



# Etude de la fragmentation d'un paysage

## Cas de la forêt de *Uapaca Bojeri*, Madagascar

*Thalès de Haulleville, GxABT, 16/10/2012*

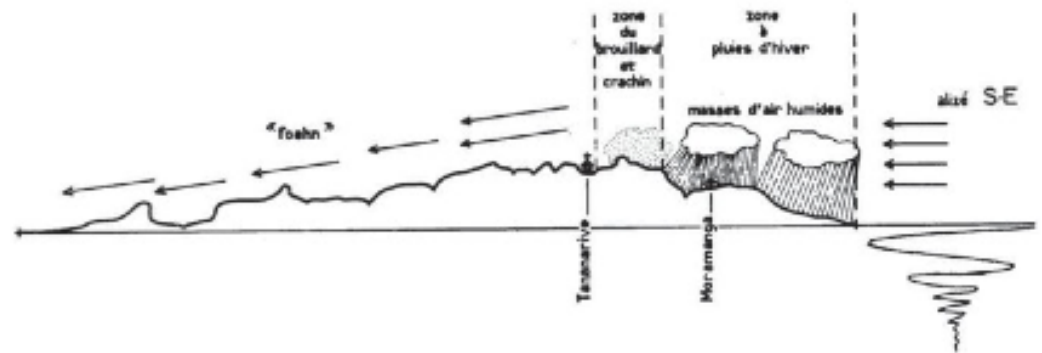
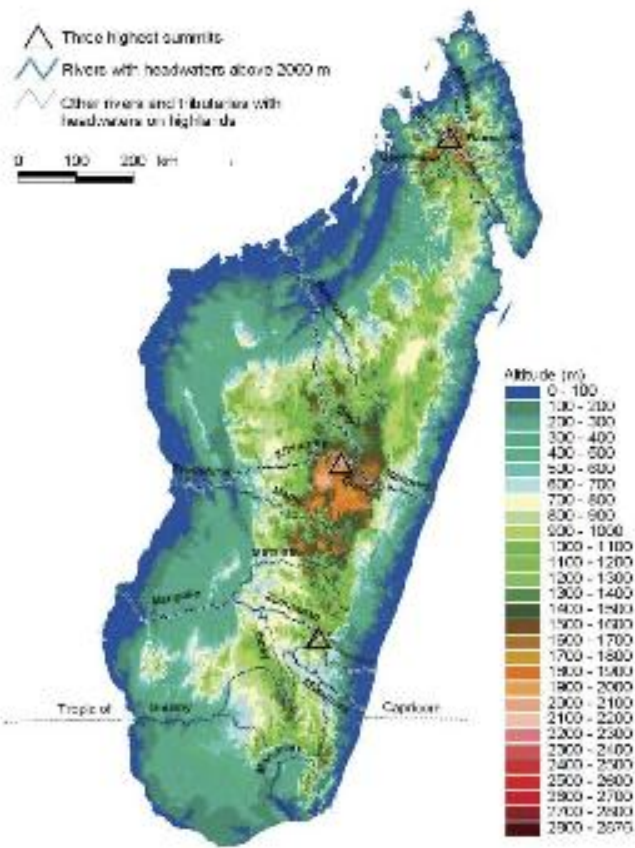


# 1 - POURQUOI L'ETUDE DE LA FRAGMENTATION D'UAPACA BOJERI?



# 1 - POURQUOI L'ETUDE DE LA FRAGMENTATION D'UAPACA BOJERI?

- Madagascar Géo-climatique : l'effet Fohën.



# 1 - POURQUOI L'ETUDE DE LA FRAGMENTATION D'UAPACA BOJERI?

- Richesse de Madagascar : Biodiversité
  - En 2003 : 12 000 espèces répertoriées.  
Endémisme : 80% de la faune, 85% de la flore.
- Pauvreté de Madagascar : Terres arables
  - 71% de la pop. en zone rurale
  - Moins de 5% de la superficie du pays permet une exploitation agricole efficace
  - 85% de la population sous le seuil de pauvreté  
(2/3 avec seulement 0,19€ par jour!)



Biodiversité  
Paysage

gembloux  
agro bio tech

Université  
de Liège 

# 1 - POURQUOI L'ETUDE DE LA FRAGMENTATION D'UAPACA BOJERI?

- Seule ressource actuelle de la population : le *tavy*, l'agriculture sur brûlis traditionnelle (officiellement illégale).

## → DEFORESTATION RAPIDE

- 85% à 90% de la forêt primaire de l'île déjà détruite (coupe franche, feux et *tavy*)
- Actuellement : 100 000 ha par an

## → QUELLES SOLUTIONS SOCIO-ENVIRONNEMENTALES APPORTER?



# 1 - POURQUOI L'ETUDE DE LA FRAGMENTATION D'*UAPACA BOJERI*?

- *Borocera cajani (landibe)* : Lépidoptère séricigène de Madagascar.
- Utilisé pour la confection de la soie sauvage traditionnelle malgache.
- Supporte mal l'élevage en magnanerie.
- Mœurs polyphages, mais avec une grande préférence pour...



# 1 - POURQUOI L'ETUDE DE LA FRAGMENTATION D'*UAPACA BOJERI*?

- ...*Uapaca bojeri* (Tapia) : Euphorbiacée ligneuse sclérophylle des hautes terres de Madagascar.
- Forêts typiques des zones dégradées sèches. Principalement monospécifiques.
- Tolérant au feu.



gembloux  
agro bio tech

Université  
de Liège 

# 1 - POURQUOI L'ETUDE DE LA FRAGMENTATION D'UAPACA BOJERI?

- **Projet GeVaBo** : « Gestion et Valorisation durable du ver à soie endémique *Borocera cajani* en milieu forestier dans la région d'Arivonimamo »
- **But** : réduire la pauvreté et la déforestation de la région d'Arivonimamo en créant une source de revenu alternative non-agricole pour les pop. locales : une filière de production de soie sauvage, équitable et financièrement rentable.





