

# Forçages environnementaux et anthropiques du turnover forestier, conséquences sur la diversité des communautés d'arbres en forêt tropicale (DYNFORDIV)

Daniel Sabatier – IRD

*Journée d'échanges projets-CS-CO*

16 septembre 2014, Paris

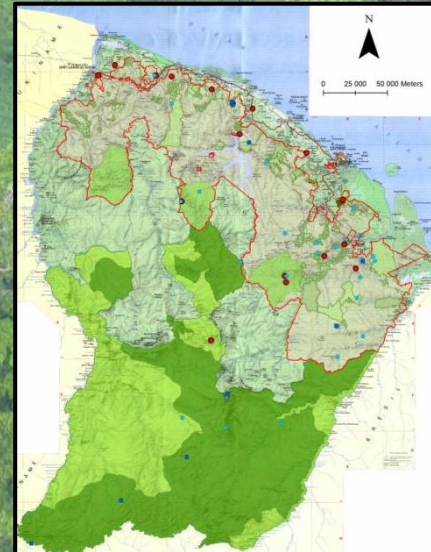


- ✓ Consortium
- ✓ Cadre géographique = Guyane
- ✓ Equipes: organisation des tâches
- ✓ Problématique: cadre général
- ✓ Problématique: Diversité – Perturbation
- ✓ Objectifs et Résultats attendus
- ✓ Méthodologie
- ✓ Dispositif
- ✓ Descripteurs environnementaux
- ✓ Descripteurs de la végétation (statiques / dynamiques)
- ✓ Stratégie d'analyse
- ✓ Calendrier

# DYNFORDIV consortium

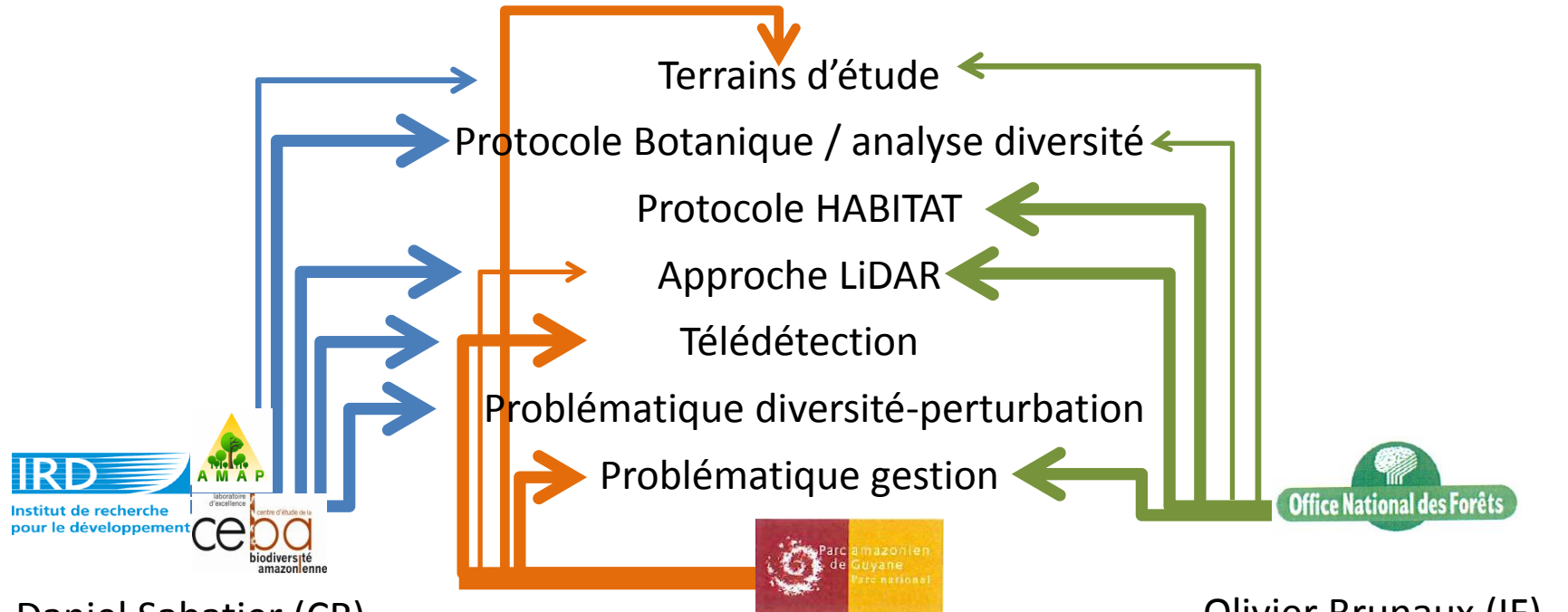


Collaborations: ECOFOG Kourou  
EDB Toulouse



Forêts domaniales  
450 Kha

Parc Amazonien  
2030 Kha



Daniel Sabatier (CR)  
 Jean-François Molino (CR)  
 Grégoire Vincent (CR)  
 +  
 Emil Cherrington (Doctorant)  
 Blaise Thymen (Doctorant)  
 Stéphane Guitet (Doctorant)  
 suite à poste interface INRA-ONF à  
 AMAP )  
 +  
 Équipe technique

Bertrand Goguillon (IE)  
 Raphaëlle Rinaldo (IE)  
 +  
 Pierre Joubert (IG-SIG)  
 Pauline Perbet (Géomat-Télédét.)  
 +  
 Valéry Gond (CR-Télédét. Cirad)  
 +  
 Équipe technique

Olivier Brunaux (IF)  
 Laurent Descroix (IF)  
 +  
 Équipe technique  
 +  
 Stéphane Guitet (IF)

**Forêt Tropicale Humide** - Communautés écologiques hyper-diversifiées

- quel impact du changement global sur la diversité ?

**Originalité de l'approche proposée**

Accélération du turnover des forêts tropicales (Phillips & Gentry 1994) ... vrai ?

- quelles relations entre **Structure-Turnover** et **Composition-Diversité** ?

Accroissement des pressions anthropiques (perte aires forestières / transformation):

- quel impact sur le turnover des forêts qui subsistent ?



- Prédiction des évolutions ?

