



Les relations diversité / structure de la végétation dans les SAF cacao

Deheuvels, O.^{1, 2*}, Cerda, R.², and Somarriba, E².

¹: CIRAD, UMR System, F-34070 Montpellier, France

²: CATIE, DID, 7170, Cartago, Turrialba 30501, Costa Rica

* Corresponding author: deheuvel@catie.ac.cr / olivier.deheuvels@cirad.fr

CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Mesoamerican
Agroenvironmental
Program

cirad
AGRICULTURAL RESEARCH
FOR DEVELOPMENT

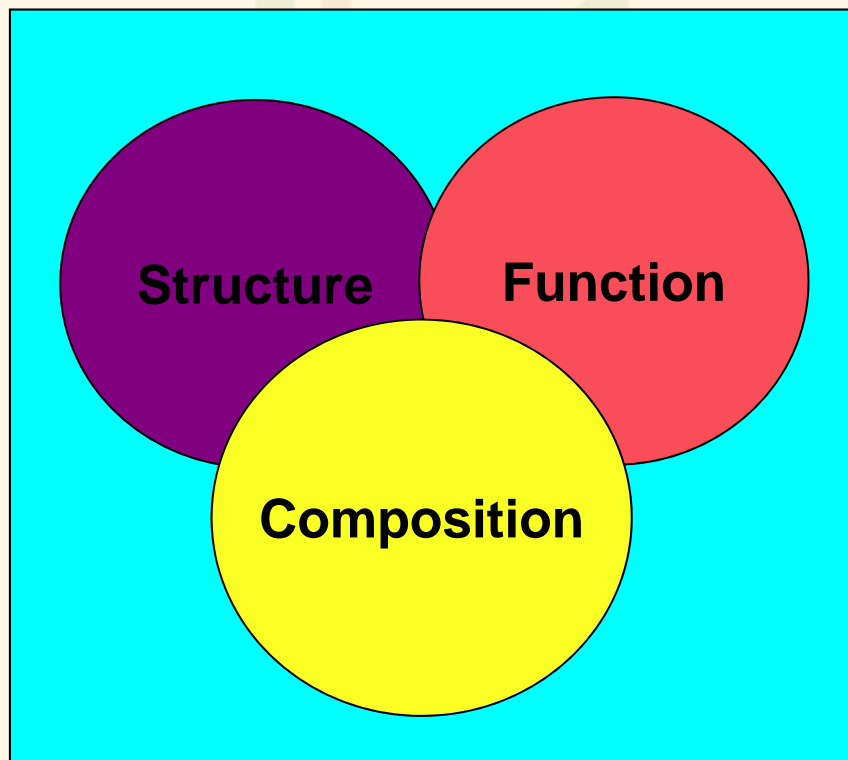


La Diversité - Questions Importantes

1. Dimensions
2. A quelle échelle géographique?
3. Combien d'espèces?
 - Richesse taxonomique (nombre de taxa)
4. Combien d'individus par espèce ?
 - Équitabilité (abondance relative des taxa)
5. Comment et où sont-elles distribuées?
6. Quels facteurs influencent leur nombre?



Dimensions de la biodiversité



La biodiversité a 3 dimensions:

1. composition (ce qui est présent)
2. structure (comment les éléments présents sont organisés les uns par rapport aux autres)
3. fonction (les processus qui génèrent la biodiversité et qui affectent la structure et la composition)

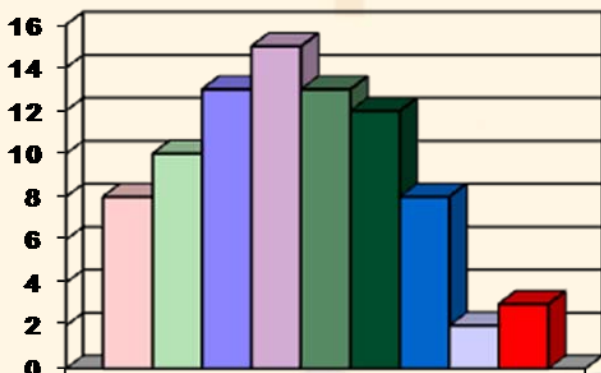


agroforestry systems
with perennial crops



Indicateurs structurels de biodiversité

- Distribution en taille ou en âge d'une population
- Abondance relative des espèces d'une communauté
- Indices de fragmentation de l'habitat



Indicateurs compositionnels de biodiversité

- Fréquences géniques
- Richesse spécifique
- Nombre d'habitats



Indicateurs fonctionnels de biodiversité

- Taux d'échanges génétiques entre les populations
- Taux de croissance des populations
- Taux de recyclage des éléments nutritifs



agroforestry systems
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA

Échelle Géographique

Types de Diversités α , β et γ

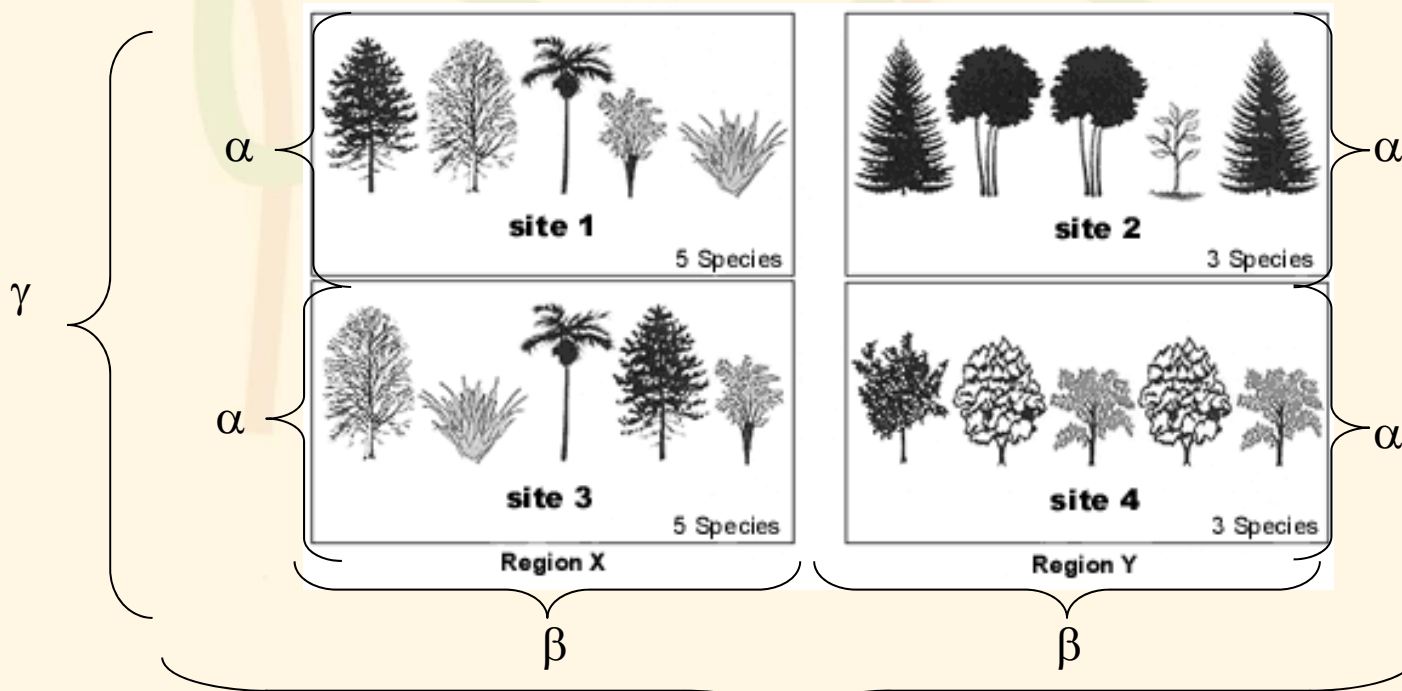
La diversité peut se mesurer selon 3 niveaux géographiques

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| Du niveau local au niveau régional | <p>Diversité Gamma Région géographique</p> | <p>Mesure la diversité à une échelle géographique régionale</p> |
| | <p>Diversité Beta Entre habitats</p> | <p>Mesure le changement entre 2 sites le long d'un gradient dans la même région géographique. Un indice plus grand indique moins de similarité dans la composition des espèces entre les différents habitats.</p> |
| | <p>Diversité Alpha Un seul habitat</p> | <p>Nombre d'espèces qui coexistent dans un habitat uniforme de taille fixe. Mesures de diversité α comprennent Shannon's, Simpson's</p> |