# 1 - POURQUOI L'ETUDE DE LA FRAGMENTATION D'UAPACA BOJERI?

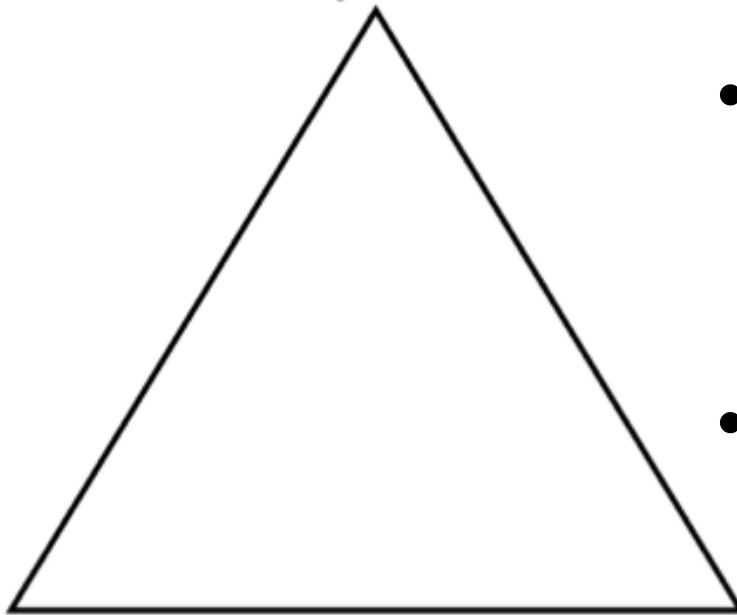
- **MAIS** : sans forêts *tapia*, pas de *landibe*, sans *landibe*, pas de revenu pour les pop locales.

→ Pattern-Process Paradigm.



# 1 - POURQUOI L'ETUDE DE LA FRAGMENTATION D'UAPACA BOJERI?

**Composition**  
Espèces  
Communautés  
Ecosystèmes



- Composition : *Tapia (monospécifique)*
- Fonction : nourriture pour *Landibe*.  
(→ Production de soie!)
- Configuration...?

**Configuration**  
Structure paysagère  
Éléments de surface  
Topographie

**Fonction**  
Photosynthèse  
Croissance/Reproduction  
Pollinisation



# 1 - POURQUOI L'ETUDE DE LA FRAGMENTATION D'*UAPACA BOJERI*?

→ **ETUDE DE LA STRUCTURE SPATIO-  
TEMPORELLE DU PAYSAGE DE LA FORÊT DE  
*UAPACA BOJERI*.**

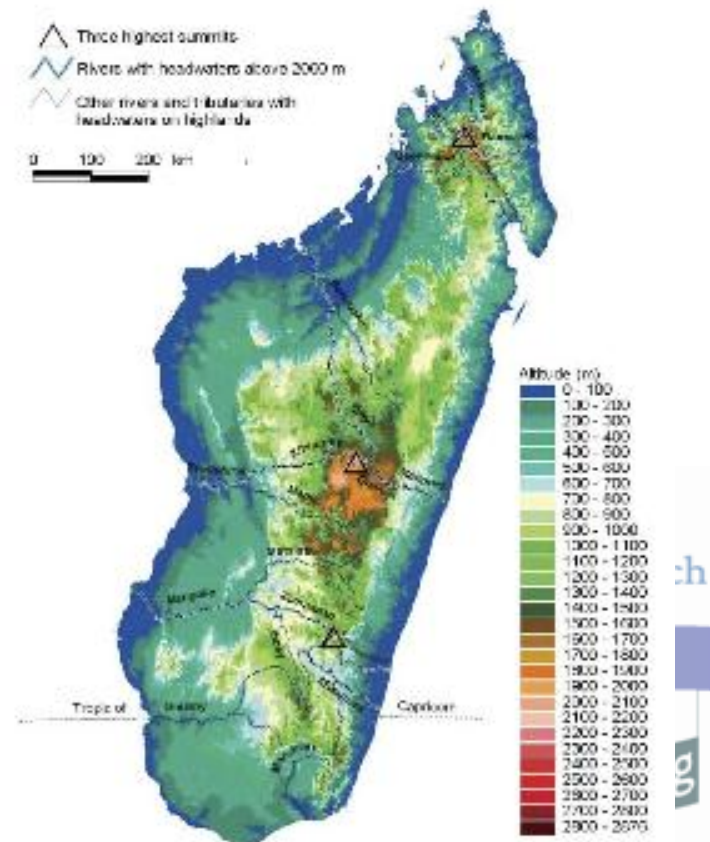
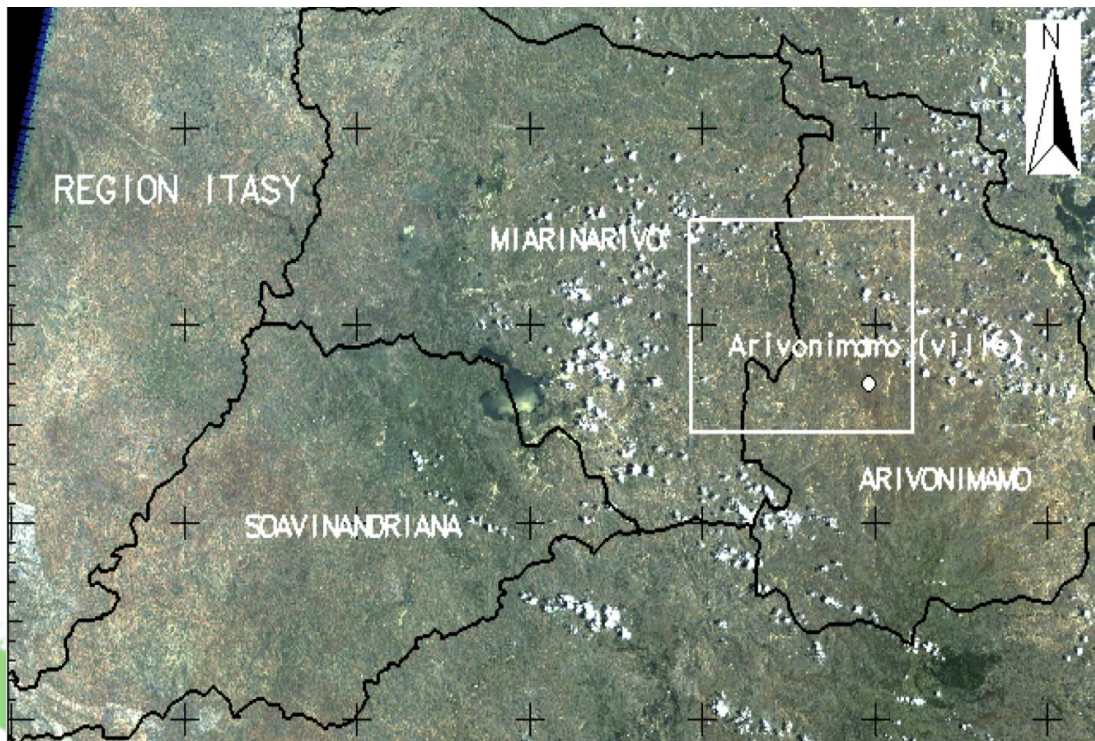


## 2 – SITE D'ETUDE, QUESTIONS DE RECHERCHES ET HYPOTHESES



## 2 – SITE D'ETUDE, QUESTIONS DE RECHERCHES ET HYPOTHESES

- **Site d'étude** : Région d'Arivonimamo.



