



**Quelle diversité des essences forestières  
pour quelle production  
et quel fonctionnement du sol ?**

**QUESTION**

**Une analyse des conséquences de la dissimilarité fonctionnelle des espèces  
sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers**

Appel d'offre GIP Ecofor 'Biodiversité et Gestion Forestière' 2005

Coordinateur: Jacques ROY

# La mesure de la biodiversité

**Structure**

**vs.**

**Composition**

Nombre, Proportion sp.

Propriétés sp.

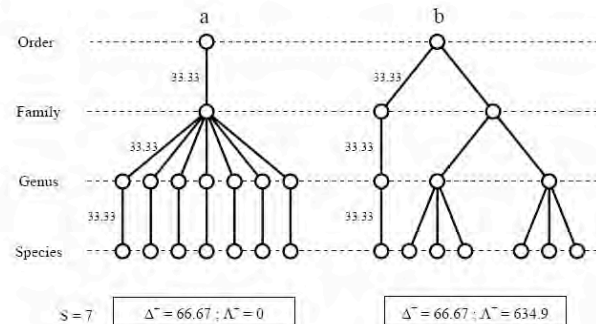
Richesse spécifique

Nombre groupes fonctionnels

Equitabilité

Dissimilarité fonctionnelle

**Divergence taxonomique**

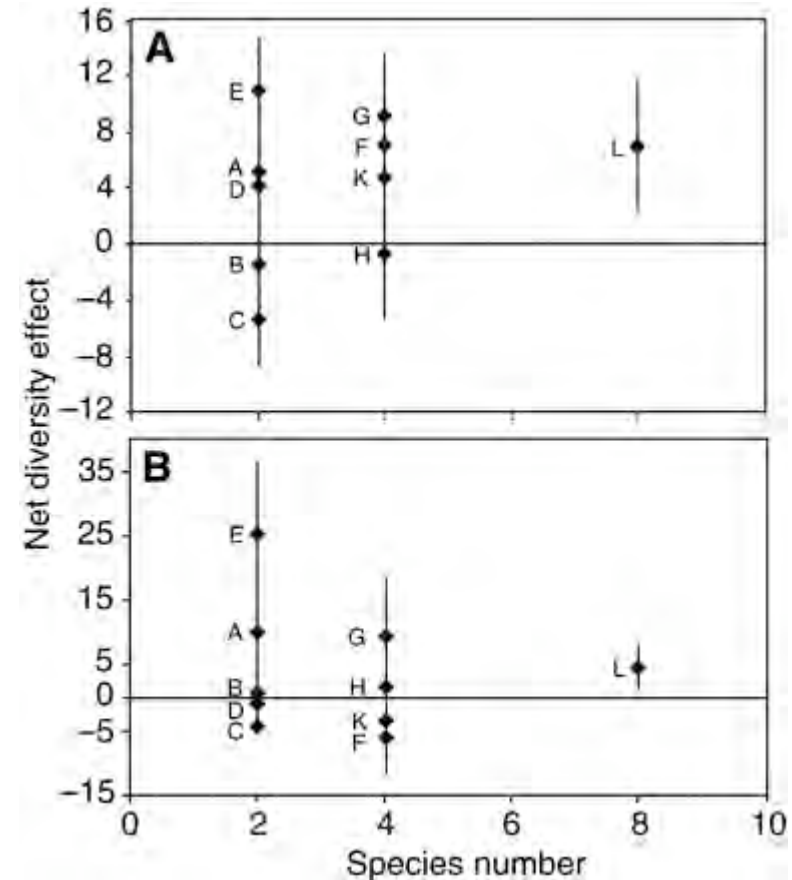


# Exemple: diversité faune et décomposition litière

Litter feeders:

*Aporrectodea caliginosa*  
*Allolobophora chlorotica*  
*Lumbricus rubellus*  
*Trachelipus rathkii*  
*Philoscia muscorum*  
*Oniscus asellus*  
*Polydesmus denticulatus*  
*Julus scandinavus*