Échelle géographique

figure 5.6. Perlman, D.L. and Adelson, G., 1997

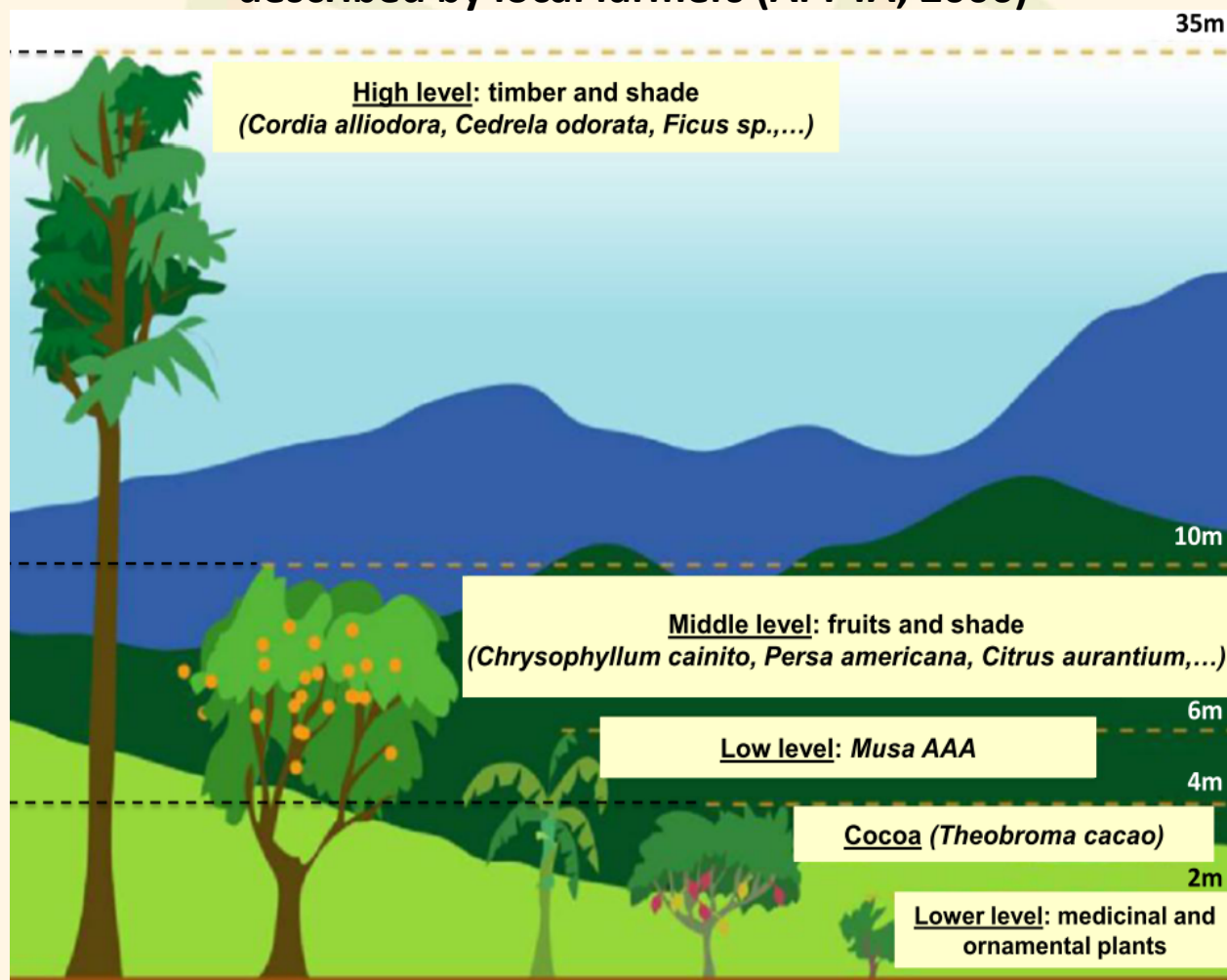


Indice α : site 1 > site 2

Indice β : région Y > région X (Le changement est plus grand en passant du site 2 au site 4 qu'en passant du site 1 au site 3)

Indice γ : région Y > région X

Vertical structure of cocoa-based AFS in Talamanca (Costa Rica), as described by local farmers (APPTA, 2006)



agroforestry systems
with perennial crops



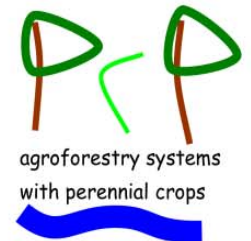
PCP Agroforesterie Cameroun
Pôle de compétences en partenariat



INAFORRESTA



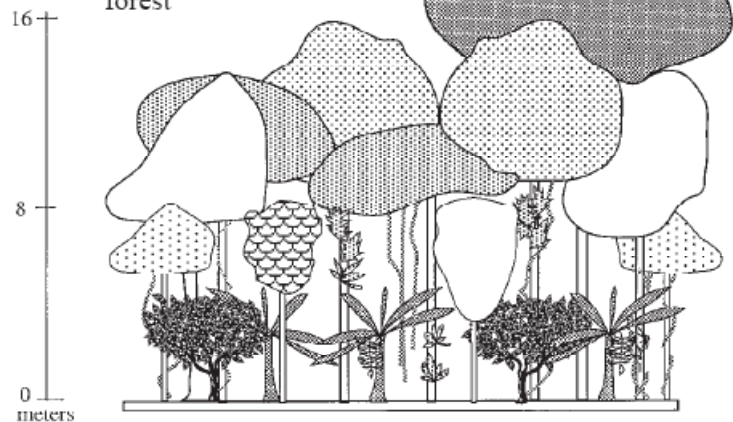
Figura 1. Doseles cacaoteros.



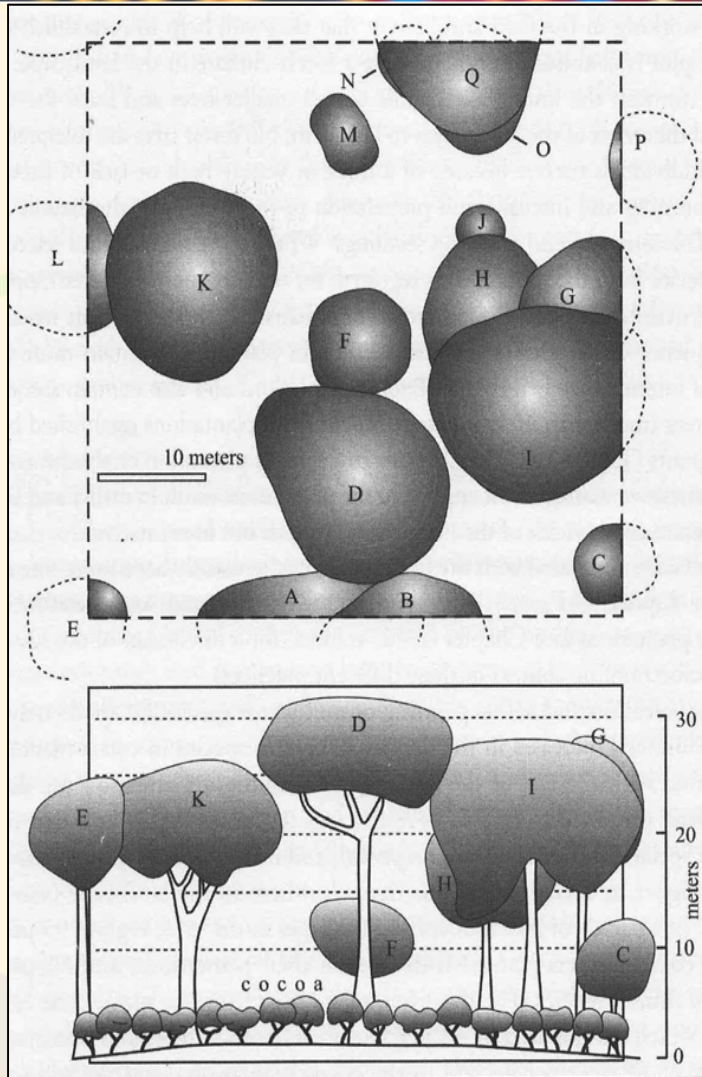
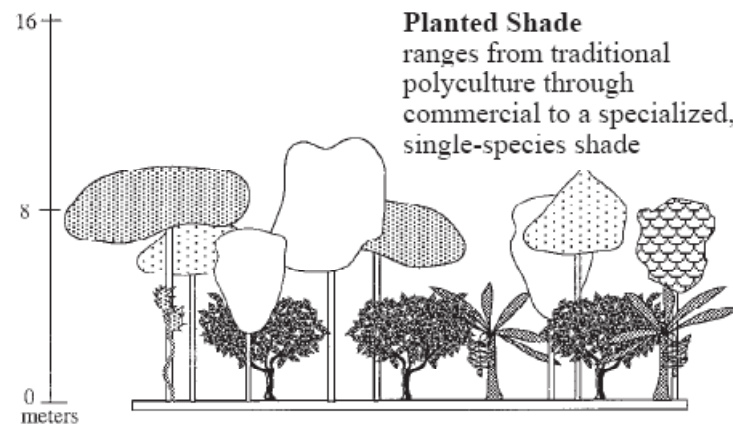
SAF cacao. Attributs de structure verticale avec découpage en 4 strates de hauteur. Indicateurs structurels de diversité (densité végétale) par strate et indicateurs compositionnels de diversité (éléments de richesse botanique).

