

Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes:

des études formelles aux applications,
de la prairie à la forêt

Jacques Roy

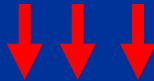
CEFE - CNRS Montpellier

Changements globaux

Perte de biodiversité

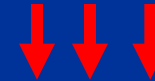
Changements atmosphériques

Nombre et type d'espèces



Fonctionnement écosystème

CO₂, N, T°^c, H₂O



Fonctionnement écosystème

herbacés

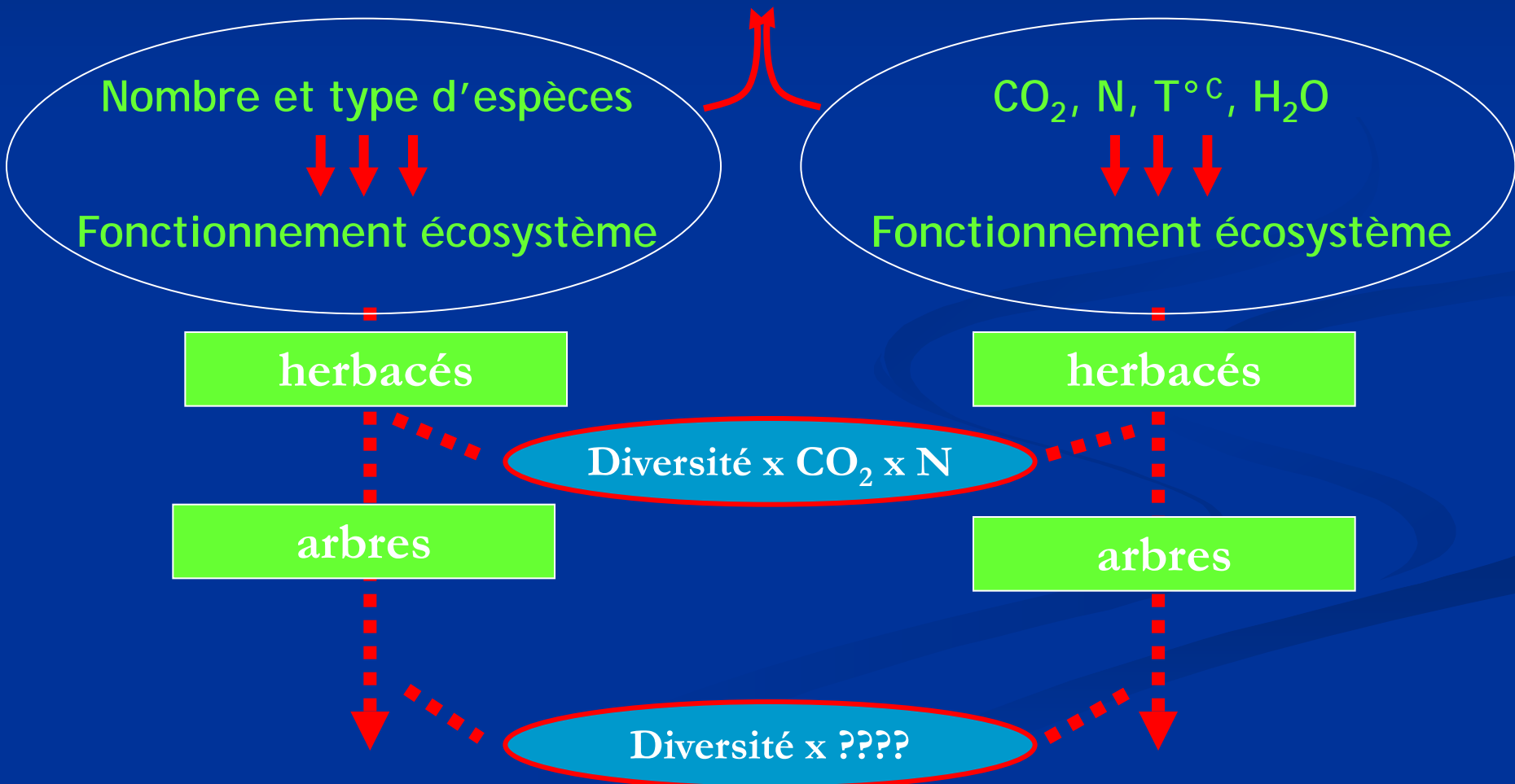
herbacés

Diversité x CO₂ x N

arbres

arbres

Diversité x ????



Nécessité d'études formelles

Diversité verticale (inter niveaux trophiques) *vs.* Diversité horizontale

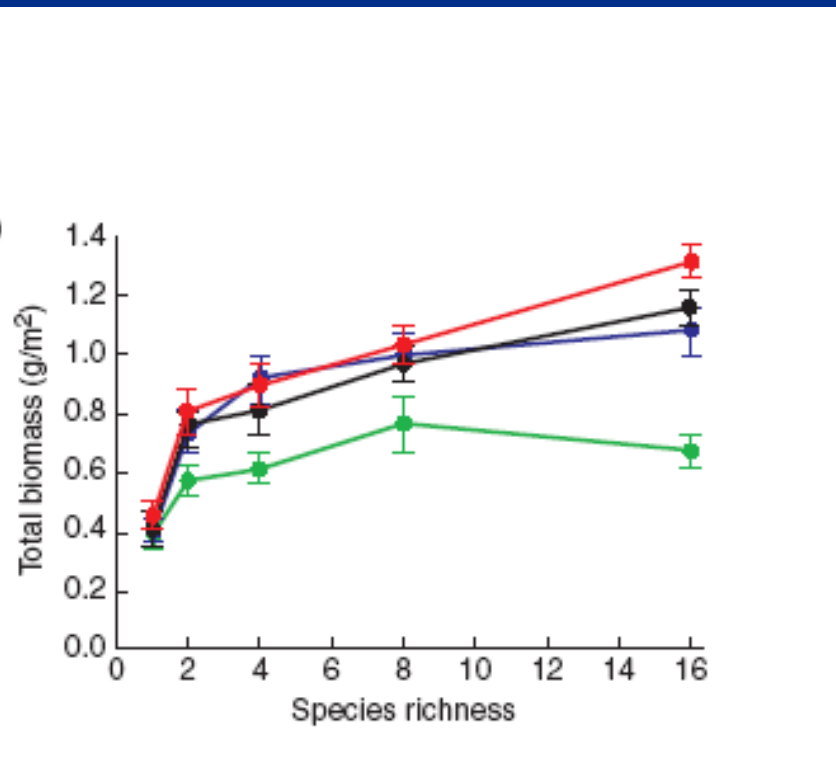
Théorie de la neutralité *vs.* Théorie de la niche