- **Volonté de préservation** (Parc national, régional, Réserves) **PAG, PNRG, ONF**

- **Volonté de suivi des écosystèmes et communautés dans le contexte du Changement Global (PAG)**

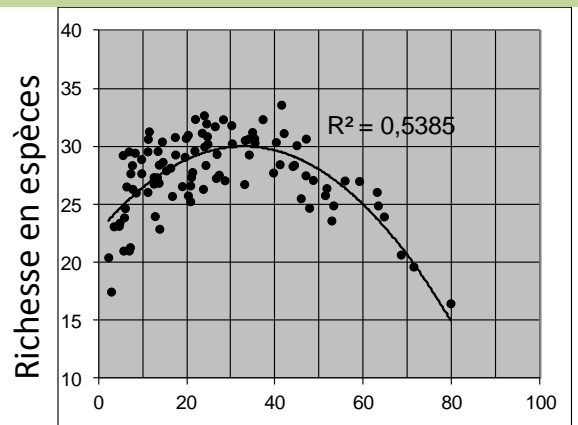
- **Volonté de gestion durable et suivi des ressources forestières (ONF)**



- **Diagnostic état des communautés**
- **Suivi à long terme**

# Problématique: Communauté arbres -> Relation Diversité-Perturbation

Expérimentation, perturbation contrôlée -> modèle observé « perturbation intermédiaire »



Intensité de la perturbation (indicateur)

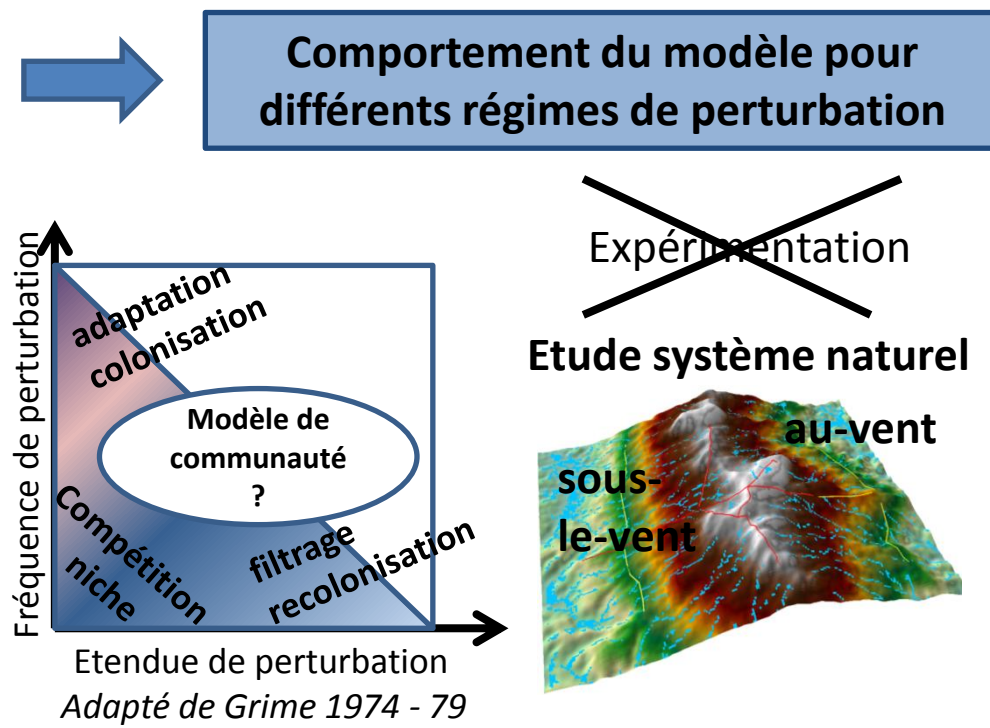
Situation bien documentée à ce jour = 1 perturbation locale, unique et de courte durée d'une forêt (**Paracou**) suivie sur le court terme; *Molino & Sabatier (2001)*.

Mais qu'advient-il de la communauté si:

- perturbations répétées dans le temps ?
- perturbations étendues dans l'espace ?

Qu'est-ce qu'une « perturbation » pour une forêt ?  
Divers auteurs admettent que **la perte d'une surface ou d'un volume de végétation** (intrinsèque: turnover forestier naturel; ou par l'action d'un agent externe : climatique / biotique / anthropique) **est l'élément commun à tout type de perturbation.**

Parenté perturbation – Turnover (sauf impact sursol, faune, etc.)



# Objectifs et résultats attendus:

## Objectif:

fournir aux gestionnaires d'espaces forestiers (FTH) des éléments et outils de diagnostic et d'interprétation en termes de trajectoire dynamique et de susceptibilité aux forçages anthropiques et climatiques des couverts forestiers.



*Identifier les types forestiers liés au type (intensité) de perturbation*



*Documenter le type méconnu « forêt à canopée très haute »*



*Compléter les outils de diagnostic et de suivi des forêts de Guyane*



*Finaliser carte des types forestiers*

## Résultats et livrables:



*Diversité ( $\alpha$  et  $\beta$ ) des arbres liée aux variations de dynamique ?*

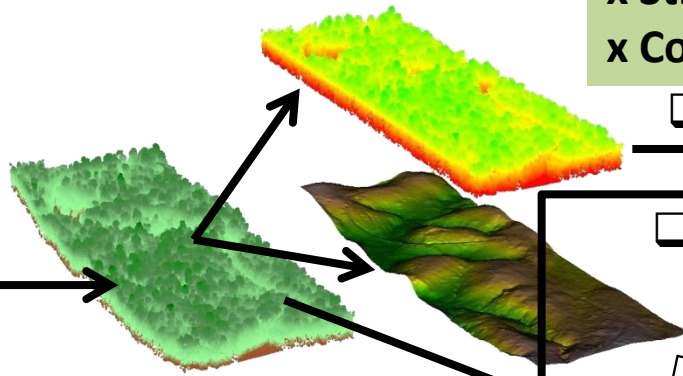
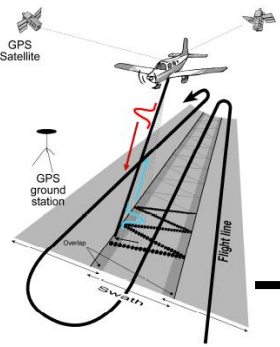