Source : Somarriba (2005)

Rustic Cacao
planted beneath thinned
primary or old secondary
forest



Planted Shade
ranges from traditional
polyculture through
commercial to a specialized,
single-species shade



agroforestry systems
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun
Pôle de compétences en partenariat

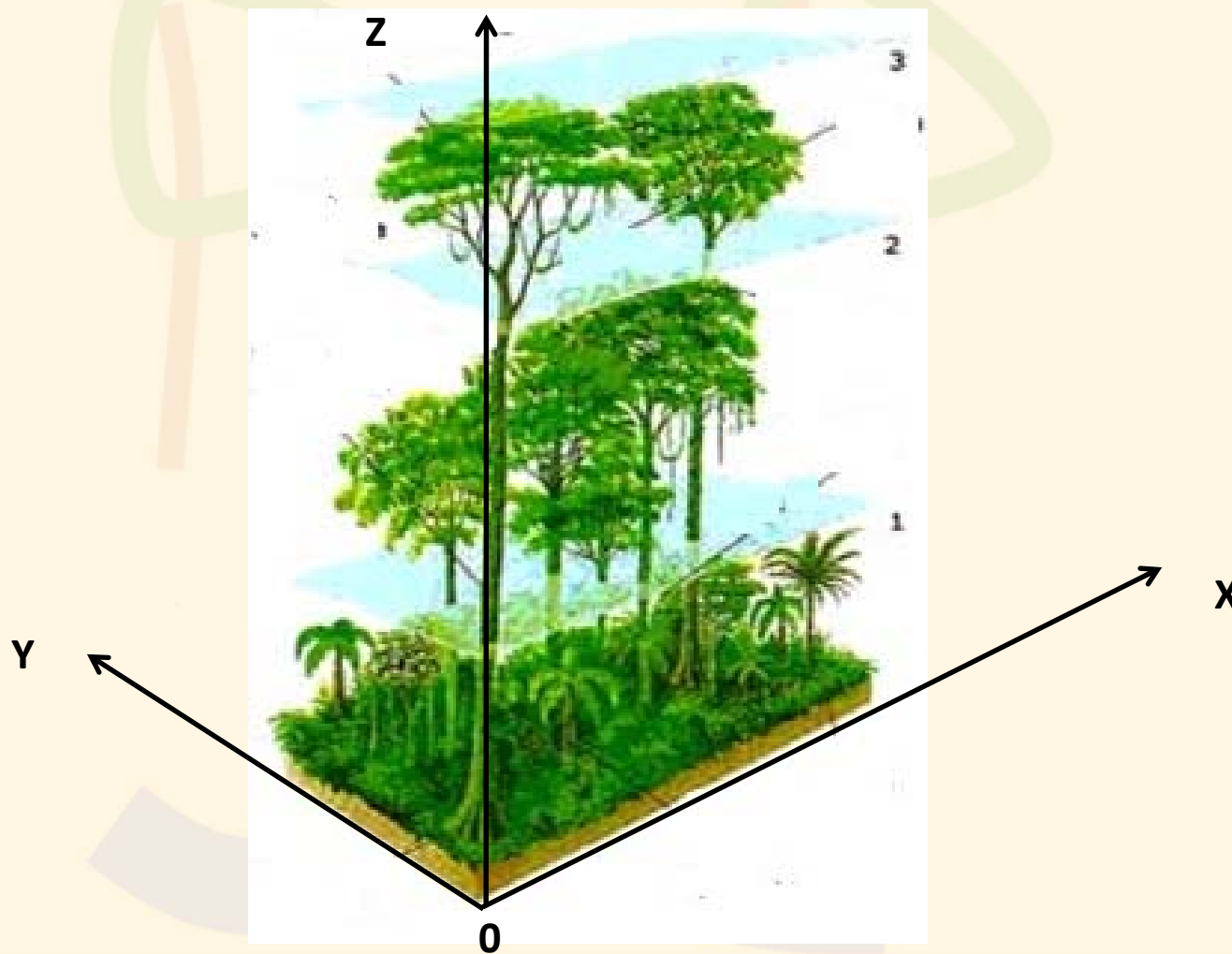


INAFORESTA

Source : Rice and Greenberg (2000)

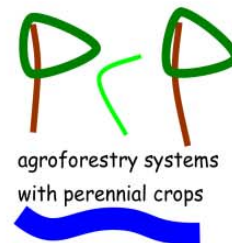
Source : Johns (1999)

La Structure de la végétation : un espace à 3 dimensions



QUESTION 1

Existe-t-il une diversité de structure significative parmi les agroforêts à base de cacaoyers ?



Structure de
la végétation

Mesure d'attributs de la
structure verticale



QUESTION 1- Structure de la composante arborée

Strates de la composante arborée haute

- Plantes $\geq 2,5$ m : hauteur totale par individu, d.h.p. et identification botanique (DIVERSITE SPECIFIQUE)
- Pourcentage d'ombrage total à 1m du sol (moyenne saison des pluies/saison sèche).

Strate des cacaoyers

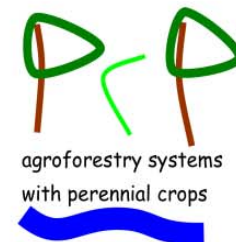
- Dénombrement (densité)
- Diamètre à 30 cm de chaque individu
- Arbres groupés selon 4 classes de hauteur totale

Strates basses

- Couverture au sol des principaux groupes végétaux : 10 placettes de 1 m².
- 4 mesures par an.

QUESTION 1

Existe-t-il une diversité de structure significative parmi les agroforêts à base de cacaoyers ?



Structure de
la végétation

Mesure d'attributs de la
structure verticale

ACP
Analyse ascendante hiérarchique
Typologie



2- Structure de la composante arborée et constitution d'un gradient

VARIABLES DISCRIMINANTES

Plantes associées

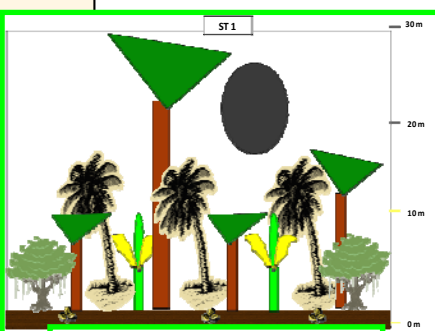
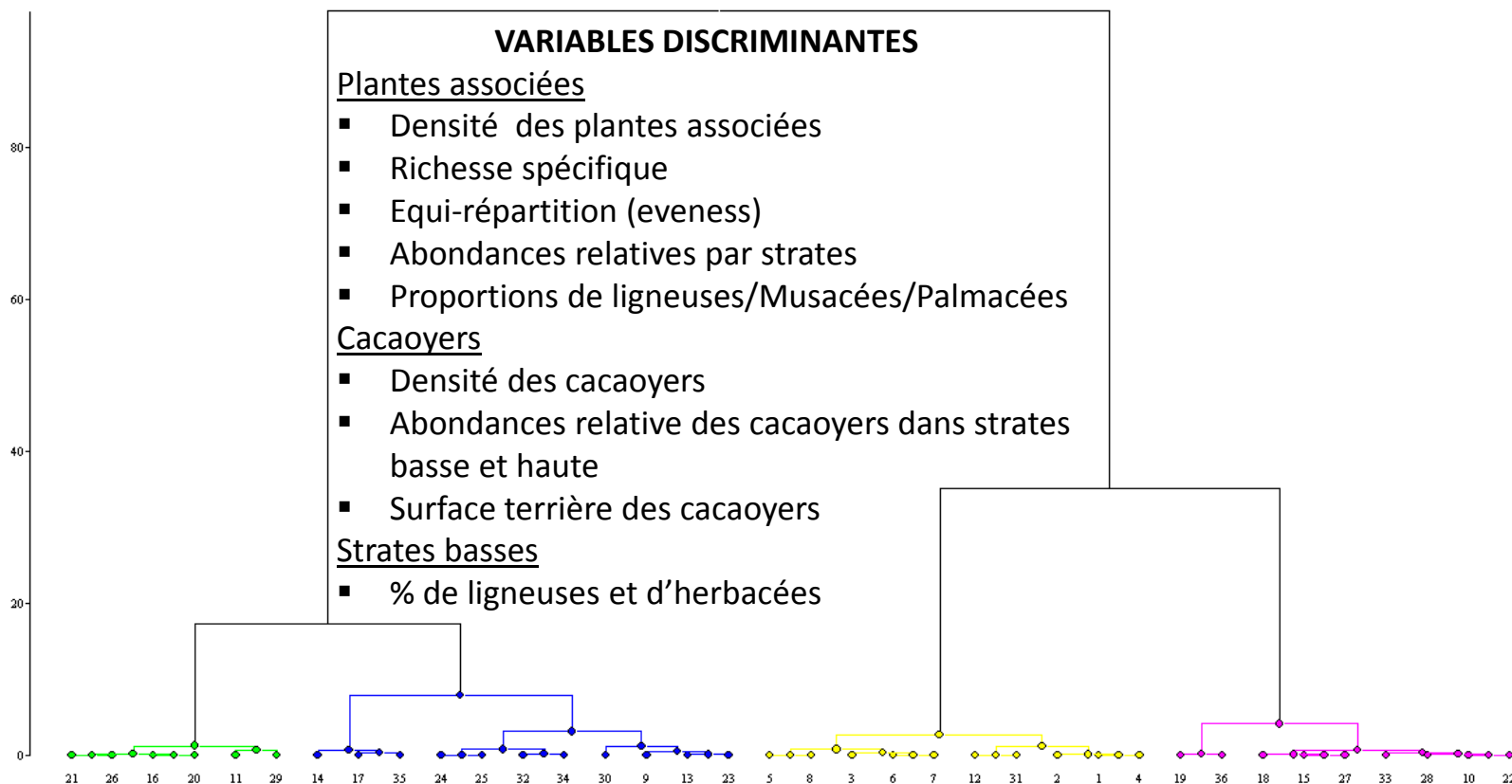
- Densité des plantes associées
- Richesse spécifique
- Equi-répartition (eveness)
- Abondances relatives par strates
- Proportions de ligneuses/Musacées/Palmacées

