



FORÊT(S) CALÉDONNIENNE(S)



**Apparente simplicité ?
ou
Evidente complexité ?**

Philippe Birnbaum (IAC/Cirad-Amap)



QU'EST-CE QU'UNE FORÊT ?

**Une question de perception...
Une évidence !**

- ∨ Un désert n'est pas une forêt !!!
- ∨ Une prairie n'est pas une forêt !!!



Mais une savane est-elle une forêt ???

→ Oui

→ Non



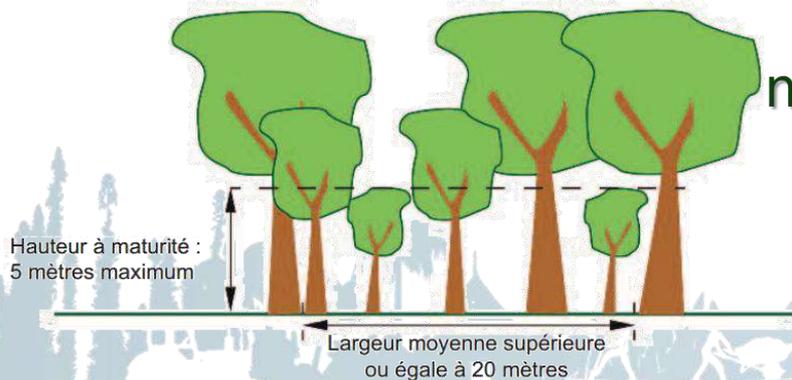
Une définition complexe et controversée

« Une forêt est un terrain d'une superficie d'au moins 50 ares, d'une largeur supérieure à 20m, couvert au moins à 10% par des arbres, c'est-à-dire un végétal ligneux dépassant 5 m de hauteur à maturité in situ » (FAO, IFN)

Une plantation d'arbre est une forêt ?
 Une savane à Niaoulis est une forêt ?

Superficie supérieure ou égale à 50 ares
 Couvert boisé de plus de 10 %
 Usage ni agricole, ni urbain

mimosa » ?



Une réponse pourtant essentielle pour la conservation ...



Article 231-1, Code de l'environnement Province Sud

« Le présent titre a pour objet de contribuer à la préservation et à l'amélioration de l'état de conservation de la biodiversité par des mesures visant à assurer le maintien ou la restauration d'écosystèmes qui sont **d'intérêt patrimonial**, tels que les **forêts denses humides sempervirentes**, les **forêts sclérophylles**, les mangroves, les herbiers et les récifs coralliens »

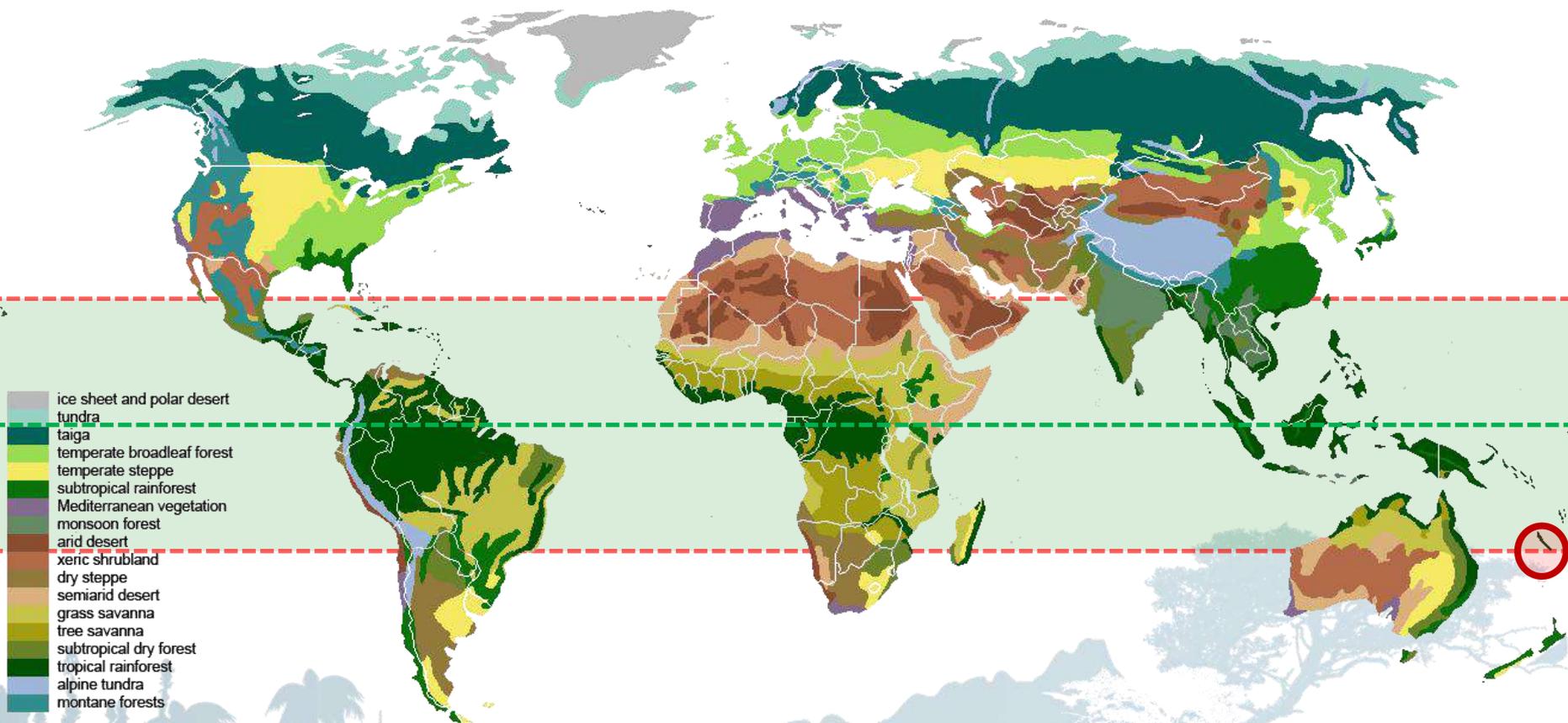
Article 433-2, Code de l'environnement Province Nord

« Les personnes autorisées à brûler en vertu de la présente réglementation sont tenues de prendre les mesures convenables pour empêcher le feu de se communiquer aux propriétés voisines ou aux champs, bois et **forêts appartenant aux collectivités.** »

...Une forêt contient des arbres...



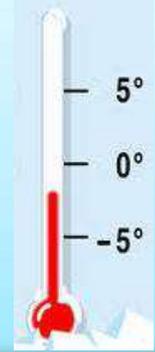
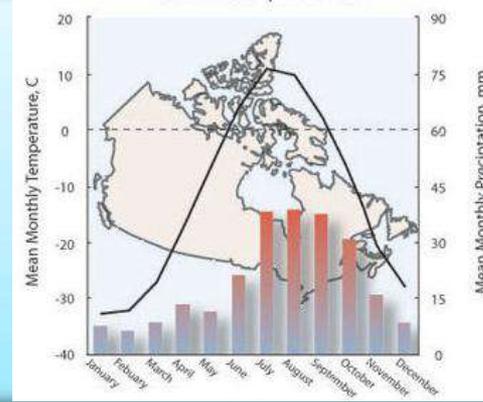
OÙ SONT LES ARBRES ?



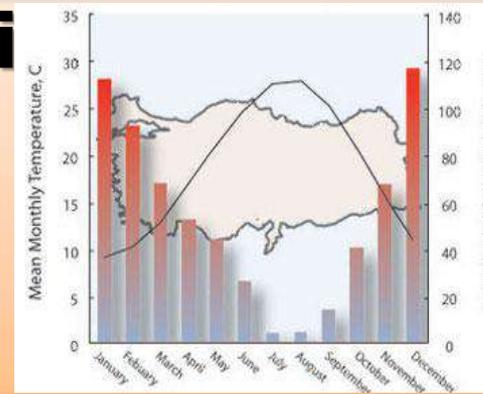
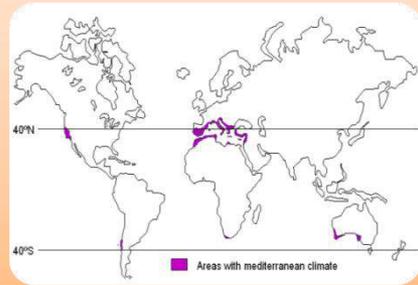


L'ARBRE, UN ORGANISME EXIGEANT

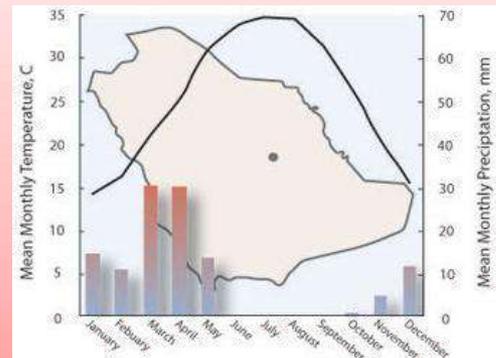
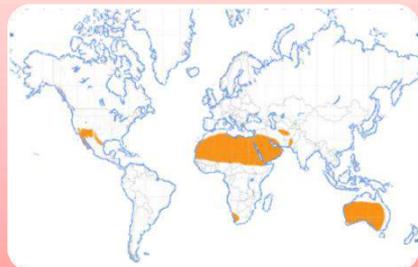
« Toundra », Trop froid !



« Méditerranéen », Trop sai



« Savane », Trop aride !

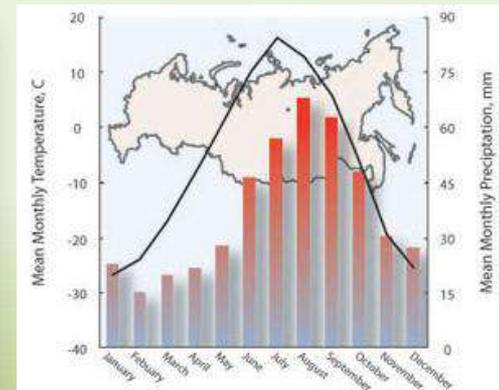
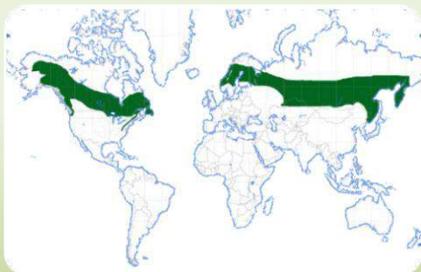




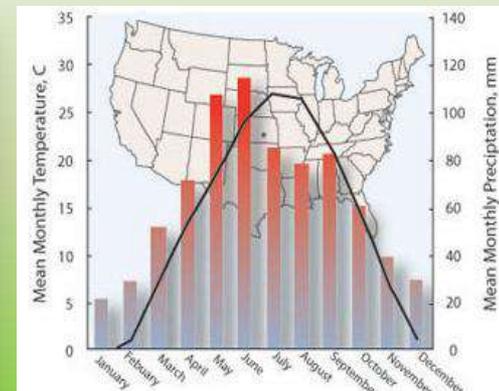
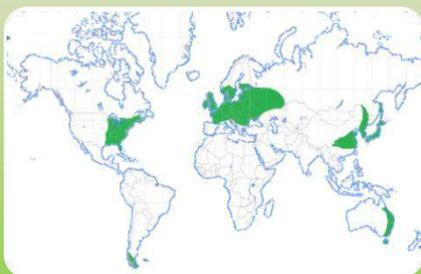
L'ARBRE, UN ORGANISME EXIGEANT



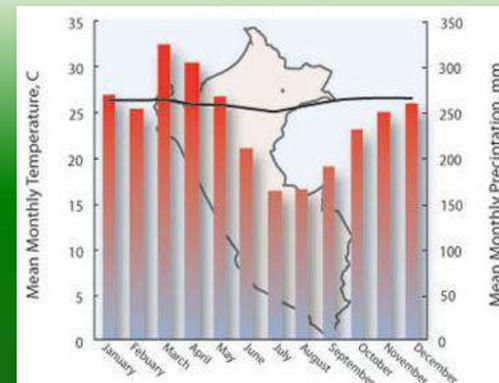
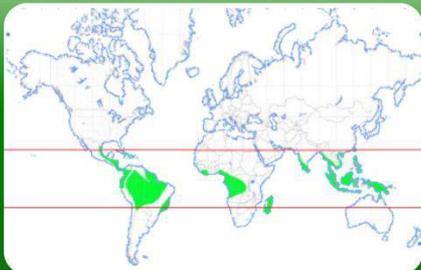
Forêts Boréales