*Relation dynamique – structure – diversité; conséquences pour gestion?*

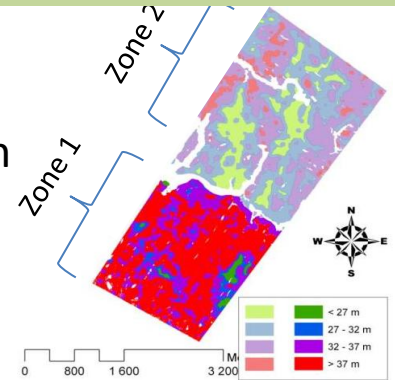


*Contribuer à la mise en place d'un dispositif de suivi à long terme (PAG)*

Couplage de données Environnementales  
x Structure-Dynamique de végétation  
x Composition-Diversité

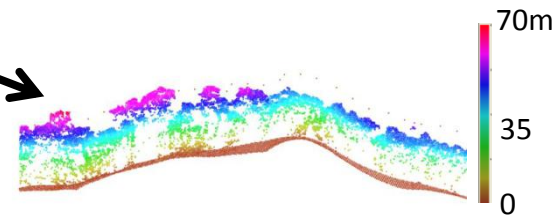


- typologie
- segmentation
- turnover
- structure

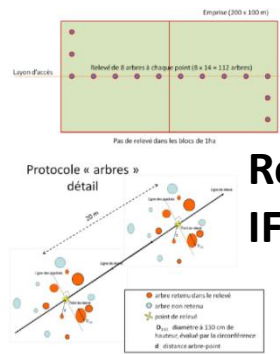
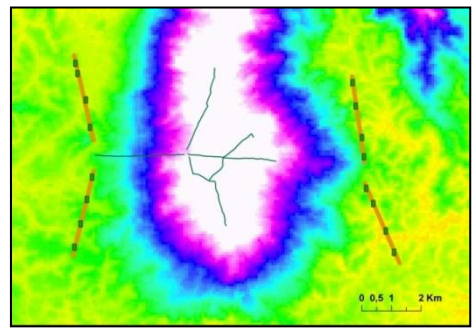


Classes de canopée

- Levés LiDAR (ALS)
- Relevés Botaniques et Forestiers
- Descripteurs écologiques



Échantillonnage stratifié



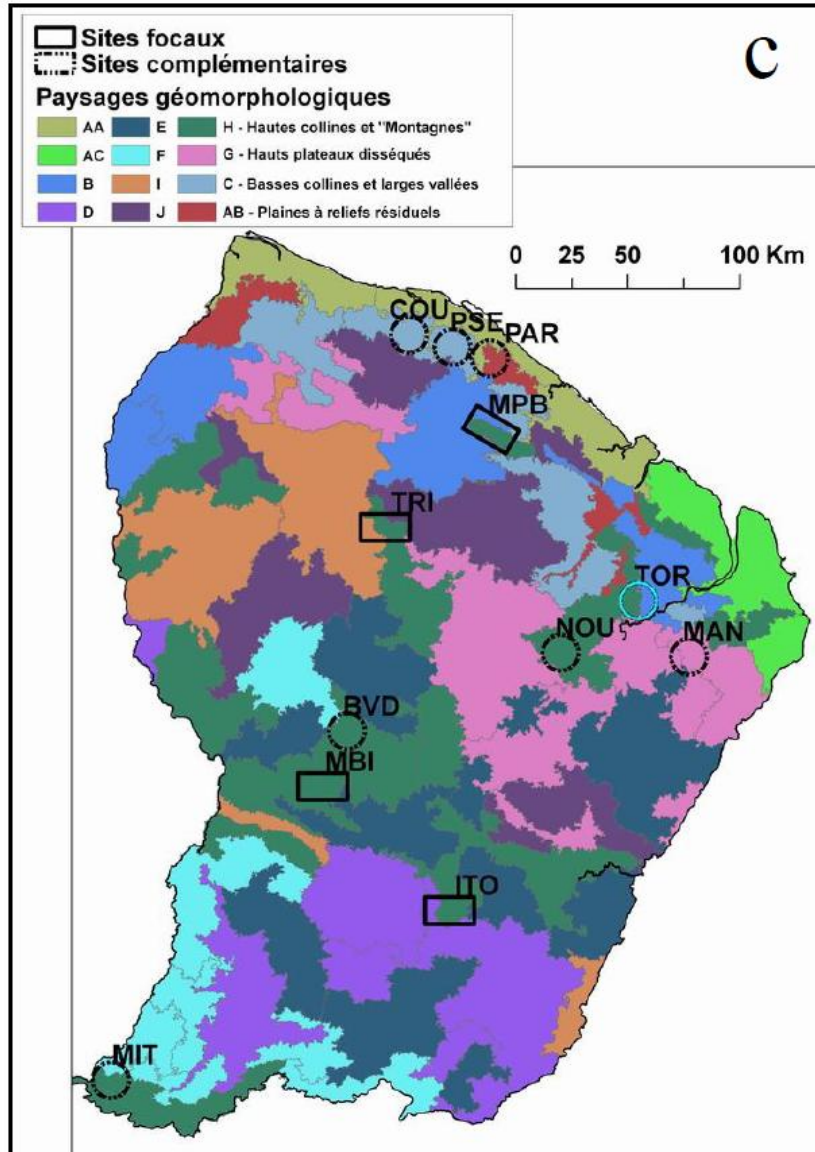
Relevés IFR & PQB

- communauté
- environnement

Inférences via analyses de modèles hiérarchiques emboîtés

- diversité – types forestiers
- diversité – environnement
- diversité – turnover





- Installation de 4 sites focaux + 1 complémentaire en forêts non exploitées de « montagnes » dans le gradient floristique / climatique Nord –Sud:
  - Montagne Plomb (**MPB**)
  - Trinité (**TRI**)
  - Monts belle vue de l’Inini (**MBI**)
  - Massif d’Itoupé (**ITO**)
  - ❖ Massif Mitaraka (**MIT**)
- Sites complémentaires sur zones exploitées :
  - ❖ Tortue et Manaré (montagnes / plateaux forêt exploitée) ;
  - ❖ Paracou, Piste de St Elie, Counami (plaine et collines avec témoins et exploitation contrôlée)
- Contrôle des effets macro-climat et gradient floristique (via latitude) à type de relief équivalent
- Contrôle de l’effet relief sur les régimes de perturbation (LiDAR)
- Comparaison des régimes de perturbations naturelles et anthropiques (exploitation) via la structure (LiDAR)