Cacaoyers

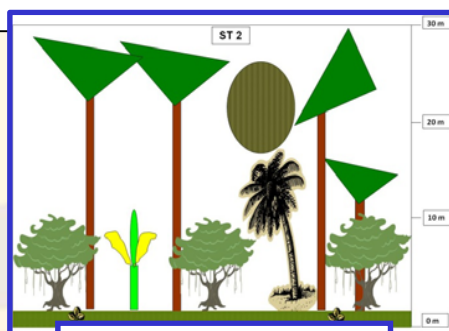
- Densité des cacaoyers
- Abondances relative des cacaoyers dans strates basse et haute

Strates basses

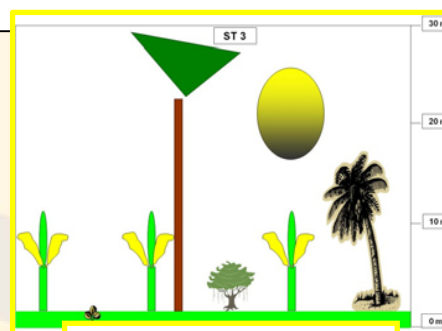
- % de ligneuses et d'herbacées



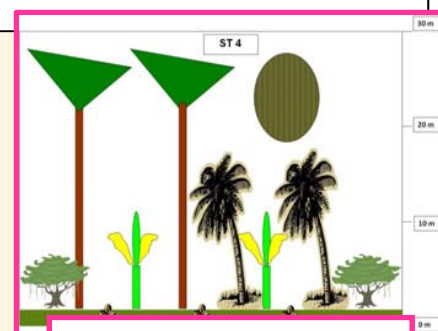
1-canopée dense et complexe (n=6)



2-haute densité de cacaoyers (n=11)



3-haute densité de Musacées (n=10)



4-canopée complexe et peu dense (n=9)

QUESTION 1

Existe-t-il une diversité de structure significative parmi les agroforêts à base de cacaoyers ?



agroforestry systems
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun
Pôle de compétences en partenariat

Structure de
la végétation

Mesure d'attributs de la
structure verticale

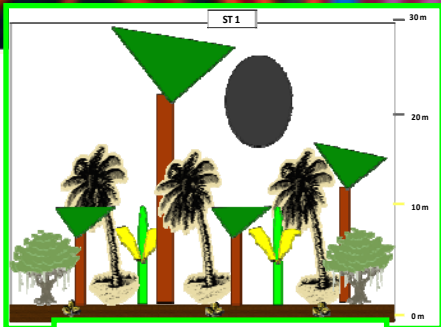
ACP

Analyse ascendante hiérarchique
Typologie

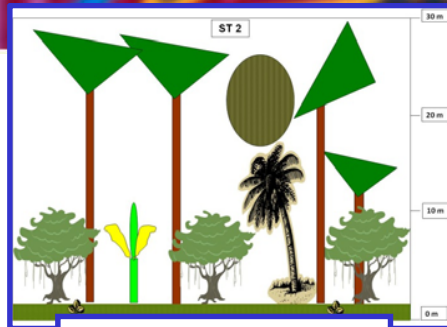
ANOVA sur les variables contribuant
aux groupes

Diversité
de structure
verticale
de la
végétation

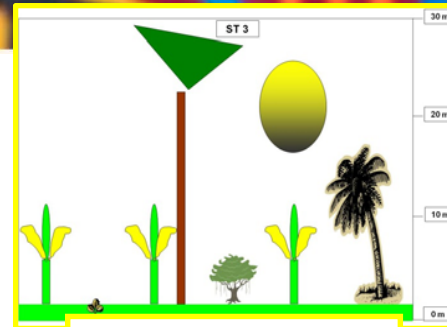
QUESTION 1- Structure de la composante arborée



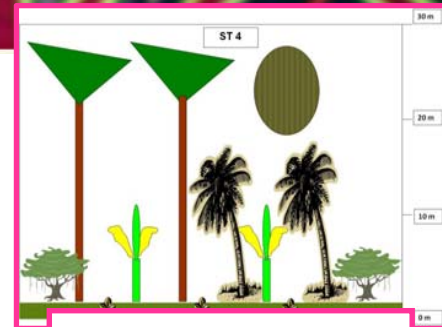
1-canopée dense et complexe (n=6)



2-haute densité de cacaoyers (n=11)



3-haute densité de Musacées (n=10)



4-canopée complexe et peu dense (n=9)

Densité des cacaoyers



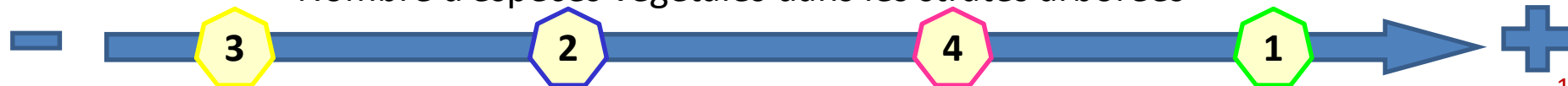
Densité de la végétation des strates arborées



Représentativité dans les 3 strates arborées

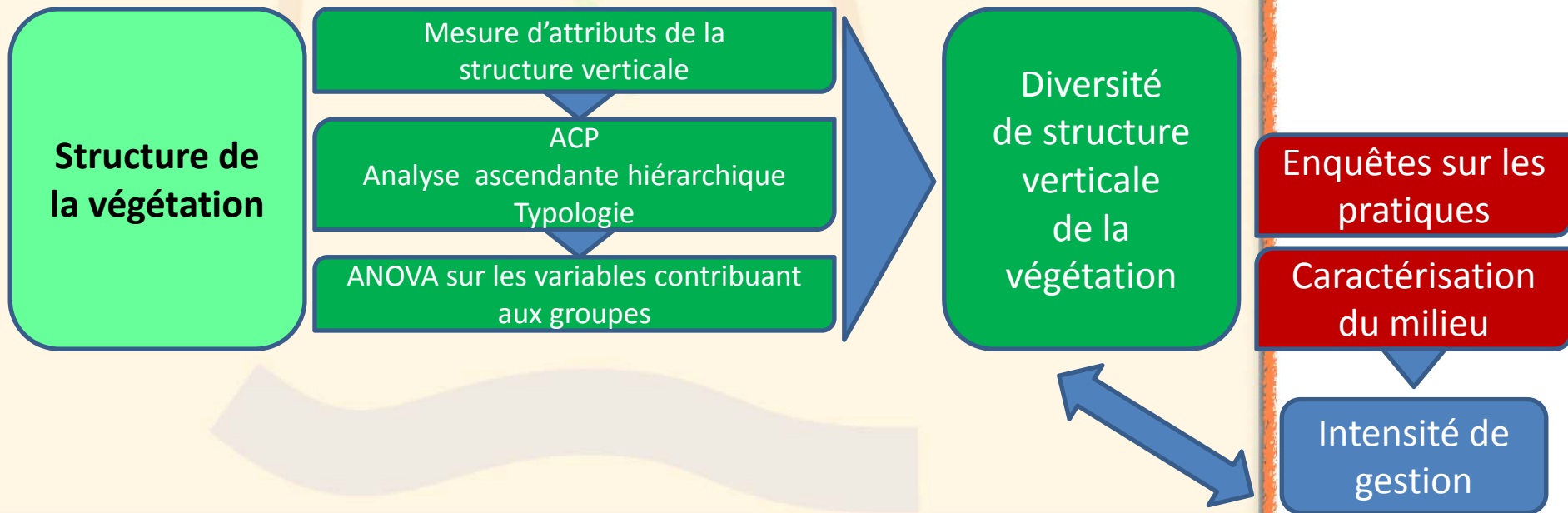


Nombre d'espèces végétales dans les strates arborées



QUESTION 2

Peut-on relier la diversité de structure observée à une diversité d'intensité de gestion?