Forêts tempérées

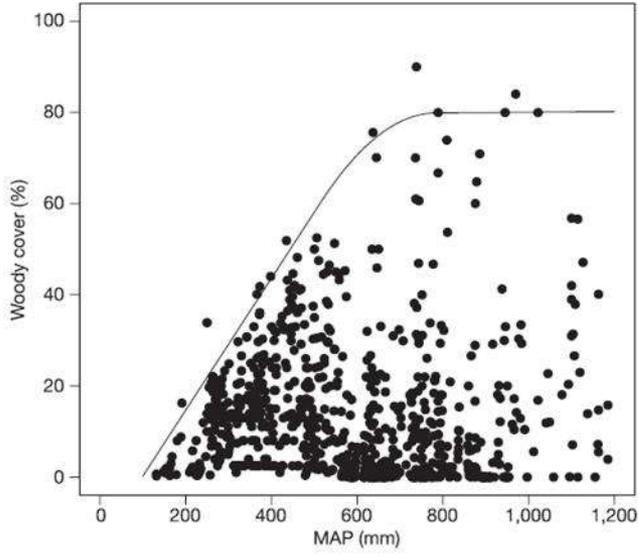
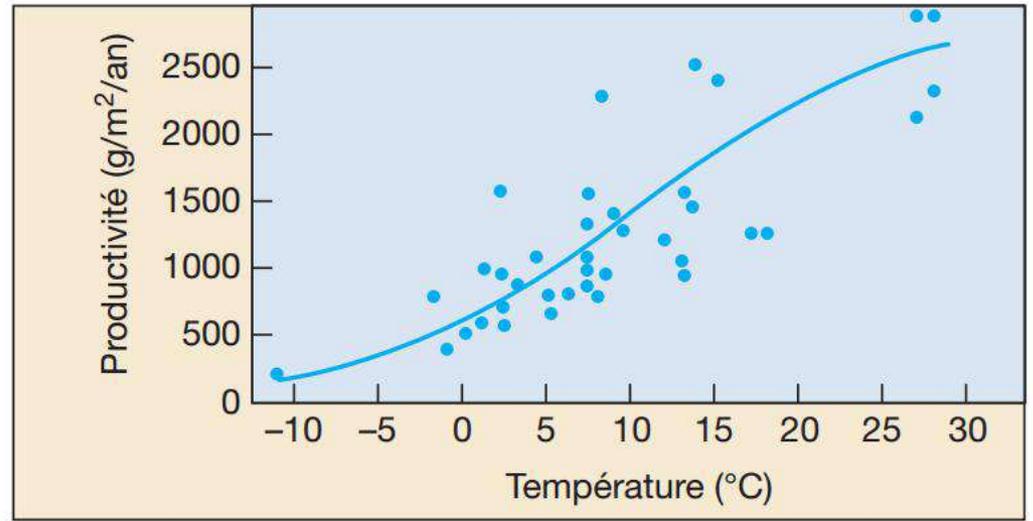
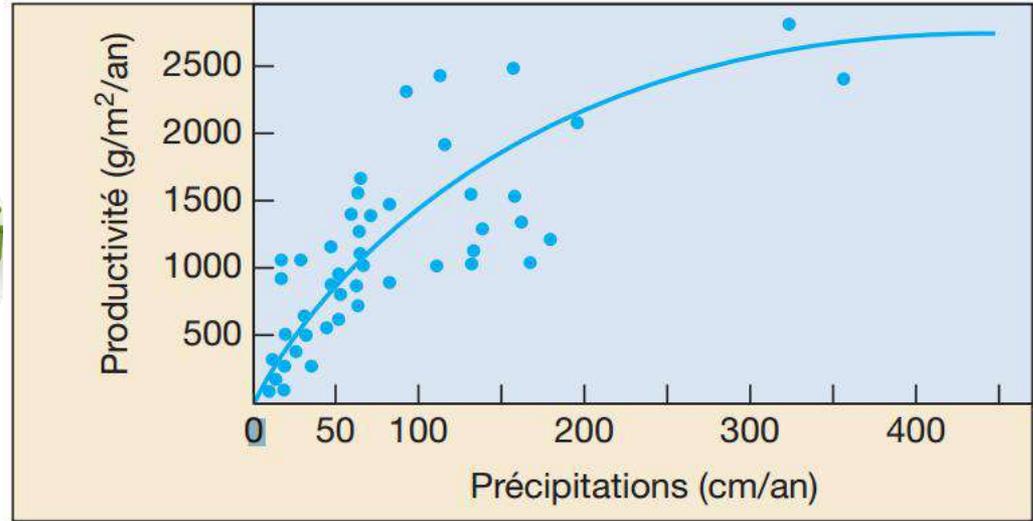


Forêts tropicales



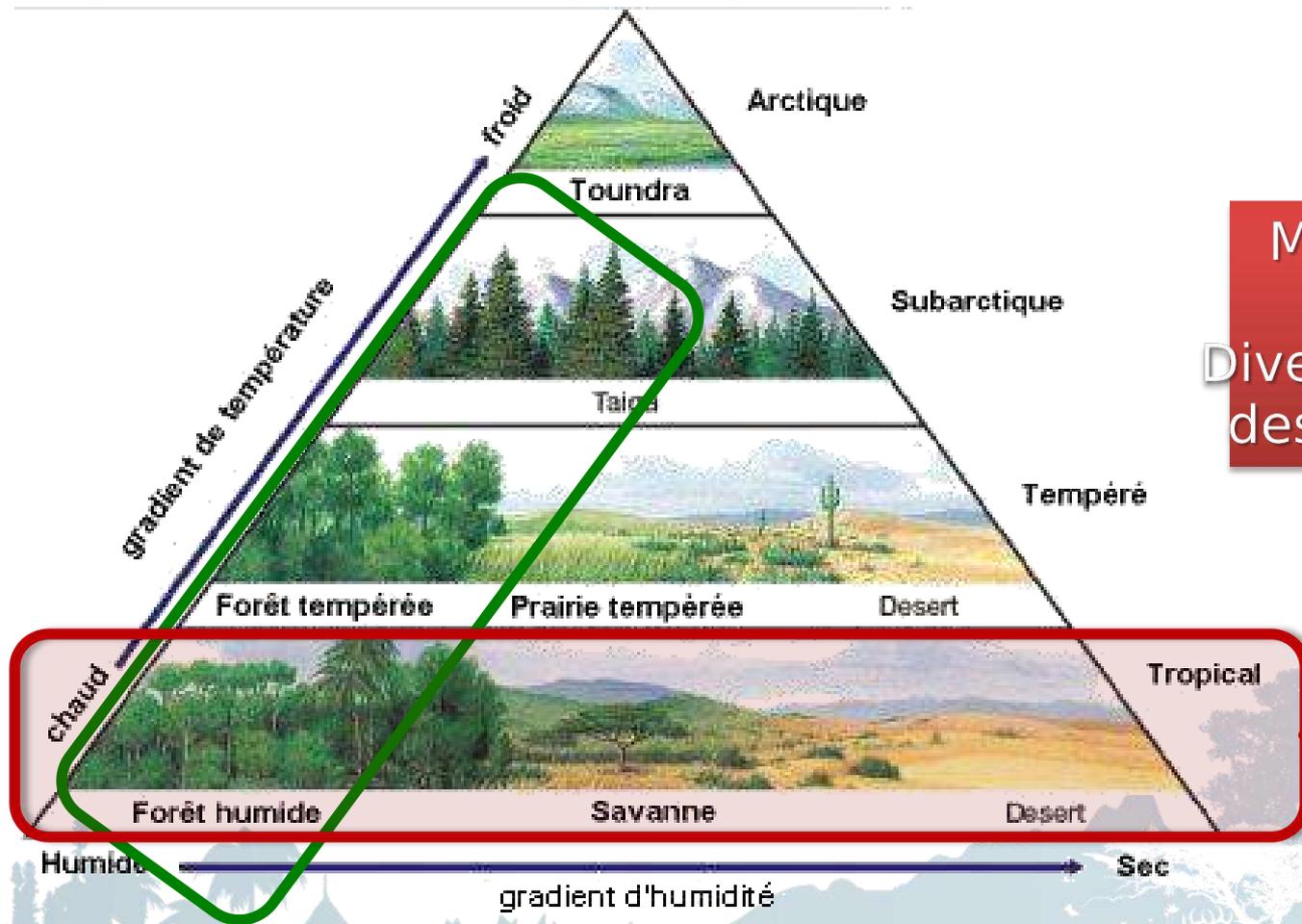
Précipitations, Températures et évapotranspiration fixent :

- § Productivité
- § Densité
- § Stratification



EAU ET TEMPÉRATURE

Deux facteurs essentiels...

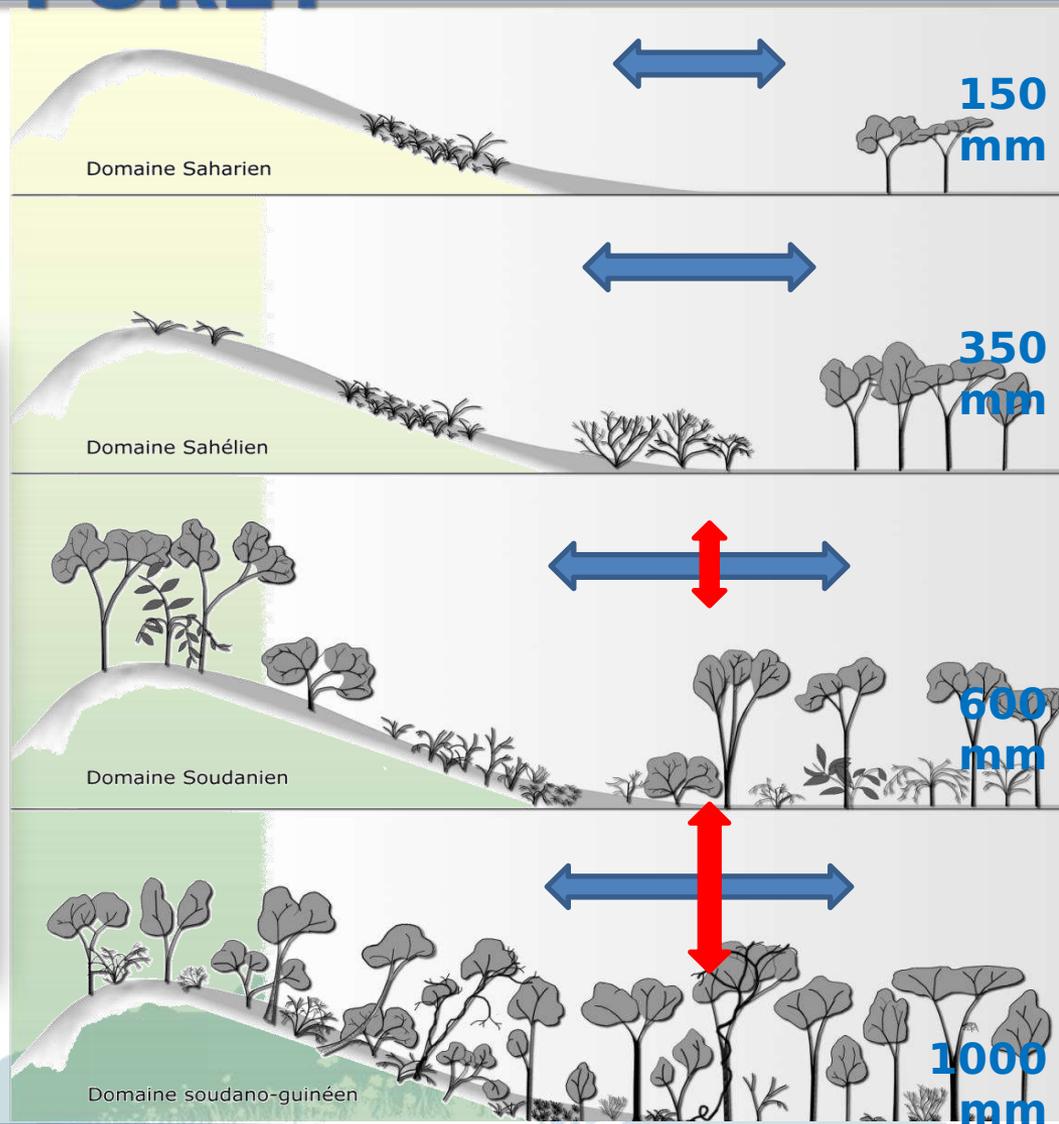
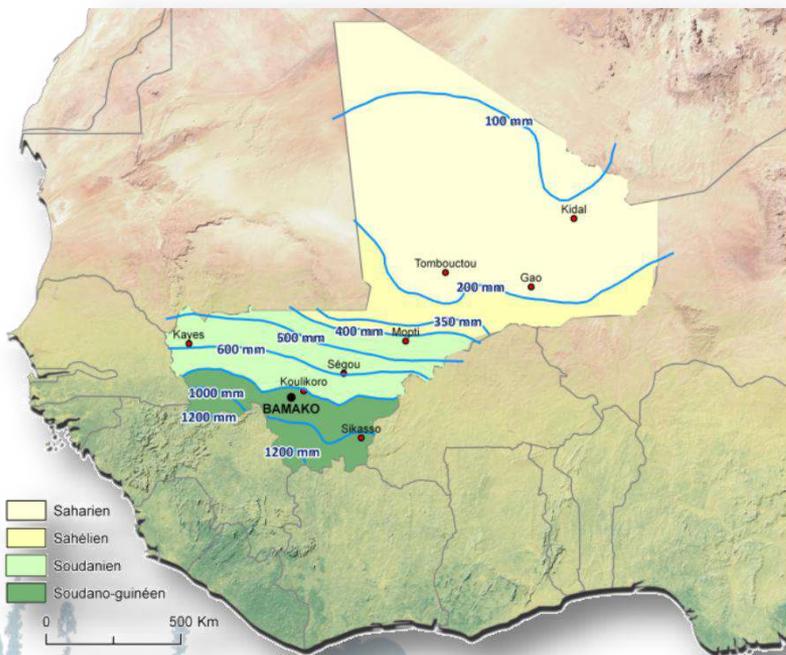


Milieu Tropical = Diversité maximale des écosystèmes

Limites de Whita

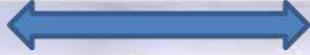
Pluviométrie

- ∅ **Densification horizontale**
- ∅ **Stratification verticale**



DU DÉSSERT À LA FORÊT...