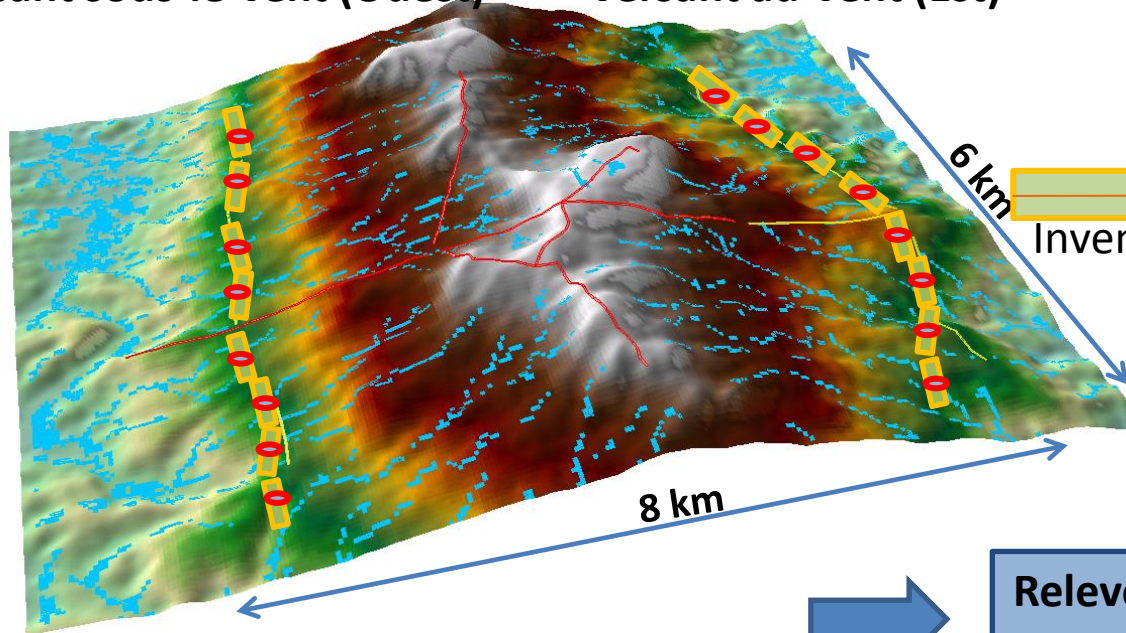
**4 + 1 gros chantiers de terrain à raison de 2 par an**

## 2 Protocoles: Points-quadrats\_BOTANIQUE & Inventaire Forestier Rapide \_HABITAT

- Implantation de layons en fonction des variations géomorphologiques (relief/hydrologie)
- Caractérisation de la composition dominante par **Inventaire Forestier Rapide (IFR)** : 60 plots de 20x100 m sur 2 layons de 3km par versant (DBH>17,5cm – noms vernaculaires - paramètres structuraux BA, Ho, N)
- Relevé des arbres par **Points-Quadrats Botaniques (PQB)**: 8 relevés par versant (8 arbres x 14 points; DBH>10cm); positionnement d'après stratification en types de canopées forestières (LiDAR)

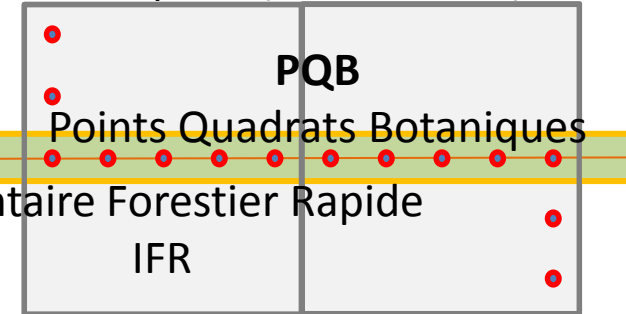
Versant sous-le-vent (Ouest)

Versant au-vent (Est)



Exemple du site Itoupé (ITO)

Emprise (200 x 100 m)



+ sondages et échantillons  
pédologiques

Relevés IFR et PQB sur versants EST et OUEST de chaque site focal

- Sondages à la tarière sur 1m<sup>2</sup>0 à chaque relevé de végétation
- Analyse texture et chimie du sol sur échantillons composites
- Ouverture de fosses de description pour classification (WRB, 2014)
- Mise en relation sols-végétation



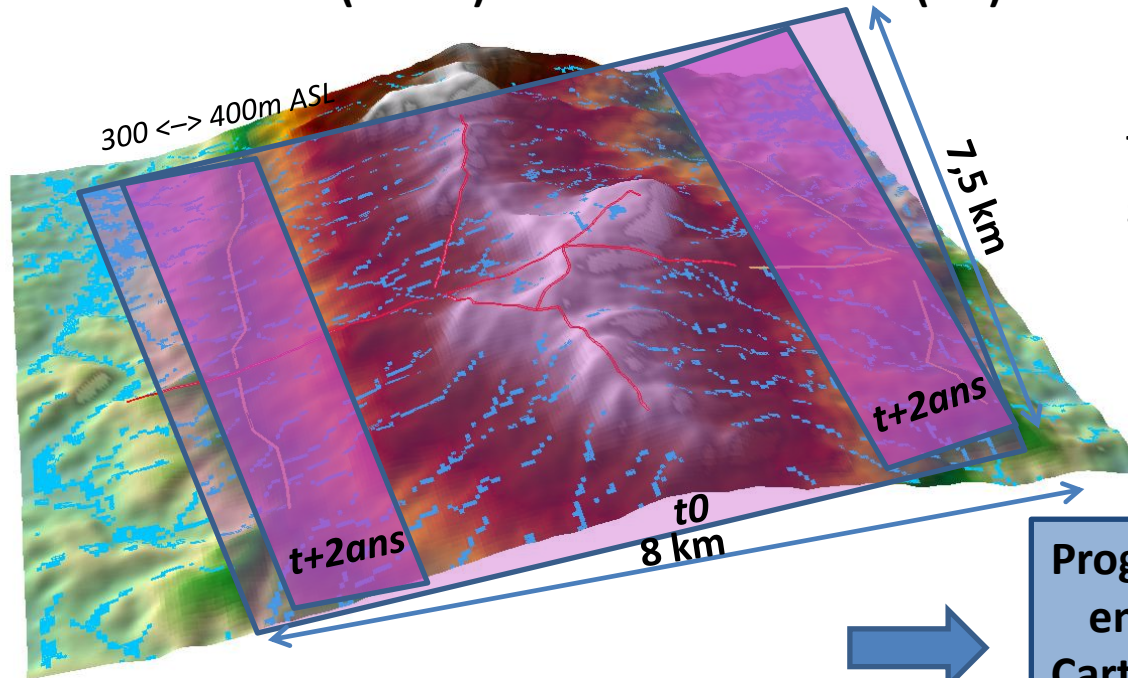
**Application du protocole  
HABITAT aux sites focaux**

