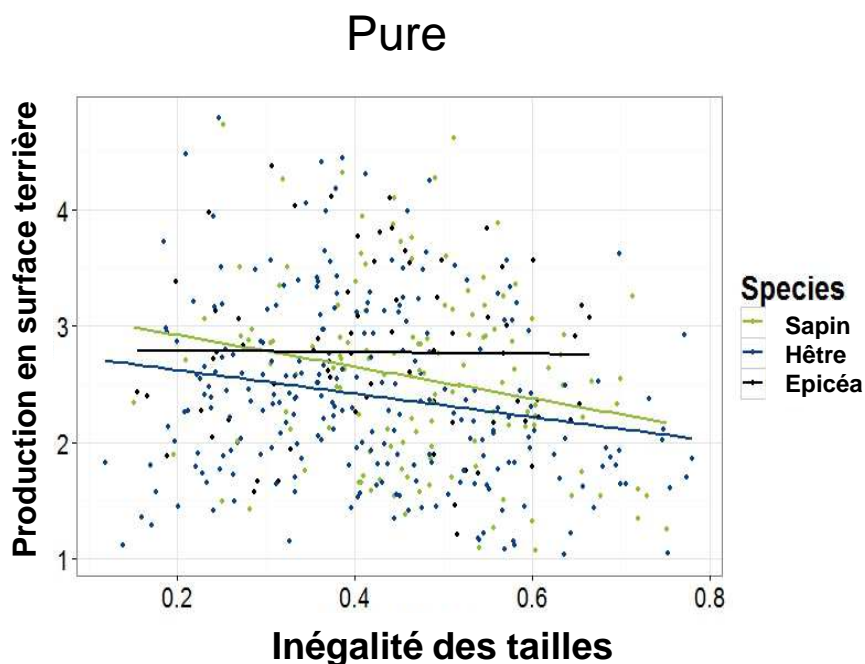


# Contexte

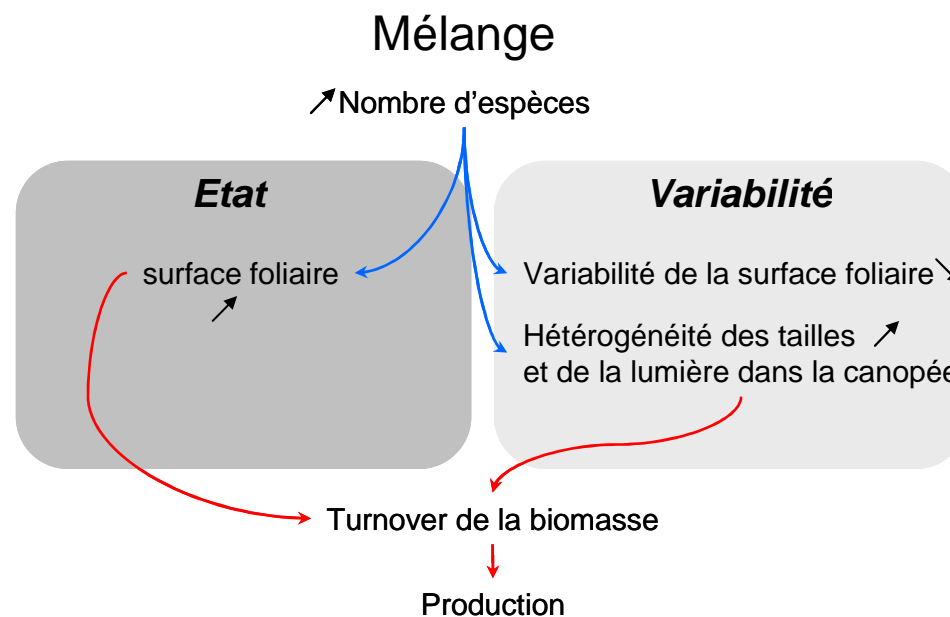


## Hétérogénéité des tailles et fonctionnement des écosystèmes forestiers

- L'hétérogénéité des tailles modifie les interactions compétitives entre espèces.