QUESTION 2- Structure de la composante arborée et gradient d'intensité de gestion



MESURE et INTERPRETATION DE L'INTENSITÉ DE GESTION VARIABLES CONSIDEREES

Plantes associées

- Nombre d'espèces récoltées pour leurs fruits
- Nombre d'espèces récoltées pour leur bois
- Fréquence d'abattage des ligneux
- Fréquence de récolte des fruitiers

Cacaoyers

- Fréquence de taille d'entretien
- Fréquence d'égourmandage
- Fréquence de récolte sanitaire
- Fréquence de récolte

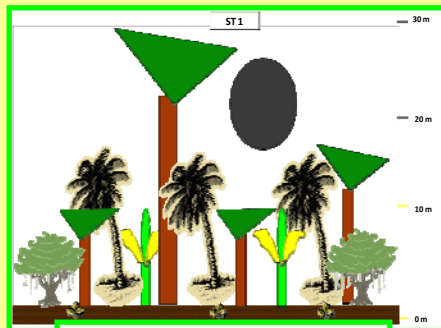
Strates basses

- Fréquence de fauche

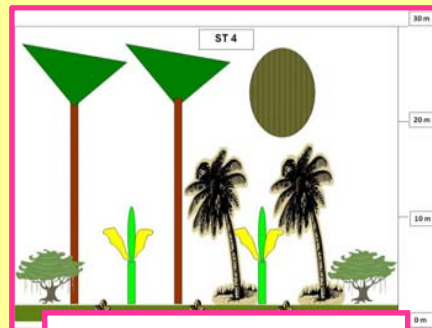
Variables de milieu

- Pente Distance à l'habitation
- Distance à un moyen de transport fluvial ou routier

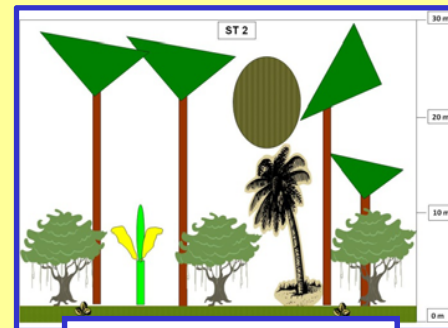
Peut-on relier la diversité de structure observée à une diversité d'intensité de gestion?



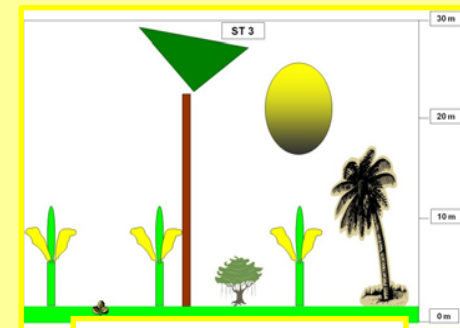
1-canopée dense et complexe (n=6)



4-canopée complexe et peu dense (n=9)



2-haute densité de cacaoyers (n=11)

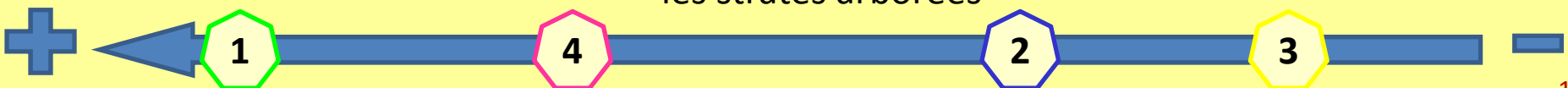


3-haute densité de Musacées (n=10)

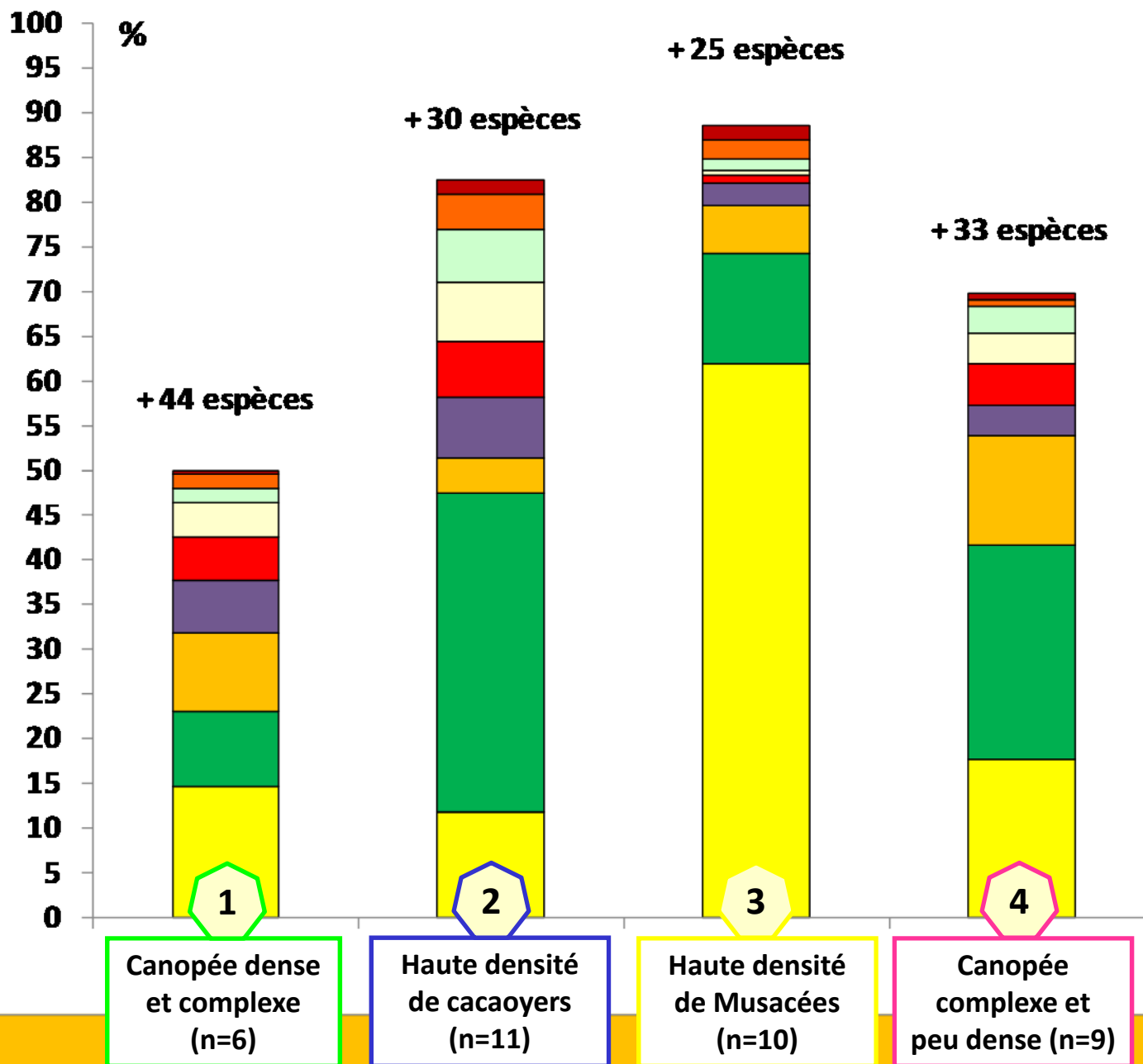
Intensité de gestion



Nombre d'espèces végétales dans les strates arborées



QUESTION 1- Structure de la composante arborée

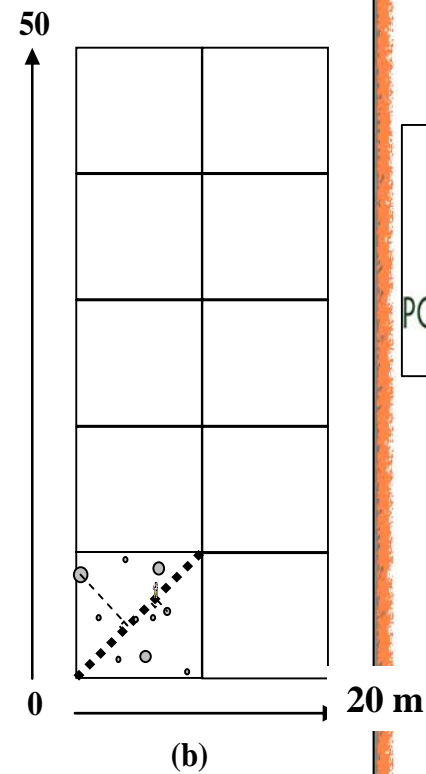
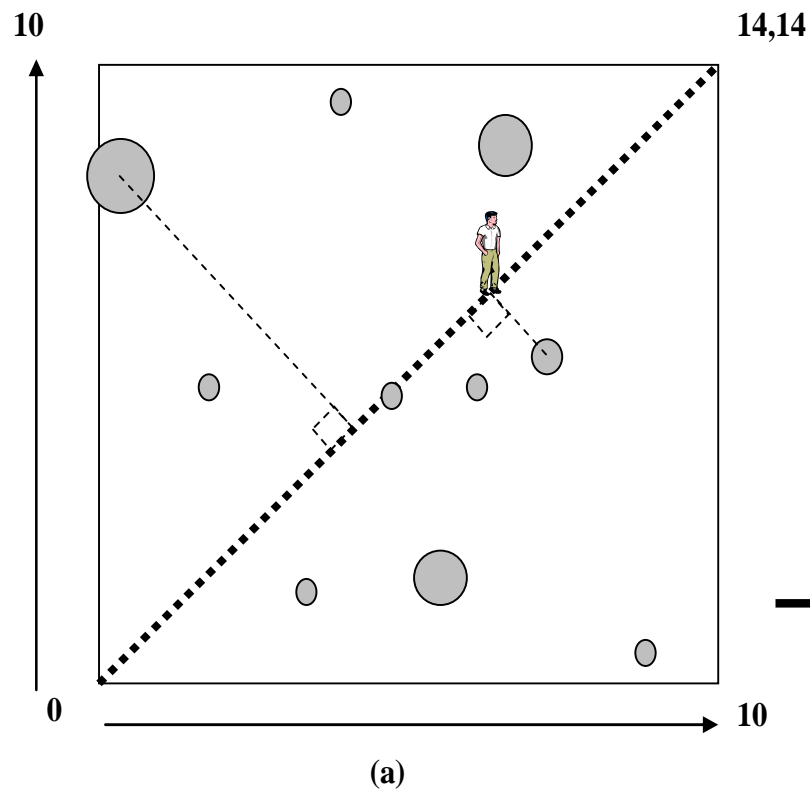


STRATES ARBOREES

Abondances des 9 espèces communes aux 4 types d'agroforêts.