Observations *in situ* *vs.* Expérimentation

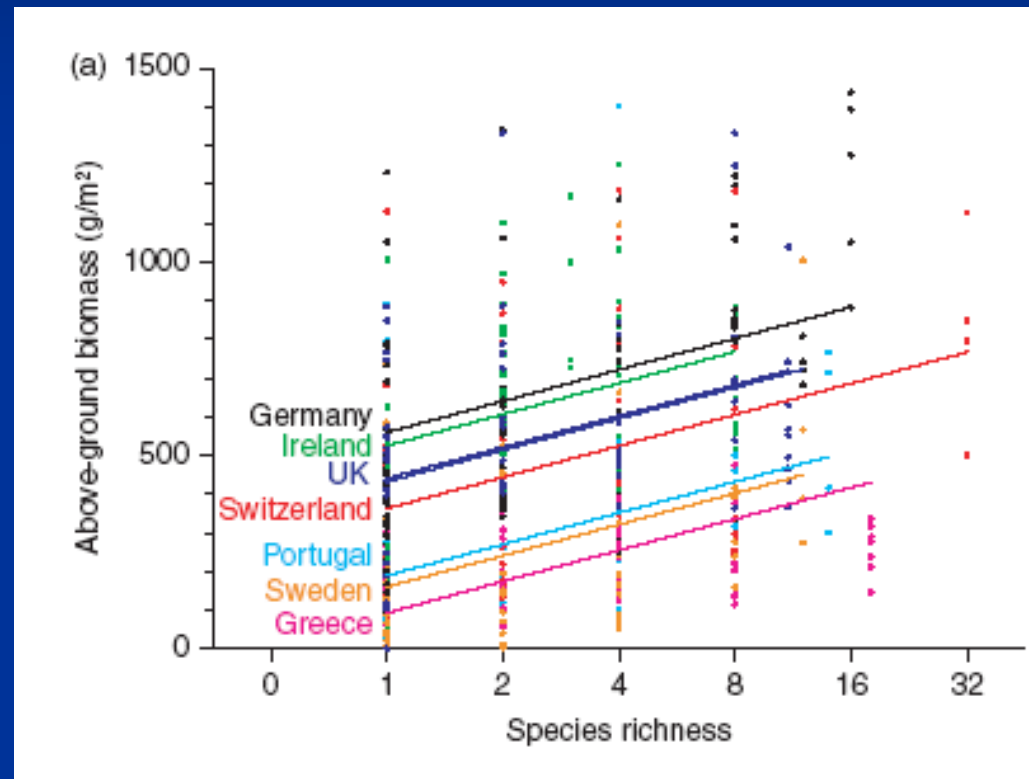
Délétion ou addition d'espèces *vs.* Assemblage synthétiques d'espèces

Assemblage aléatoire d'espèces *vs.* Assemblage directionnel

Effet positif de la biodiversité sur la productivité d'écosystèmes herbacés



Tilman et al. 2001

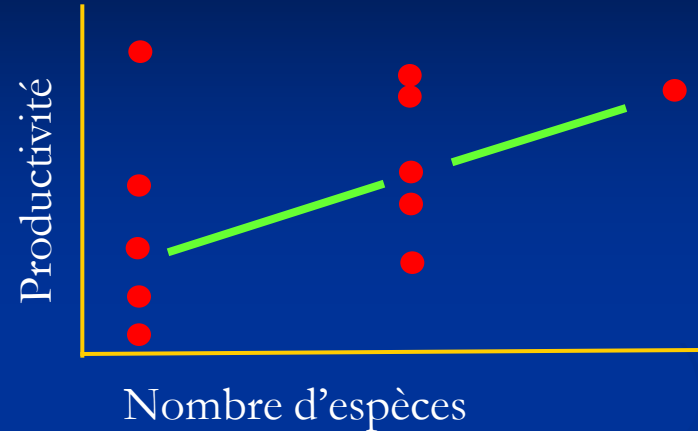


Hector et al. 1999

Mécanismes à la base de cet effet positif

Effet d'échantillonnage

- Dominance dans les mélanges des espèces les plus productives
- (Possibilité de dominance des espèces les moins productives)



Complémentarité entre espèces pour l'utilisation des ressources

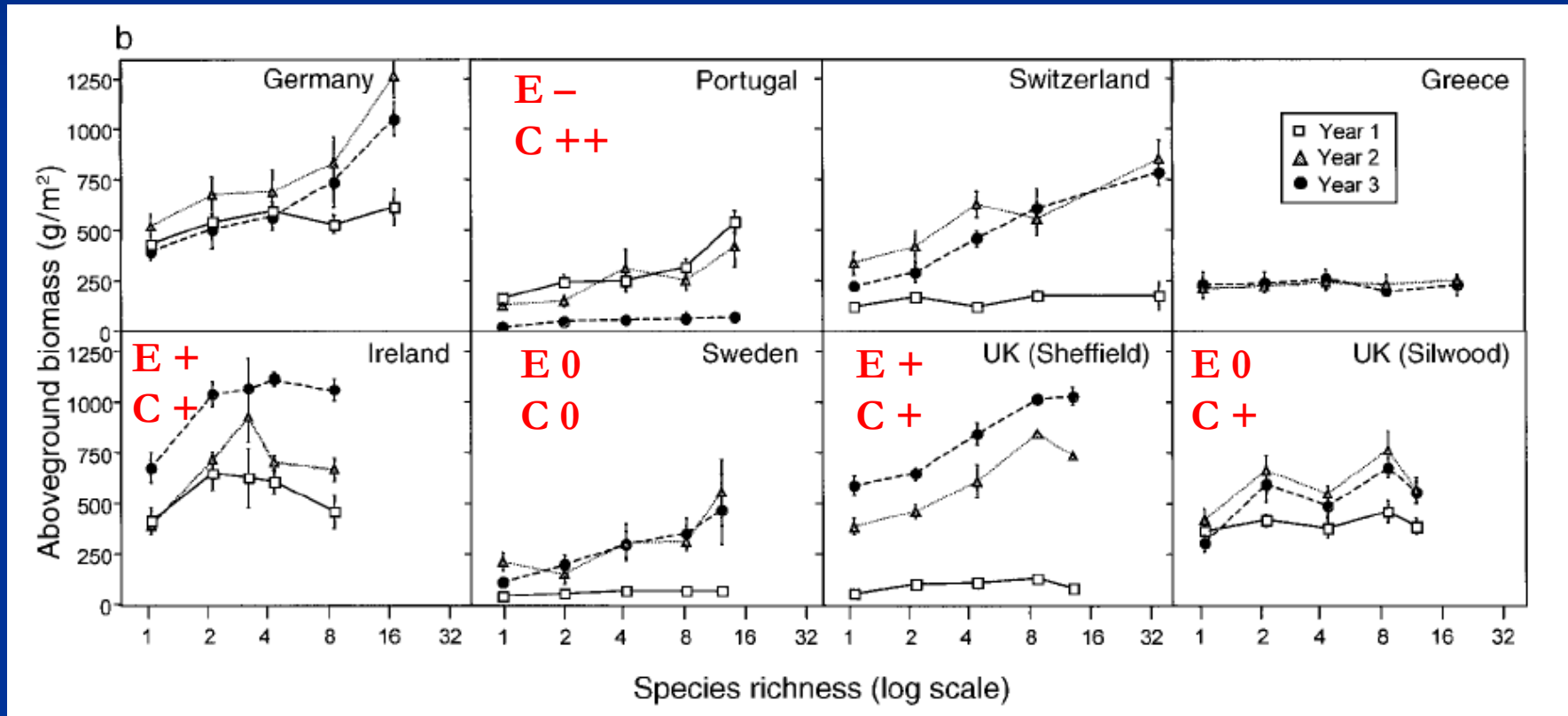
- Différentes morphologies aériennes → utilisation plus complète de la lumière incidente
- Différentes profondeurs racines ou formes chimiques des éléments absorbés → plus grande absorption minéraux, moins de lessivage
- Différentes phénologies → utilisation plus complète des ressources sur l'année

Facilitation entre espèces

- Transfert N fixé par légumineuses
- Création microclimat
- Support physique

Quels mécanismes dominant ?