## Pour chaque site focal:

- à  $t_0$  (sept.-oct. 2014): 1 levé LiDAR sur chaque face du relief (zones de même altitude; tjs < 400m); emprises de 7,5 x 1,2 km
- à  $t+2ans$  (sept.-oct. 2016): 1 levé LiDAR sur chaque face du relief ; mêmes emprises qu'en 2014
- Cas particulier: site Itoupé bénéficiera à  $t_0$  d'une emprise complète couvrant l'ensemble du relief sud; emprise de 7,5 x 8 km.

Versant sous-le-vent (Ouest)

Versant au-vent (Est)



Traitement des données LiDAR  
sous LAStools, R, ArcGis et  
procédures programmées.

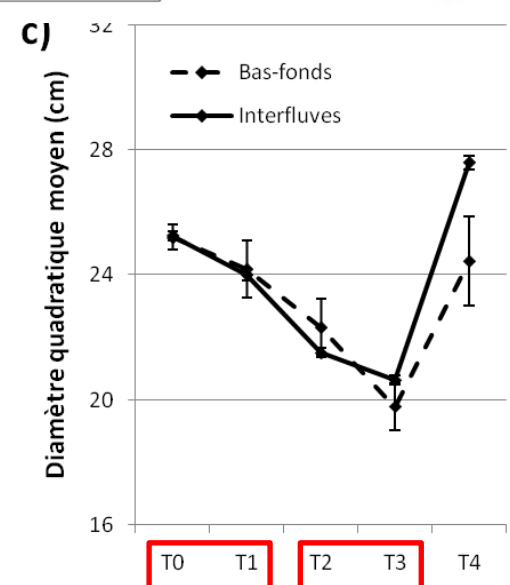
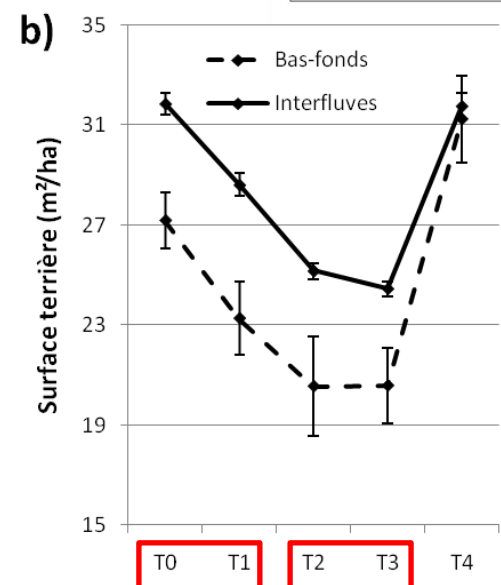
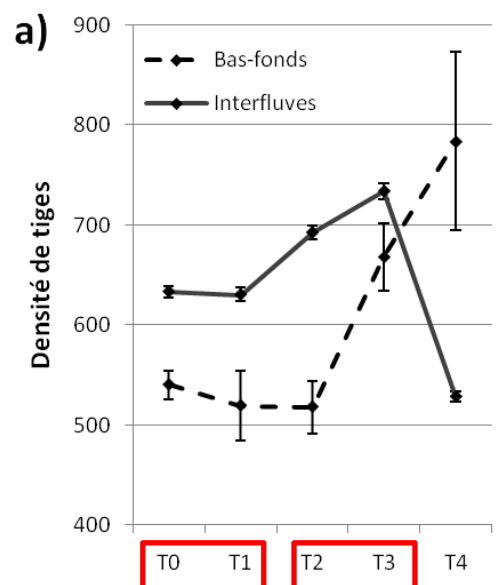
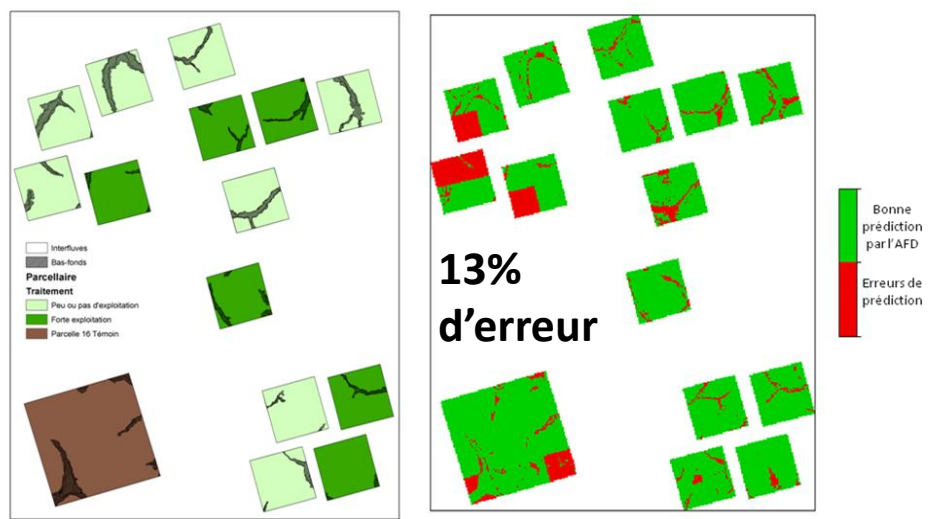
Exemple du site Itoupé (ITO)

**Programmation, réception et traitement des données LiDAR**  
**Cartographie des types de canopée pour stratification des relevés**