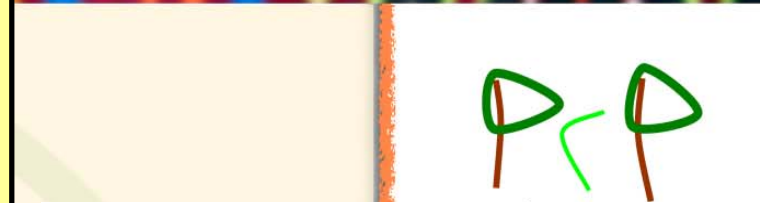
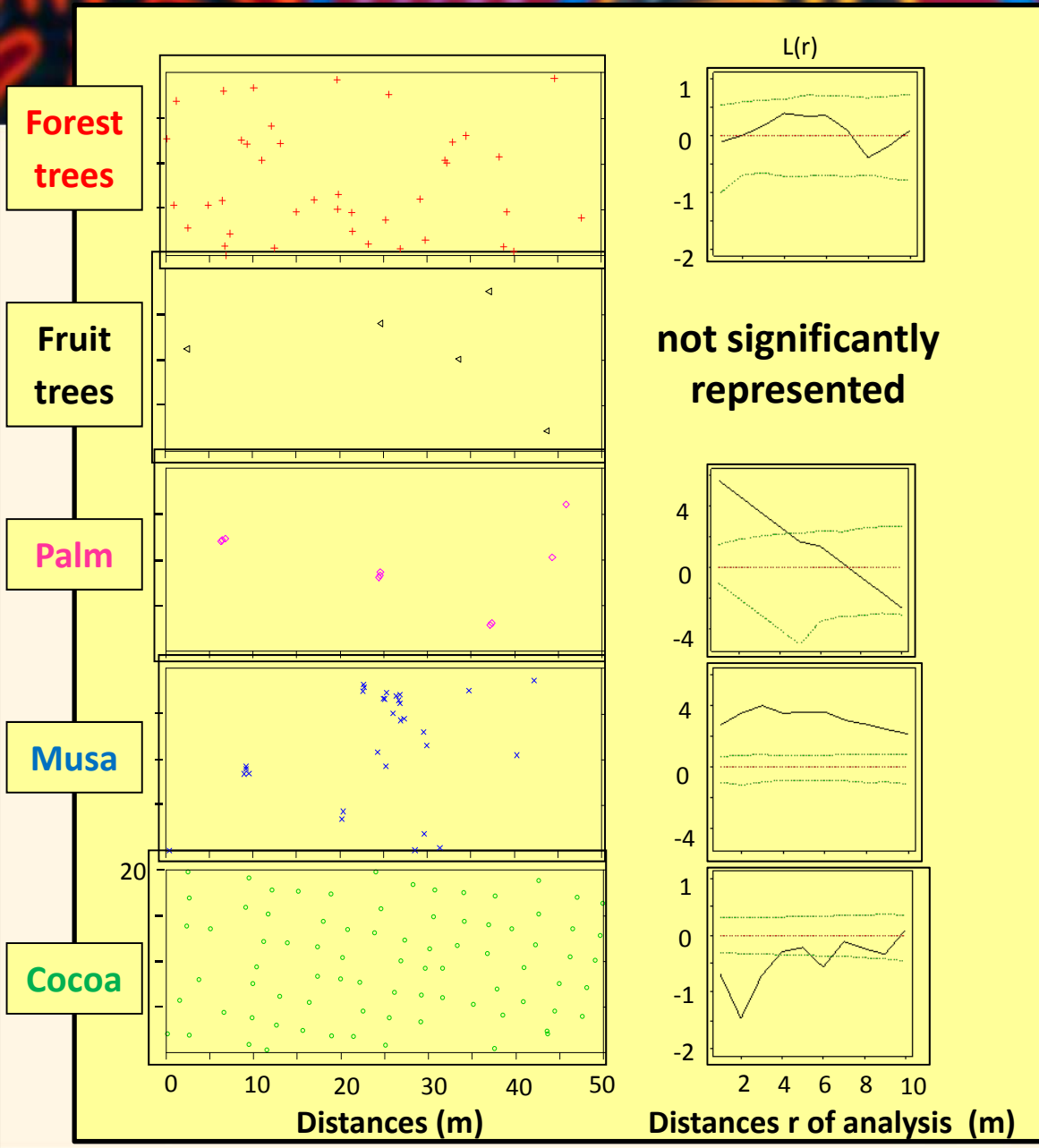
- *Persea americana*
- *Nephelium lappaceum*
- *Cedrela odorata*
- *Cupania cinerea*
- *Citrus aurantium*
- *Inga sp.*
- *Bactris gasipaes*
- *Cordia alliodora*
- *Musa sp.*

Ngo-Bieng et al. 2012. Cartography method used to obtain the (x, y) coordinates of all cocoa and non cocoa plants >2,5 m in 10 sub-plots (a) located in each 1000 m² sampling unit (b) in 36 agroforests plots.



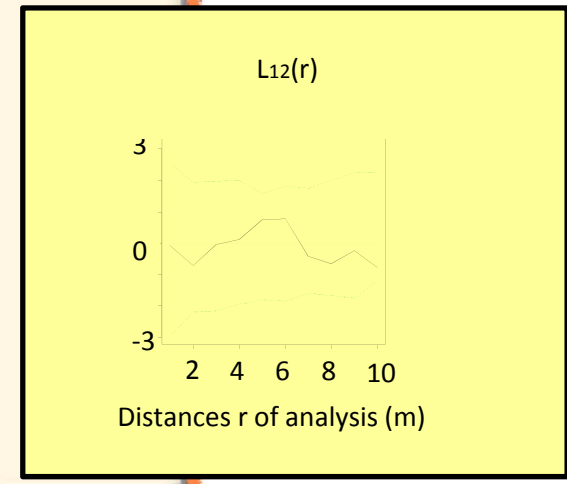
agroforestry systems
with perennial crops



