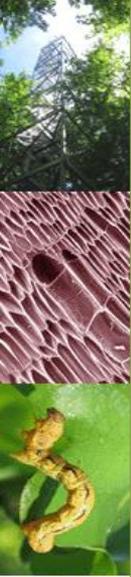


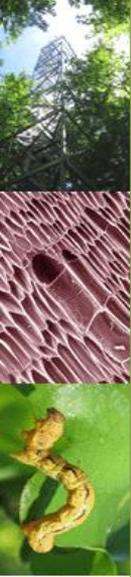
Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes



peuplement
ligneux



- métrique
- indicateur
- biotope
- gestion \approx perturbation



**peuplement
ligneux**



**diversité du
peuplement
ligneux**



**fonctionnement
biogéochimique**

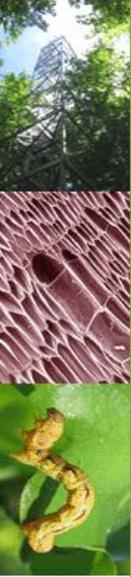


**services
écosystémiques :
production,
fixation C,
eau, sol**

- métrique
- indicateur
- biocénose
- gestion \approx outil

Rôle fonctionnel de la diversité des espèces ligneuses dans les écosystèmes forestiers

- La réduction de la diversité entraîne une altération des services rendus par les écosystèmes forestiers
 - Production de biomasse
 - Produits forestiers non ligneux
 - Fixation de C => changements climatiques globaux
 - Cycle de l'eau => climat régional, qualité de l'eau
 - Protection des sols (érosions, maintien de la fertilité ...)
 - Sensibilité aux stress biotiques (invasives, pathogènes, herbivores)

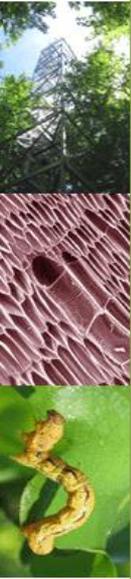


Rôle fonctionnel de la diversité des espèces ligneuses dans les écosystèmes forestiers

- Quels sont les effets de la diversité sur
 - La production de biomasse, la production primaire, la séquestration du C
 - => les systèmes plus diversifiés surpassent-ils les systèmes moins diversifiés ?
 - Les cycles biogéochimiques (décomposition de la matière organique, fixation de N atmosphérique)
 - => la « fertilité » est-elle plus élevée dans les systèmes plus diversifiés que dans les systèmes moins diversifiés
 - L'efficacité d'utilisation des ressources (nutriments, lumière, eau)
 - => les systèmes plus diversifiés sont-ils plus efficaces pour acquérir les ressources que les systèmes moins diversifiés ?

- Quels sont les processus qui expliquent l'influence de la diversité sur le fonctionnement des écosystèmes ?

- Dans quels contextes écologiques ces mécanismes agissent ?



Rôle fonctionnel de la diversité des espèces ligneuses dans les écosystèmes forestiers

Quels sont les mécanismes qui expliquent les effets de la diversité sur le fonctionnement des forêts ?

- Facilitation
 - Une espèce bénéficie de la présence d'une autre espèce qui modifie l'environnement d'une manière qui lui est profitable

Exemples :

- Mélange incluant une espèce fixatrice d'azote
- Mélange incluant des espèces à litières de qualité contrastée
- Ascenseur hydraulique
- Réseaux mycorhiziens
- Protection contre le vent, le froid...
- Effet « nursery »

Rôle fonctionnel de la diversité des espèces ligneuses dans les écosystèmes forestiers

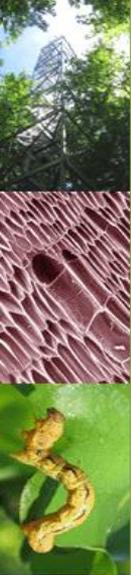
- Complémentarité
 - Deux ou plusieurs espèces ont des traits fonctionnels différents permettant une meilleure utilisation des ressources : efficacité d'acquisition (et l'utilisation) des ressources
 - Compétition interspécifique moins élevée que la compétition intraspécifique