Bourdier et al. 2014



Morin et al. 2011 (simplifié)

# Quels systèmes sylvicoles étudier?

- **Composés de deux espèces sociales**  
⇒ pour réduire la complexité
- **Bien représentés**  
⇒ pour un matériel expérimental suffisant
- **D'intérêt pour les partenaires**  
⇒ pour la mobilisation d'autres données
- **Différenciés sur le plan fonctionnel**  
⇒ pour gagner en généralité
- **Basés sur des espèces cibles**  
⇒ pour garantir une base commune de comparaison



*Eric Mermin, Irstea*

# Systemes retenus

- Futaies régulières constituées à base de chêne sessile

- Chêne sessile – pin sylvestre/pin maritime
- Chêne sessile – chêne pédonculé
- Chêne sessile – hêtre



*Thomas Pérot, Irstea*

- Futaies irrégulières constituées à base de sapin

- Sapin – pin sylvestre
- Sapin – épicéa
- Sapin – hêtre



*Mathilde Redon, Irstea*

- Mélanges en plantation

- Douglas - autre espèce
- Chênes - pins

# Facteurs expérimentés



- Taux de mélange (3 modalités)

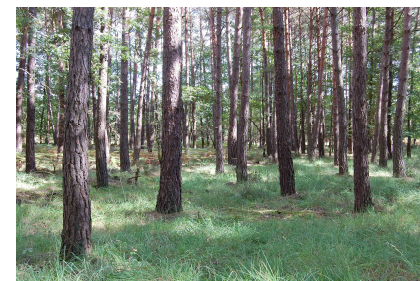
- Espèce cible dominante
- Espèce complémentaire dominante
- Mélange équilibré



Sandrine Perret, Irstea

- Densité (3 modalités)

- Forte  $RDI \geq 0.8$   $G \geq 40m^2$
- Intermédiaire  $0.4 \leq RDI \leq 0.6$   $25 \leq G \leq 35$
- Faible  $0.2 \leq RDI \leq 0.3$   $10 \leq G \leq 20$