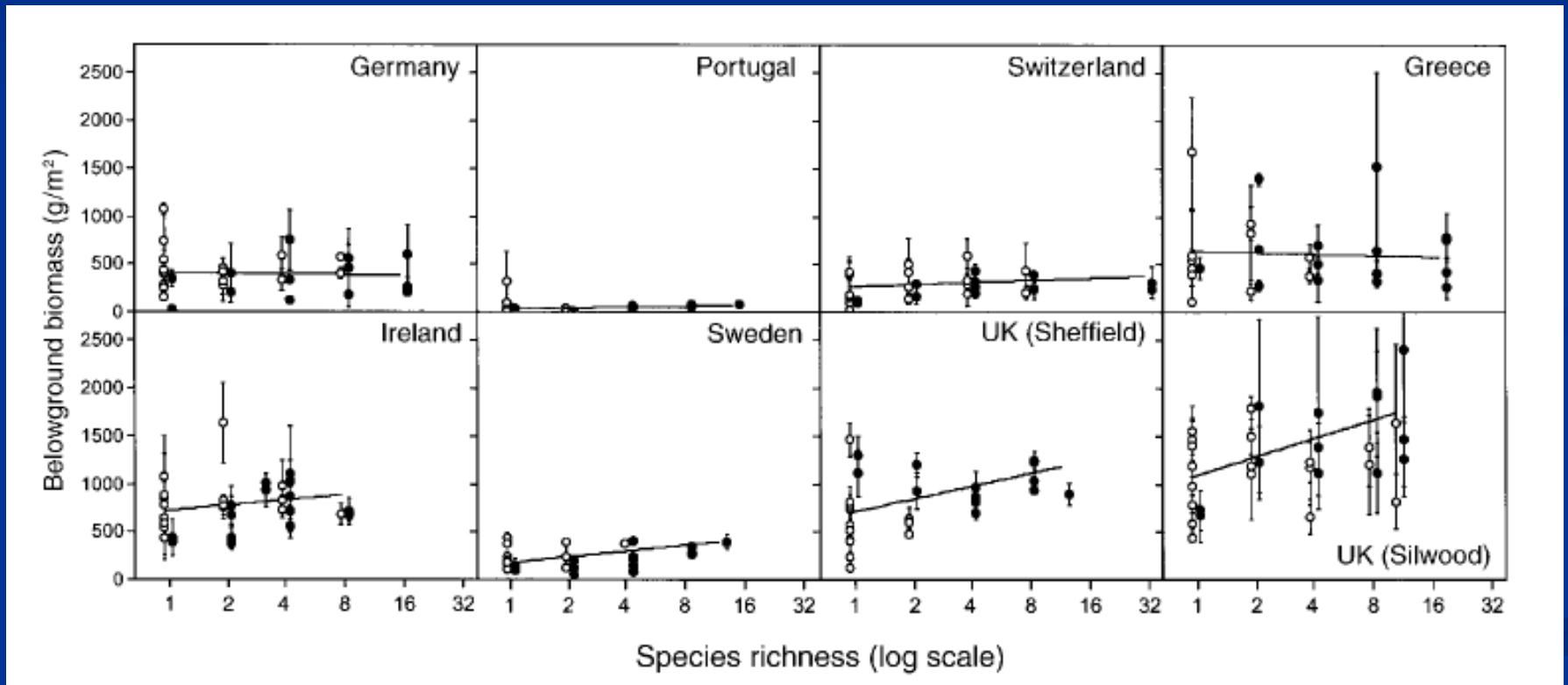
Biomasse épigée : site + block 37% richesse 6 % identité 17 %



Biodepth: Spehn et al., in press

Quels mécanismes dominant ?

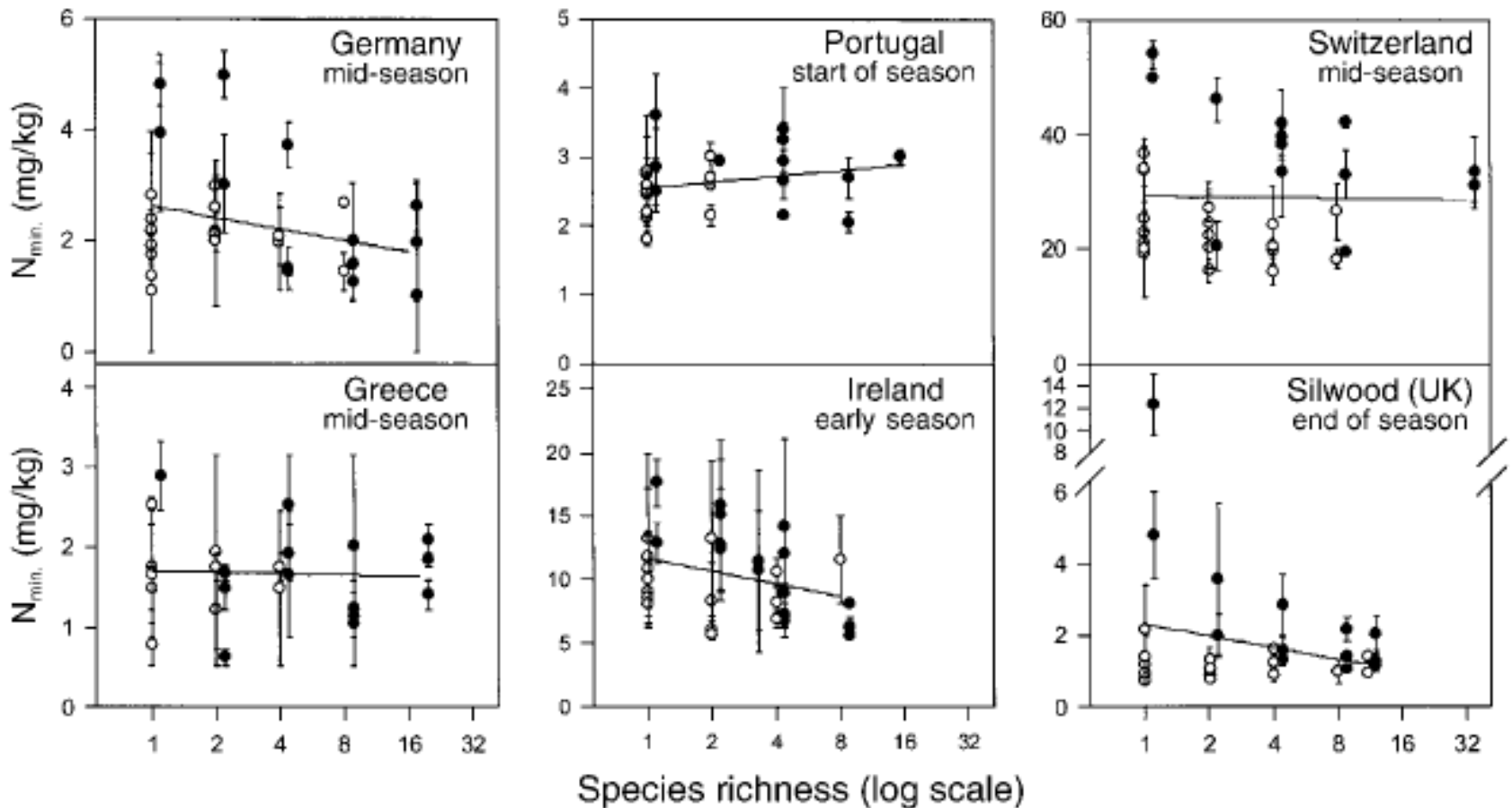
Biomasse racinaire : site + block 54 % richesse 2 % identité 19 %



Biodepth: Spehn et al., in press

Quels mécanismes dominant ?