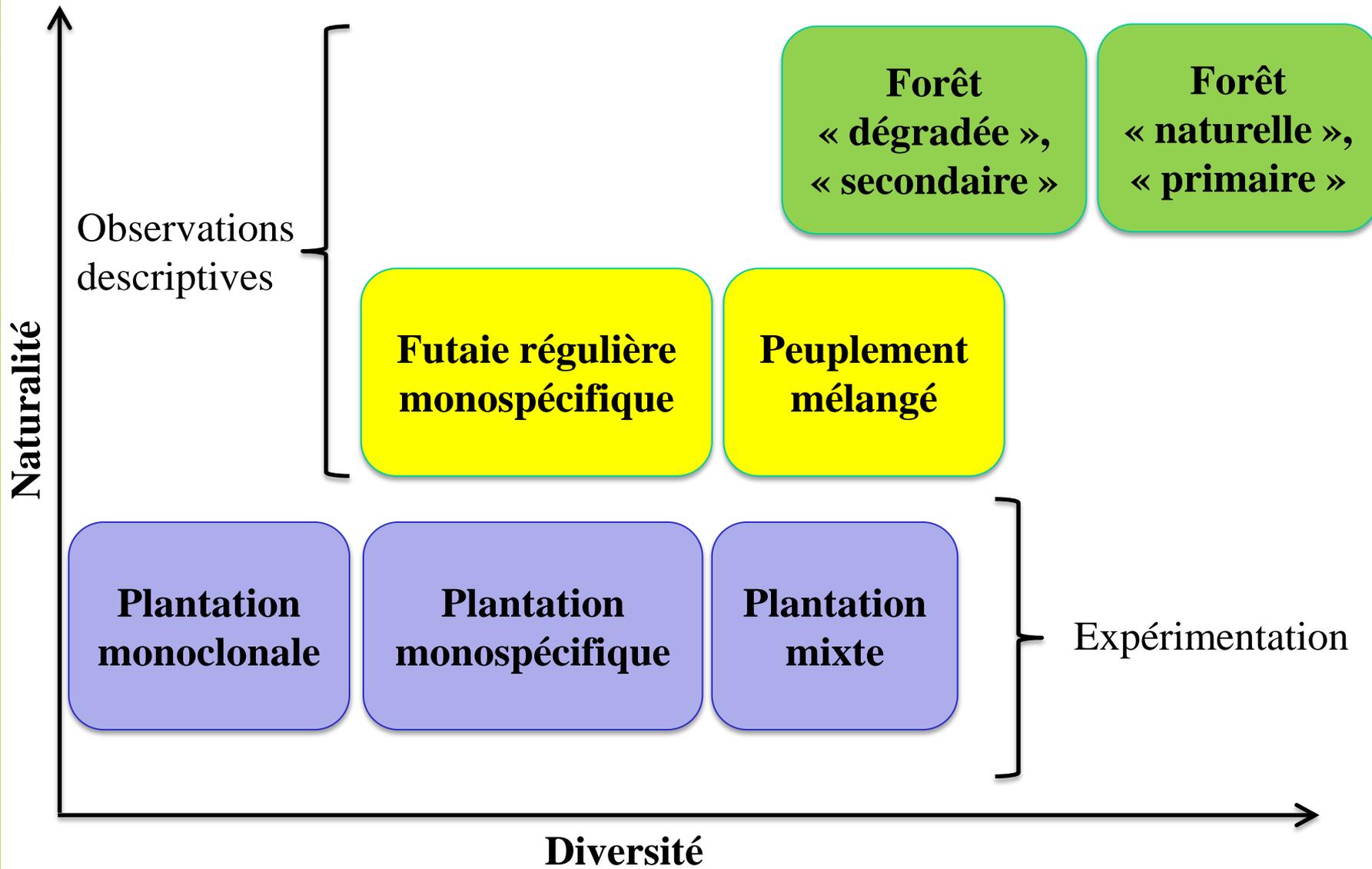
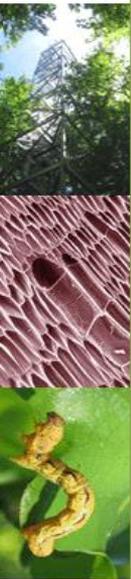
Exemples :

- Utilisation de différentes formes d'azote
- Utilisation à différents moments (=> phénologie des espèces)
- Stratification verticale des houppiers dans la canopée => augmentation de la fraction du RPA intercepté
- Stratification verticales des racines => augmente l'utilisation de l'eau / des nutriments par le mélange
- Différentiation de niche \neq ségrégation de niche

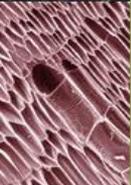
Rôle fonctionnel de la diversité des espèces ligneuses dans les écosystèmes forestiers

- Sélection
 - Probabilité d'avoir une espèce très productive augmente lorsque le nombre d'espèces augmente dans un mélange
 - Probabilité d'associer deux espèces très complémentaires dans un mélange
 - Probabilité d'occurrence d'une espèce « facilitatrice » dans un mélange





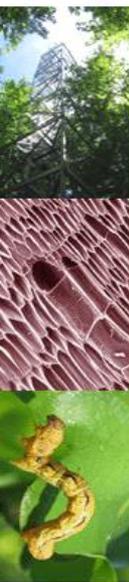
- Beaucoup moins d'études pour les forêts que pour les écosystèmes « herbacées » ou les mésocosmes aquatiques
- Observation de forêts existantes présentant des diversités contrastées
 - Corrélations diversité - fonction
 - Facteurs « non contrôlés » cachés (hétérogénéité, historique)
 - Certaines combinaisons d'espèces sont absentes