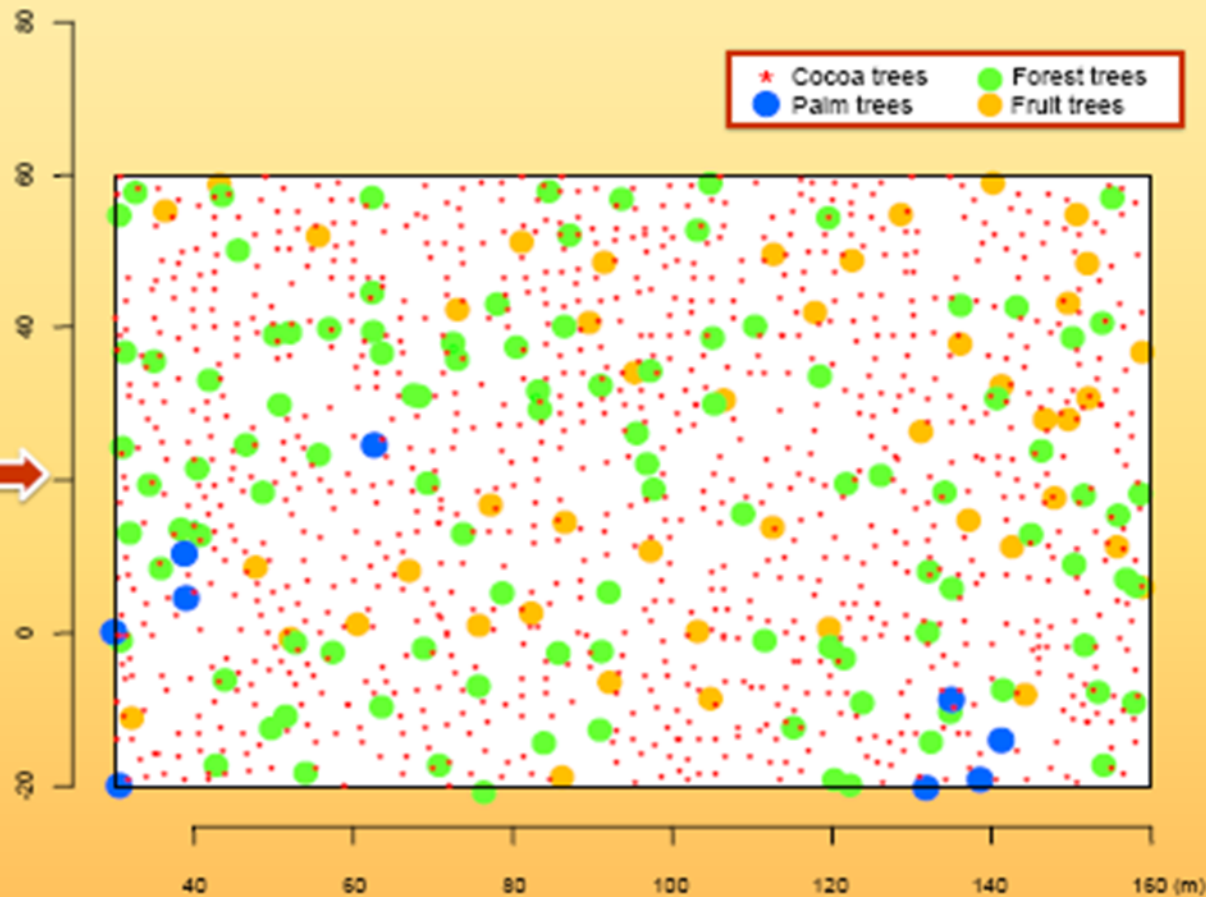


Ngo Bieng et al. (2012) : Plot 2
 $L(r)$ functions (continuous lines) according to the distances of analysis r calculated for each corresponding group of trees on the left. CSR confidence envelopes (dotted lines) estimated at $\alpha=0.05$.

Below, $L_{12}(r)$ between cocoa and forest trees



Cocoa, Forest, Fruit and Palm trees pattern



agroforestry systems
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun
Pôle de compétences en partenariat



INAFORSTA

Spatial structure typology based on the spatial structure of forest and cocoa trees and on their spatial interaction



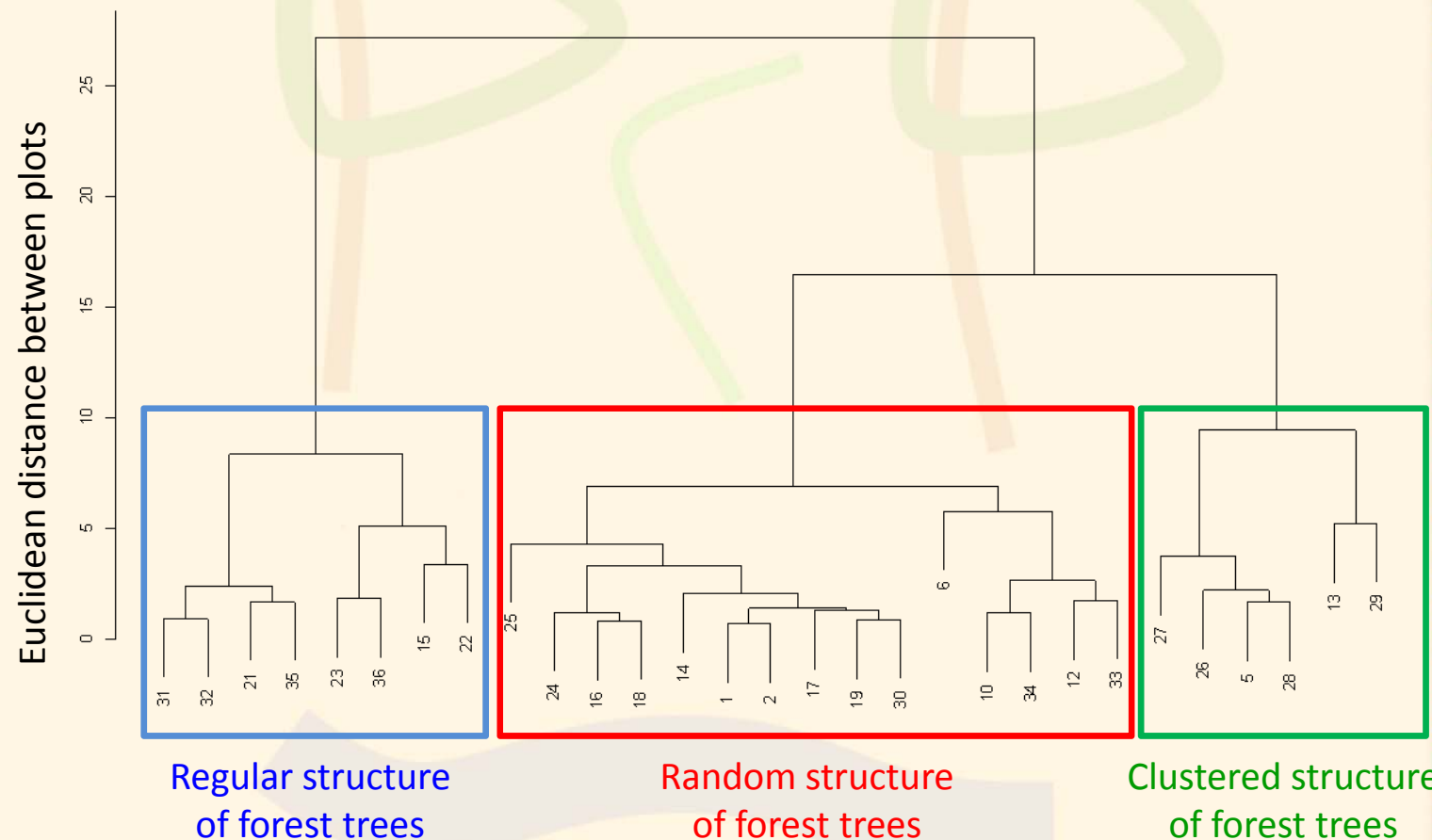
agroforestry systems
with perennial crops



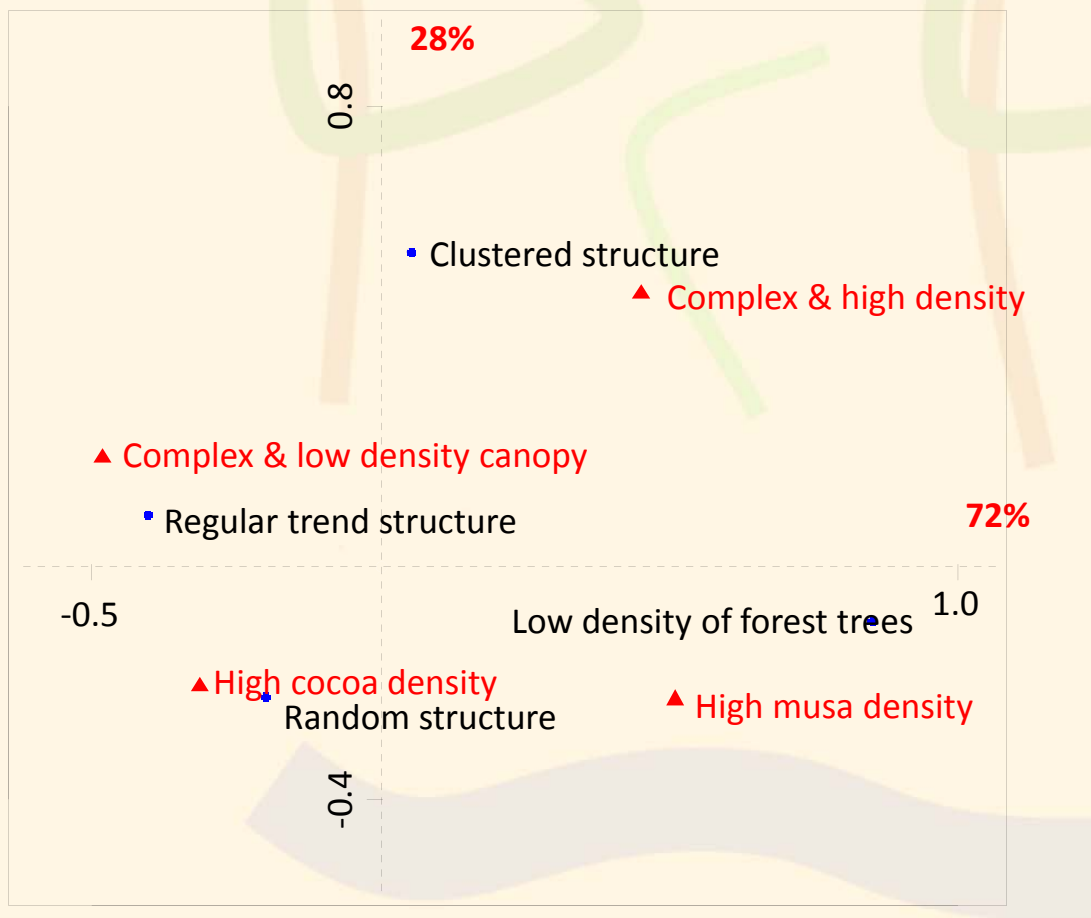
PCP Agroforesterie Cameroun
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA



FCA performed on spatial structure clusters in rows, and vertical structure clusters + species richness in columns.