Thomas Pérot, Irstea

- Facteurs secondaires

- Structure spatiale du mélange
- Hétérogénéité des tailles

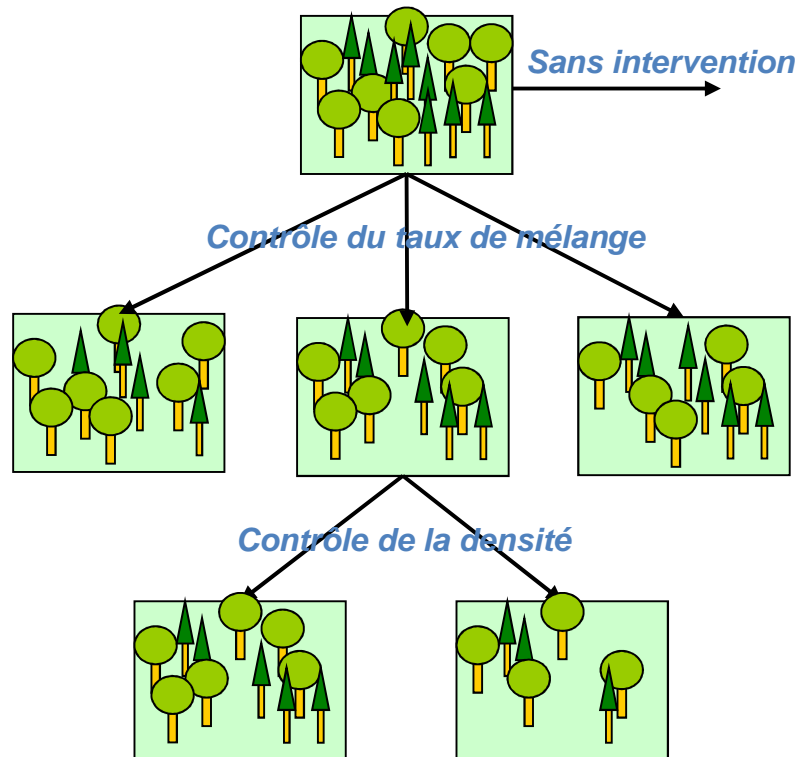


Thomas Pérot, Irstea



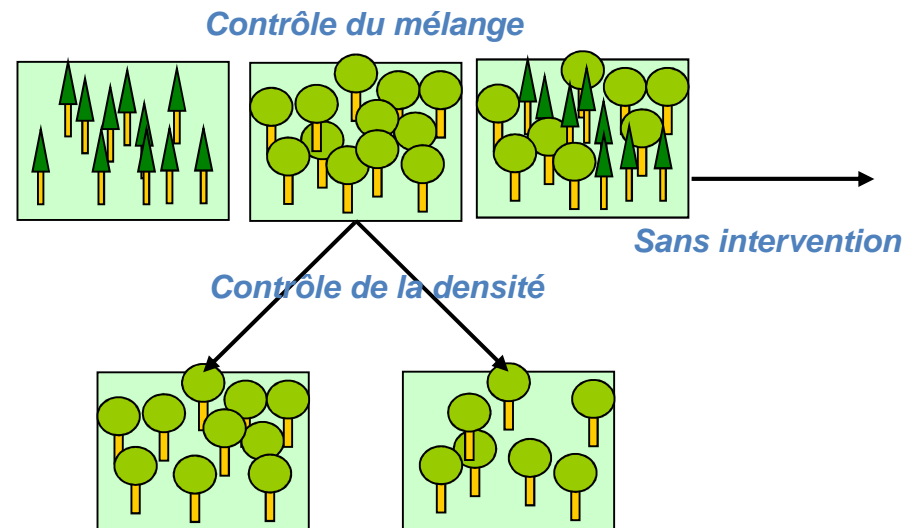
# Deux types d'expérimentations pour les peuplements constitués

## Suppression



**Contrôle des facteurs stationnels.**  
Pour les modalités « pures », il pourrait subsister des arrière-effets de la gestion passée en peuplement mélangé.

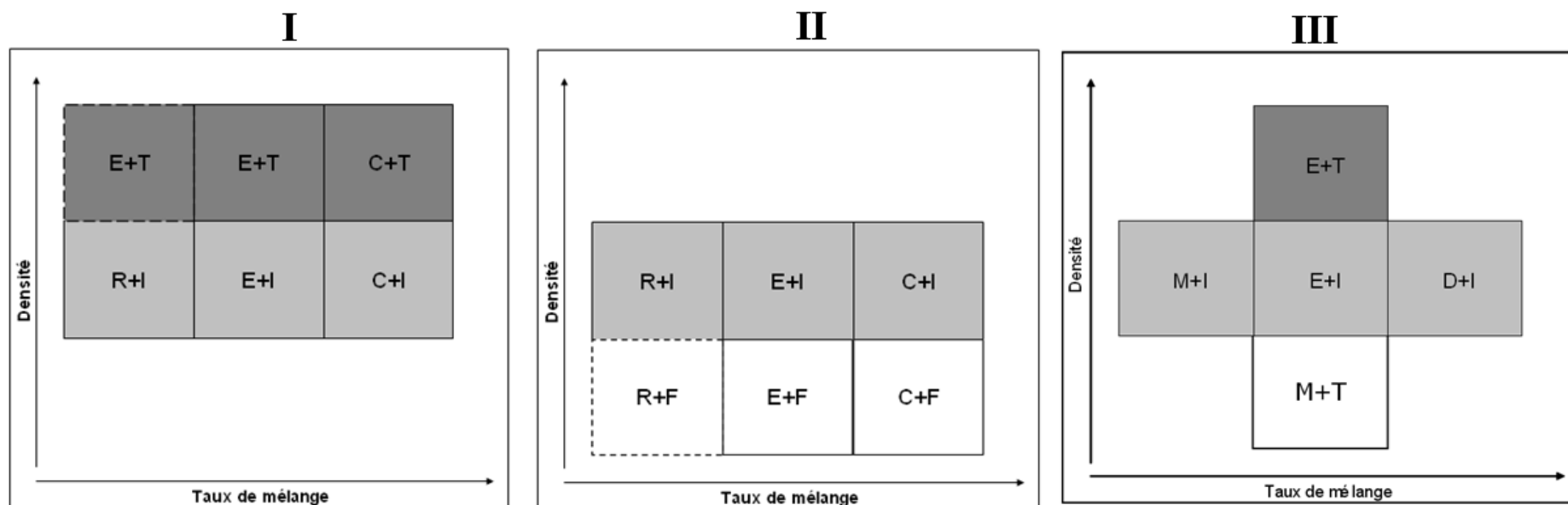
## Appariements



**On évite les arrière-effets.**  
L'homogénéité stationnelle entre modalités pures et mélangées est difficile à obtenir.