# Descripteurs végétation : LiDAR MNC -> Discrimination types forestiers

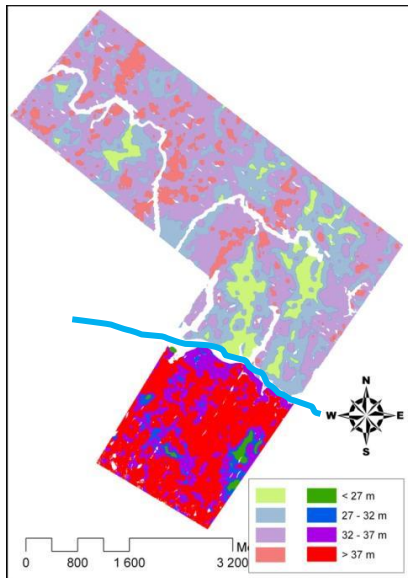
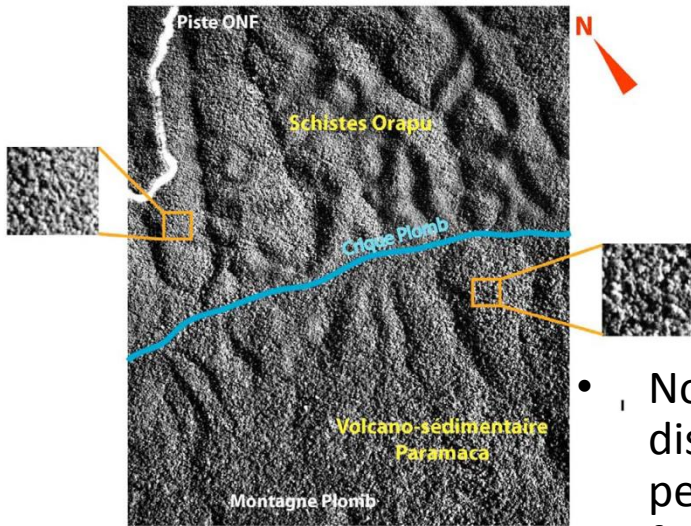
Paracou : (3 niveaux d'exploitation forestières (1986) + témoins (2 types) ) x 2 niveaux de drainage => 10 « types » forestiers.

Reclassification en 6 types des placeaux de 5x5m. Analyse multi-échelle, utilisation MNC+ **MNT** (bas-fonds).

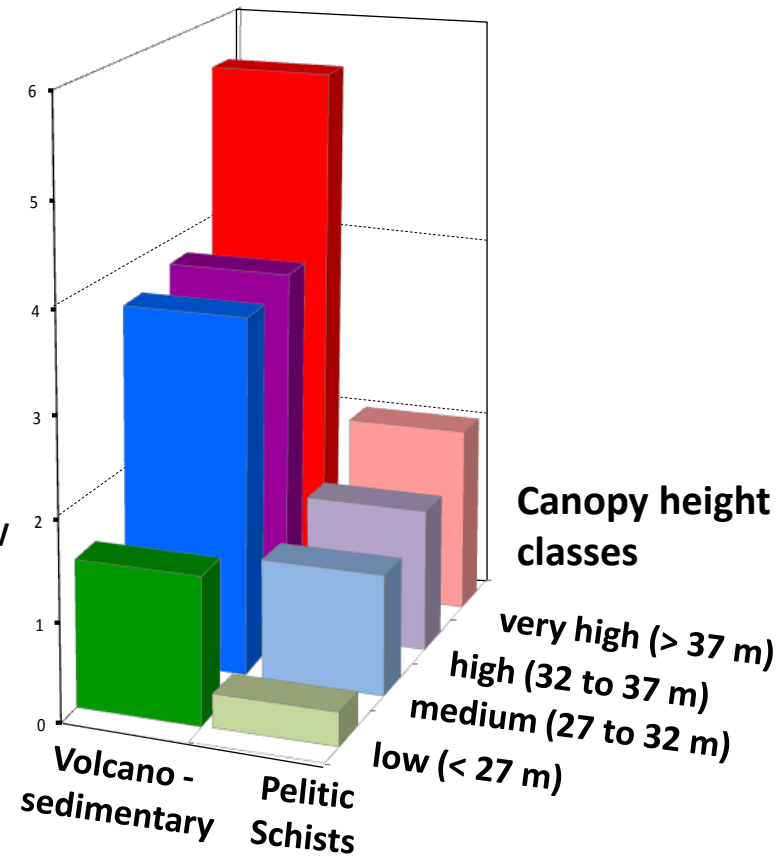


=> 6 types : (faiblement ou non exploité x 2 niveaux de fertilité + fortement exploité) x 2 niveaux de drainage

# Descripteurs végétation: LiDAR ΔMNC -> Evaluation turnover-forestier

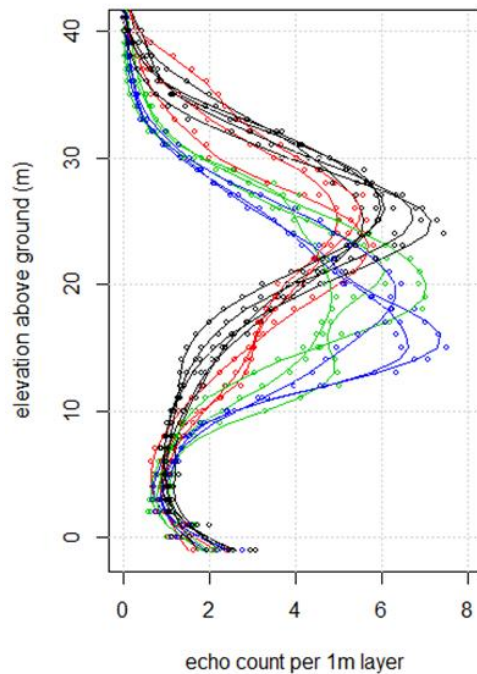


- North: strongly dissected, 80-215m asl, pelitic schists; dense low forest
- South: mountain (up to 350m asl), volcanic sedimentary substrate; high forest moderate density

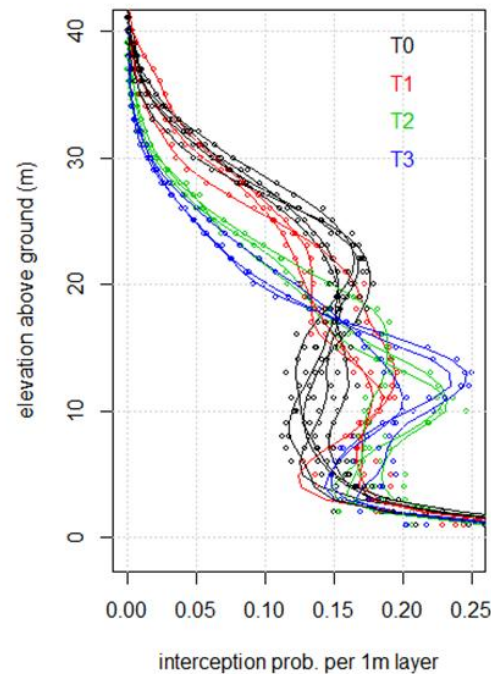


Percentage area showing a drop in canopy height  $\geq 10\text{m}$  per forest height class per geological substrate over a 5 year period (2004-2009)