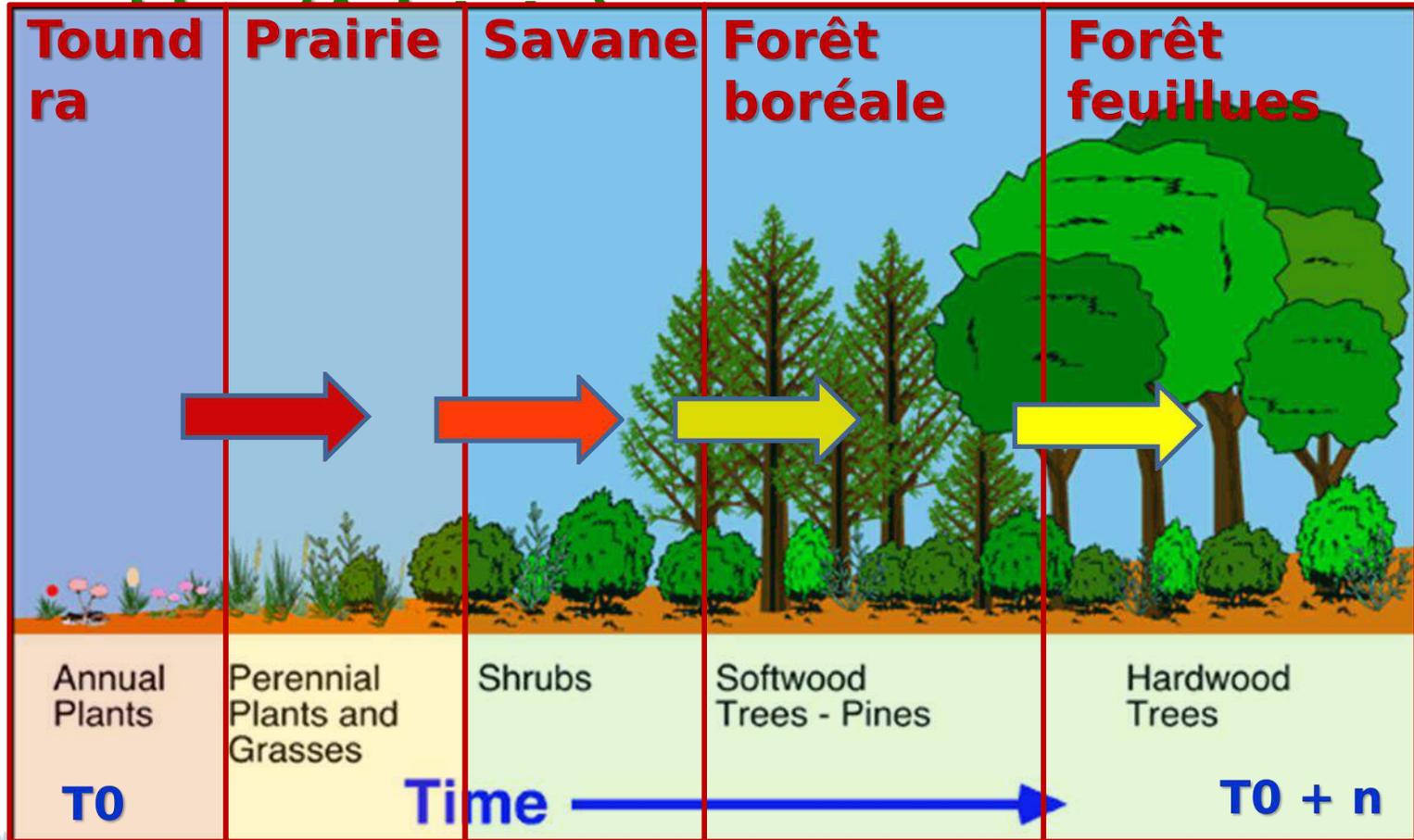
Pluviométrie < 650 mm
« Sols nus **obligatoire** »



Pluviométrie > 650 mm
« Recouvrement total **potentiel** »



∅ La nature a horreur du



Succession = de la toundra à la forêt...

Faible diversité de types

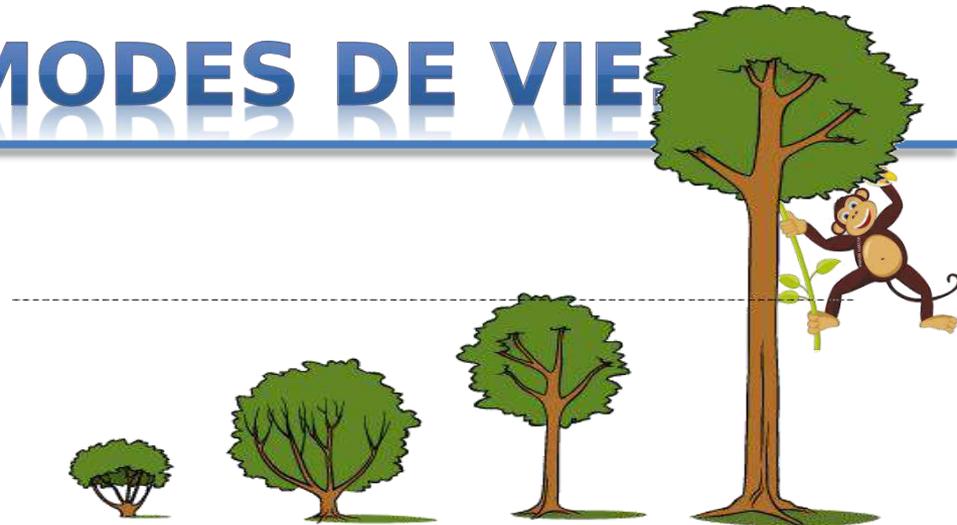
✓ **Arbre/Arbuste**

✓ **Buisson**

✓ **Herbacée**

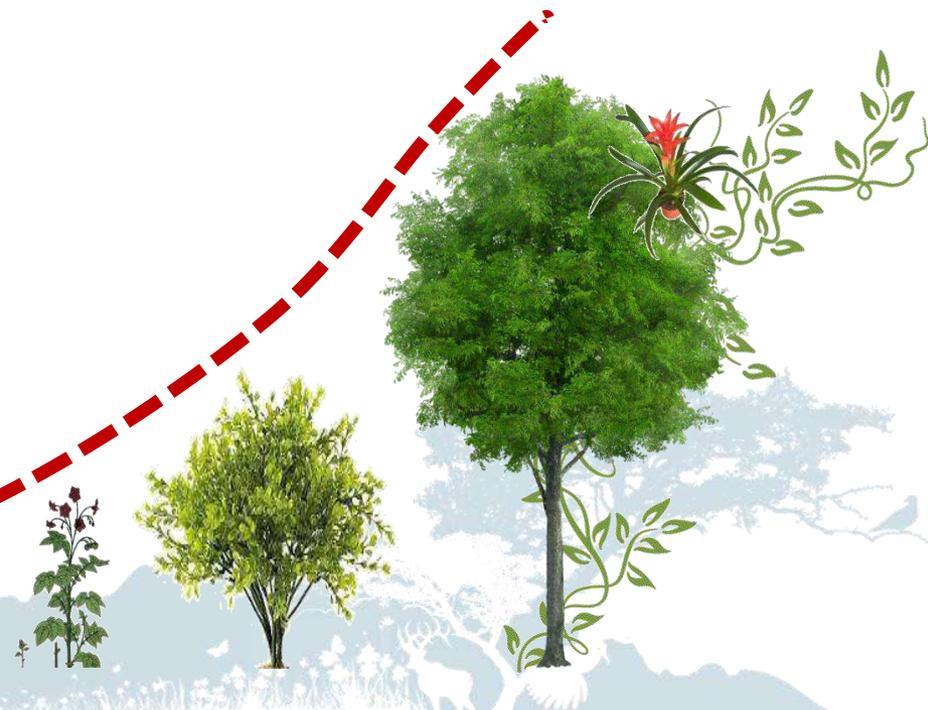
✓ **Liane**

++ sous-types (lianes rampantes, lianes plaquées, sous-arbrisseau...)

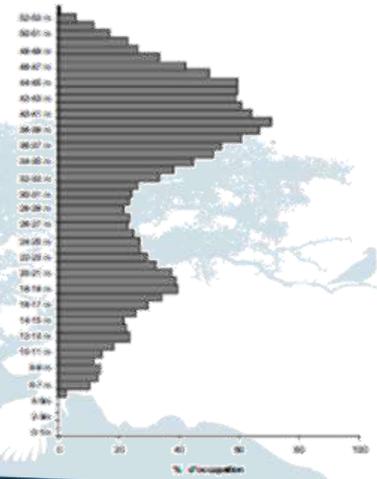
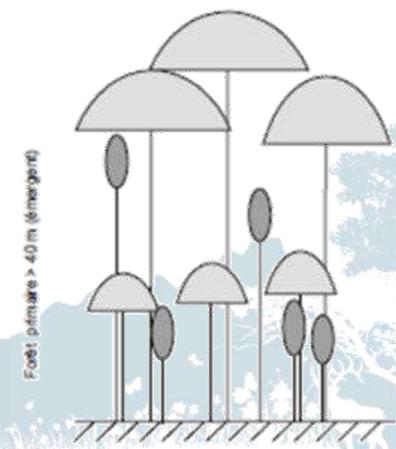
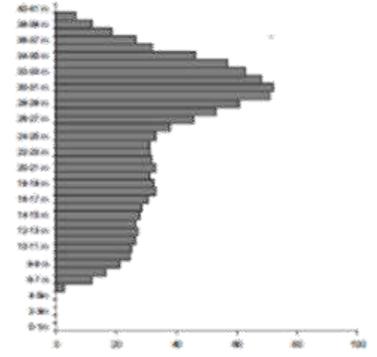
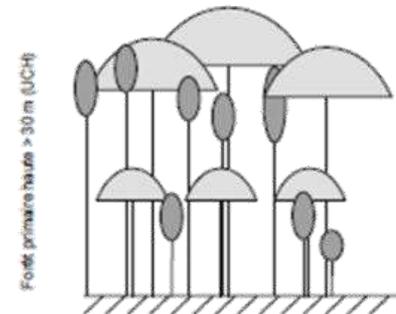
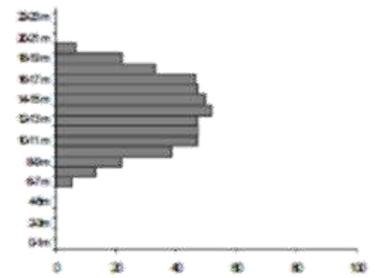
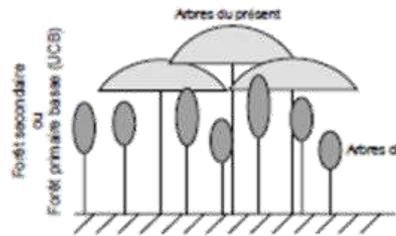
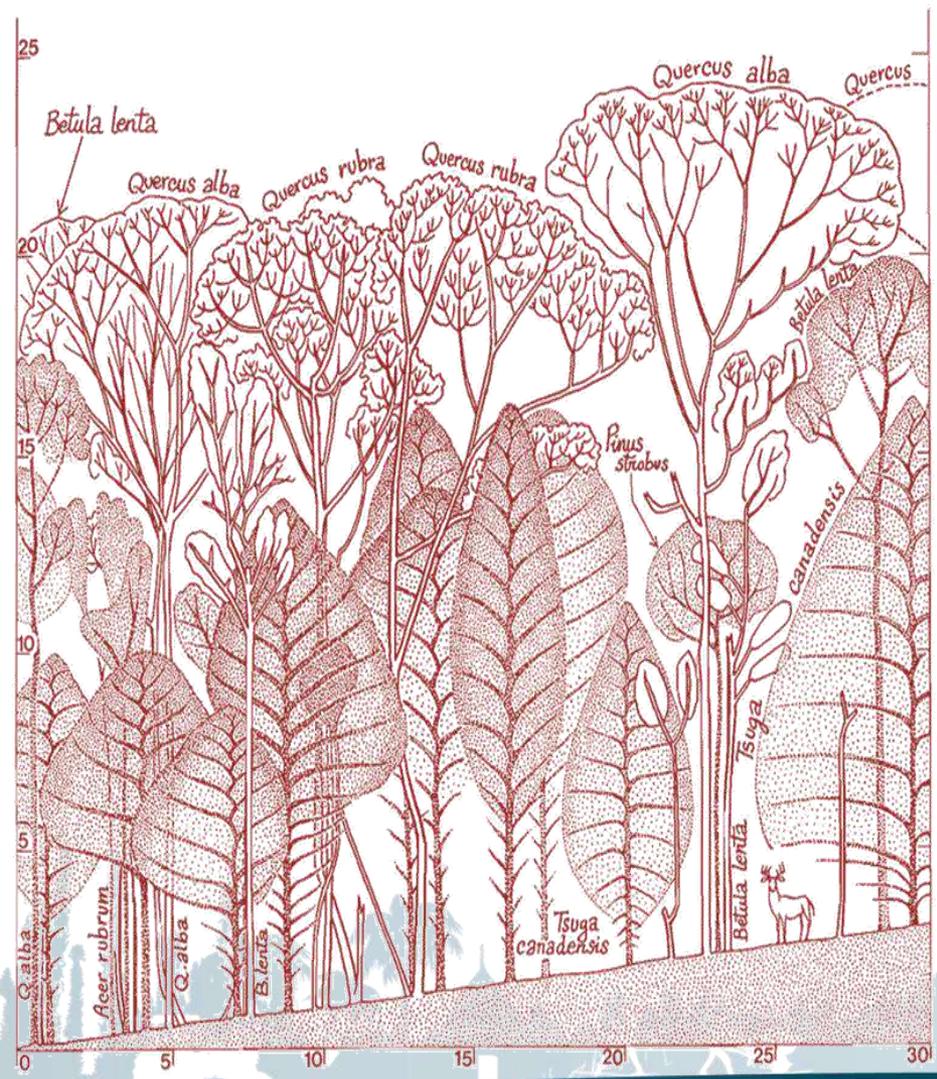


Élévation de la végétation

- Ø **Lianescence**
- Ø **Epiphytisme**
- Ø **Hemi-épiphytisme**
- Ø **Tolérance à l'ombre**
- Ø **Stratification**



UNE FORÊT = UNE STRUCTURE 3D



Dans un même écosystème, plusieurs stades de développement

- v **Potentiel** = banque de graine dans le sol
- v **Avenir** = les jeunes plantes
- v **Présent** = les plantes structurées
- v **Passé** = les plantes en déclin

Stratification

- v Multiplication des niches
(+++)
- v **Frein à la progression**
(---)



...Osons une définition biologique...