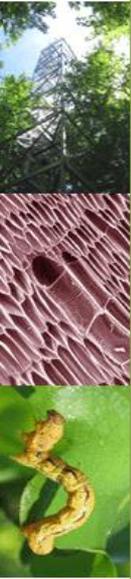


- Plantations expérimentales
 - Assemblages artificiels
 - Taille des placettes (effets de bordures)
 - Organisation spatiale simplifiée
 - Age identique, structure verticale simplifiée (aérienne et souterraine)
 - Stade juvénile, perturbation récente (impacts sur le sol, la végétation accompagnatrices ...)
 - Plus adaptées aux espèces à croissance rapide, aux plantations intensives
 - Nombre d'espèces limité, faible diversité génétique, réseau trophique simplifié

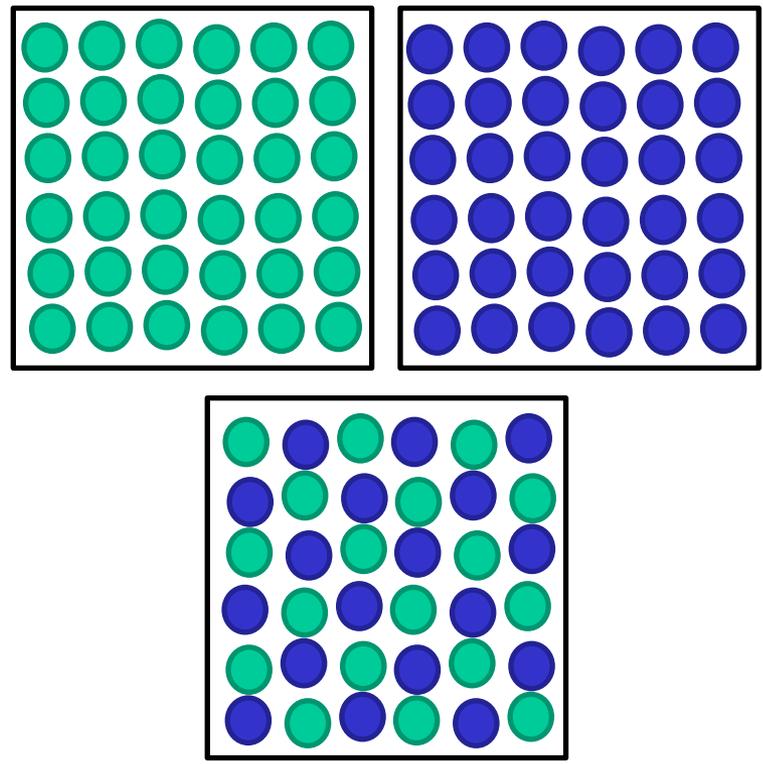
Mais :

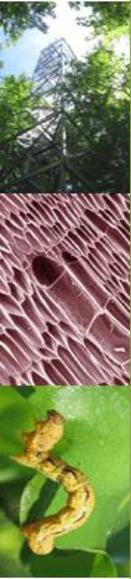
- permet une analyse plus fine des relations causales entre diversité et fonction



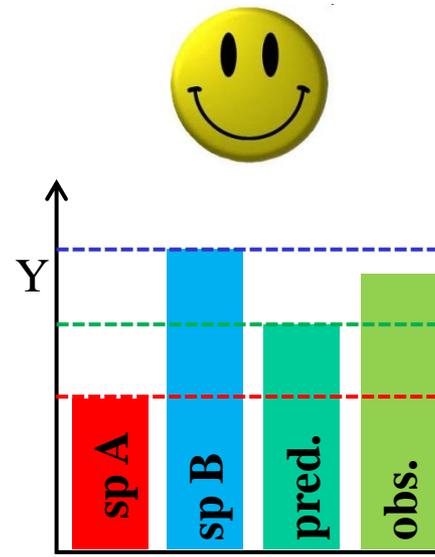
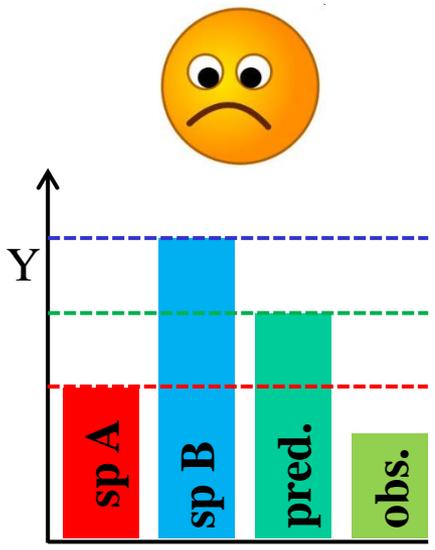