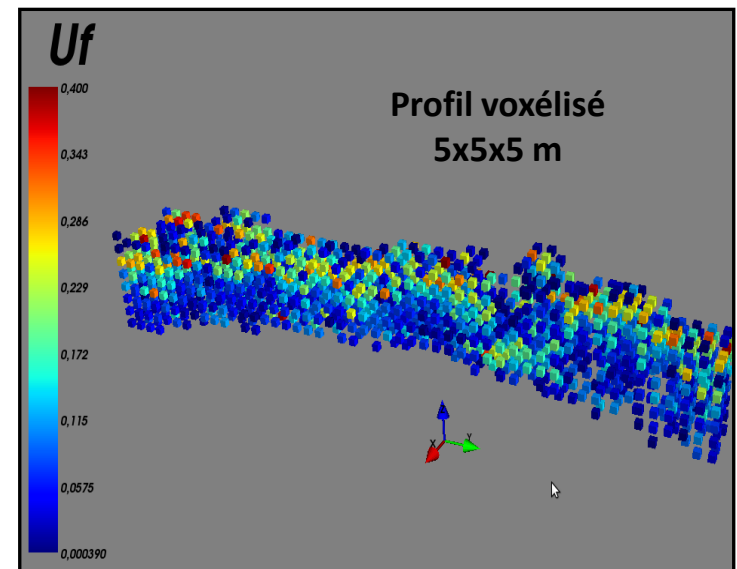
## Profil brut point cloud density



## Profil normalisé vegetation density



## Profil de végétation i.e. densité à partir du calcul de la transmittance



15 ans après exploitation d'intensité contrôlée croissante (T1, T2, T3) avec témoin (T0), les profils d'échos LiDAR révèlent de grandes différences de structure de canopée (**Profil brut**). L'analyse des trajectoires de rayons laser (**Profil normalisé**) montre une augmentation de la densité des étages inférieurs lorsque l'intensité d'exploitation s'accroît. Site de Paracou (**PAR**) 2011.

Collaboration en cours:

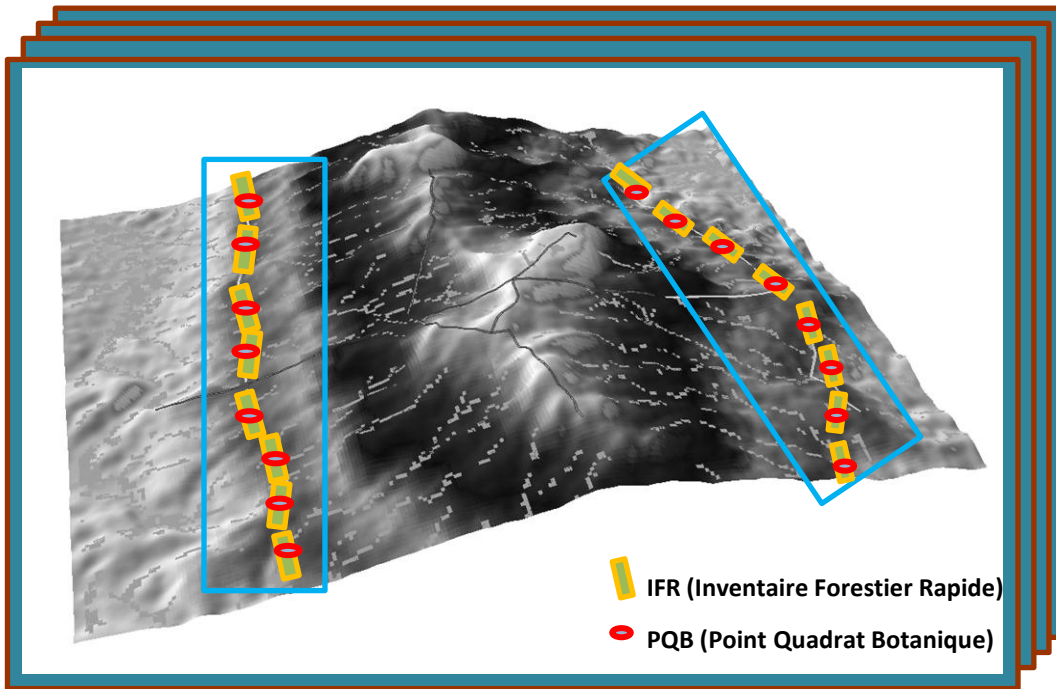
[Eloi Grau \(IRSTEA, Projet StemLeaf coord : Sylvie Durrieu, UMR TETIS Irstea – Cirad – AgroParisTech\)](#)

[Grégoire Vincent \(IRD, Projets StemLeaf & DYNFORDIV, UMR AMAP\)](#)

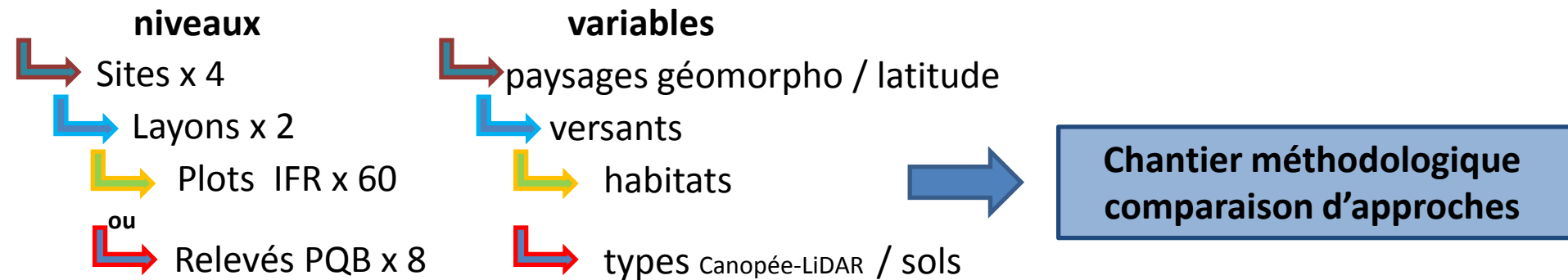


**Recherche de descripteurs informant sur la dynamique passée de l'édifice forestier**

# Analyses et inférences: Modèle de décomposition hiérarchique emboîté



- Test de décomposition de la diversité par différentes approches : (Variance, Entropie, Nombres de Hill etc.)
- Test de différentes métriques: (Simpson, Shannon, Richesse, Nombre-équivalent d'espèces etc.)
- Possibilité d'intégration des données botaniques et forestières par simulation de composition spécifique (Guitet *et al.* 2014)