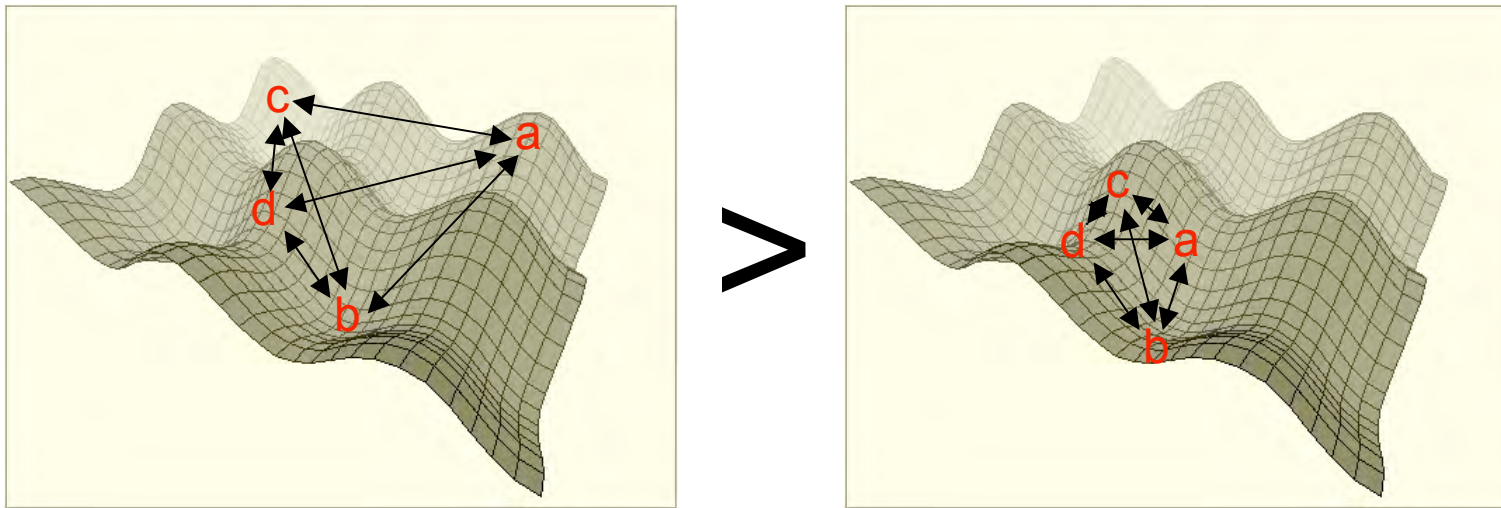
(Heemsbergen et al. Science 2004)



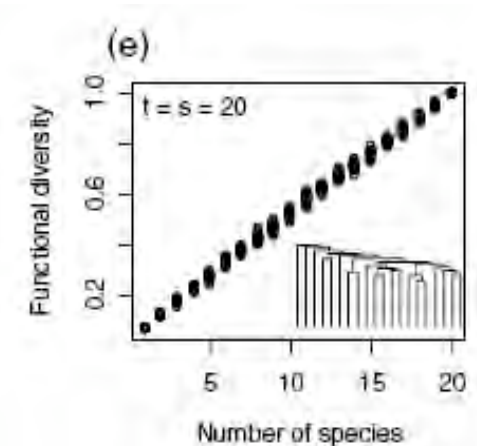
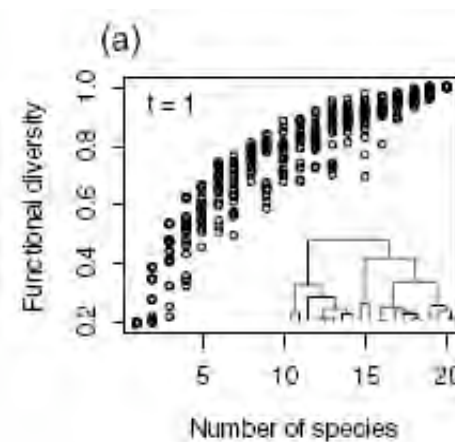
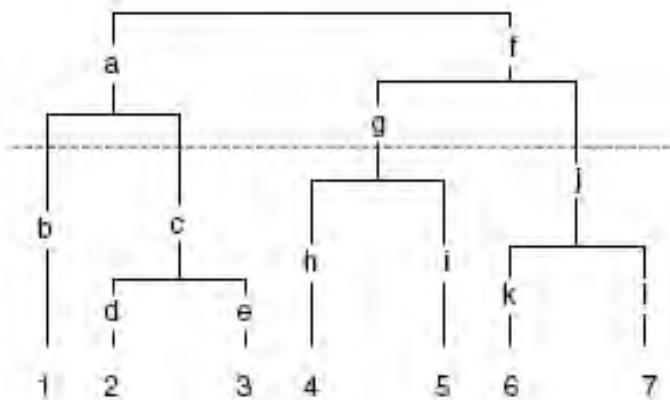
Net diversity effect on soil respiration (A) and leaf litter mass loss (B) in relation to species number. A nonsignificant regression between species number and soil respiration (linear regression,  $F_{47, 46} = 1.46$ ,  $P = 0.22$ ) and leaf litter mass loss (linear regression,  $F_{47, 46} = 0.29$ ,  $P = 0.60$ ) indicates that negative or positive net diversity effects were not related to species number.