## 2 – SITE D'ETUDE, QUESTIONS DE RECHERCHES ET HYPOTHESES

- **Questions de recherches :**

- Q1 : Quelle est la vitesse de déforestation des Forêts de *tapia* autour d'Arivonimamo?  
(composition)
- Q2 : Comment évolue la structure du paysage durant cette déforestation? Y a-t'il fragmentation des forêts? Rétrécissement?
- Q3 : Cette déforestation est-elle réalisée de manière systématique (industrielle) ou chaotique (artisanale)?

## 2 – SITE D'ETUDE, QUESTIONS DE RECHERCHES ET HYPOTHESES

- **Hypothèses** (correspondantes aux questions de recherches)
  - H1 : Les forêts de *tapia* autour d'Arivonimamo subissent une déforestation importante. (Q1)
  - H2 : Cette déforestation s'accélère avec le temps. (Q1)
  - H3 : Il y a fragmentation du paysage forestier (Q2)
  - H4 : Cette déforestation est pratiquée de manière non-systématique. (Q3)



hp  
biodiversité  
paysage

gemblioux  
agro bio tech

Université  
de Liège 

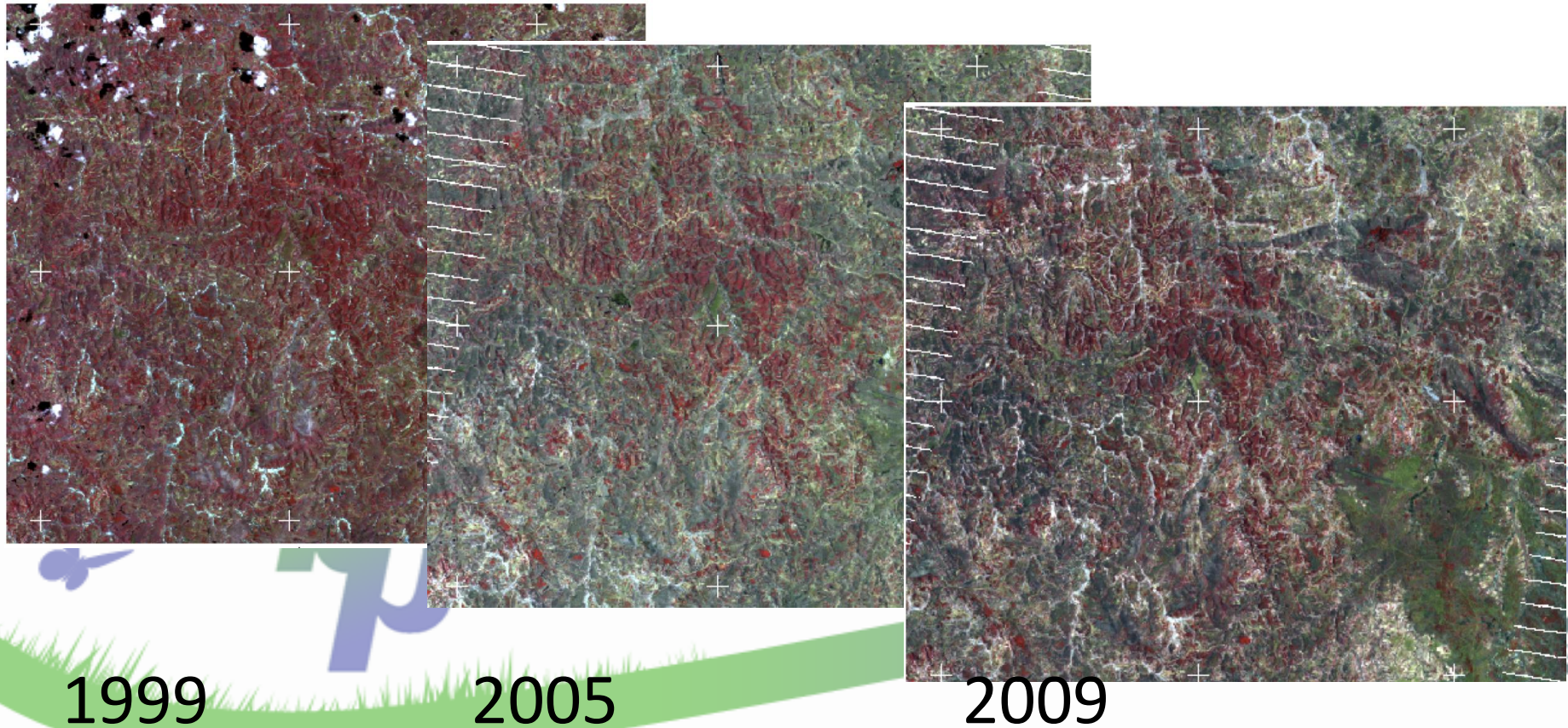
# 3 – CARTOGRAPHIE FORESTIERE





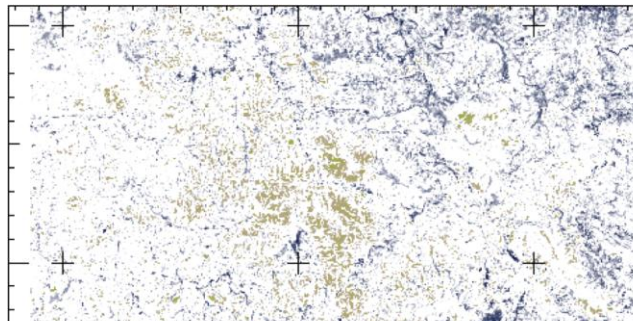
# 3 – CARTOGRAPHIE FORESTIERE

- Volet télédétection 1: obtention d'images-satellite (ETM+) de qualité, sur une période de 10 ans.