Exemple: **ANSC -Diversité de Simpson** (accent sur composition dominante)

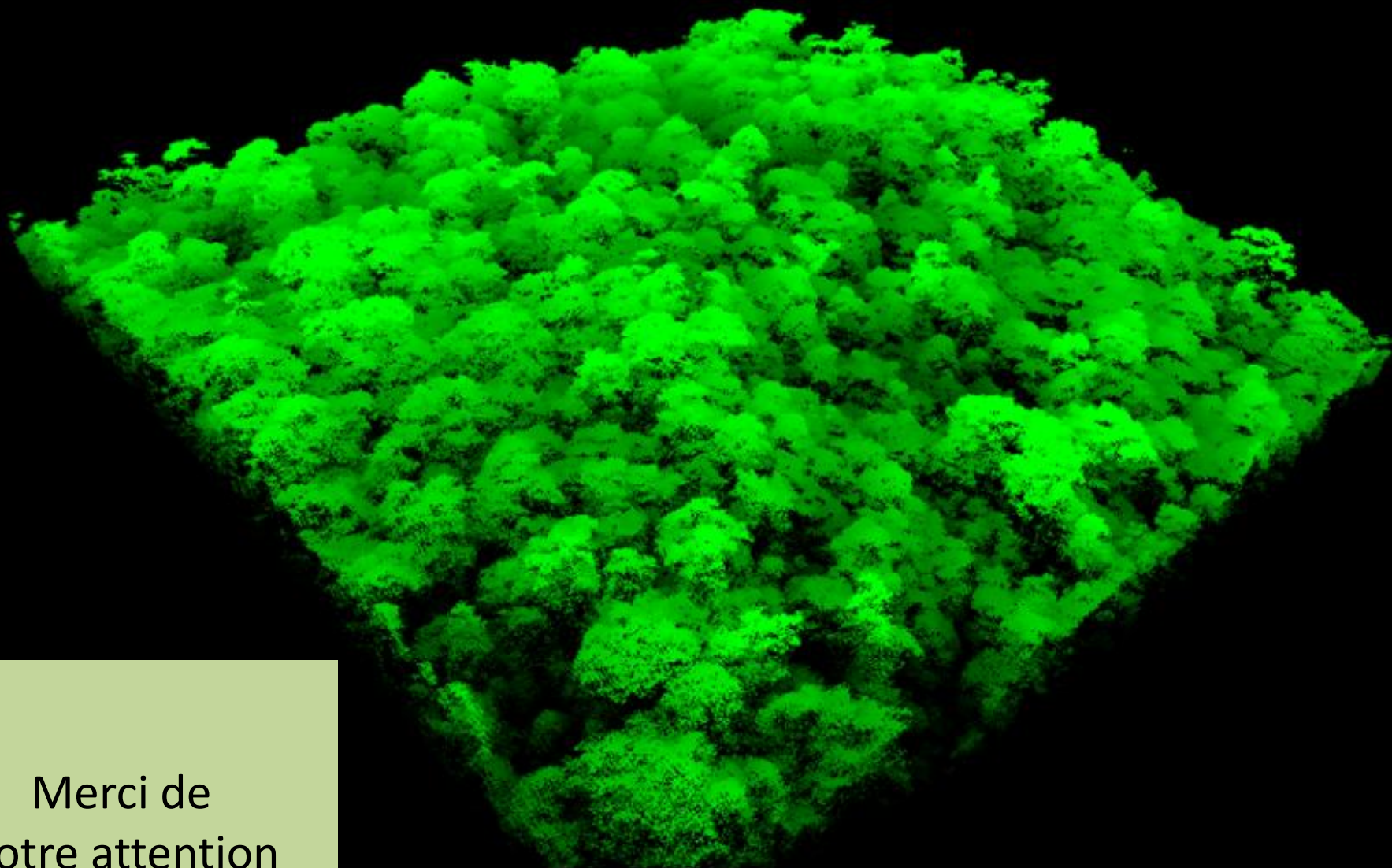
$$\beta = \beta(\text{paysage}) + \beta(\text{site:paysage}) + \beta(\text{versant:site}) + \beta(\text{layon:versant}) + \beta(\text{habitat:layon}) + \beta(\text{plot:habitat}) + \alpha \text{ résiduel}$$

Refs: Guitet *et al.* 2013, in prep; Pélissier & Couteron (2007)



# Calendrier:

Opérations	Chantiers	2014				2015								2016								2017																
		sept.	oct.	nov.	dec.	janv.	fev.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	janv.	fev.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	janv.	fev.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.
<b>Télédetection optique</b>		Emil Cherrington																																				
préparation données	thèse	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
modélisation DART																																						
typologie forestière																																						
rédaction mémoire																																						
<b>Levés LiDAR</b>	ITO MBI TRI MPB	X																																				
<b>Analyse données LiDAR</b>																																						
analyse des structures	ITO MBI TRI MPB		X			X	X	X	X																													
<b>Typologie forestière LiDAR</b>		Blaise Tymen																																				
méthodologie	thèse	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
synthèse																																						
rédaction																																						
analyse diachronique	ITO MBI TRI MPB																																					
méthodologie	méthodo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
synthèse																																						
<b>Travaux de terrain</b>	ITO MBI TRI MPB MIT			X																																		
base de données					X																																	
"Synchronisation" botanique	ITO MBI TRI MPB MIT																																					
svnthèse communautés																																						
<b>Analyse de diversité</b>		Stéphane Guitet																																				
méthodologie	thèse	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
modélisation hiérarchique																																						
rédaction																																						
méthodo	méthodo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
analyses / svnthèse																																						
		séminaire-visio				séminaire-visio								séminaire-visio				séminaire-visio				séminaire-visio					restitution											



Merci de  
votre attention