Mélange de deux espèces

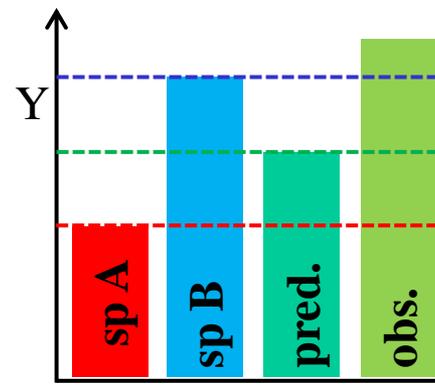
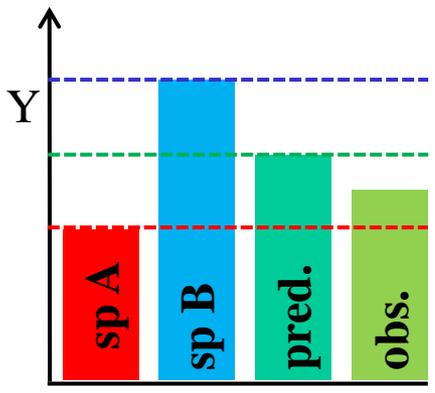




Diversité et production primaire



Overyielding

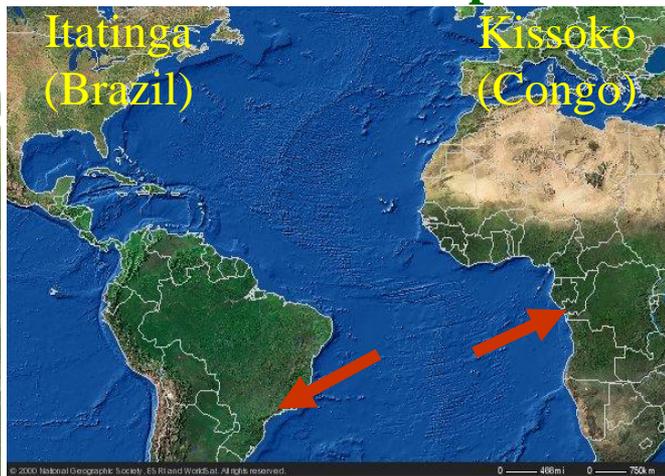


Transgressive overyielding

Diversité et production primaire : exemple

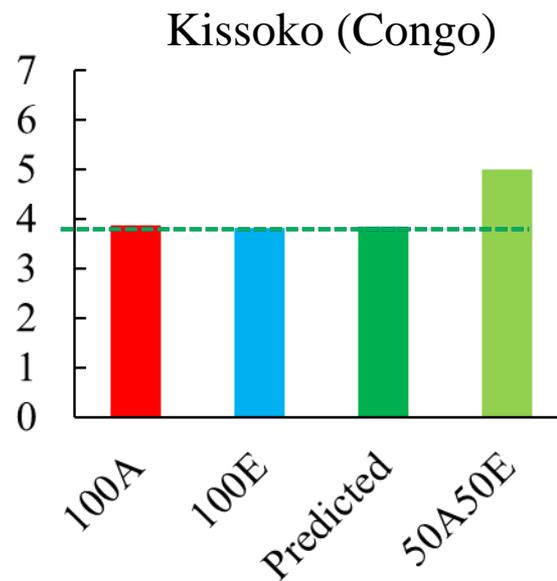
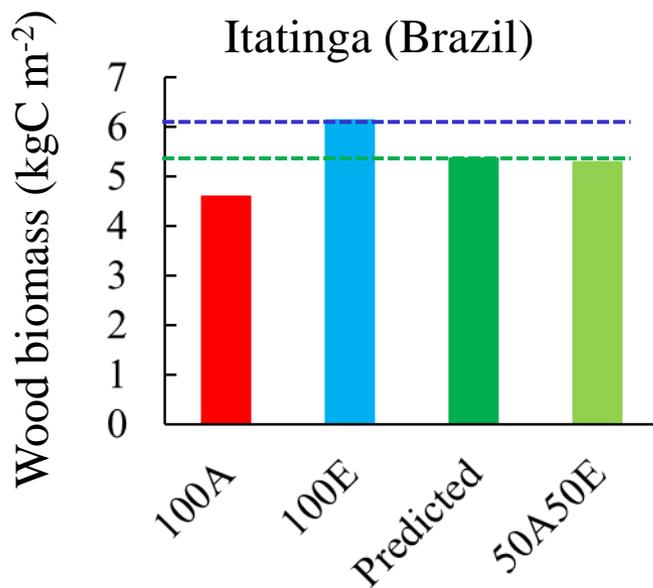