# Design expérimental

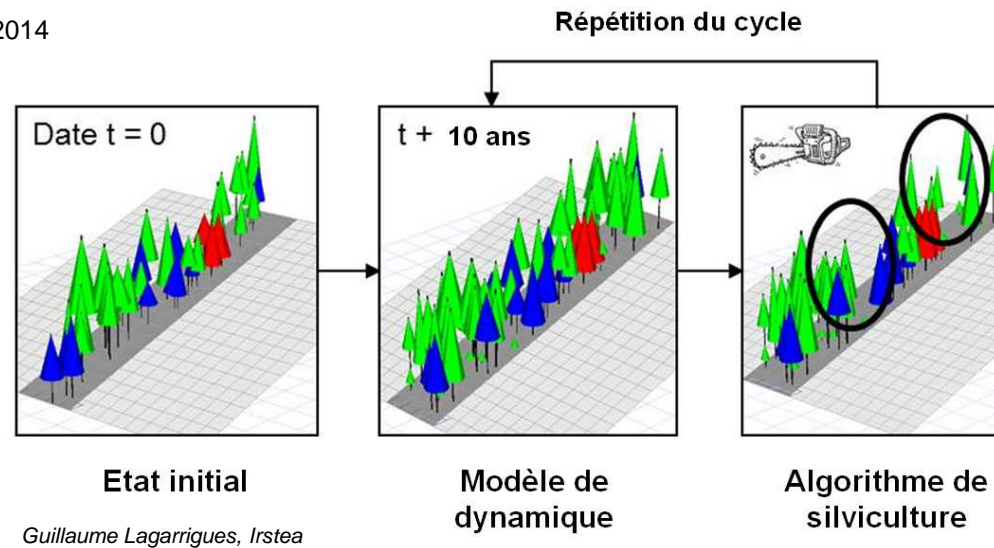


- Même grands principes expérimentaux que les autres groupes
- Une ambition minimale de 5 u.e. par dispositif
- Une ambition de 3 sites par système étudié

# La notion d'itinéraire

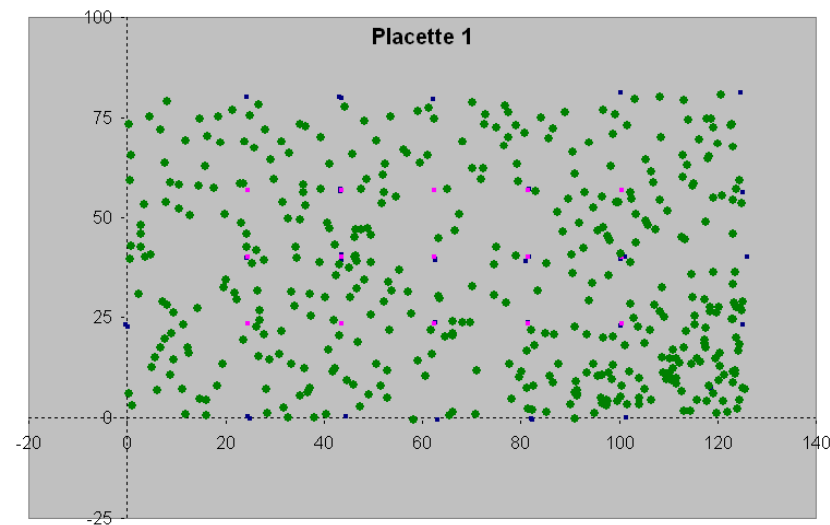
- Déclenchement de l'intervention basé sur la densité (cf. autres groupes) avec une valeur cible pour le taux de mélange.
- Idem avec utilisation d'algorithmes de coupe en futaie irrégulières (appui des modèles).