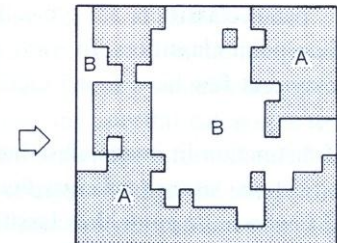
# 3 – CARTOGRAPHIE FORESTIERE

- Volet télédétection 2: Traitement des images

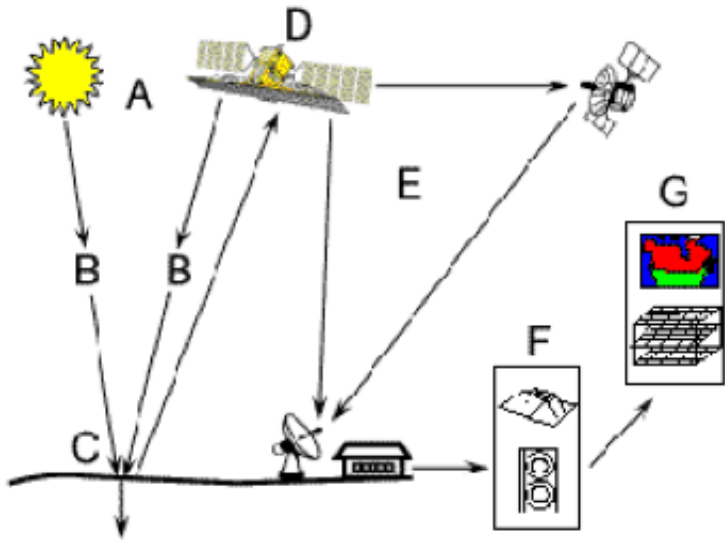


|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 3 | 2 | 0 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | 6 | 5 | 7 | 9 |
| 0 | 7 | 7 | 8 | 9 | 4 | 1 | 3 | 2 | 0 | 6 | 2 | 4 | 7 | 5 | 5 | 8 | 8 |
| 2 | 3 | 6 | 7 | 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 5 | 5 | 7 | 6 | 7 | 9 |
| 1 | 4 | 3 | 9 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 4 | 6 | 8 | 7 | 7 | 8 | 7 |
| 2 | 5 | 6 | 7 | 8 | 3 | 0 | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 3 | 5 | 7 | 7 | 6 |
| 1 | 7 | 8 | 8 | 5 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 | 6 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | 9 | 7 | 6 | 9 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 4 | 0 | 5 | 3 | 1 | 0 | 3 |
| 1 | 9 | 2 | 8 | 7 | 2 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 4 | 9 | 8 | 7 | 6 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 9 |
| 6 | 5 | 8 | 7 | 6 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 4 | 5 | 2 | 2 | 8 | 7 | 9 |
| 7 | 9 | 7 | 6 | 7 | 5 | 3 | 9 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 8 | 9 | 5 | 6 | 8 |
| 8 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 6 | 7 | 6 | 9 | 1 | 1 | 7 | 6 | 6 | 9 | 7 |   |
| 9 | 8 | 6 | 7 | 7 | 6 | 6 | 7 | 8 | 7 | 8 | 6 | 8 | 7 | 5 | 8 | 7 | 6 |