Itatinga



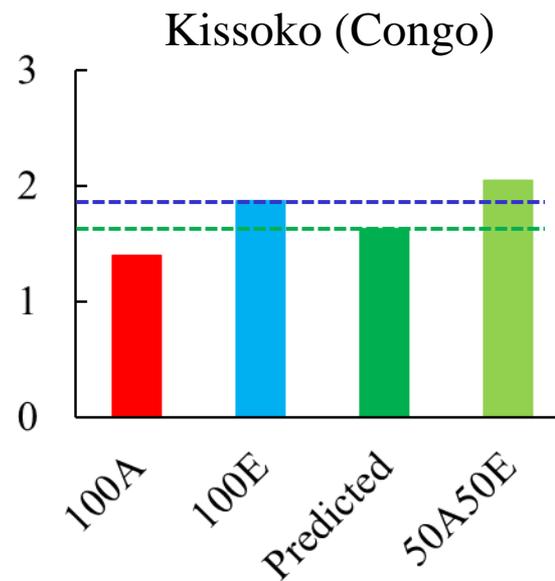
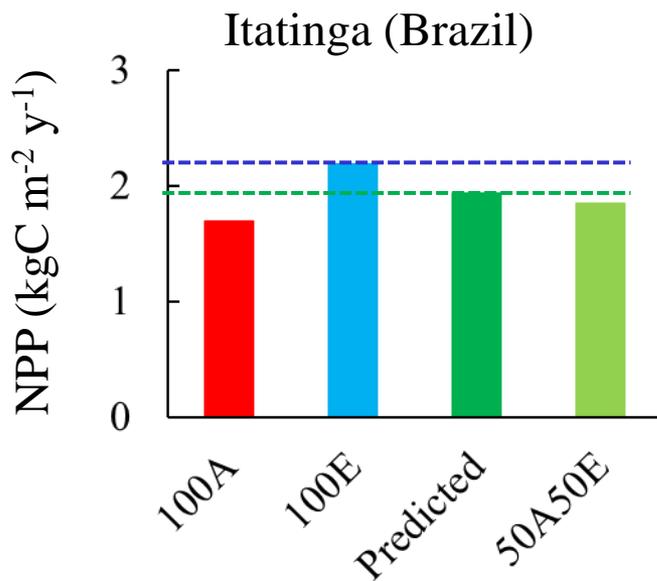
Kissoko

tropical	Climate	subequatorial
1300 mm (/ ≈ 1300)	<i>Rainfall (/ET)</i>	1200 mm (/ ≈ 800)
20°C	<i>Temperature</i>	25°C
ferralsols	Soil	ferralic arenosols
P limited (but fertilized)	<i>N / P status</i>	N limited
<i>E. grandis</i> / <i>A. mangium</i>	Stand	<i>E. urograndis</i> / <i>A. mangium</i>
1100 trees / ha	<i>density</i>	800 trees / ha
100A ; 100E ; 50A:50E	<i>treatments</i>	100A ; 100E ; 50A:50E
6 year-old	<i>age</i>	7 year-old