# La mesure de la dissimilarité fonctionnelle

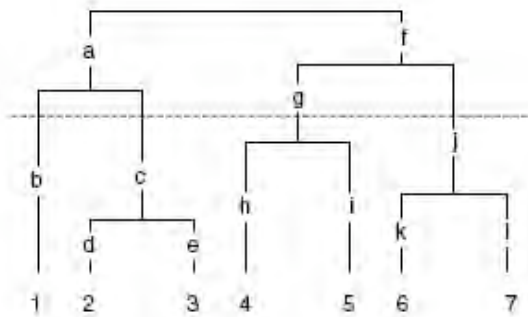
Diversité des attributs fonctionnels (FAD, Walker et al. 1999)



Diversité fonctionnelle (FD Petchey & Gaston 2002)



# Recherche de la 'dissimilarité efficace'

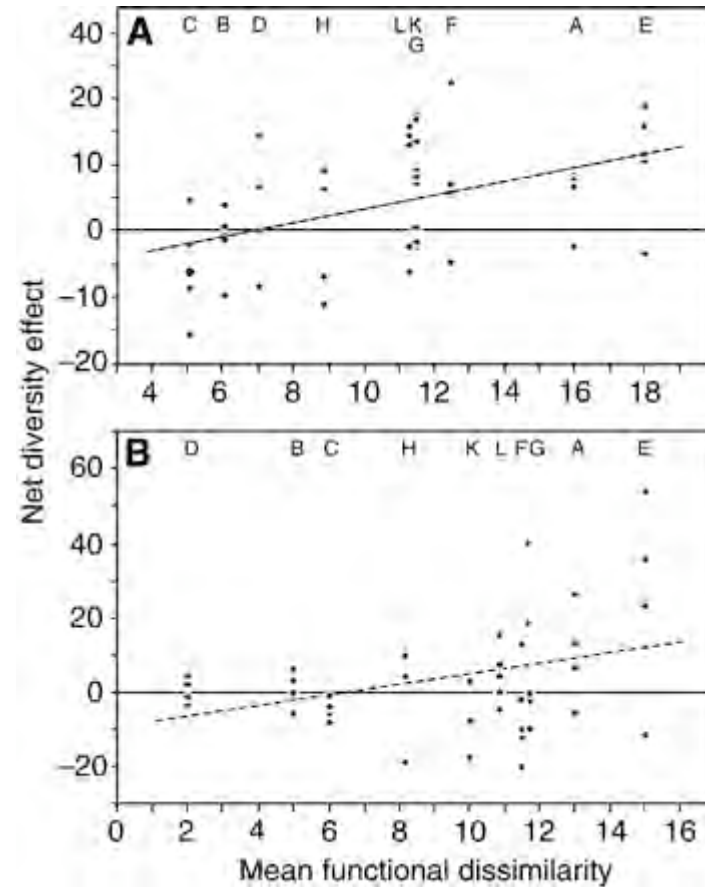
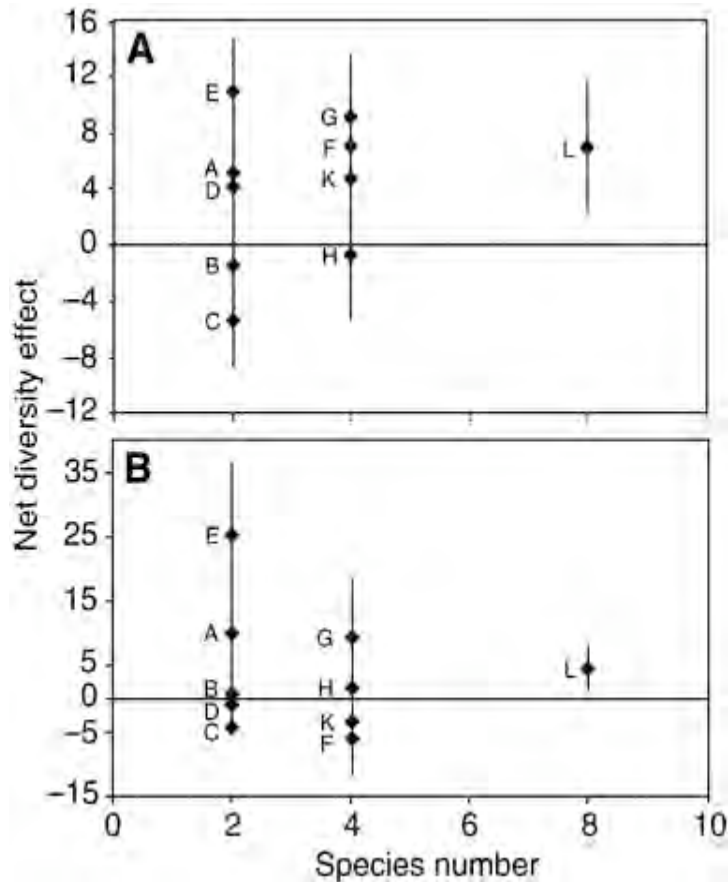