Azote sol : site + block 79 % richesse 1 % identité 12 %



Biodepth: Spehn et al., in press

Au-delà de Biodepth ?

Importance de l'effet identité des espèces:

→ Etude de cet effet en monoculture:

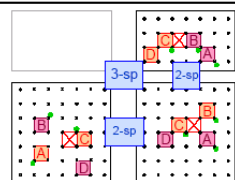
- Impact de la substitution d'espèces sur le sol (exposé Jacques Ranger)
- Recherche de relations entre type d'espèces et fonctionnement du sol
(Diprototroflux guyanensis)



dirt road

CIRAD Plantation in Paracou: Experimental design

16 *Caryocarp glabrum*



15 *Diploptoris purpurea*

13 *Pletonia insignis*

- Legend of symbols:
- plots within monocultural stands
 - trenched plots
 - spare plot (same pretr. like subpl.)
 - individual litter traps
 - individual tree stems (3 m apart)
 - trees that died during the last 20 yrs
 - diversity plots (2-, 3-, and 4-species)

Experimental design:

4 plots (3x3 m) within 16 monoculture plots (20x20 m), 2 of them trenched, litter removal from half of each plot

Hierarchical design of 16 species x 2 trenching treat. x 2 litter removal treat. x 2 replicates = 128

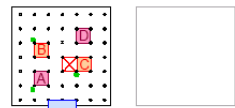
Identification of monoculture plots: # 1 through 16

Identification of plots within stands: A, B, C, D

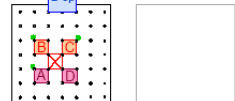
Diversity plots:

- 14 two-species plots
- 4 three-species plots
- 2 four-species plots

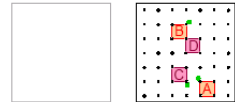
14 *Hymenaea courbaril*



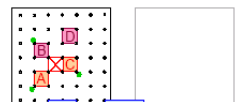
12 *Vochysia densiflora*



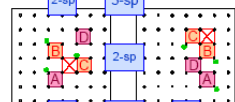
11 *Symphonia globulifera*



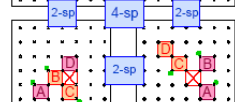
10 *Goupia glabra*



8 *Simarouba amara*



9 *Peltogyne venosa*



6 *Virola melinonii*



7 *Eperua falcata*

4 *Carapa guianensis*

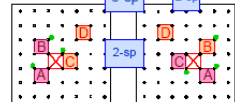


5 *Protium insigne*



3 *Sterculia excelsia*

2 *Dicorynia guianensis*



1 *Qualea coerulea*

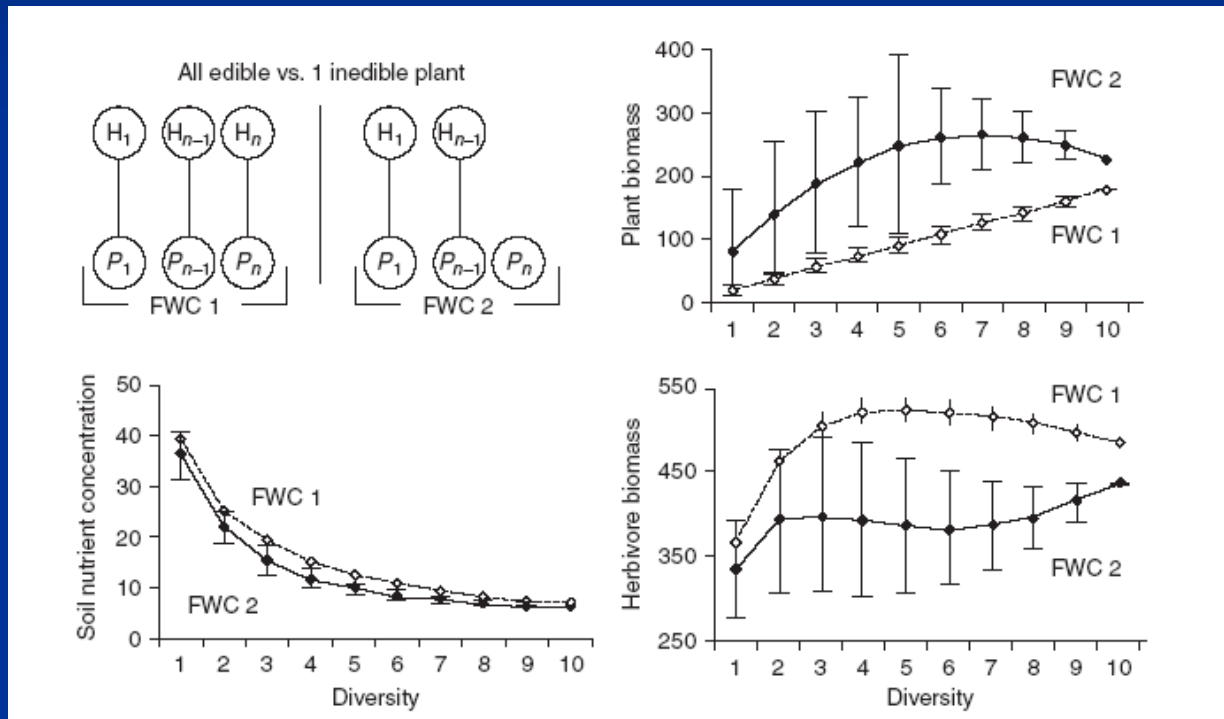
Diprotroflux guyanensis



Au-delà de Biodepth ?