« Une **structure** tridimensionnelle **dynamique** construite sous un couvert **arboré** qui maximise le nombre et la forme des organismes vivants sur une surface donnée en relation avec la **disponibilité** des ressources, notamment l'eau et la température »

∅ Une plantation n'est pas une forêt

∅ Une savane peut être un stade de transition vers une forêt



...Une forêt



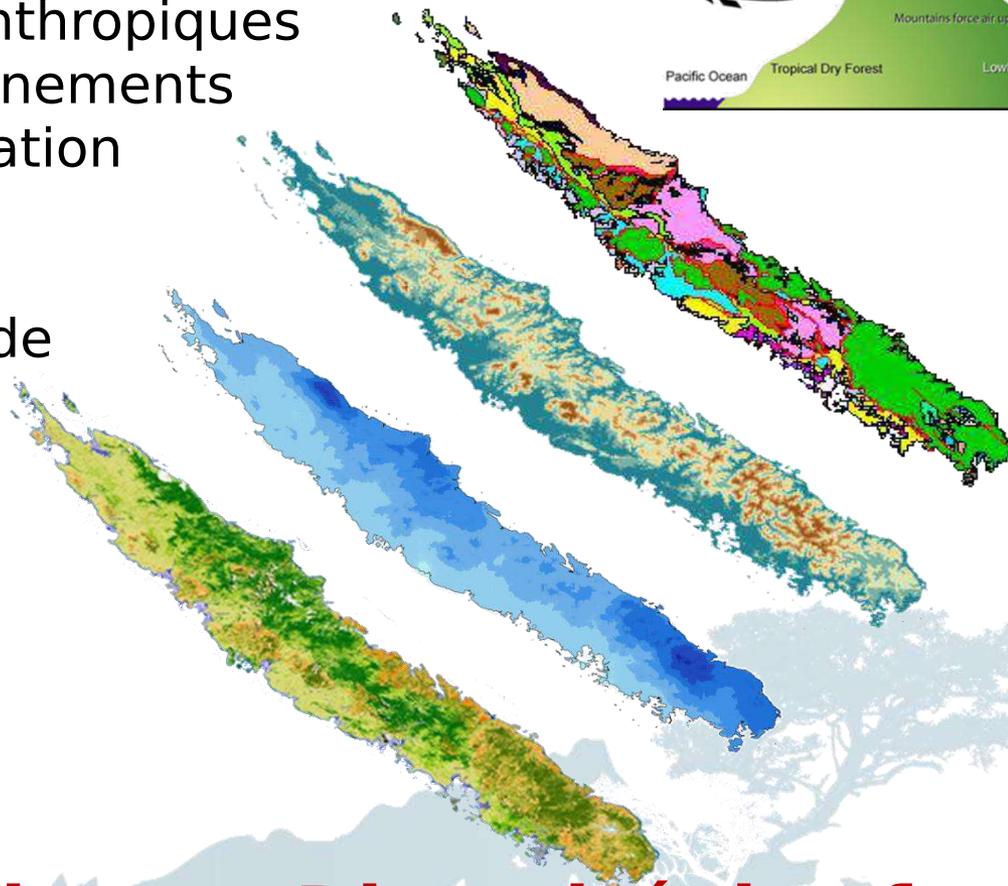
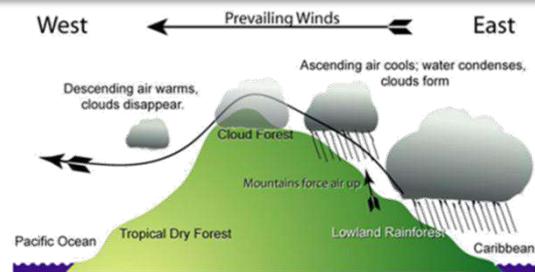


FORÊTS CALÉDONIENNES

- **75% d'endémisme spécifique (3^{ème} rang)**
- **3371 espèces de plantes (10^{ème} rang)**
 - **4^{ème} hot-spot de biodiversité**
 - **895 taxons arborescents = 91% d'endémisme**

Biome « tropical humide »

- ∅ Compensation (Relief, Altitude & Topographie)
- ∅ Paysages naturels & anthropiques
- ∅ Transgressions et confinements
- ∅ Isolement et fragmentation
- ∅ Ecosystèmes :
 - Mangrove
 - Forêt tropicale humide
 - Forêt de nuages
 - Forêt de Talweg
 - Forêt sclérophylle
 - Savanes
 - Maquis
 - Ripisylve



Diversité des milieux = Diversité des formes de vie

« Composantes majeures de la flore Calédonienne »

∅ « **Flore géographique** », restreinte à certaines ZONES (e. g. *Acropogon aoupiniensis* abondant sur l'Aoupinié, *Agathis montana* sur le Panié)



∅ « **Flore bioclimatique** », restreinte à une gamme de conditions (e.g. *Phyllanthus bourgeoisii* commun en bord de rivière, *Trimenia neocaledonica* commun au-delà de 900 m, *Dicksonia baudouini* exclusivement au-delà de 1000 m)

∅ « **Flore structurelle** », inscrite dans une structure de végétation (e.g. *Burretiokentia vieillardii* exclusivement en forêt, *Cunonia lenormandii* et *Purpureostemon ciliatus* exclusivement en maquis)

∅ « **Flore transgressive** », à forte plasticité écologique (e.g. *Carpolepis laurifolia* forêt-savane, basse ou haute altitude, arbre/arbuste/étrangleur ou *Glochidion billardierei* buisson ou arbre, forêt ou savane)

∅ « **Flore cicatricielle** », inscrite dans une phase de la succession (e.g. *Geissois racemosa*, *Guioa villosa*... pionnières à vie longue en bord de lisière et dans les phases initiales de la succession forestière)

Carpolepis laurifolia

(faux teck)

- Espèce rare au niveau de la planète (endémique de la Calédonie)
- Ultra abondante en Nouvelle-Calédonie



Agathis montana

(Kaoris de montagne)

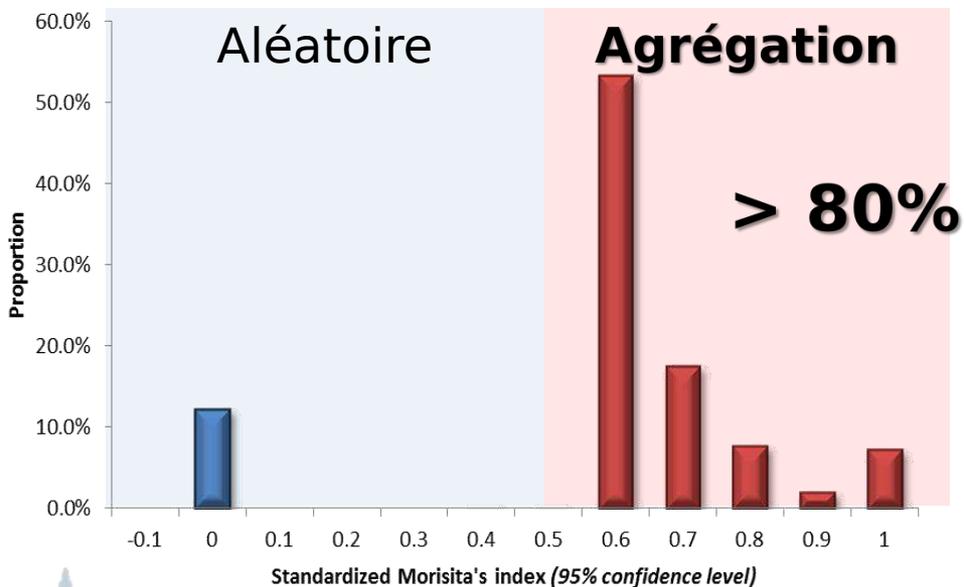
- Espèce rare au niveau de la planète (endémique de la Calédonie)
- Très rare en Nouvelle-Calédonie
- Ultra abondante sur le Mt Panié

Ø Flore Calédonienne

v Rare / Endémique

v Agrégative

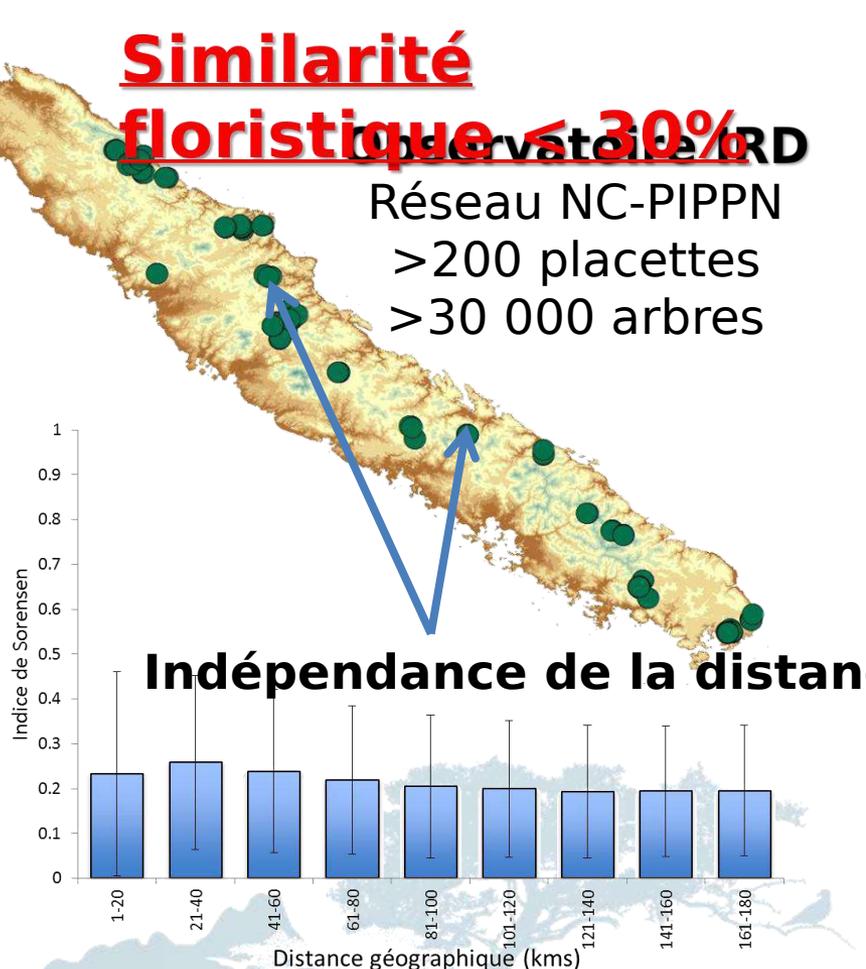
Spatial dispersion of 842 taxons on 208 quadrats each of 400m²



$$I_{GH} = \frac{2 \sum_{i=1}^S x_i y_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^S x_i^2}{X^2} + \frac{\sum_{i=1}^S y_i^2}{Y^2} \right) XY}$$

Similarité floristique < 30%

Observatoire RD
Réseau NC-PIPPN
>200 placettes
>30 000 arbres

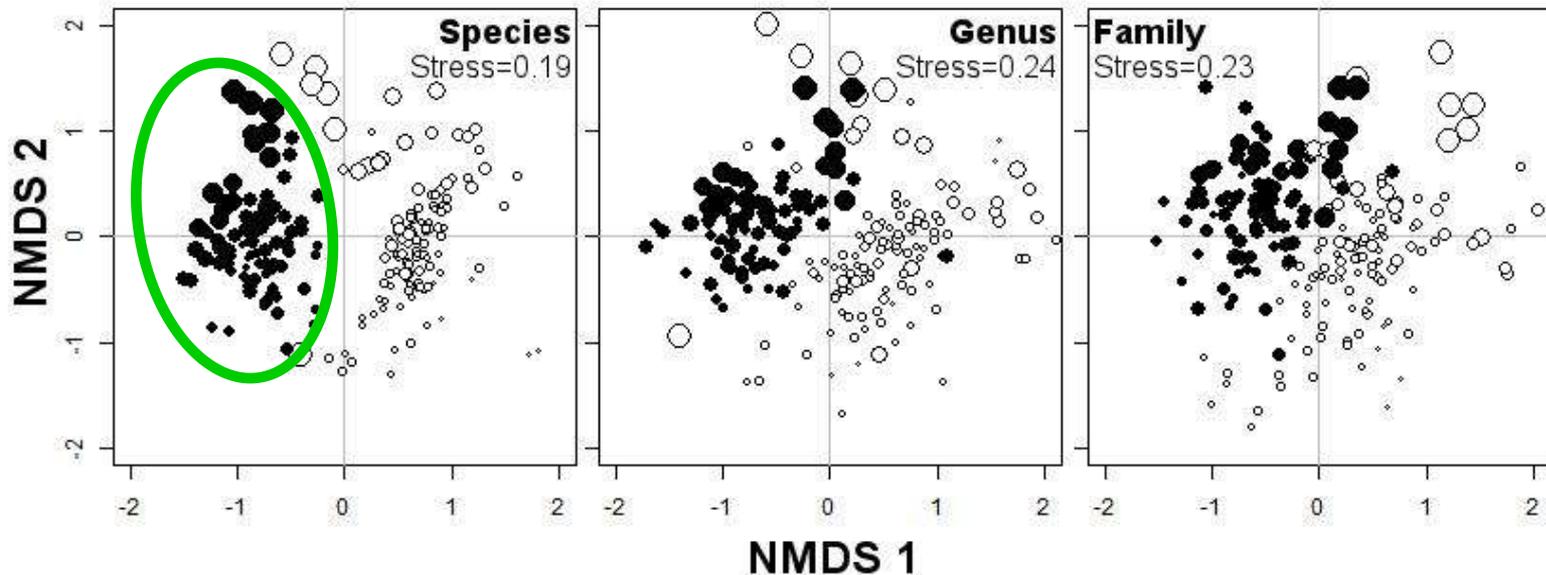


$$I_{SS} = \frac{2C}{(A+B)} \times 100$$

∅ Le sol = Paramètre déterminant

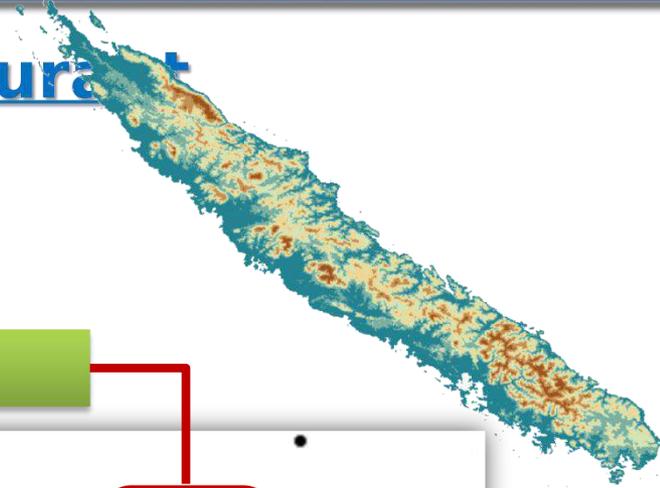
- v ≈ 1/3 des espèces exclusivement sur UM
- v ≈ 1/3 des espèces exclusivement sur non-UM