← Dissimilarité basée sur 10 traits de 7 espèces  
basée sur 6 traits  
basée sur 3 traits .....

Recherche de la combinaison de traits la plus fortement corrélée à la variation avec la diversité d'un ou des paramètres du fonctionnement de l'écosystème

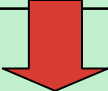

→ Suggestion du ou des mécanismes sous jacents

# Exemple: diversité faune et décomposition litière



Net diversity effect on soil respiration (**A**) and leaf litter mass loss (**B**) in relation to mean functional dissimilarity (10) of species in the community). A significant positive regression between the mean functional dissimilarity of the communities and the net diversity effect for soil respiration (linear regression,  $F_{46, 47} = 11.97$ ,  $P = 0.001$ ) and leaf litter mass loss (linear regression,  $F_{47, 46} = 7.48$ ,  $P = 0.009$ ) indicates that positive net diversity effects are more pronounced in communities consisting of functionally dissimilar species.

# SYNOPTIQUE DU PROJET QUESTION

Questions	Dispositifs	
	Littérature plantations forestières	
La dissimilarité fonctionnelle explique-t-elle bien la relation biodiversité - fonctionnement de l'écosystème ?	1, 2 sps Décades Productivité	
 Quels sont les traits des espèces les plus pertinents dans cette relation ?	Traits des arbres Traits des feuilles	
 Quels sont les mécanismes impliqués dans cette relation ?		