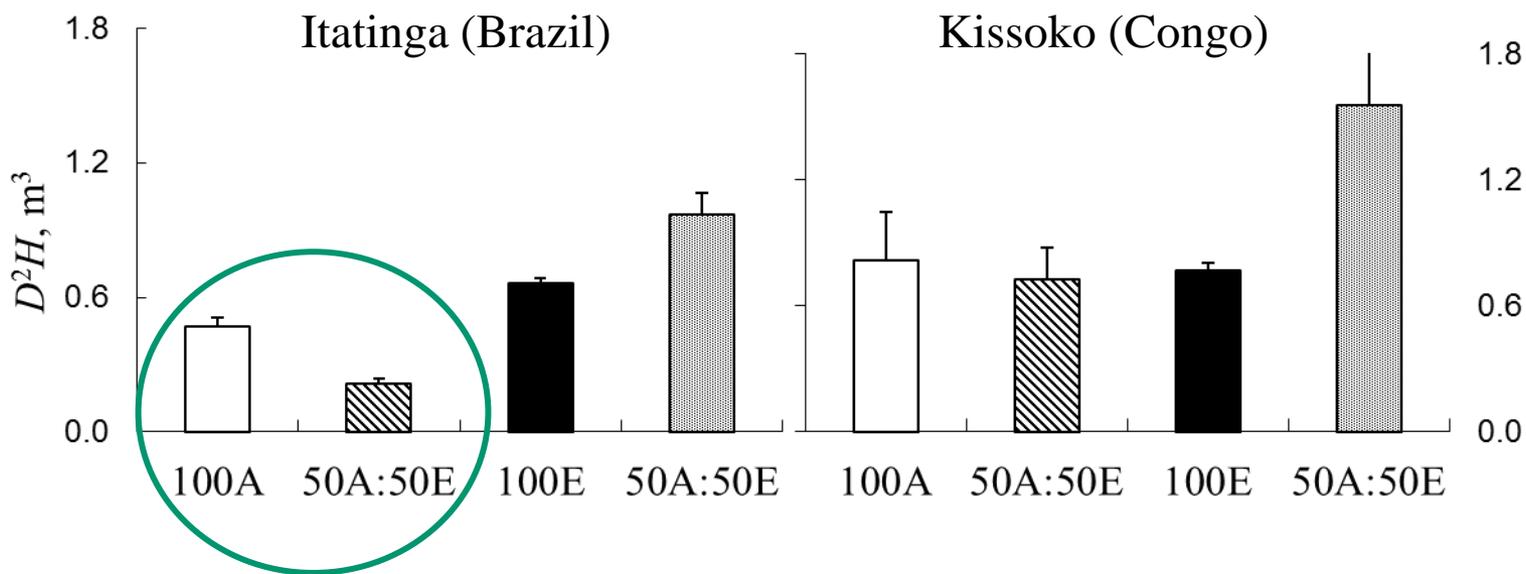
Transgressive overyielding

Epron et al. 2012



Transgressive overyielding

Epron et al. 2012



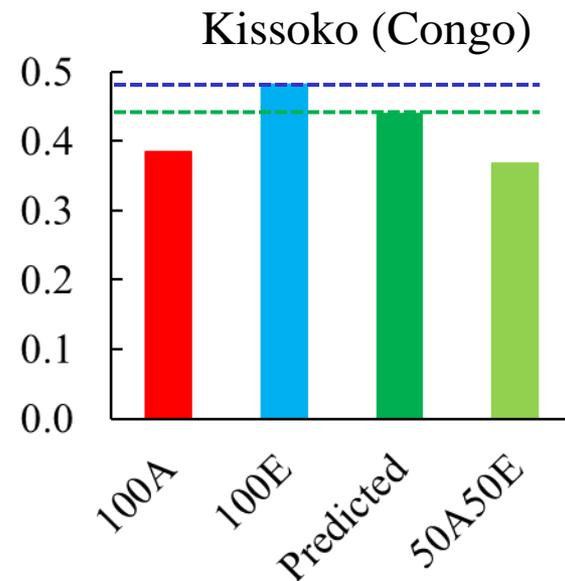
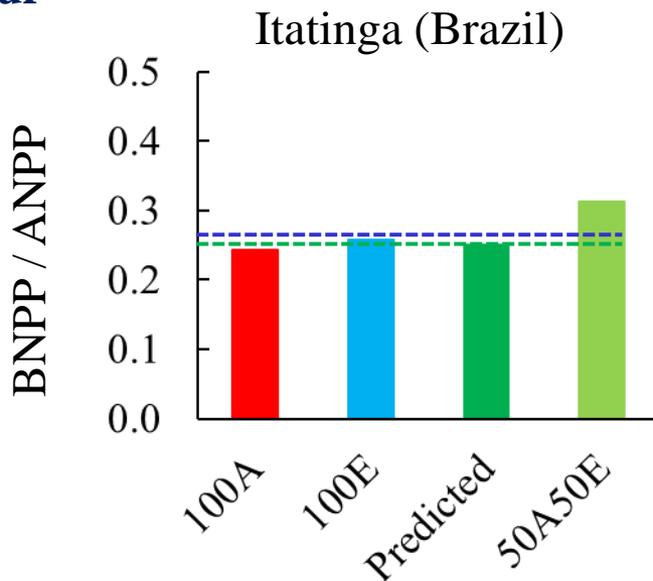
Compétition

Epron et al. 2012

**Fixation N₂ à 30 mois
dans 100A (gN m⁻² y⁻¹)**

**Stratification verticale
de la canopée**

**Compétition pour
l'eau**



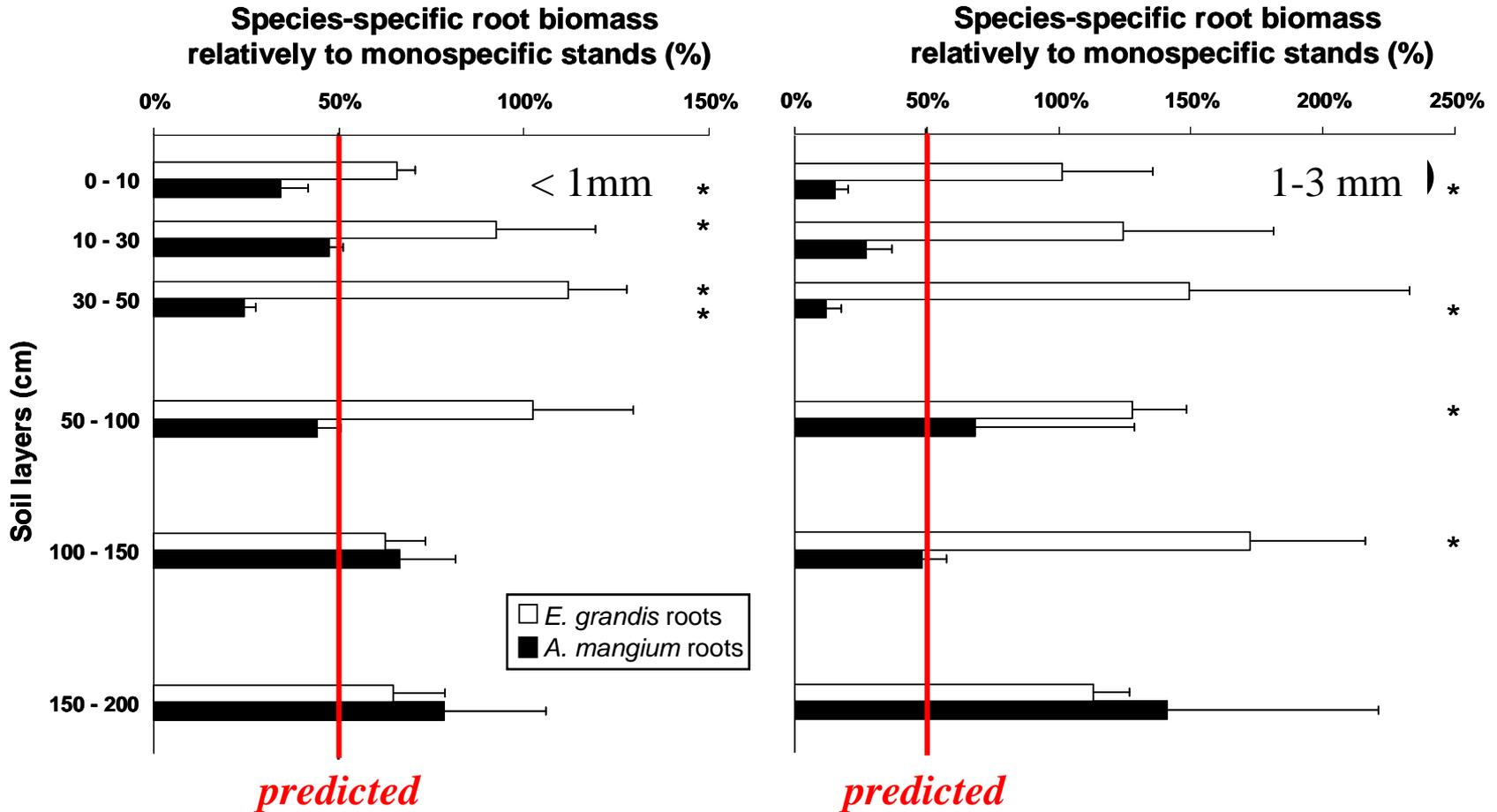
Compétition ?