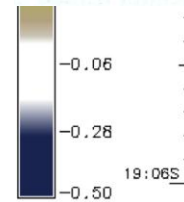
NUMERIC IMAGE



CLASSIFIED IMAGE

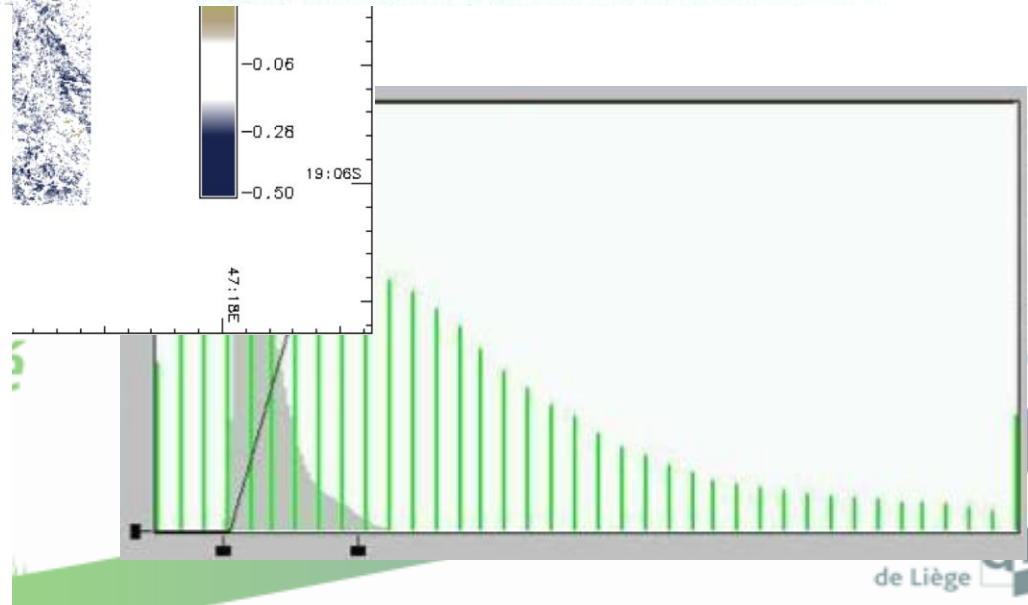


© CCRS / CCT



19:06S

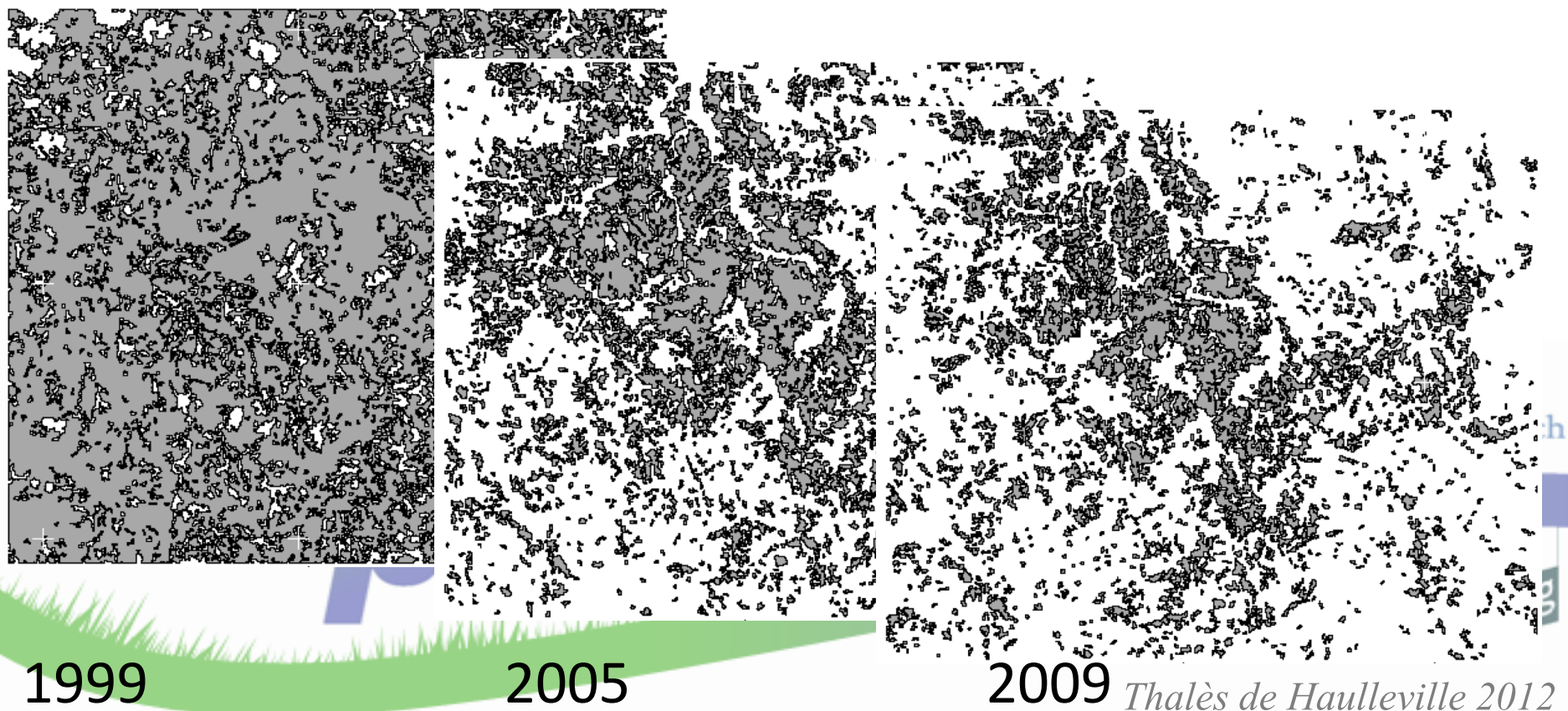
47:18E



de Liège

### 3 – CARTOGRAPHIE FORESTIERE

➔ Réalisation de cartes de couverture forestières de la région, pour les années 1999, 2005 et 2009.



# 4 – ETUDE DE LA DYNAMIQUE DU PAYSAGE



# 4 – ETUDE DE LA DYNAMIQUE DU PAYSAGE

- Comment exploiter les cartes obtenues pour confirmer (ou infirmer) les hypothèses que nous avons avancé?
  - H1 : Les forêts de tapia autour d'Arivonimamo subissent une déforestation importante. (Q1)
  - H2 : Cette déforestation s'accélère avec le temps. (Q1)
  - H3 : Il y a fragmentation du paysage forestier (Q2)
  - H4 : Cette déforestation est pratiquée de manière non-systématique. (Q3)

# 4 – ETUDE DE LA DYNAMIQUE DU PAYSAGE

- H1 : Les forêts de tapia autour d'Arivonimamo subissent une déforestation importante. (Q1)

– Taux de déforestation absolue entre  $t_1$  et  $t_2$ :

$$\tau_{t_1, t_2} = \left( \frac{S_{t_2} - S_{t_1}}{S_{t_1}} \right) \times 100$$

➔ nécessite surface forestière pour chaque année  $S_{t_i}$ .



# 4 – ETUDE DE LA DYNAMIQUE DU PAYSAGE

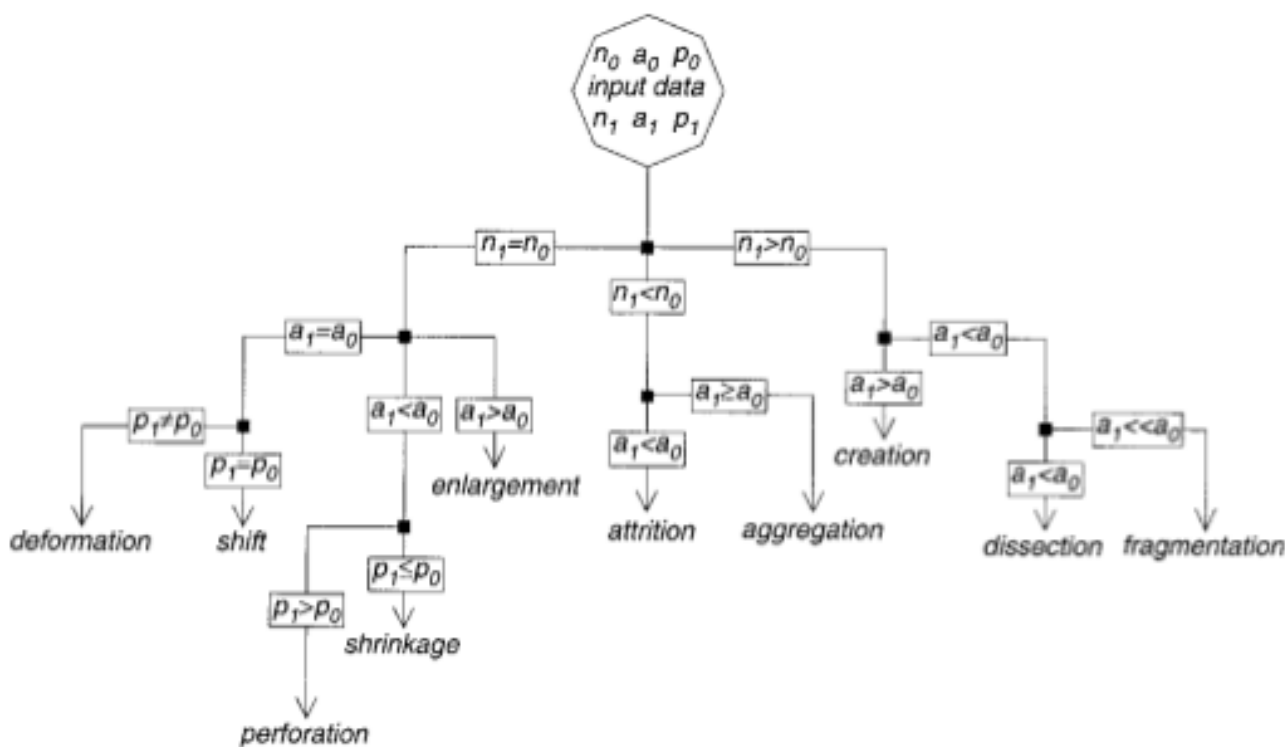
- H2 : Cette déforestation s'accélère avec le temps. (Q1)
  - Taux de déforestation annuelle entre  $t_1$  et  $t_2$ :
    - ➔ Permet de comparer des périodes de durées différentes.

$$\tau_{t_1, t_2 \text{ annuel}} = \frac{\tau_{t_1, t_2}}{t_2 - t_1}$$



# 4 – ETUDE DE LA DYNAMIQUE DU PAYSAGE

- H3 : Il y a fragmentation du paysage forestier (Q2)
  - Arbre de décision de Bogaert et al. (2004)