# A. Plantations forestières

## Résultats disparates

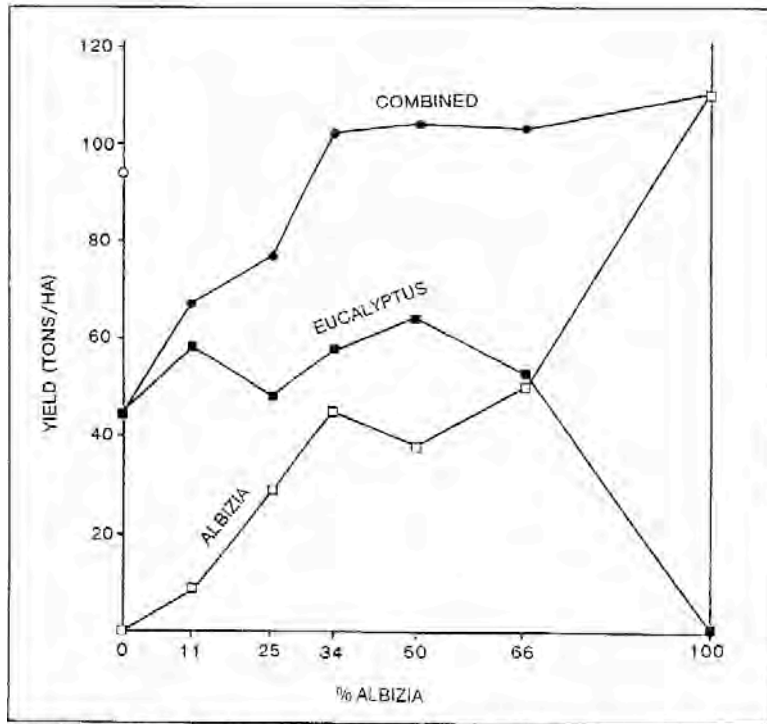


Fig. 3. Results of replacement series experiment with *Eucalyptus saligna* and *Albizia falcataria* in Hawaii, from DeBell et al. (1989). Yield expressed as total aboveground dry weight at stand age of 4 years. Plots received N,P,K-fertilization during first year, and only P,K-fertilization in subsequent years. Open circle shows yield of pure Eucalyptus that received continued N,P,K-fertilization after first year.

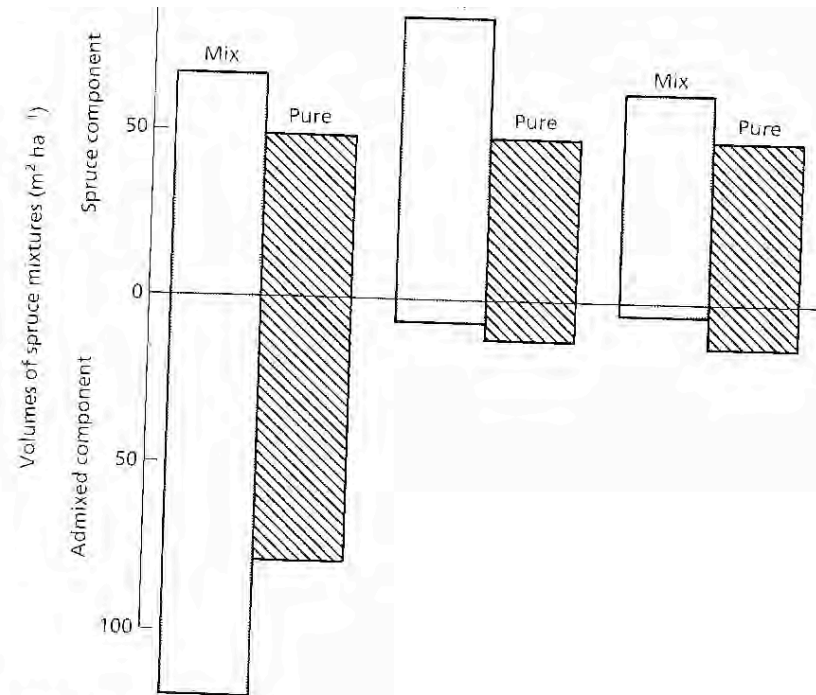


FIG. 2. Volumes of spruce mixtures ( $m^3 ha^{-1}$ ). For each mixture, the bars above the zero line represent the spruce: on the left when in mixture, on the right the monoculture comparison on an equal (half plot) basis. Bars below the line represent the comparable data for the admixed species. The combined left-hand bar thus gives the volume of the mixture as a whole, the right hand bar, overall, provides the MMY (mean monoculture yield). A. alder; O. oak; NS, Norway spruce; an Scots pine.





# A. Plantations forestières

## Littérature disponible

20 à 30 expérimentations ; cultures pures, mélanges binaires

Biologie arbres, chimie feuilles; productivité, propriété sol

Pb grande variabilité milieux

## Objectifs

- Trouver de la cohérence dans l'ensemble des résultats
- Recherche des caractéristiques associées à une réponse + ou -

# SYNOPTIQUE DU PROJET QUESTION

Questions	Dispositifs	
La dissimilarité fonctionnelle explique-t-elle bien la relation biodiversité - fonctionnement de l'écosystème ?		Littérature microcosmes litière
↓ Quels sont les traits des espèces les plus pertinents dans cette relation ?		1, 2, 3, 4 sps 6 à 24 mois Décomposition
↓ Quels sont les mécanismes impliqués dans cette relation ?		Traits feuilles sénescences