Facilitation ?
Complémentarité ?

Epron et al. 2012

Itatinga (Brazil) : mélange Acacia -Eucalyptus



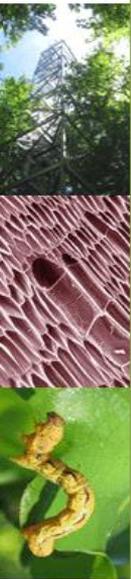
⇒ Modification de la distribution verticale des racines

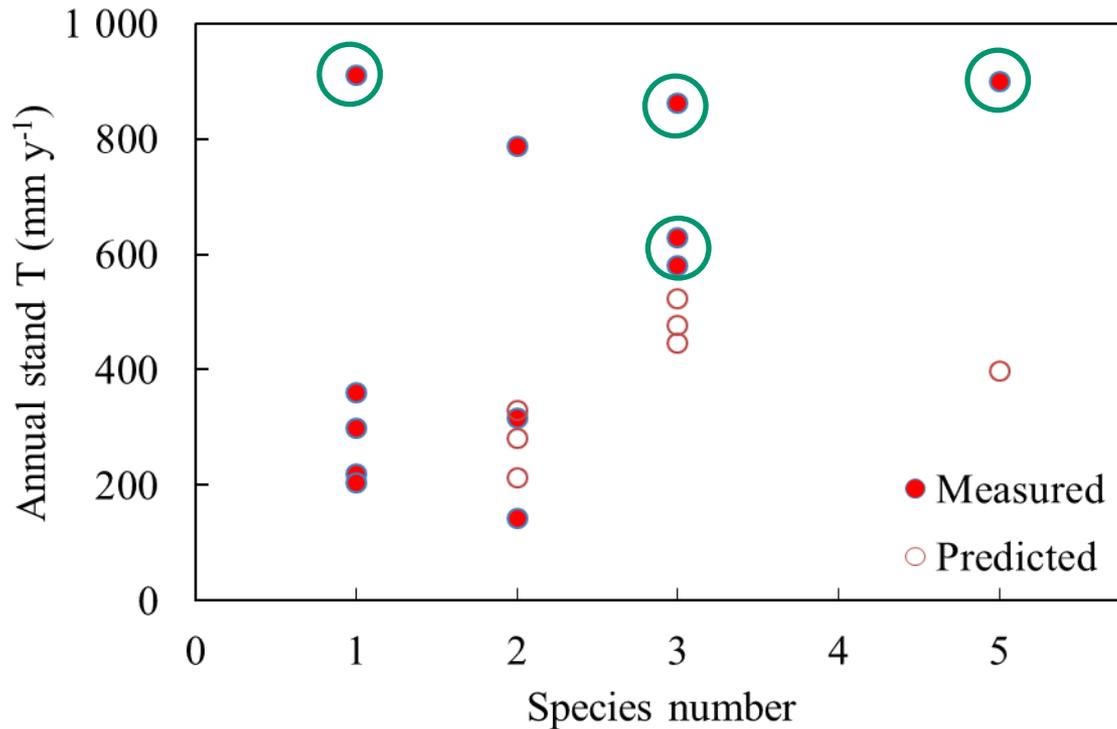
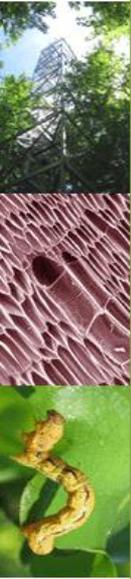
⇒ Pas de complémentarité de niche