Nécessite pour chaque année :

- Nombre de taches
- Aire totale des taches
- Périmètre cumulé des taches





# 4 – ETUDE DE LA DYNAMIQUE DU PAYSAGE

- H4 : Cette déforestation est pratiquée de manière non-systématique. (Q3)
  - Dimension fractale des taches du paysage
    - Renseigne sur la complexité de la forme d'une tache : plus une tache aura une forme complexe (la courbe de son périmètre se rapproche d'une « surface » ) plus sa dimension fractale sera proche de 2. A l'inverse, plus ce périmètre sera simple, plus il se rapprochera de 1.



gembloux  
agro bio tech

Université  
de Liège

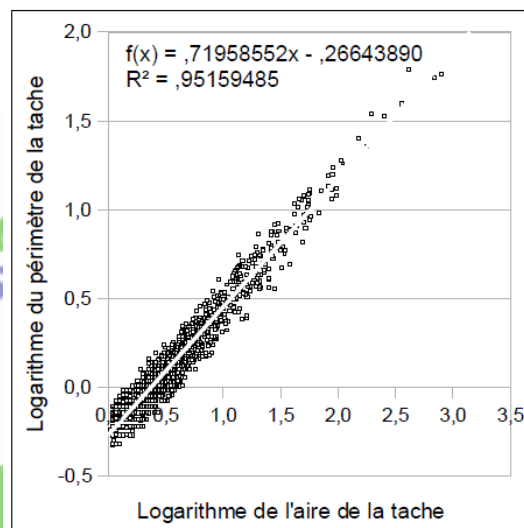


# 4 – ETUDE DE LA DYNAMIQUE DU PAYSAGE

- H4 : Cette déforestation est pratiquée de manière non-systématique. (Q3)
  - Dimension fractale des taches du paysage

$$P_{tache} = k \times (S_{tache})^{\frac{D}{2}}$$

$$\log(P_{tache}) = \log(k) + \frac{D}{2} \times \log(S_{tache})$$



# 4 – ETUDE DE LA DYNAMIQUE DU PAYSAGE

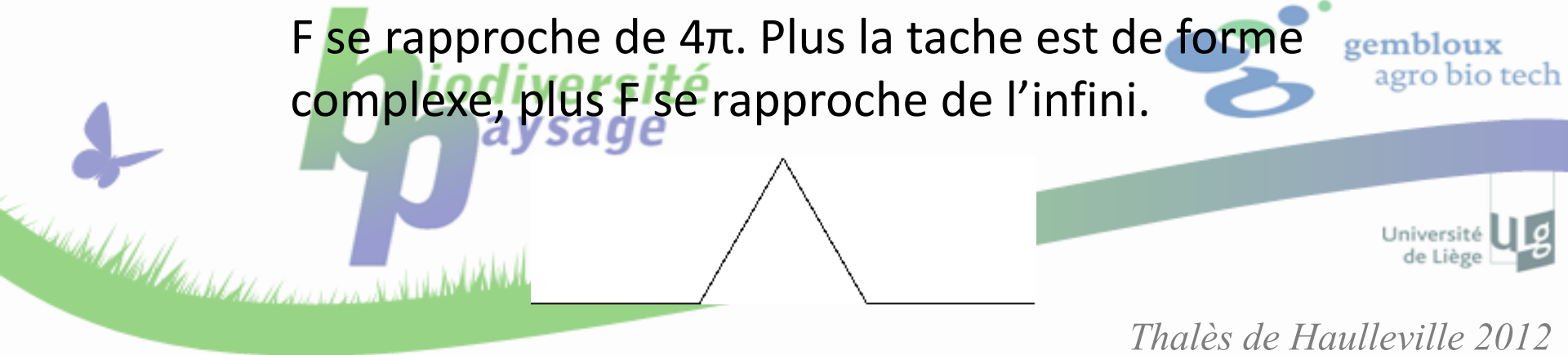
- H4 : Cette déforestation est pratiquée de manière non-systématique. (Q3)

- Moyenne de l'indice de forme

- Comme la dimension fractale, renseigne sur la complexité de la forme d'une tache.

$$F = \frac{P_{tache}^2}{S_{tache}}$$

- Varie entre l'infini et  $4\pi$ . Plus la tache est compacte plus F se rapproche de  $4\pi$ . Plus la tache est de forme complexe, plus F se rapproche de l'infini.



## 5 – RESULTATS



# 5 – RESULTATS

- H1 : Les forêts de *tapia* autour d'Arivonimamo subissent une déforestation importante. (Q1)
- H2 : Cette déforestation s'accélère avec le temps. (Q1)

---

## Taux de déforestation (en %)

---

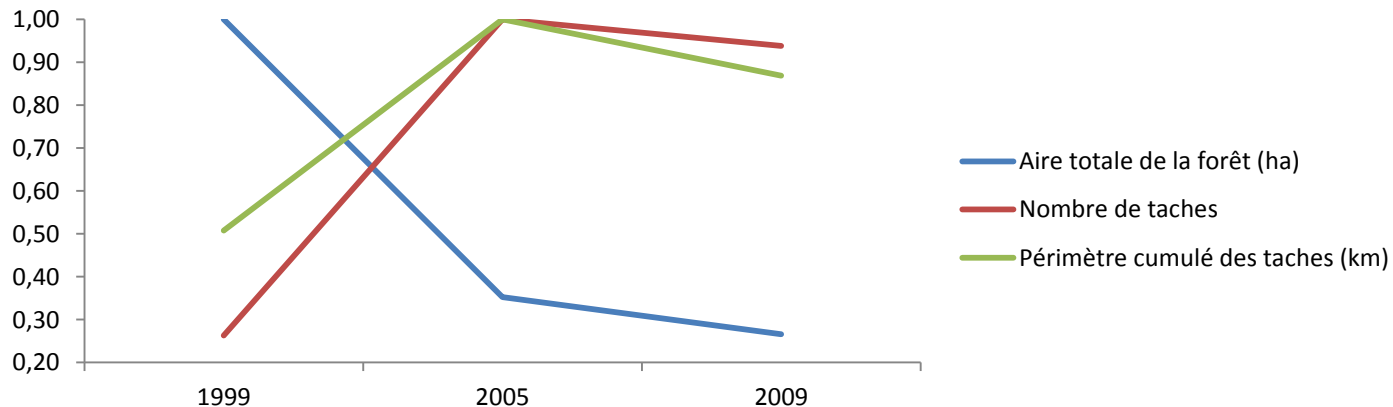
|                    | sur la période | par an |
|--------------------|----------------|--------|
| <i>1999 à 2005</i> | 64,76          | 10,79  |
| <i>2005 à 2009</i> | 24,47          | 6,12   |