Trouvé 2011; Lafond et al. 2014



# Quelles mesures?

- Suivi individuel des tiges : mesure des circonférences et hauteurs totales (échantillon).
- Cartographie des peuplements matures.



Courbaud, 2013

Didier François, ONF



Didier François, ONF

- Suivi de la régénération sur des placeaux en peuplement irrégulier.

# Installations et projets

- Un dispositif mélange chêne sessile – pin sylvestre (OPTMIX; 21 placettes).
- 2 dispositifs mélange douglas-mélèze hybride (16 placettes).
- 2 dispositifs hêtre-sapin (Vosges, Vercors).
- 1 dispositif chêne sessile-pin maritime (Orléanais).
- Intégration possible de dispositifs d'envergure menés sur les forêts mélangées ou irrégulière.

**merci pour votre attention**

**E**

**T**

**votre patience**

# Références



- Bourdier, T., Cordonnier, T., Kunstler, G., Courbaud, B. 2014. Size inequality reduces productivity in pure forest stands. Oral presentation, The 9th IUFRO International Conference on Uneven-aged Silviculture, Zürich, 17-19 June.
- Cordonnier, T., Dreyfus, P., Trouvé, R. 2012. Quelles dimensions et quels indices d'hétérogénéité privilégier pour l'expérimentation dans les peuplements forestiers mélangés ou irréguliers ? *Revue Forestière Française* 64:773-788.
- Courbaud, B. 2013. GeForHet - Produire plus tout en préservant mieux la biodiversité : quelle gestion multifonctionnelle des peuplements forestiers hétérogènes ? Rapport final, programme BGF, MAAF, 65p.
- Franc, A., Gourlet-Fleury, S., Picard, A. 2000. Une introduction à la modélisation des forêts hétérogènes. ENGREF, 312p.
- Korboulewsky, N., Balandier, P., Ballon, P., Boscardin, Y., Dauffy-Richard, E., Dumas, Y., Ginisty, G., Gosselin, M., Hamard, J.-P., Mace, S., Mârell, A., NDiaye, A., Perot, T., Perret, S., Rocquencourt, A., Seigner, V., Vallet, P. 2013. OPTMix - Oak Pine Tree Mixture - Dispositif expérimental de long terme en forêt mélangée. 9ème Colloque d'Ecologie des Communautés Végétales, Tours.
- Lafond, V., Lagarrigues, G., Cordonnier, T., Courbaud, B. 2014. Uneven-aged management options to promote forest resilience for climate change adaptation: effects of group selection and harvesting intensity. *Annals of Forest Science* 71:173-186.
- Legay, M., Cordonnier, T., Dhôte, J.-F. 2008. Des forêts mélangées pour composer avec les changements climatiques. *Revue Forestière Française* 60: 181-190.
- Morin X., Fahse L., Scherer-Lorenzen M., Bugmann H. 2011. Tree species richness promotes productivity in temperate forests through strong complementarity between niches. *Ecology Letters* 14: 1211-1219.
- Perot, T., Vallet, P., Archaux, F. 2013. Growth compensation in an oak-pine mixed forest following an outbreak of pine sawfly (*Diprion pini*). *Forest Ecology and Management* 295: 155-161.
- Pretzsch H., Block J., Dieler J., Dong P.H., Kohnle U., Nagel J., Spellmann H., Zingg A. 2010. Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. *Annals of Forest Science* 67: 712-723.
- Pretzsch, H., Bielak, K., Block, J., Bruchwald, A., Dieler, J., Ehrhart, H.-P., Kohnle, U., Nagel, J., Spellmann, H., Zasada, M., Zingg, A. 2013. Productivity of mixed versus pure stands of oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) along an ecological gradient. *European Journal of Forest Research* 132: 263-280.
- Trouvé, R. 2011. Possibilités d'actions sur la structure de peuplements adultes. Reflexions dans le cadre d'expérimentations menées en forêts hétérogènes. Rapport de stage FIF, Engref-Agrosparistech, 81p.
- Vallet, P., Pérot, T. 2011. Silver fir stand productivity is enhanced when mixed with Norway spruce: evidence based on large-scale inventory data and a generic modelling approach. *Journal of Vegetation Science* 22: 932-942