## B. Décomposition de la litière

### Résultats disparates

Including all studies								
Response variable measured in litter-mixes*	Total no. mixes analyzed	Total no. synergistic responses	Range (% increase in response in mix relative to predicted)	Mean $\pm$ S.E. % increase	Total no. antagonistic responses	Range (% decrease in response in mix relative to predicted)	Mean $\pm$ S.E. % decrease	Total no. null responses
Mass loss	162	77	1-65%	17 $\pm$ 2	31	1.5-22%	9 $\pm$ 1	54
Net N mineralization	119	49	0.25-27%	7 $\pm$ 1	41	0.25-100%	17 $\pm$ 4	29
Decomposer activity (CO <sub>2</sub> evolution)	131	57	3-134%	28 $\pm$ 4	28	2-134%	20 $\pm$ 3	46

Gartner & Cardon Oikos 2004



## B. Décomposition de la litière

### Littérature disponible

> 160 mélanges (2 à 4 espèces)

Etude possible échantillons dans mêmes conditions expérimentales

### Objectifs

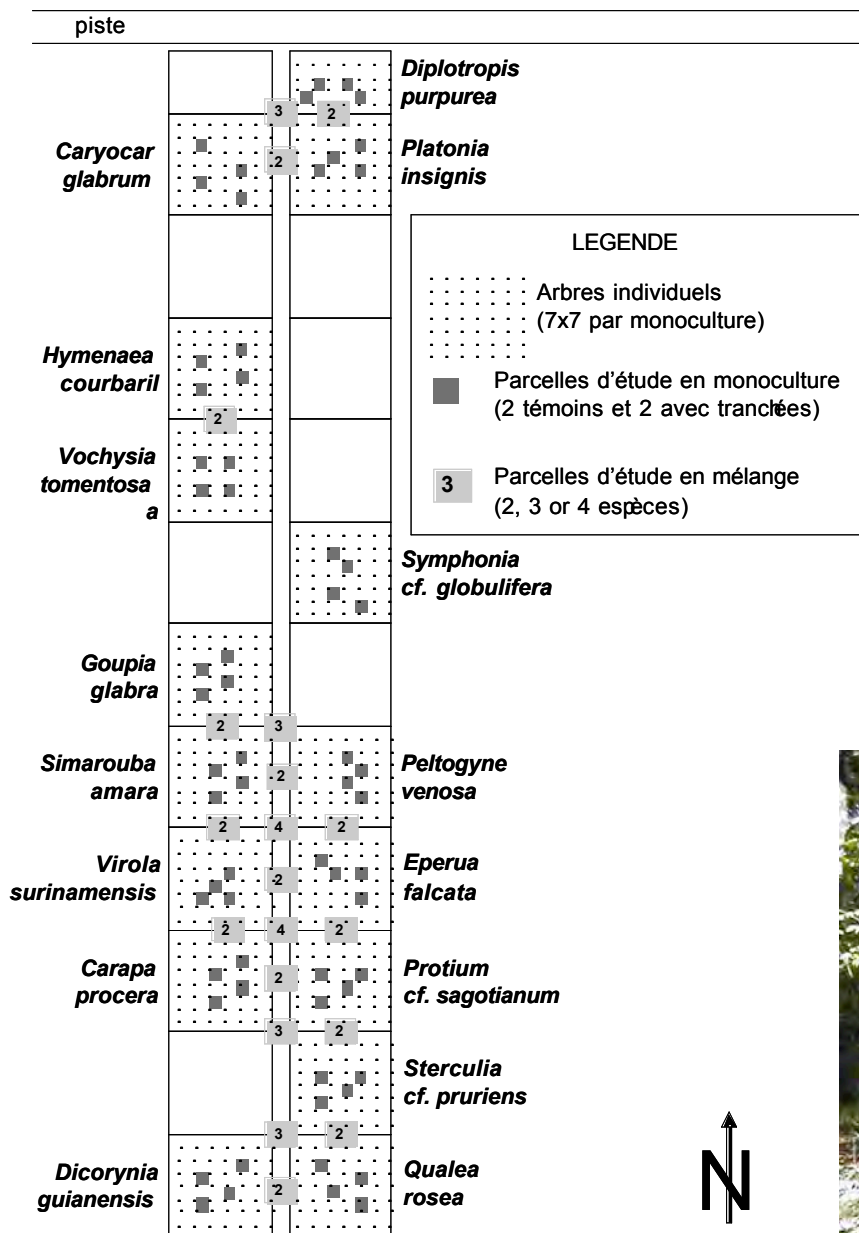
- Trouver de la cohérence dans les résultats
- Recherche traits des feuilles sénescentes qui jouent un rôle dans effet diversité

# SYNOPTIQUE DU PROJET QUESTION

Questions	Dispositifs	
La dissimilarité fonctionnelle explique-t-elle bien la relation biodiversité - fonctionnement de l'écosystème ?		Manipes Paracou
Quels sont les traits des espèces les plus pertinents dans cette relation ?		1, 2, 3, 4 sps Décades Décomposition Biologie sol
Quels sont les mécanismes impliqués dans cette relation ?		Traits feuilles sénescentes Autre ?
		Diversité ?, activité microbiennes Faune ... ?