Variation multitrophique de la diversité :

- Thébault et Loreau 2003

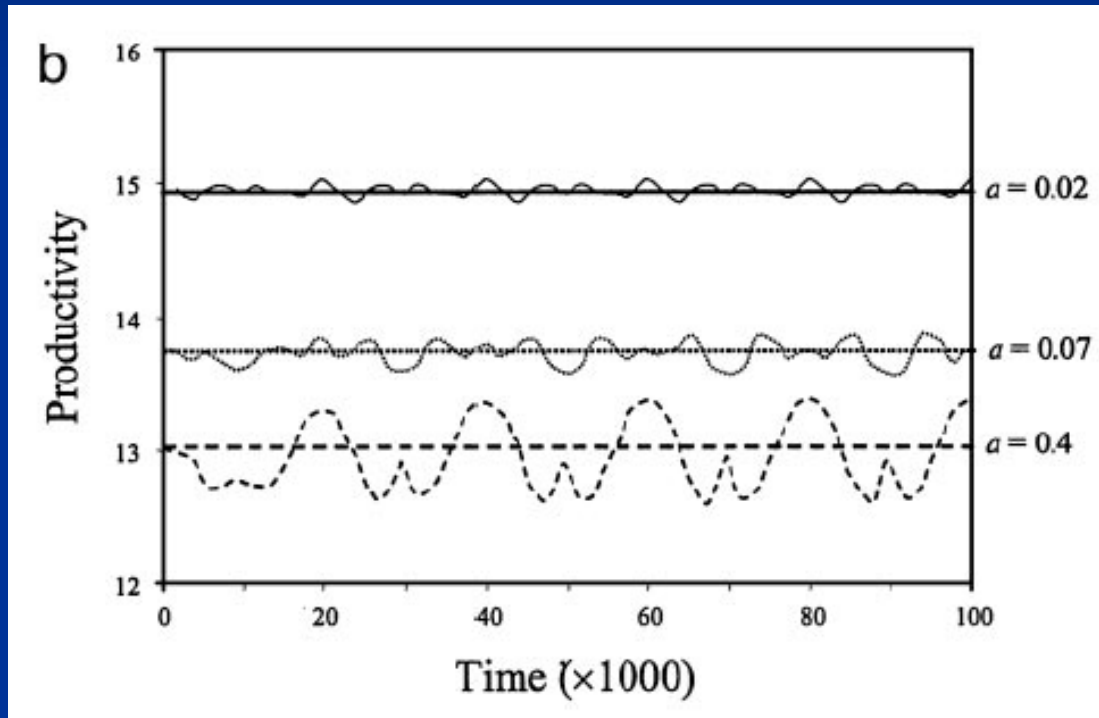


- Exposé Eric Chauvet: Diversité essences forestières et diversité / fonctionnement écosystèmes lotiques associés

Au-delà de Biodepth ?

Hypothèse assurance :

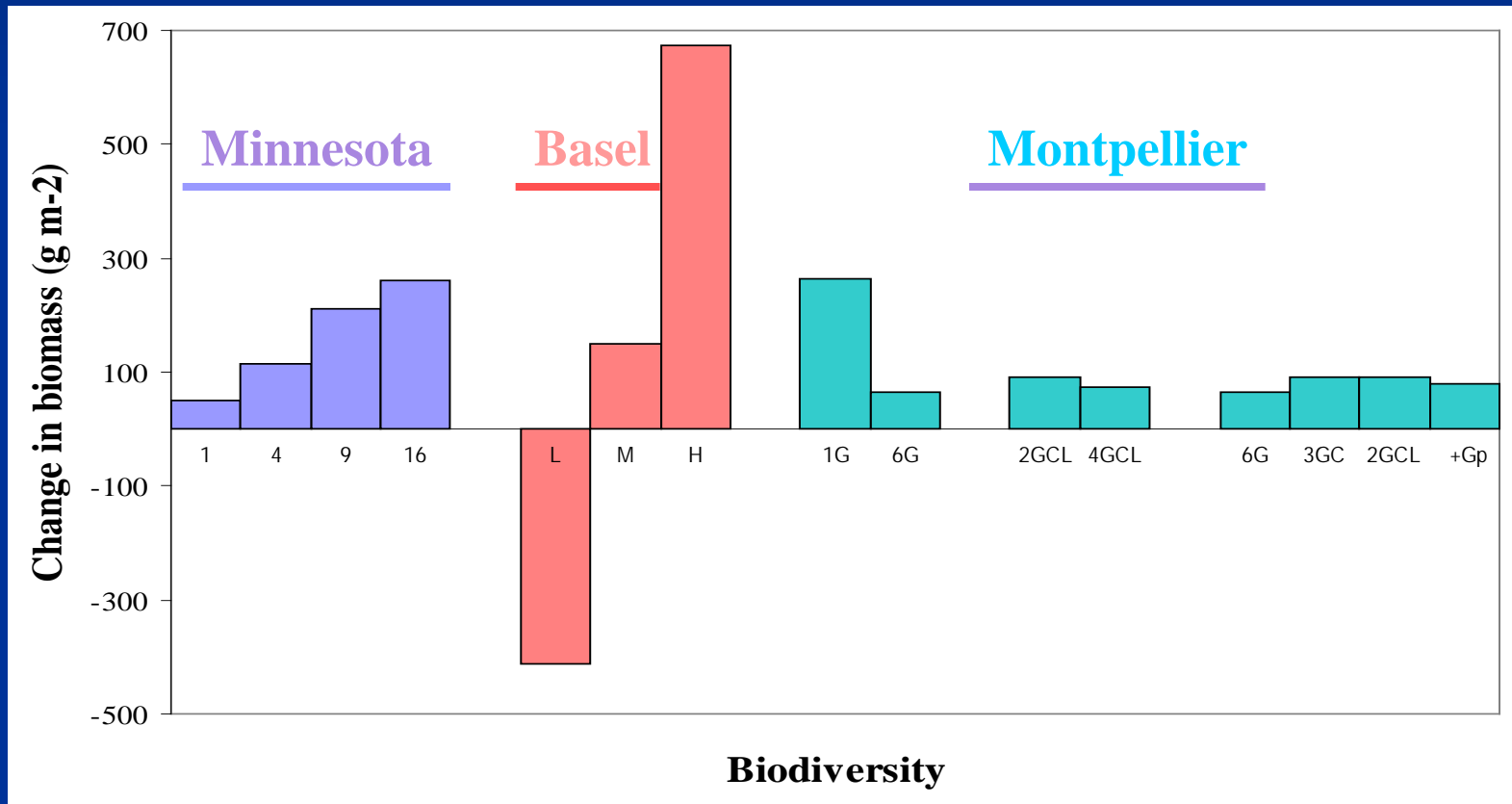
- Loreau et al. 2003



- Exposé Hervé Jactel : Diversité essences forestières et résistance aux ravageurs
- Exposé Marc Buée : Diversité ectomycorhizes et résilience à la sécheresse

Biodiversité X chgts atmosphériques

Interaction biodiversité augmentation du CO₂



De la prairie à la forêt

Récentes manipulations de la diversité des essences forestières

Biome	Country	Planting	No. of sites	Plot size	Total no. of plots	Diversity variables	Diversity gradients
Boreal	Finland	1999	3	0.04 ha	114	Species richness Number of functional groups	1, 2, 3, 5 Species Deciduous/coniferous vs. mixed
Boreal	Finland	2000	1	0.04 ha	49	Within-species genetic diversity of <i>Betula pendula</i>	1, 2, 4, 8 Clones
Temperate	Germany	2003/2004	2	1.2 ha 0.6 ha	40 16	Species richness Species richness	1, 2, 4, 6 Species 1, 2, 3, 4 Species
Temperate	Germany	2003	1	0.2 ha	25	Functional diversity (FD ^d)	Very low, low, high, very high FD
Tropical	Panama	2001	1	0.2 ha	24	Species richness Identity of functional groups	1, 3, 6 Species Pioneer, shade-tolerant, intermediate
Tropical	Panama	2003	1	0.03 ha	24	Species richness Assemblage identity	6, 9, 18 Species 4 Different assemblages
Tropical	Borneo	2002/2003	1	4.0 ha	124	Species richness Generic diversity (no. of genera) Tree height (short, medium, tall)	1, 4, 16 Species 2 vs. 4 Genera 2 vs. 3 Height classes