Massifs ultrabasiques
de Nouvelle-Calédonie



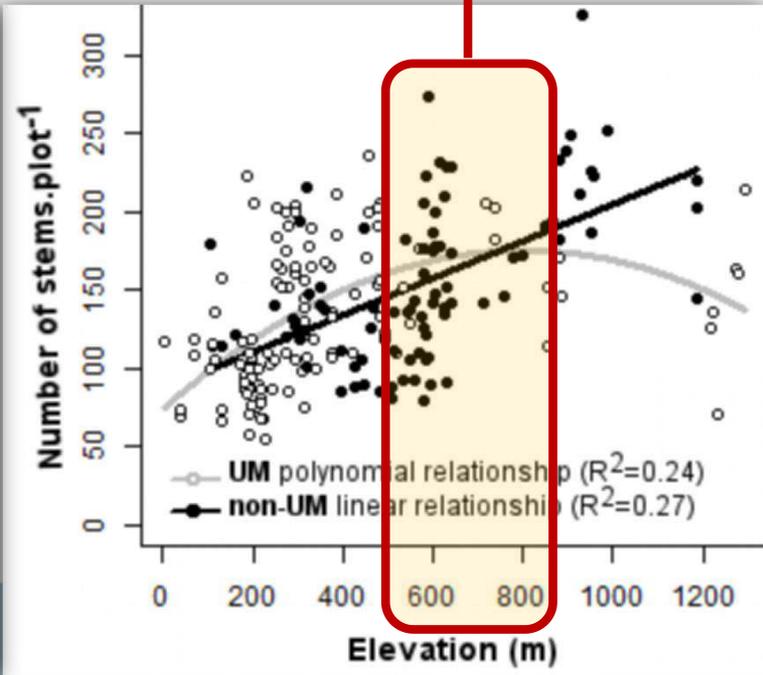
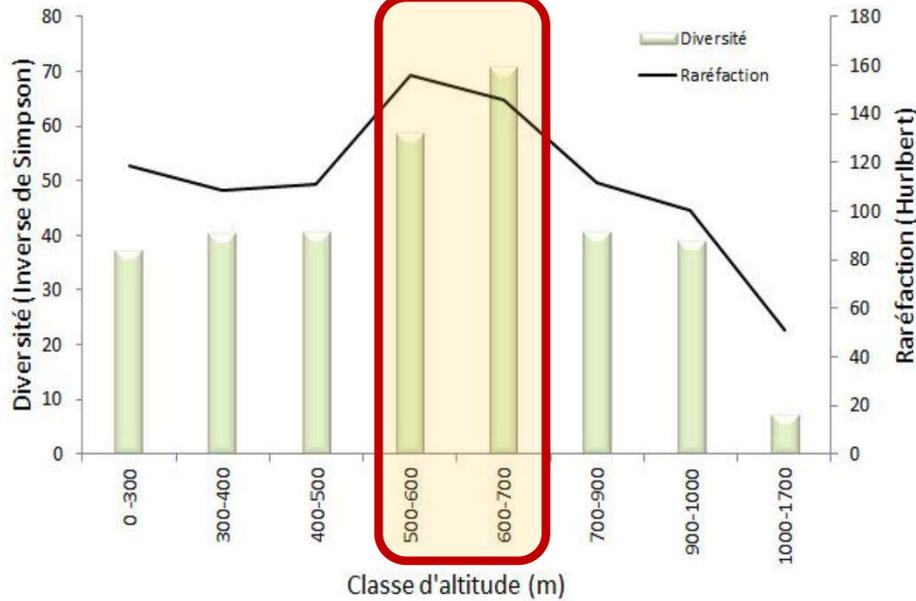
∅ Altitude = Paramètre structurel

- v Densité = f(altitude)
- v Diversité = f(altitude)

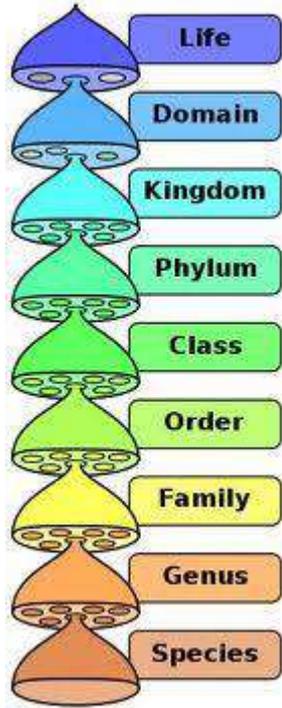


600-800 m = Diversité maximale

Diversité et Raréfaction par altitude



LE TAXON AU CENTRE



∅ Endémisme ou diversité en lien à la définition de « Taxons unique »

Plus de nouveaux taxons plus l'endémisme est élevé

Et donc

Plus les taxons sont réunis moins il y a de diversité !

5 Familles endémiques

- Oncothecaceae
- Phellineaceae
- Amborellaceae
- Paracryphiaceae
- Strasburgeriaceae

APGIII

3 Familles endémiques

- Oncothecaceae
- Phellineaceae
- Amborellaceae
- ~~Paracryphiaceae~~
- ~~Strasburgeriaceae~~

...Diversité et endémisme

liés à la taxonomie...

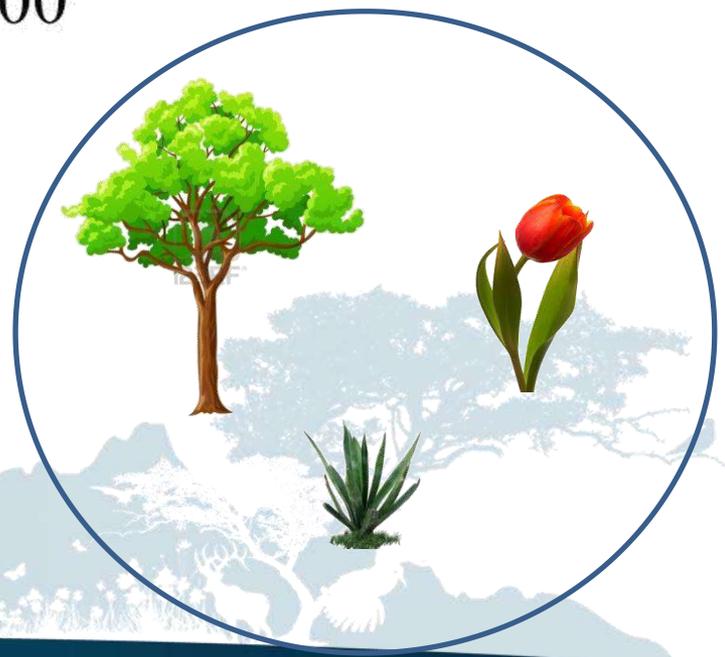
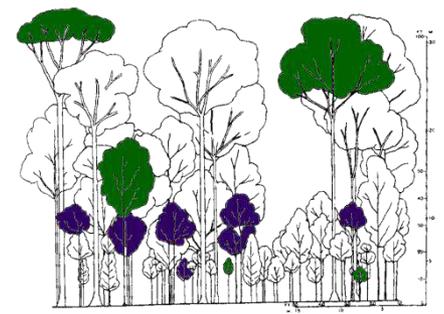
TAXONOMIE vs FONCTION

∅ Dissimilarité floristique basée sur les taxons

$$m_h = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Tous les différences entre taxons sont-elles comparables ?

$$Iss = \frac{2C}{(A+B)} \times 100$$



CONSTAT (NC-PIPPN)

Ø Dispositif de 0,04ha (pour 5cm) adapté pour mesurer la diversité floristique locale

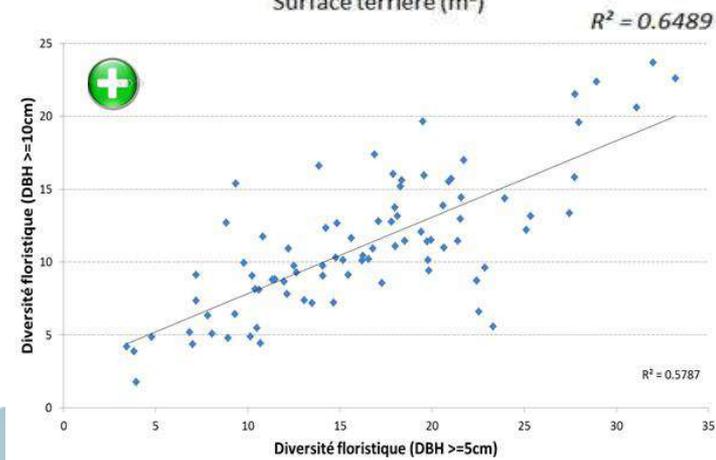
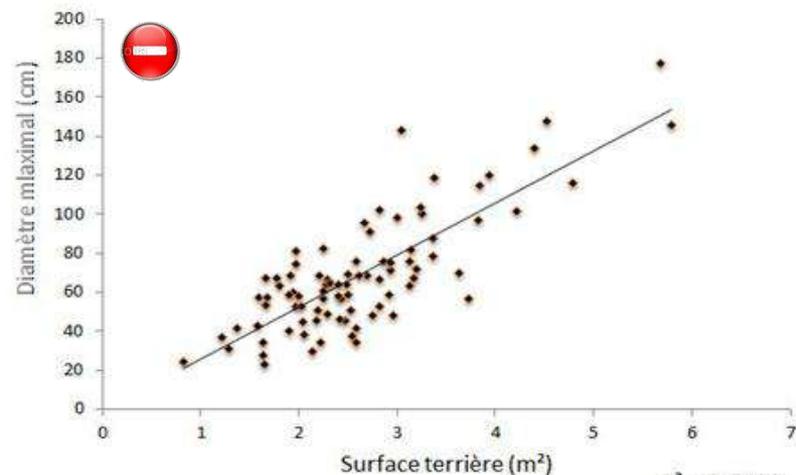
Ø Peu représentatif de l'hétérogénéité

Ø Paramètres structures peu utilisables

Ø Diversité maximale 600-800 m d'altitude

Ø Diversité floristique à 5cm = f(10cm) pour altitude < 1000m

Surface Terrière = f(Diamètre maximal)



« Vers une clef d'identification des formations végétales »

A. Structuration verticale et horizontale



- **Densité du couvert arboré**, « continue à perforée »
- **Topographie de la canopée**, « plane à ondulée »
- **Stratification verticale**, « mono à pluri-stratifiée »
- **Paramètres structuraux**, « hauteur, densité, aire basale, ... »

B. Composition et Dynamique



- **Praires, Savanes et forêts à Niaouli**
- **Les forêts denses humides matures** contiennent des Hous, des Tamanou
- **Les espèces à croissance rapide**, sont des cicatricielles

C. Répartition des structures

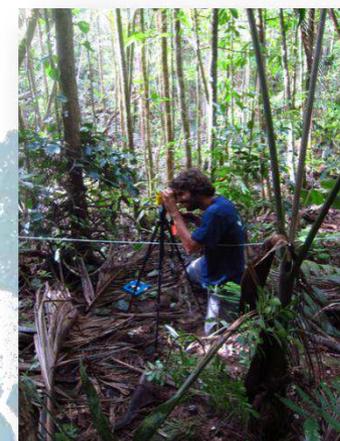
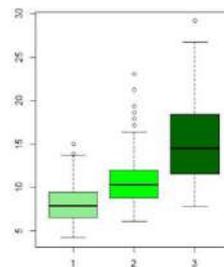


- **Altitude**, « les forêts d'altitude sont elles seulement en altitude ? »
- **Substrats**, « les types sur sols ultramafiques diffèrent ils de ceux sur sols volcano-sédimentaires »
- **Topographie**, « les végétations de talwegs, pentes, rivulaires, ... »



Parcelles 100m x 100m

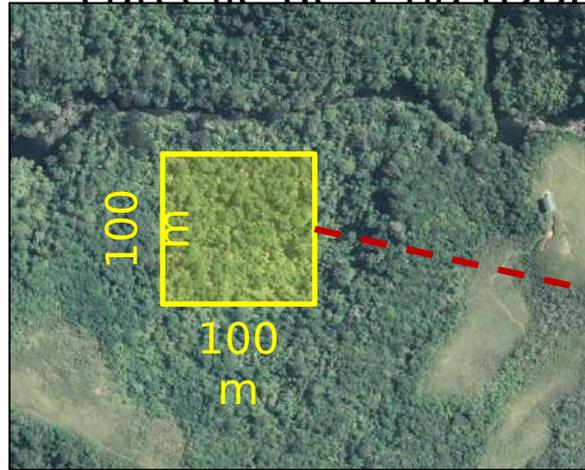
- Ø 100 mailles de 10 x 10m
- Ø Identification
- Ø Positionnement X et Y (Laser)
- Ø Positionnement Structure
 - Ø 0-Mort
 - Ø 1-Sous-Bois
 - Ø 2-Sous-Canopée
 - Ø 3-Canopée
 - Ø 4-Emergent
- Ø Densité de bois
 - Ø Vitesse de croissance et dynamique



Statistiques de base

- Exemple de la forêt de la Guen (NC)

Parcelle de 1 ha (DBH ≥ 10)