# 5 - RESULTATS

- H3 : Il y a fragmentation du paysage forestier

| Dynamique du paysage - processus à l'œuvre (valeurs relatives) |      |      |      |
|--|------|------|------|
|  | 1999 | 2005 | 2009 |
| <i>Aire totale de la forêt (ha)</i>                            | 1,00 | 0,35 | 0,27 |
| <i>Nombre de taches</i>  | 0,26 | 1,00 | 0,94 |
| <i>Périmètre cumulé des taches (km)</i>                        | 0,51 | 1,00 | 0,87 |

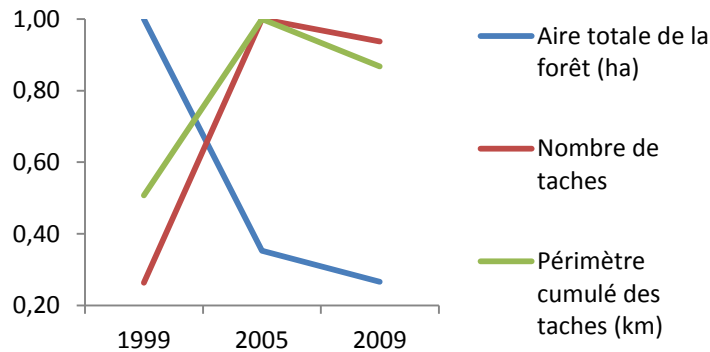
Aire totale de forêt, nombre de taches et périmètre cumulé des taches  
valeurs relatives



# 5 - RESULTATS

- H3 : Il y a fragmentation du paysage forestier

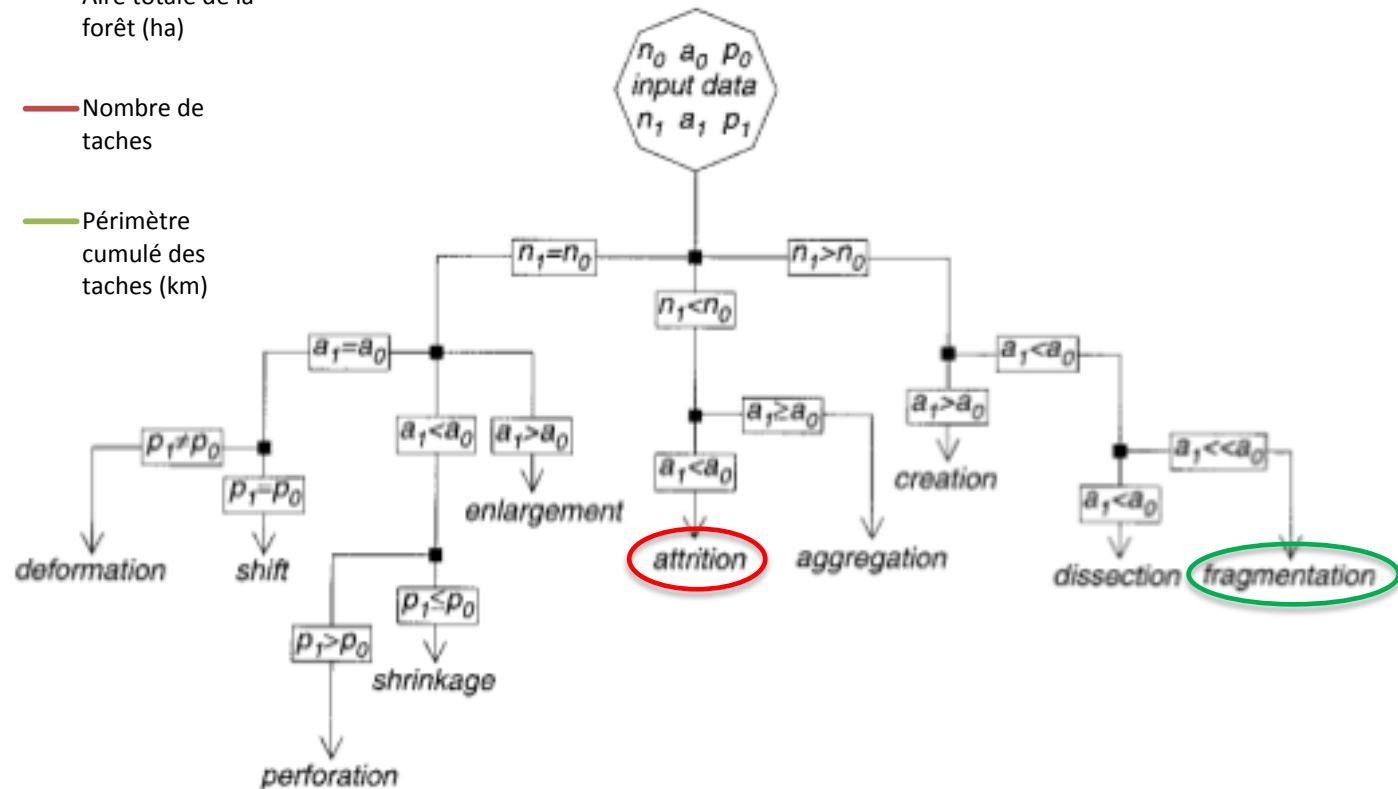
Aire totale de forêt, nombre de taches et  
périmètre cumulé des taches  
valeurs relatives



— Aire totale de la forêt (ha)

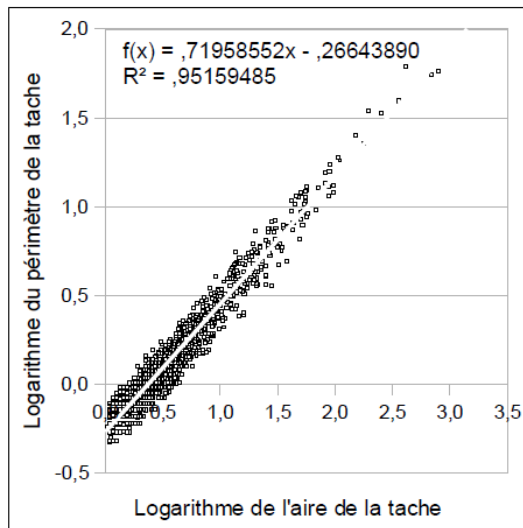
— Nombre de taches

— Périmètre cumulé des taches (km)