Récentes manipulations de la diversité forestière

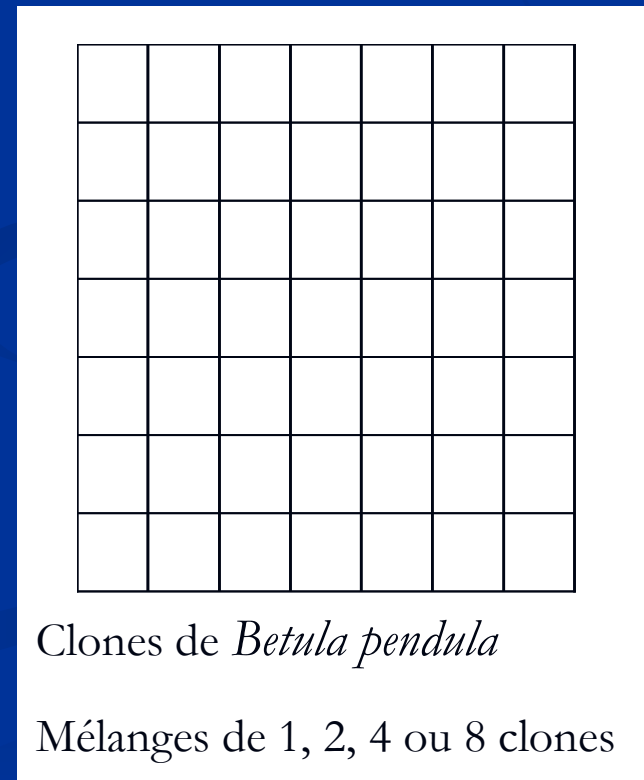
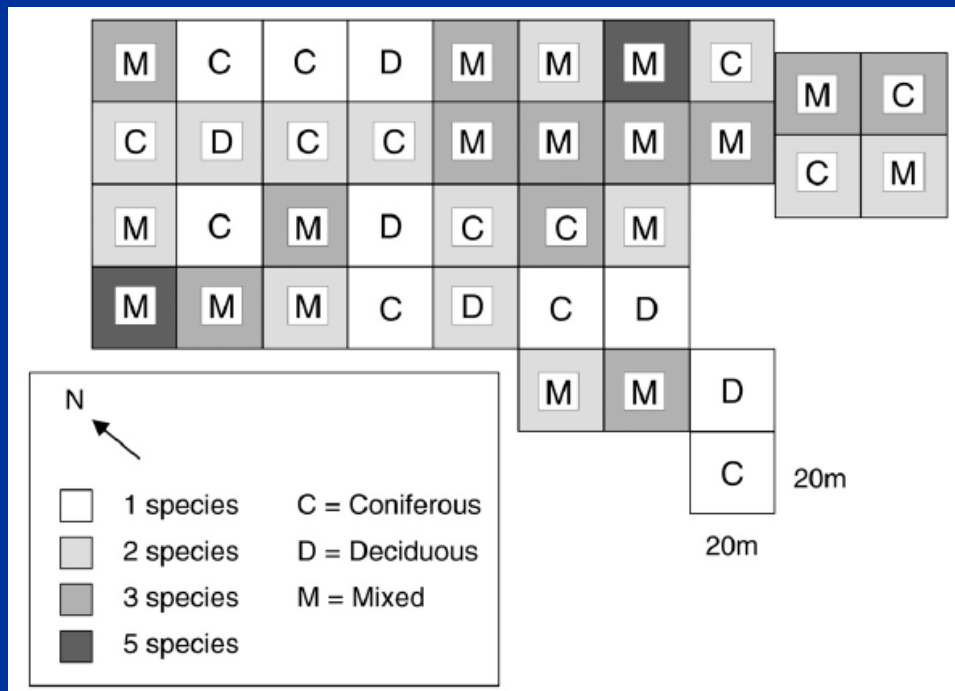
Finlande (J. Koricheva)

Espèces importance économique

Groupes fonctionnels: conifères, décidus

Espèce exotique (*Larix sibirica*)

Diversité génétique: clones



Récentes manipulations de la diversité forestière

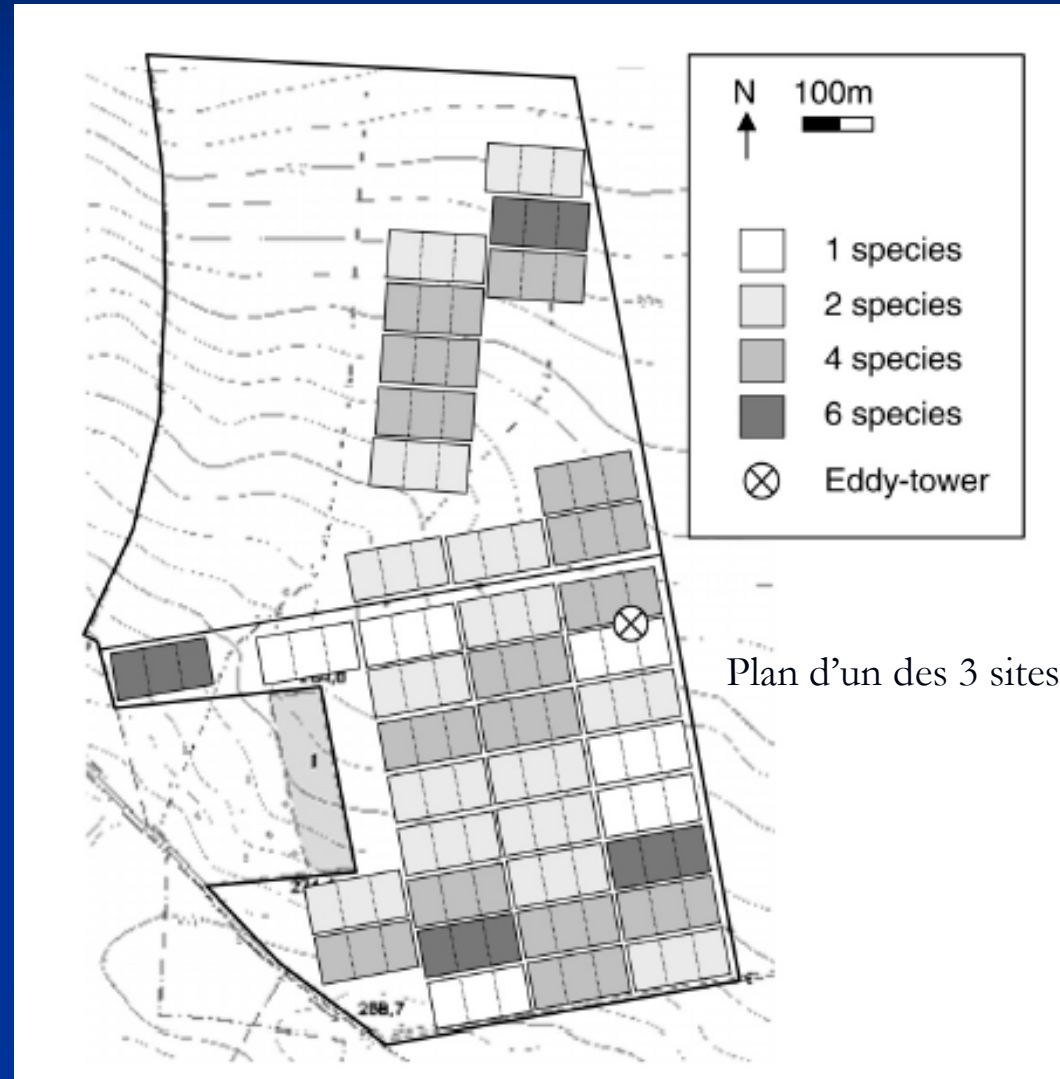
Allemagne (M. Sherer-Lorenzen, E.-D. Schulze)