- Structure

1398 tiges.ha⁻¹

42.6 m².ha⁻¹

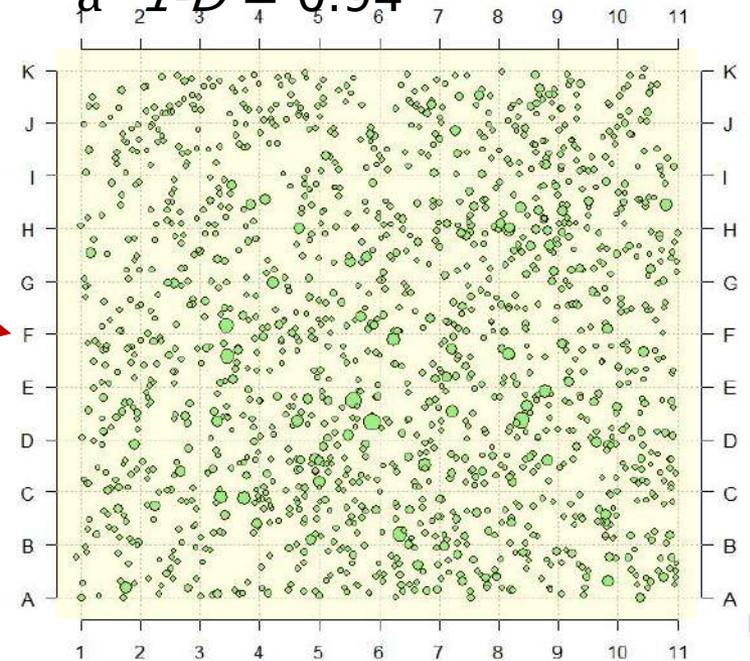
à Hauteur moyenne de la canopée
10.8 m

- Diversité

à $R = 87$

à $H' = 33.31 / E_H =$
0.74

à $1-D = 0.94$



STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

Structure des forêts: statistiques de base

Éléments de comparaison (1ha, DBH 10cm = Format standard International)

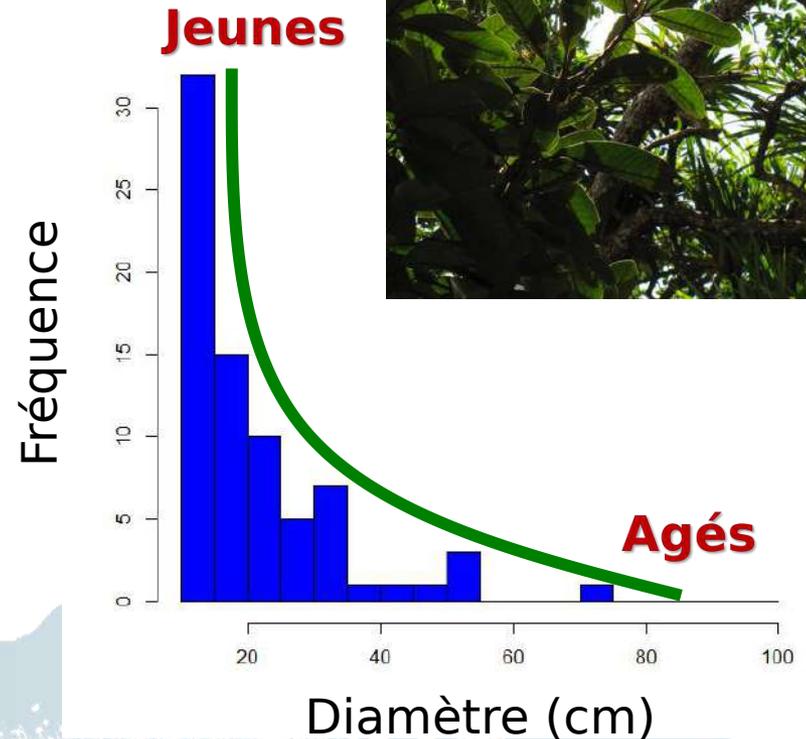
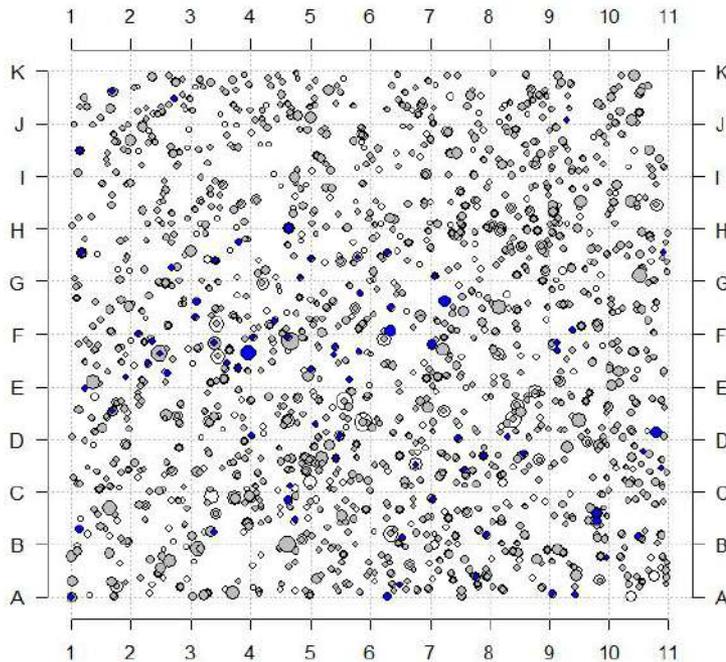
Site	Densité	Aire basale	Nb. d'espèces
La Guen (NC)	1398	42.6	87
Forêt Plate (NC)	921	52.8	113
Atéou (NC)	1209	60.8	103
Parc de la rivière bleue (NC)	1183 - 1533	47.0 - 49.5	103 - 131
Grand Sud (NC)	1239 - 1741	40.4 - 51.5	-
Col d'Amieux (NC)	1256	55.5	95 - 106
Pacifique Sud	409 - 916	30.0 - 40.1	35 - 167
Guyane	397 - 874	20.6 - 34.2	154-220
Afrique (Uganda)	344 - 557	14.5 - 45.19	30 - 67

6

Forte densité/aire basale , Faible richesse floristique, Forte

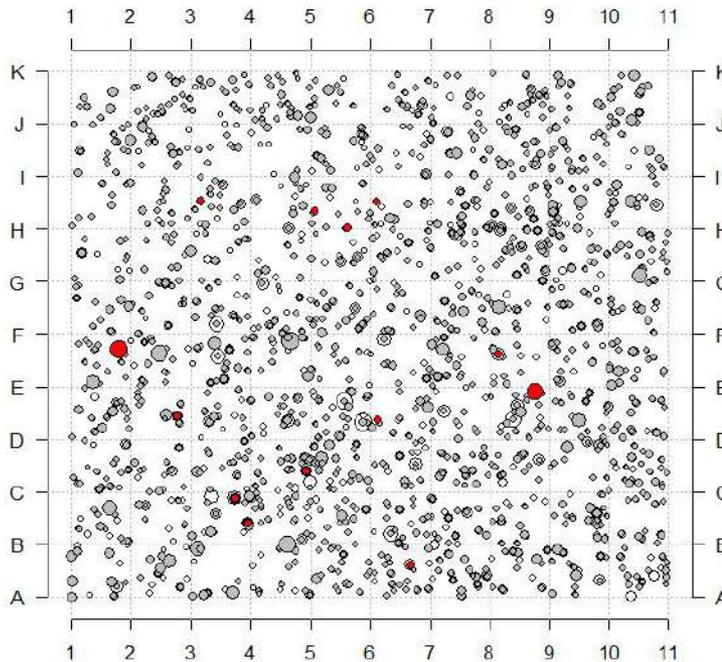
Structure diamétrique

- Exemple 1: Parcelle de la Guen**
 Structure diamétrique de population
Pycnandra comptonii (espèce forestière)
 Structure en « L »

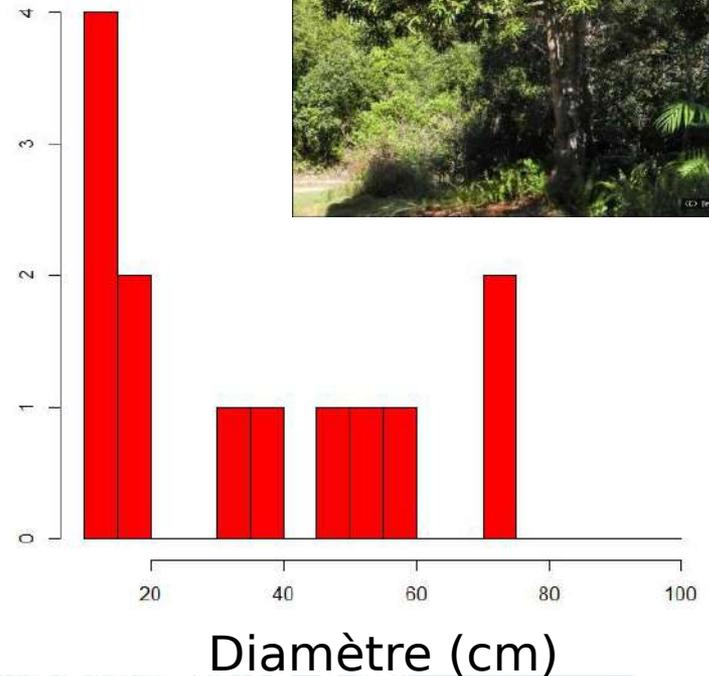


Structure diamétrique

- Exemple 1: Parcelle de la Guen**
 Structure diamétrique de population
Calophyllum caledonicum (espèce forestière)
 Déstructuré



Fréquence



Les espèces s'organisent
différemment

GROUPES FONCTIONNELS

Comment passer de la morphologie à la fonction ?

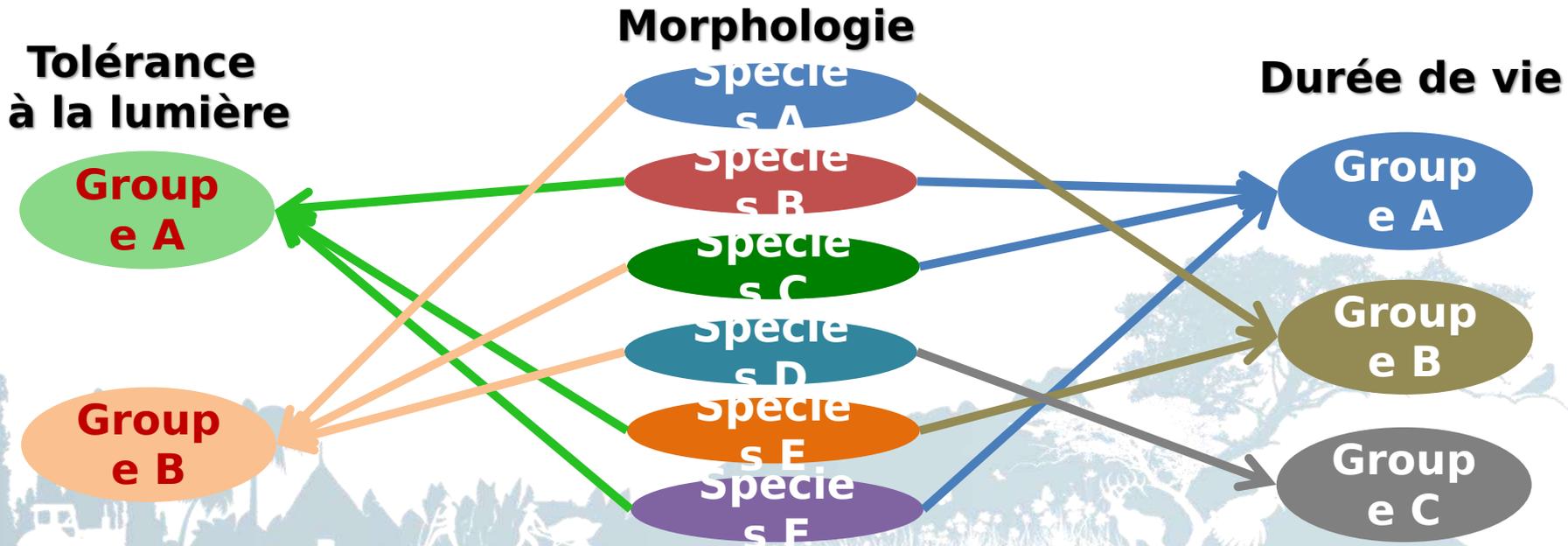


D'un point de vue écologique :

Ficus microcarpa ≠ *Ficus obliqua* ?

Hedycaria engleriana ≠ *Hedycaria cupulata* ?

Dysoxylum kouirense ≠ *D. roseum* ≠ *D. macranthum* ?





GROUPES & STRATÉGIES DE VIE

Successions, stratégies démographiques

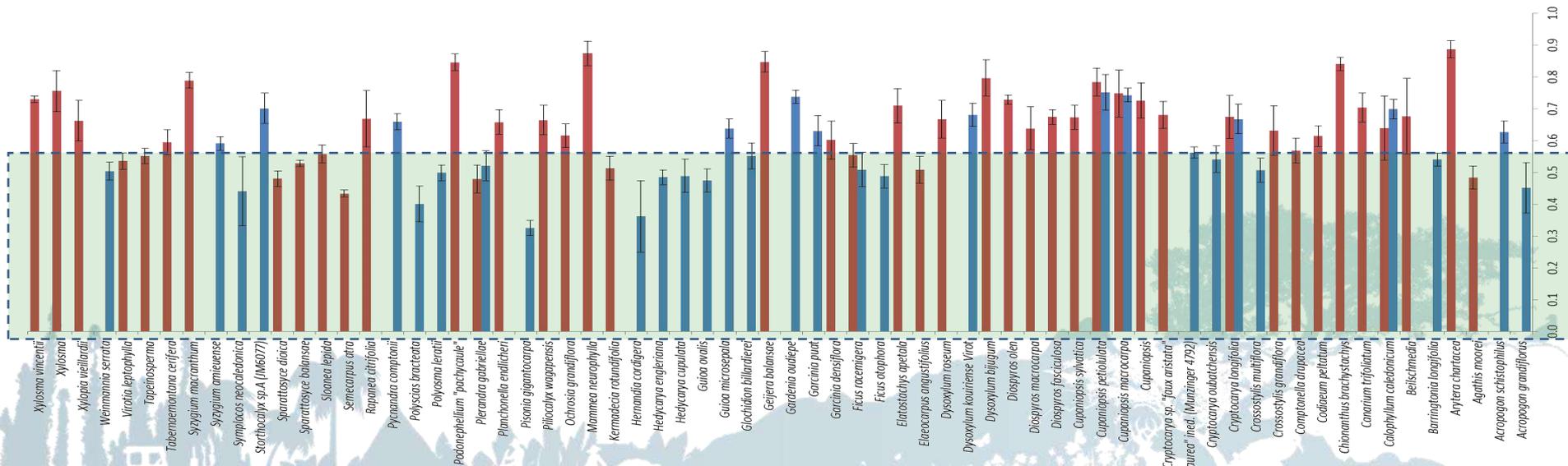
∅ Stratégies « r » & « K », R.H. MacArthur & E.O. Wilson (1967)