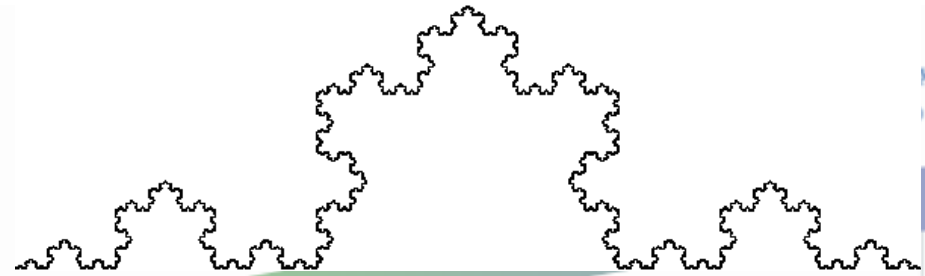
# 5 - RESULTATS

- H4 : Cette déforestation est pratiquée de manière non-systématique. (Q3)



|                           | Dimension Fractale |      |      |
|---------------------------|--------------------|------|------|
|                           | 1999               | 2005 | 2009 |
| <i>D/2</i>                | 0,72               | 0,71 | 0,72 |
| <i>Dimension fractale</i> | 1,44               | 1,42 | 1,43 |

→ Taches relativement complexes, coupes peu industrialisées



Courbe de Von Koch :  $D = 1,37$



# 5 - RESULTATS

- H4 : Cette déforestation est pratiquée de manière non-systématique. (Q3)

## Indice de forme

|                                     | 1999  | 2005  | 2009  |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| <i>Moyenne de l'indice de forme</i> | 66,19 | 58,04 | 57,07 |



$$\rightarrow F = \frac{P_{tache}^2}{S_{tache}}$$



## 6 – DISCUSSION



# 6 – DISCUSSION

– H1 : Les forêts de *tapia* autour d'Arivonimamo subissent une déforestation importante. (Q1)

→ Acceptée.  $\approx 11\%/an$  entre 1999 et 2005,  $\approx 6\%/an$  de 2005 à 2009

– Le taux de déforestation global sur l'ensemble de Madagascar était de **6,6%/an entre 2000 et 2005** (ESSA). La déforestation a été, et reste, un problème particulièrement grave dans la région.

– H2 : Cette déforestation s'accélère avec le temps.

(Q1)

→ Rejetée.

**h** biodiversité  
**p** paysage

 gembloux  
agro bio tech

 Université  
de Liège **ULg**

# 6 – DISCUSSION

– H3 : Il y a fragmentation du paysage forestier (Q2)

→ Accepté. Il y a eu fragmentation entre 1999 et 2005. Entre 2005 et 2009 la fragmentation a laissé place à un processus d'attrition.

- Processus classique de déforestation décrit dans la littérature (Forman et al. 1995, Bogaert et al. 2004)



# 6 – DISCUSSION

– H4 : Cette déforestation est pratiquée de manière non systématique. (Q3)

→ Accepté.  $D \approx 1,43$ . Indice de forme :  $=_{1999}66$ ,  
 $=_{2005}58$ ,  $=_{2009}57$ .

- La dimension fractale relativement haute représente un procédé chaotique, non systématique. Ce n'est donc pas l'industrie, mais les petits paysans qui défrichent la forêt.
- L'indice de forme baisse légèrement : les taches se compactent et se réduisent.



## 7 – CONCLUSIONS

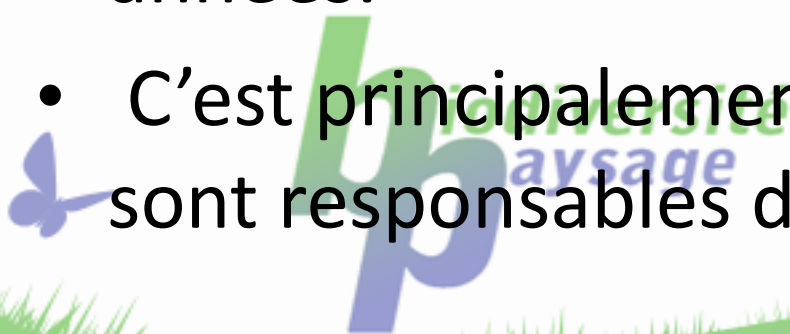


**hp** biodiversité  
paysage



## 7 – CONCLUSIONS

- La forêt de *tapia* de la région de Arivonimamo est gravement menacée par la déforestation.
- Depuis 2005, cette déforestation semble ralentir.
- En plus de la déforestation, la forêt de *tapia* a été fragmentée au cours des 10 dernières années.
- C'est principalement les paysans locaux qui sont responsables de cette déforestation.



# 7 – CONCLUSIONS

- La disparition rapide de la forêt de *tapia* est (et sera, si aucune mesure concrète n'est mise en œuvre) un frein à l'implantation d'une filière de production de soie par l'intermédiaire du *landibe*... à moins que le ralentissement de la déforestation ne se poursuive.



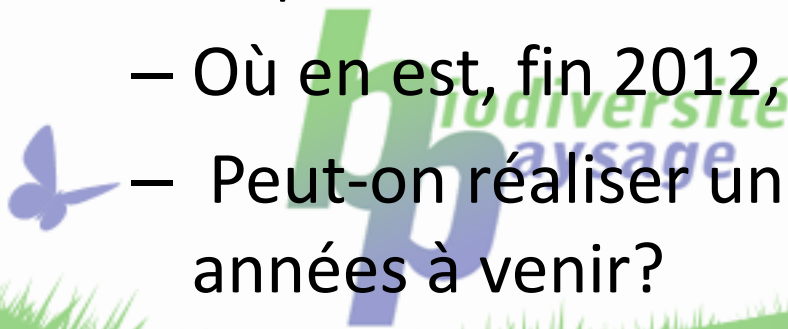


## 8 – PERSPECTIVES



# 8 – PERSPECTIVES

- Pourquoi peut on observer un ralentissement du taux de déforestation entre 1999 et 2009?
  - Peut être due aux réalités de terrain : les surfaces forestières conservées sont souvent les plus difficiles d'accès, loin des villages ou aux sommets des collines. Il est donc plus difficile de les défricher.
  - Meilleure application des lois contre le *tavy*? (Gestion Locale Sécurisée, GéLoSe) Possible, mais peu probable...
- Où en est, fin 2012, la déforestation de la zone?
- Peut-on réaliser une projection pour les 10 années à venir?



## 8 – PERSPECTIVES

- Fragmentation → disparition des zones de cœur. La prolifération du *landibe* est-elle limitée, ou au contraire accélérée par cette disparition (effet de lisière, biotope du *landibe...*)?
- Et surtout... comment arrêter cette déforestation? REDD+?