Reboisement par entreprise routière

Nombre d'espèces x 3 types de sol

Groupes fonctionnels / utilisation ressources

Nombre d'espèces x Gestion forestière



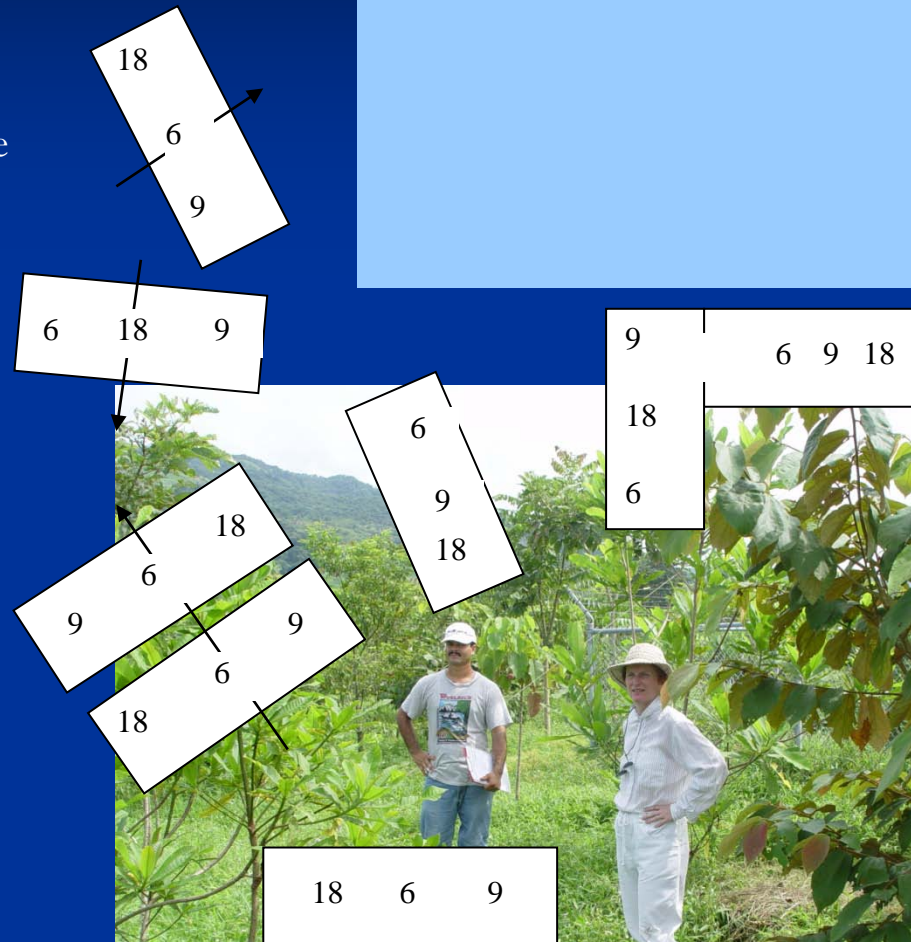
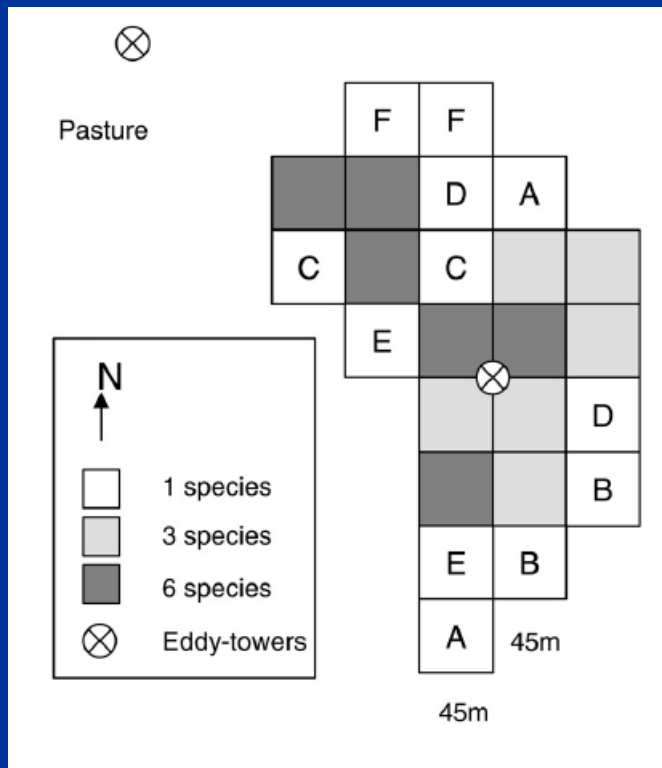
Récentes manipulations de la diversité forestière

Panama (C. Potvin)

Cycle et puit carbone (tours à flux)