∅ « trade-off » compromis dans l'allocation des ressources

	Stratégies « r »	Stratégies « K »
Cycle biologique	court	long
Espérance de vie	faible	importante
Croissance	rapide	lente
Besoins en lumière	héliophile	sciaphile
Compétition	faible	forte
Reproduction	précoce	tardive
Taille des graines	petite	grande
Milieu	instable	stable
Densité du bois	Basse (<0.55)	Elevée (>0.55)

Proxy des stratégies « r » et « K »

- Ø ≈ 90 espèces traitées / 3 ha (539 c)
- ü min = *Pisonia gigantocarpa* (0.326 g/c)
- ü max = *Arytera chartacea* (0.887)
- ü *Dysoxylum roseum* (0.667) ≈ *D. kouirensis* (0.667)
- ü *Hedycarya cupulata* (0.488) ≈ *H. engleriana* (0.485)



**Tolérantes
à la lumière**

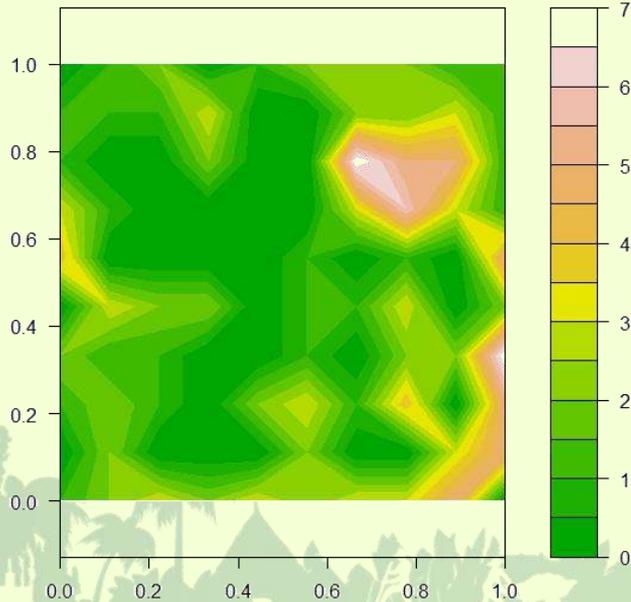
→ Agrégatives entre elles ←

**Tolérantes
à l'ombre**

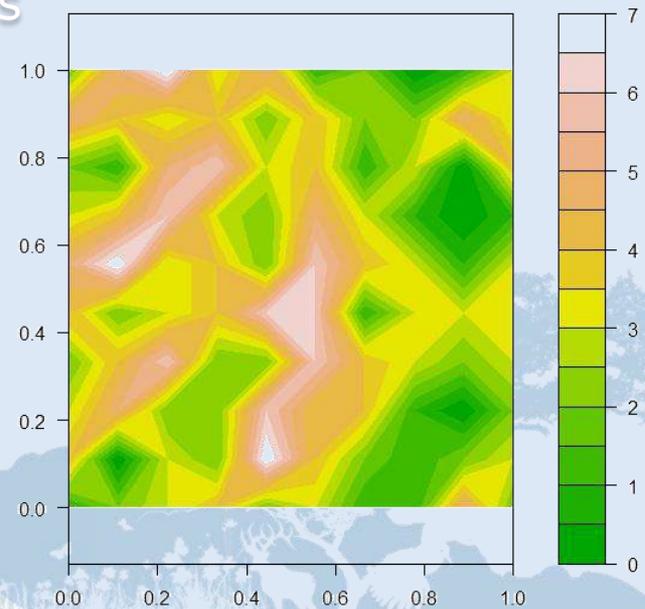
→ Agrégatives entre elles ←

← Répulsion des deux →

Groupe A



groupes



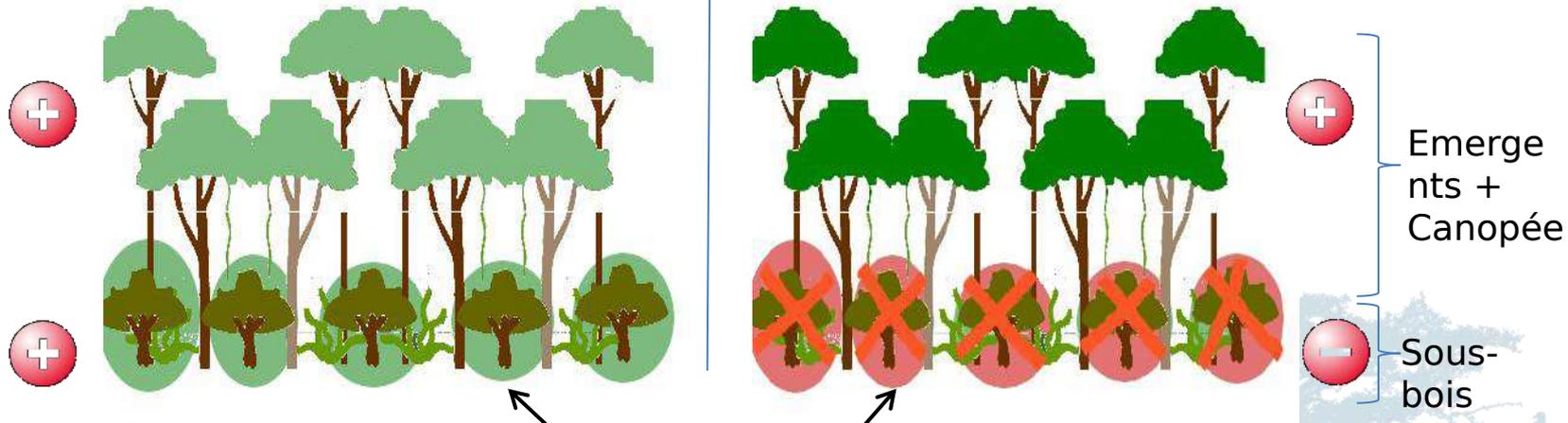
Groupe B

Groupe A = Pionnières à durée de vie variable

Pionnière à vie courte

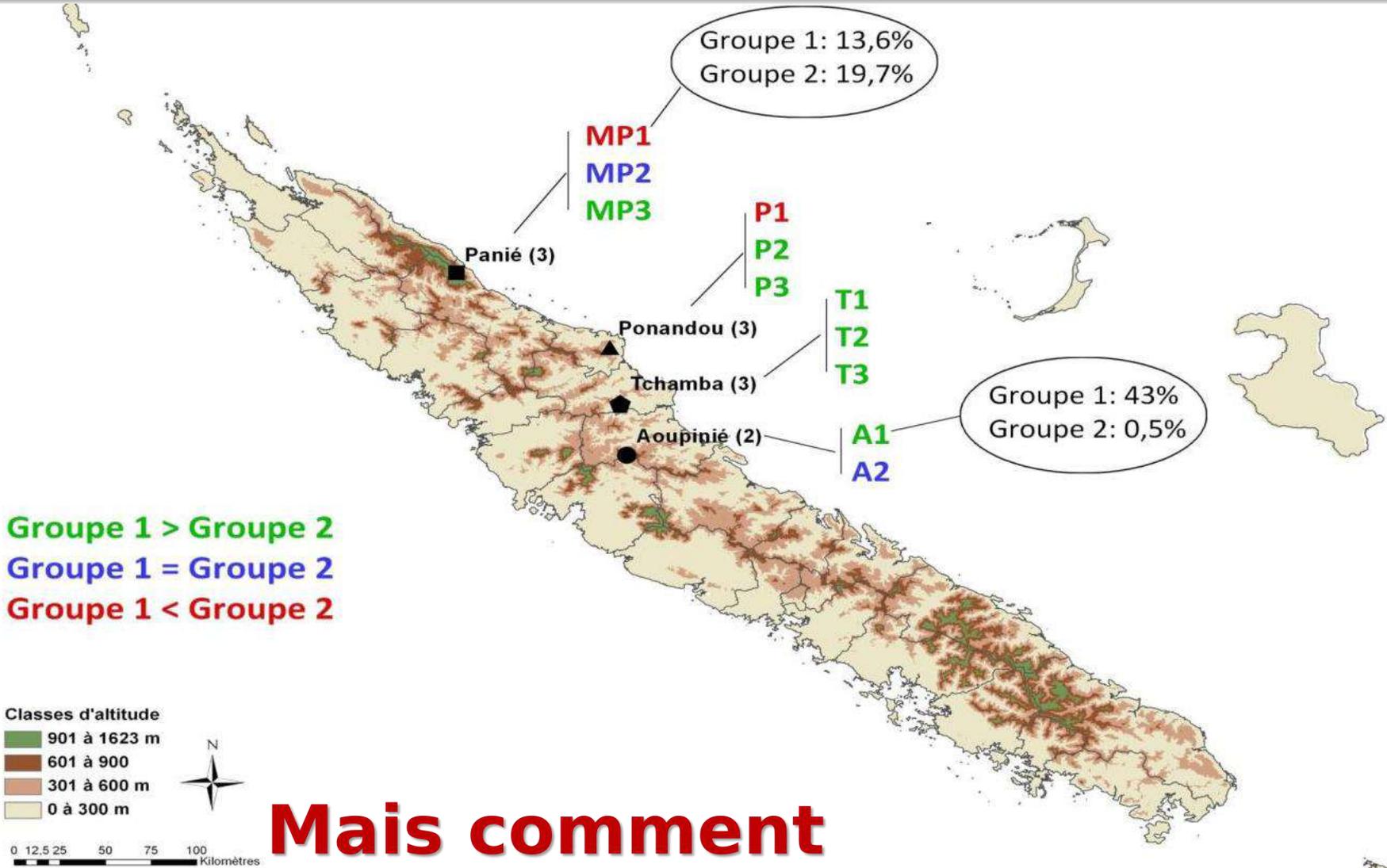
Pionnière à vie longue

Vue courte	Vue longue
Attraction tolérantes à ombre	Répulsion tolérante à ombre
Facilitation	Compétition



Tolérants à l'ombre

Evolution différente du cortège floristique selon le types cicatriciel



Groupe 1 > Groupe 2
Groupe 1 = Groupe 2
Groupe 1 < Groupe 2

Classes d'altitude

- 901 à 1623 m
- 601 à 900
- 301 à 600 m
- 0 à 300 m



0 12,5 25 50 75 100 Kilomètres

Mais comment généraliser ???

APPROCHE TERRAIN

SOUS LA CANOPÉE



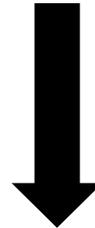
Etude des paramètres structuraux
Peuplement forestier

APPROCHE TÉLÉDÉTECTION

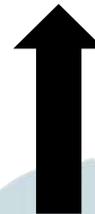
AU DESSUS DE LA CANOPÉE



Analyse du grain de la canopée
Image THR



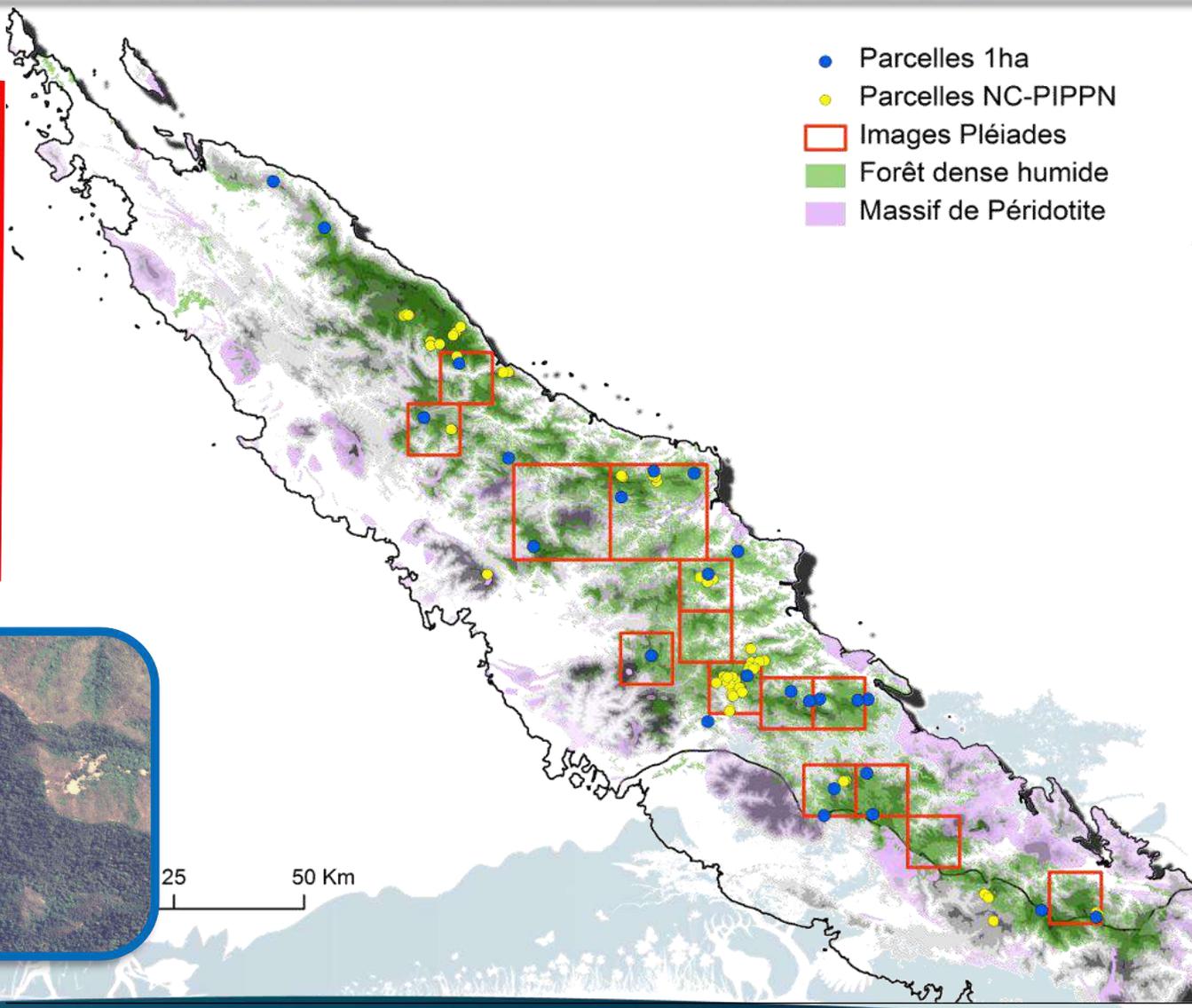
DÉFINITION D'UNITÉS STRUCTURELLES DE VÉGÉTATION