# C. Le dispositif de Paracou





# C. Dispositif de Paracou

## Etude de la décomposition

En mésocosmes in situ avec faune

16 litières simples; 14 mélanges binaires; 6 ternaires; 6 quaternaires

- 84 mésocosmes installés dans zones correspondantes

- 84 mésocosmes installés dans zone neutre

6 mélanges ternaires et 6 quaternaires: apport cf phénologie chute litière

-24 mésocosmes

Mesures: respiration; pertes en poids, pertes en N et P

## Analyse de la dissimilarité fonctionnelle

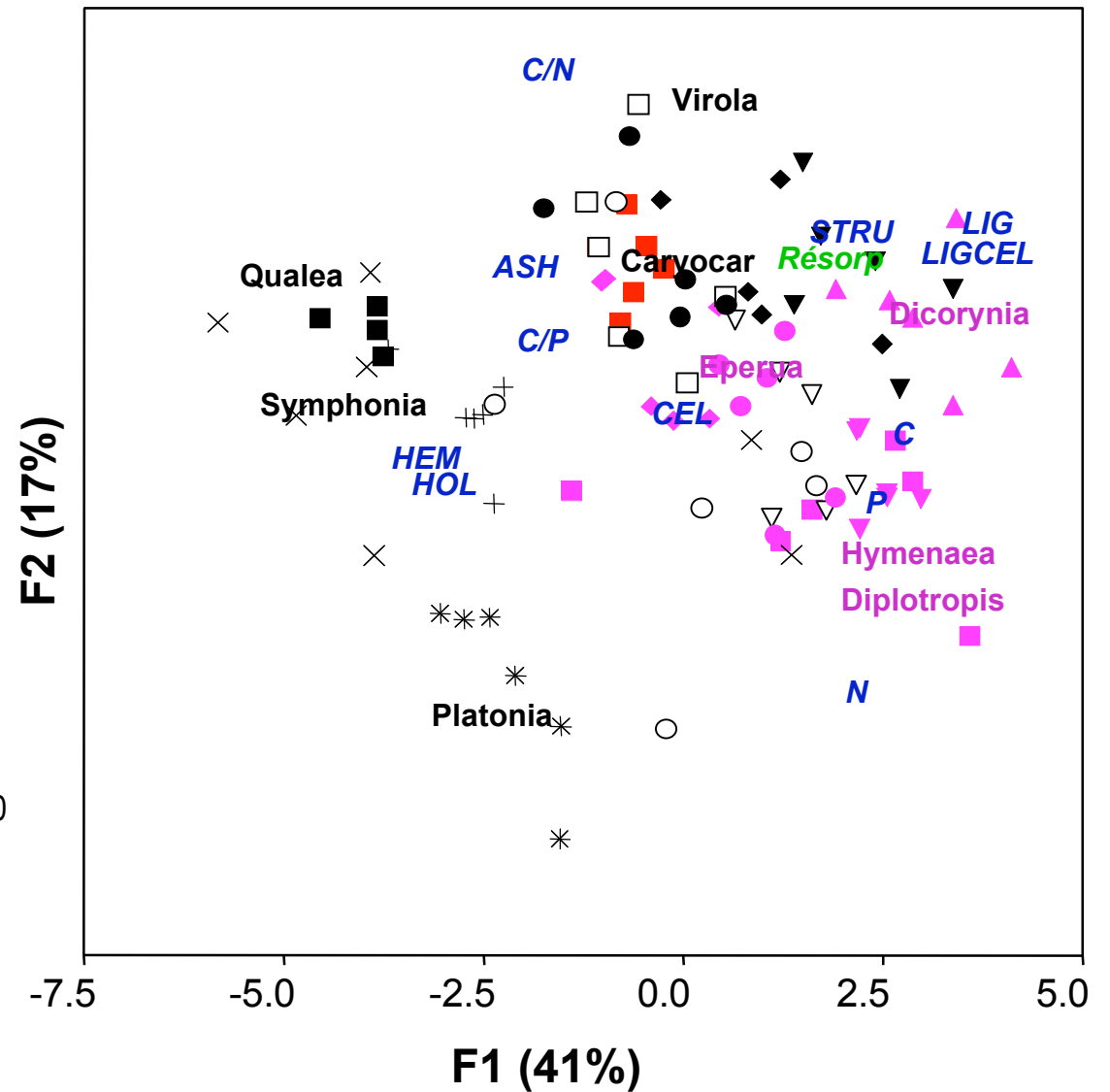
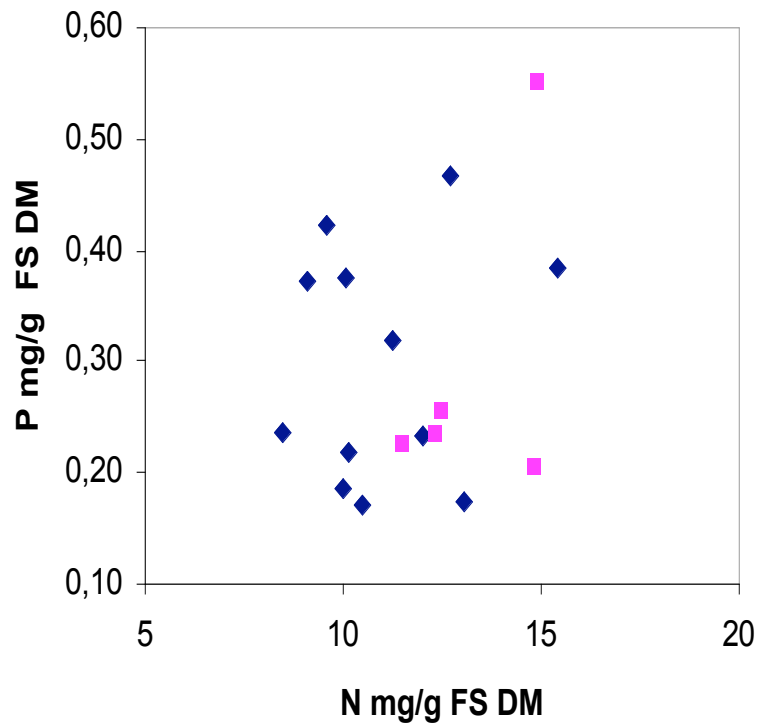
Chimie feuille (C, N, P, Ca, CEL, HEMCEL, LIGN, phénols, cendres, sucres)