Laclau et al. 2012

- Plantations forestières au Panama (Kunert et al. 2012 J. Applied Ecology)
- Design
 - 5 monocultures
 - 3 mélanges de deux espèces
 - 3 mélanges de 3 trois espèces
 - 1 mélange de 5 espèces
- Caractéristiques
 - Age : 7 ans
 - Hauteur moyenne : 5-10 m
- Mesures
 - Flux de sève
 - Biomasse aérienne (allométrie)

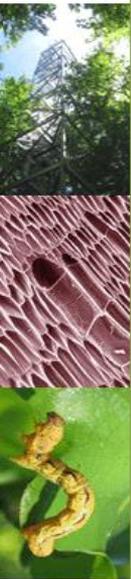
Kunert et al. 2012



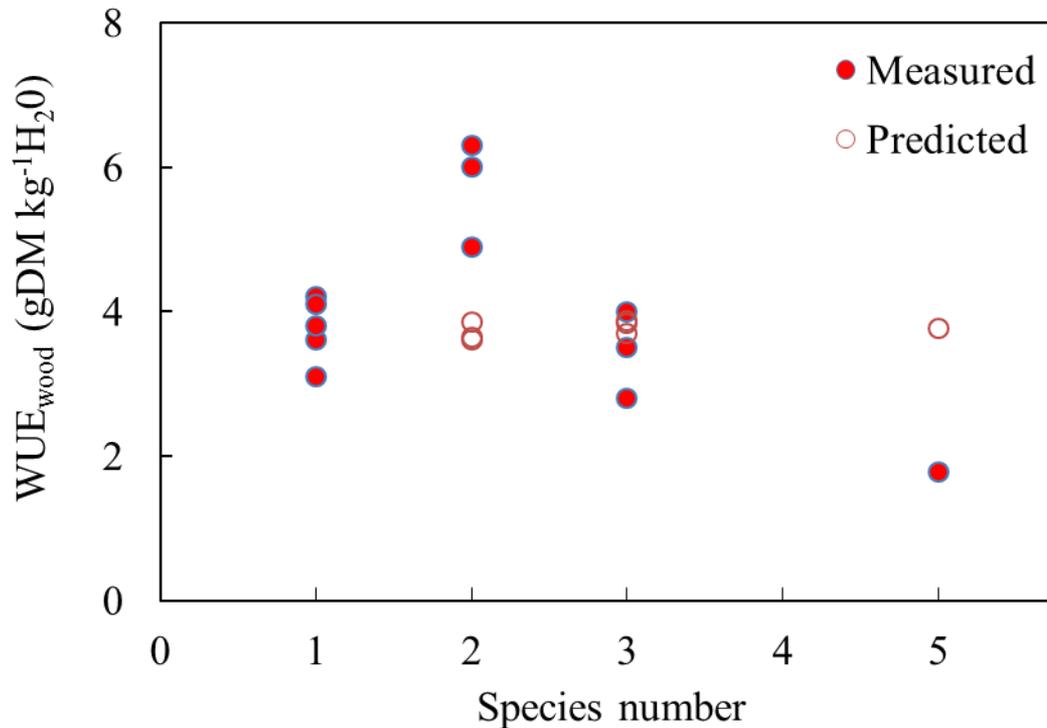


- Effet « sélection » ?
- T mesurée > T prédite
- Complémentarité (accès à l'eau) ?
- Augmentation de la rugosité du couvert donc de l'évapotranspiration ?

Kunert et al. 2012

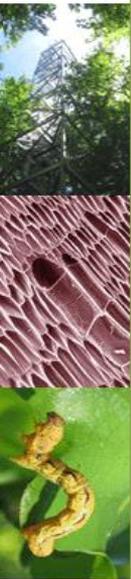


Efficacité d'utilisation de l'eau : exemple



- Augmentation de WUE pour les mélanges de deux espèces
- Diminution pour le mélange des cinq espèces
- Une plus grande utilisation d'une ressource ne signifie pas une meilleure efficacité d'utilisation de cette ressource
- Conflit entre diversité et économie de l'eau (lien avec CC)

Kunert et al. 2012



- Intérêt des mélanges d'espèces dans un contexte d'adaptation des forêts au changement climatique
 - résilience
 - utilisation de l'eau (complémentarité)
 - relation avec les autres usages de l'eau (partition eaux vertes / eaux bleues)
- Intérêt des mélanges d'espèces dans un contexte de l'intensification des prélèvements en forêts
 - fertilité des sols à long terme
 - facilitation / complémentarité
- Assemblage dirigé
 - sélection / diversité