AFFECTATION DES AIRES DE DISTRIBUTIONS DES TAXONS ET GROUPES FONCTIONNELS

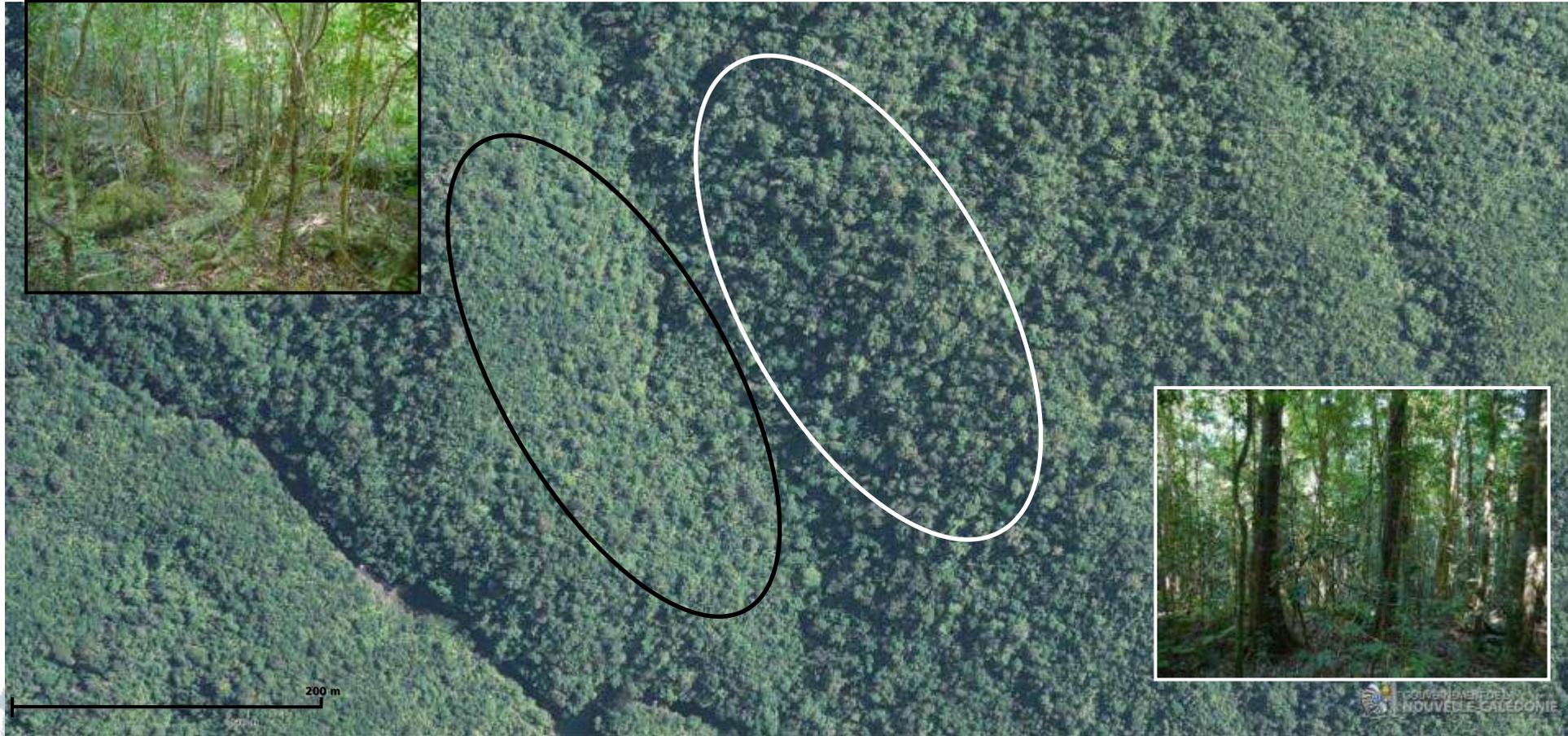
CARTOGRAPHIE DES FORÊTS

- Parcelles 1ha
- Parcelles NC-PIPPN
- Images Pléiades
- Forêt dense humide
- Massif de Péridotite



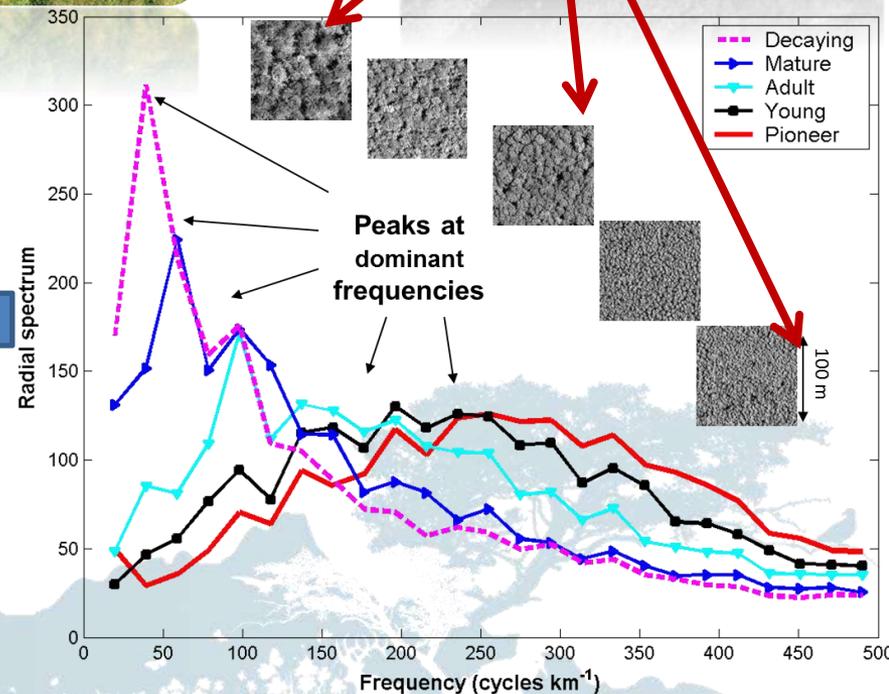
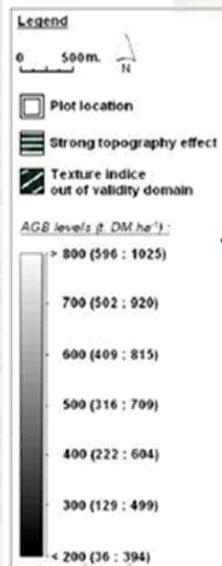
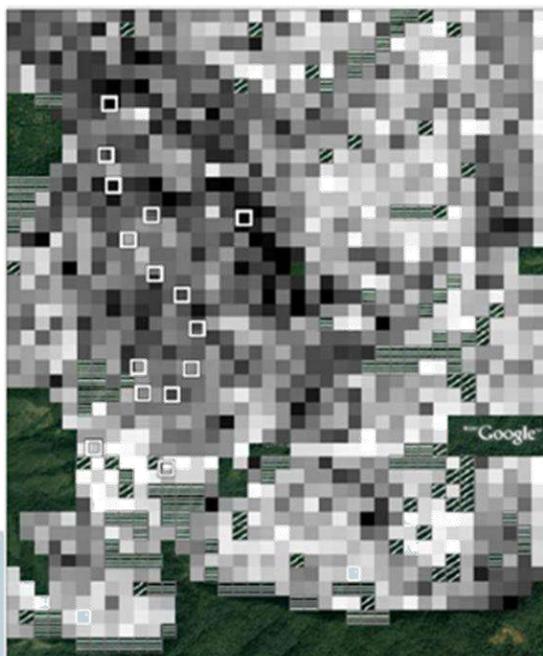
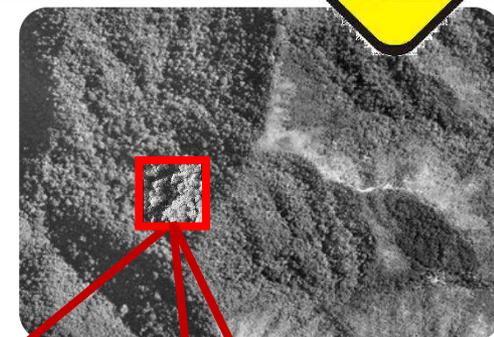


Evaluation de la signature des paramètres structuraux dans





**FOTO METHOD
FOURIER TRANSFORM
TEXTURAL ORDINATION**



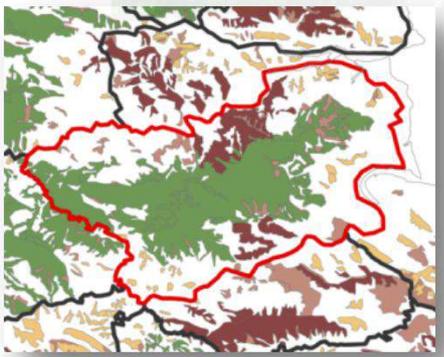
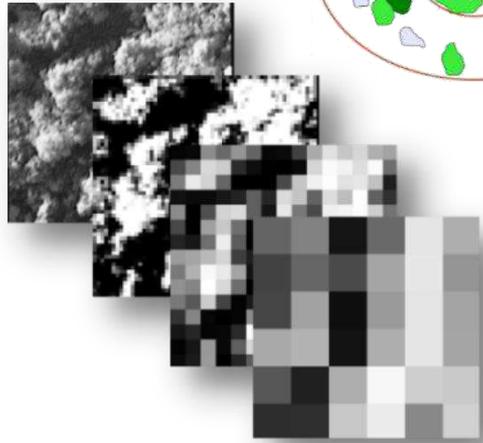
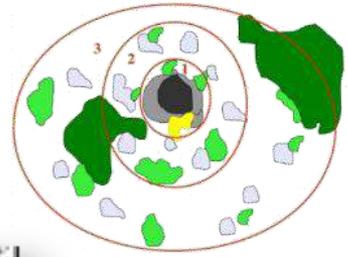
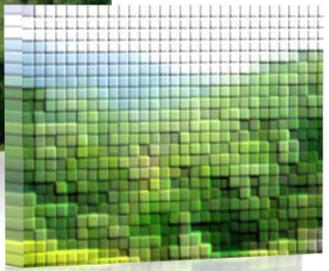
$$F(u, v) = \text{imag}(x, y) \cdot \exp^{2j (ux + vy)} \quad x \quad y$$



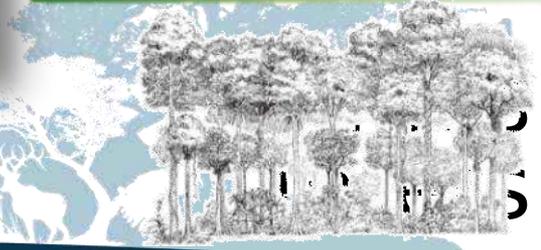
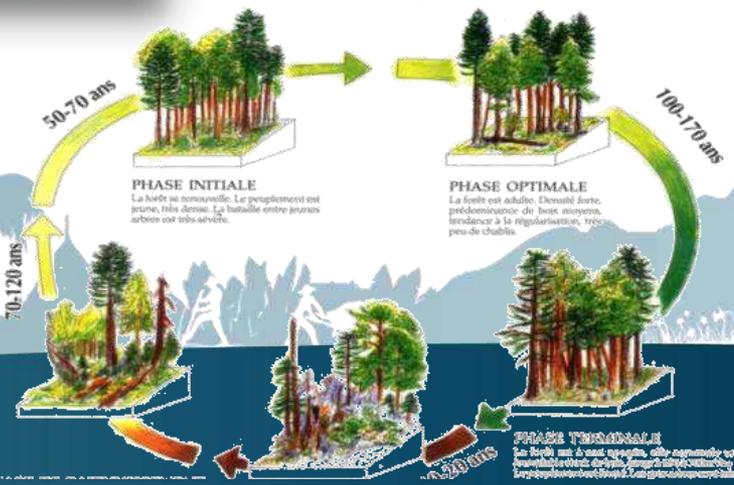
AXES DES TRAVAUX DE RECHERCHE

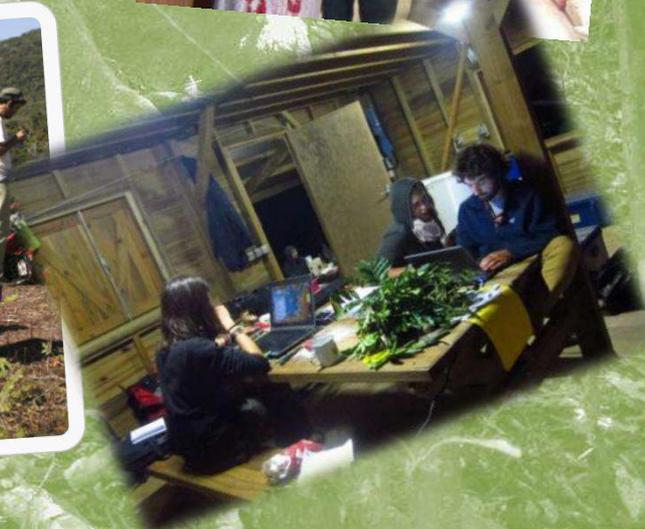
$F(u, v)$

$image(x, y) \cdot \exp(2j(u \cdot x - v \cdot y))$



- **Typologie,**
- **Cartographie,**
- **Modélisation,**
- **Dynamique,**
- **Composition,**





OLÉ...