Groupes fonctionnels: vitesse croissance

Nombre d'espèces x topographie



2004

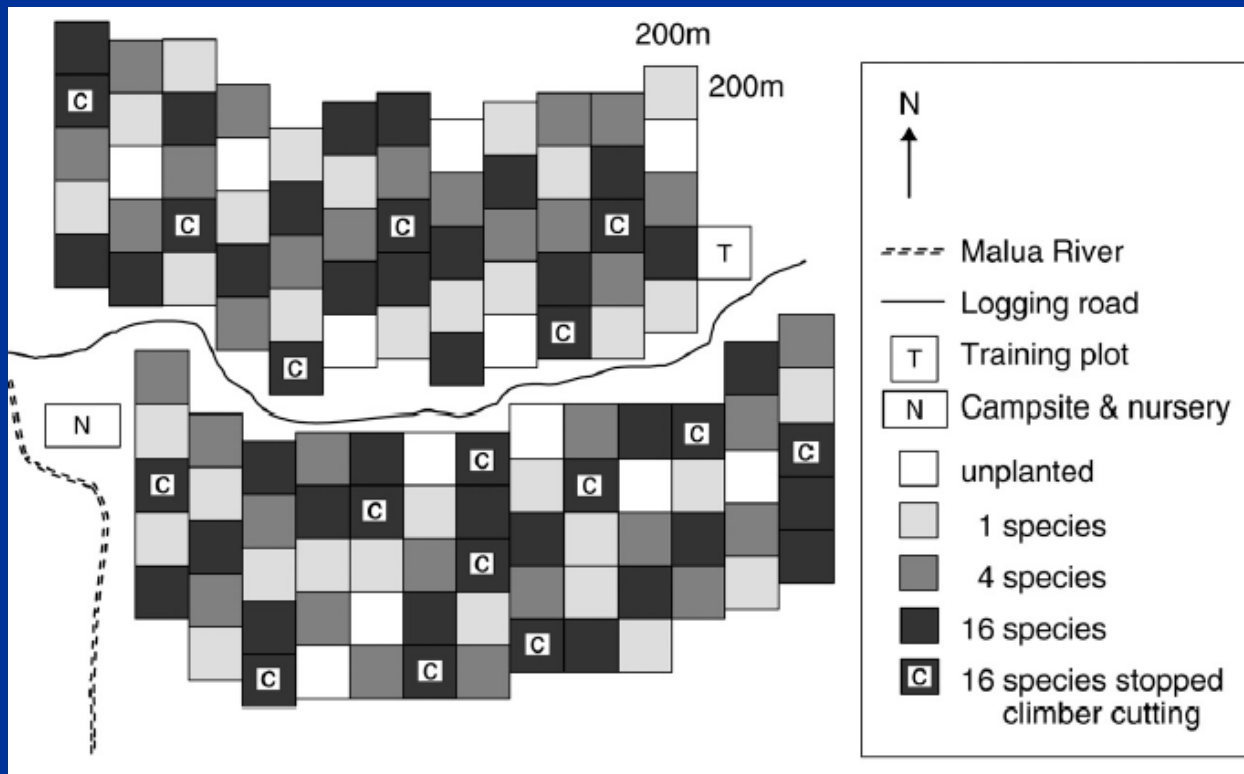
Récentes manipulations de la diversité forestière

Borneo (A. Hector, Ch. Godfray)

Reforestation after logging, Forestry corporation (carbon offset)

Canopy thickness (short, medium, tall species)

Management practises



Potential response variables

Survival and establishment

Timber production

Carbon sequestration

Nutrient retention

Hydrology and erosion

Herbivory

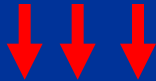
Associated biodiversity

Changements globaux

Perte de biodiversité

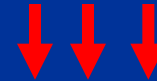
Changements atmosphériques

Nombre et type d'espèces



Fonctionnement écosystème

CO₂, N, T^{°C}, H₂O



Fonctionnement écosystème

herbacés

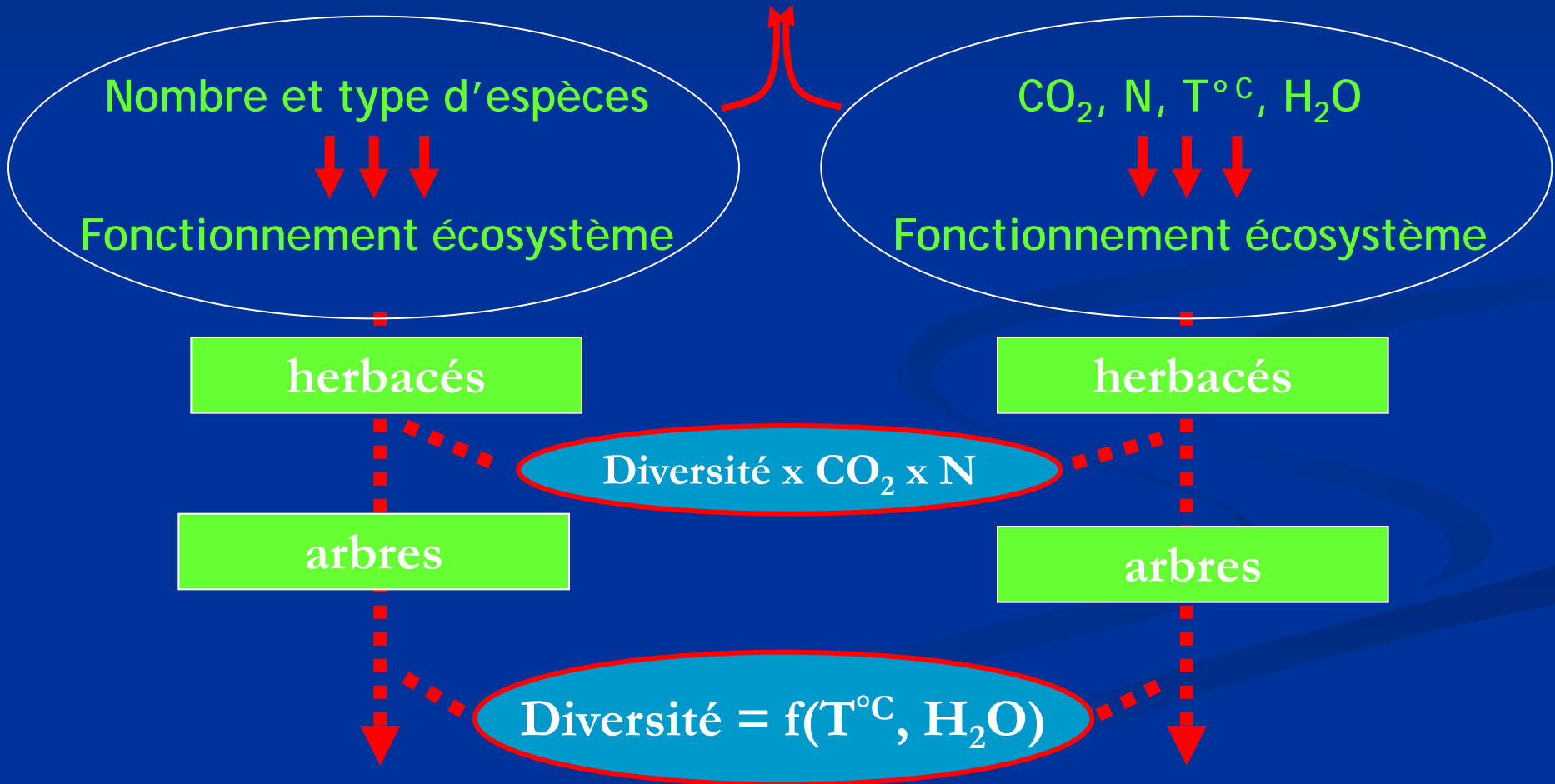
herbacés

Diversité x CO₂ x N

arbres

arbres

Diversité = f(T^{°C}, H₂O)



Éléments pour une expérimentation française ?

La biodiversité pour faire face au changement climatique

Hypothèses	Expérimentations actuelles	Nouvelle expérimentation
Nombre d'espèces	+++	--
Nbre groupes fonct effet	++	--
Nbre groupes fonct réponse	--	+++
Hypothèse assurance	--	+++
Diversité génétique	+	+++
Diversité sp. x div génétique	--	++
Approche multi-site	++	++