Effet long terme (différence long – court termes)

Effet phénologie (non)

# C. Dispositif de Paracou

Chimie des feuilles sènescentes







# C. Dispositif de Paracou

Etude de l'effet à long terme sur le sol

In situ dans les zones de transition

propriétés physico-chimiques du sol

respiration du sol (avec ou sans litière aérienne)

disponibilité N et P

activité microbienne (respiro, nit-dénit)

structure communauté microbienne (PLFA, Biolog) ??

Analyse de la dissimilarité fonctionnelle

Chimie feuille (C, N, P, Ca, CEL, HEMCEL, LIGN, phénols, cendres, sucres)

Phénologie de la chute de litière

Chimie racine (idem)

Productivité des espèces



# Equipes participantes

**CEFE-CNRS, 34293 Montpellier Cedex 5**

ROY Jacques (Coordinateur), HATTENSCHWILER Stephan, COUTEAUX Marie-Madeleine, LENSI Robert, PINAY Gilles, SONIE Laurette

**ECOFOG BP 709, 97387 Kourou Cedex, Guyane**

DOMENACH Anne-Marie; PONTON Stephane (coordinateur), BONAL Damien, JOSEPHZOOM Isabelle, GORET Jean-Yves

**Institute of Environmental Sciences, University of Zurich,**

**Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zurich, Suisse**

SCHMID Bernard (coordinateur) HECTOR Andy

**Department of Animal and Plant Sciences, Sheffield**

**University, Western Bank, Sheffield S10 2TN, UK**

PETCHEY Owen (coordinateur)