agroforestry systems
with perennial crops

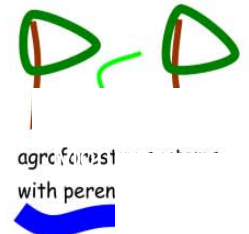
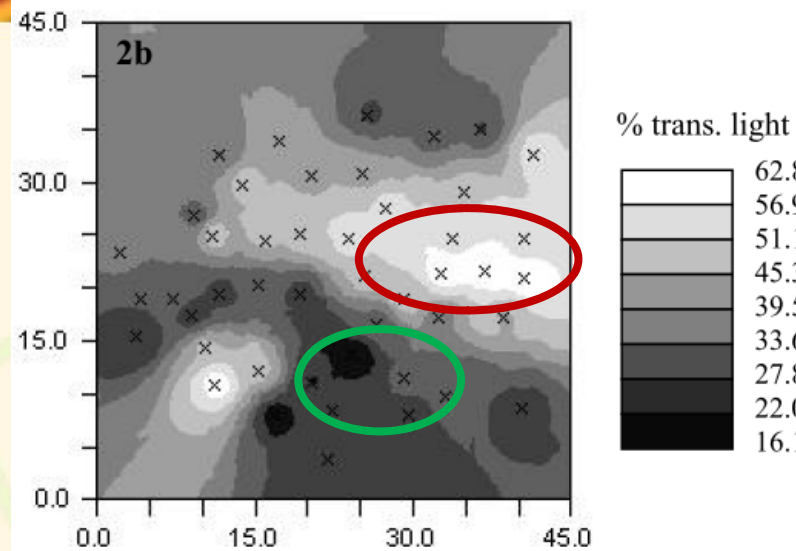
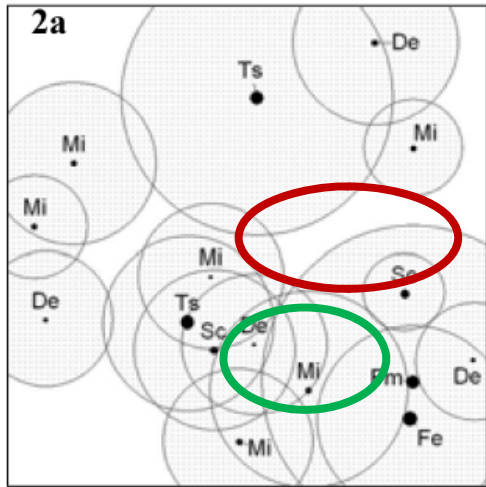


PCP Agroforesterie Cameroun
Pôle de compétences en partenariat



INAFORSTA

Perspectives

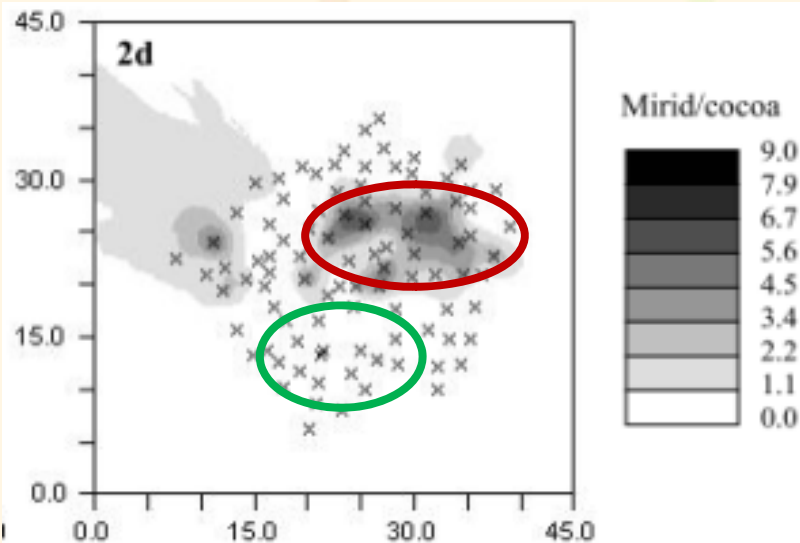


PCP Agroforesterie Cameroun
Pôle de compétences en partenariat



Où sont les arbres ?

Où est l'ombrage ?



Où est la moniliose ?



MERCI !



agroforestry systems
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun
Pôle de compétences en partenariat



INAFORSTA

Values of L(r) and L12(r) discriminating the types in the typology of spatial structure. Values in the same line with the same letters are not significantly different (Tukey HSD test at $p < 0.05$).

Vegetation structure clusters obtained by hierarchical cluster analysis of the 4 leading factorial coordinates by Principal Correspondence Analysis (PCA). The first 4 dimensions on a total of 28 explained 80.4% of the variations and individually not less than 5%.

** ANOVA significant at $p < 0.01$

| | Regular group (8) | Random group (15) | Agregated group (6) | Overall (29) | F value (Df=3) |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------|----------------|
| L(1) forest trees | -0,28a | -0,37a | 1,00b | -0,06 | 7,71** |
| L(2) forest trees | -1,18a | -0,13b | 1,31c | -0,12 | 17,83** |
| L(3) forest trees | -1,54a | -0,03b | 1,70c | -0,09 | 30,58** |
| L(4) forest trees | -0,90a | -0,06b | 1,88c | 0,11 | 24,44** |
| L(5) forest trees | -1,48a | -0,14b | 1,28c | -0,22 | 20,49** |
| L(6) forest trees | -1,4a | -0,11b | 0,92c | -0,25 | 19,68** |
| L(7) forest trees | -1,37a | -0,09b | 0,68b | -0,28 | 15,78** |
| L(8) forest trees | -1,36a | -0,11b | 0,66b | -0,29 | 13,71** |
| L(9) forest trees | -1,41a | -0,29b | 0,51c | -0,43 | 15,57** |
| L(10) forest trees | -1,53a | -0,28b | 0,17b | -0,53 | 7,72** |
| L12(4) cocoa + forest trees | -0,07a | -0,01a | -0,63b | -0,15 | 7,49** |



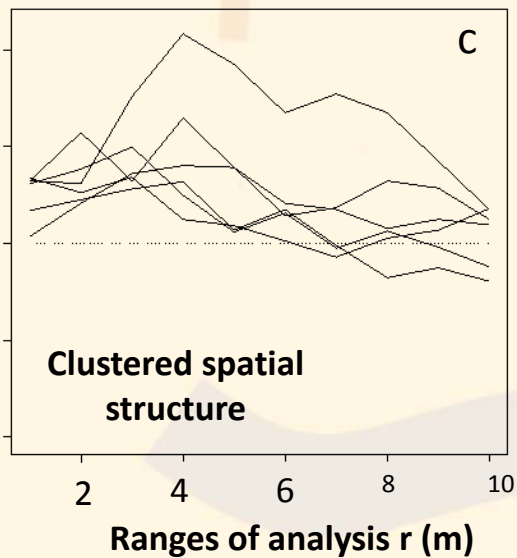
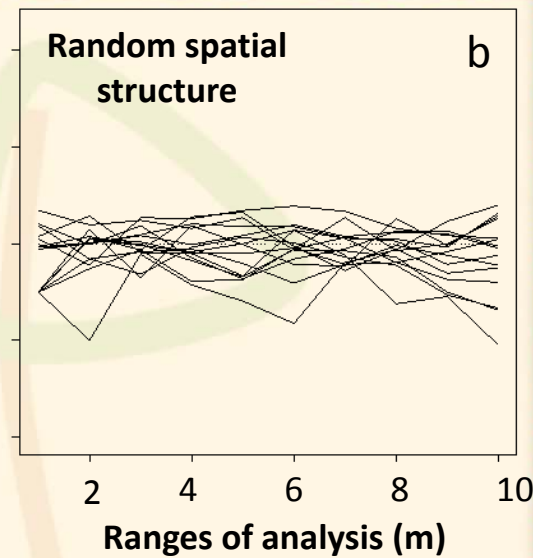
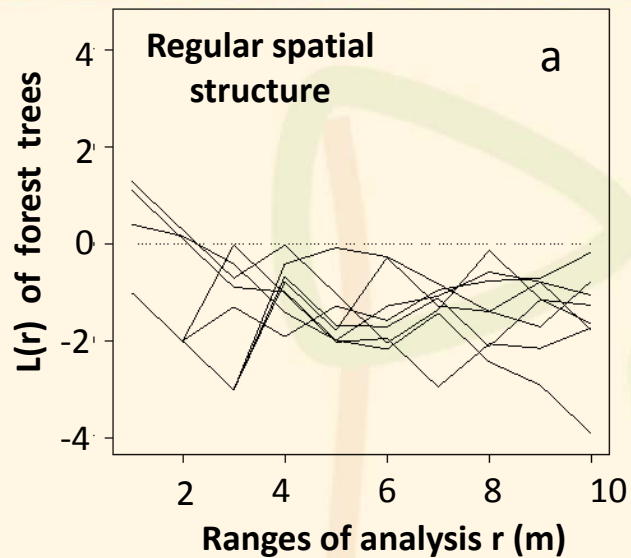
agroforestry systems
with perennial crops



PCP Agroforesterie Cameroun
Pôle de compétences en partenariat



INAFORESTA



$L(r)$ functions of forest trees of each plot in the group of :

- (A) trend to regular structure of forest trees ;**
- (B) of random structure of forest trees;**
- (C) of clustered structure of forest trees.**

