

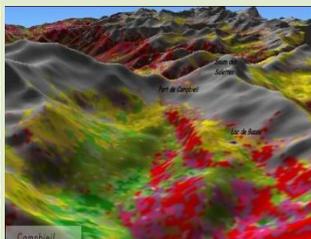


# Structures et dynamiques forestières à l'échelle du paysage : changements temporels et analyse de l'hétérogénéité

Mathilde REDON, Vincent THIERION, Sandra LUQUE & Thomas CORDONNIER

## IRSTEA

Lyon - 5 décembre 2012



# Contexte

- Les paysages forestiers ont fortement changés au cours du siècle dernier en raison des évolutions socio-économiques et climatiques.
- Ces évolutions sont susceptibles d'impacter les services écosystémiques : production de bois, stockage de carbone et biodiversité.

# Enjeux

- Comment quantifier les changements forestiers (méthodologie, indicateurs...)?
- Quelles relations entre structures et services à l'échelle du paysage?
- Comment évaluer les effets des changements sur les services?

# **ANALYSE DE L'HÉTÉROGÉNÉITÉ EN LIEN AVEC LA BIODIVERSITÉ**

# Hétérogénéité



Structure homogène

## Échelle locale

- Espèces
- Dimensions des arbres
- Bois mort



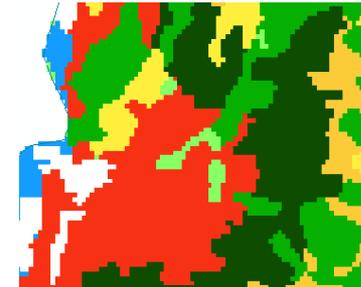
Structure hétérogène



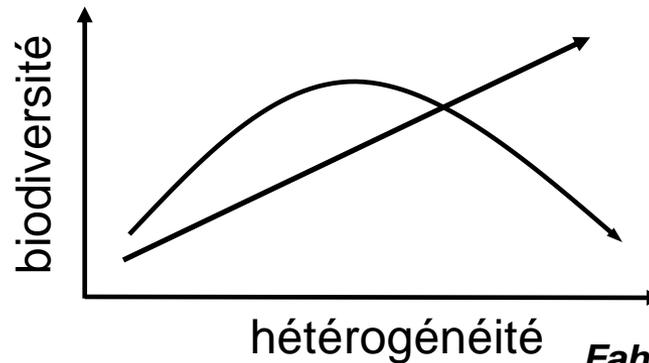
Mosaïque homogène

## Échelle mosaïque

- Diversité
- Continuité
- Taille



Mosaïque hétérogène

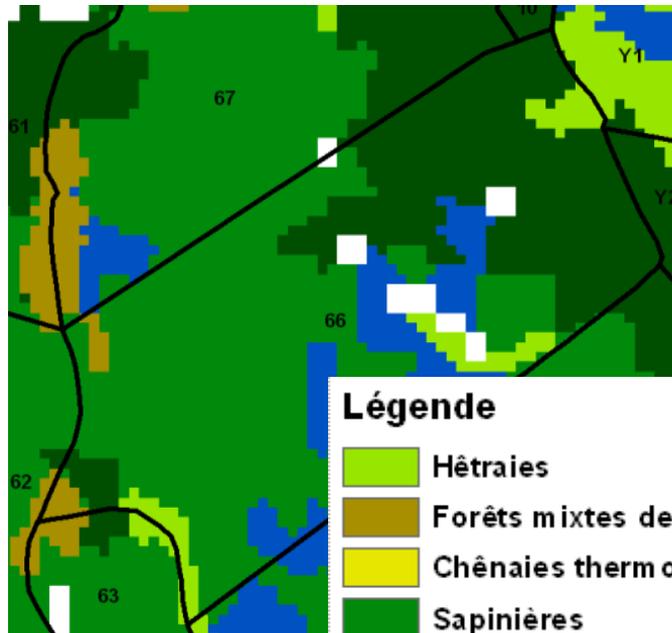


*Fahrig et al. 2011; Redon 2012*

# Supports cartographiques

## ☐ Carte des habitats forestiers

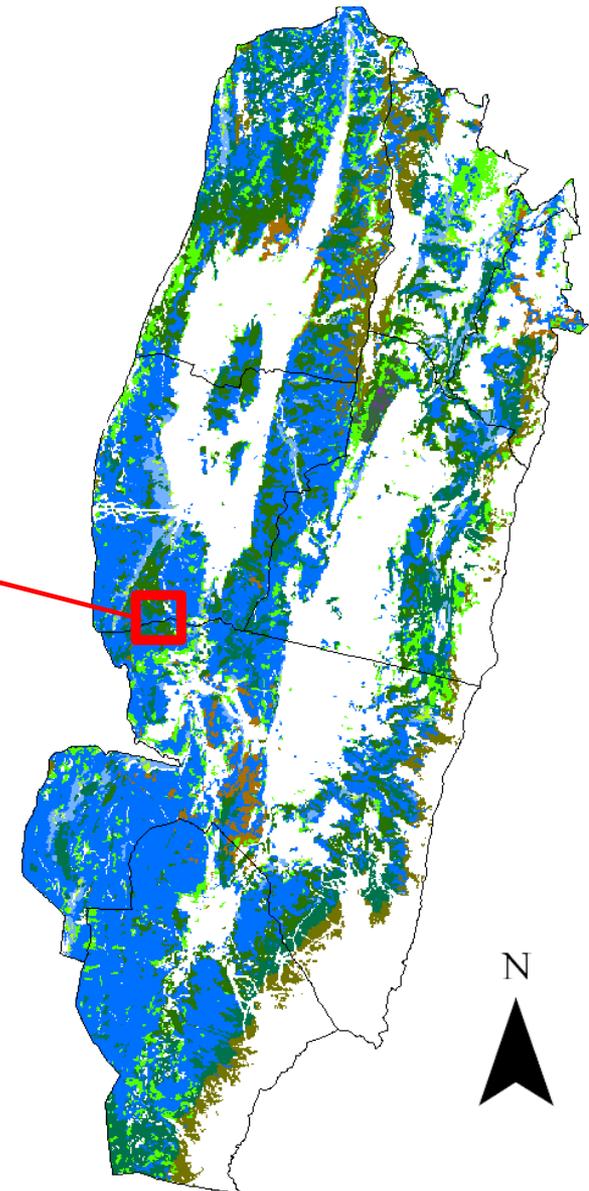
(source : projet CartoVege MEDDTL)



### Légende

- Hêtraies
- Forêts mixtes de pentes et ravins
- Chênaies thermophiles
- Sapinières
- Pessières
- Pinèdes à crochets
- Pinèdes sylvestres
- Hêtraies-sapinières
- Forêts alluviales
- Zones ouvertes

10 5 0 10 Kilometers

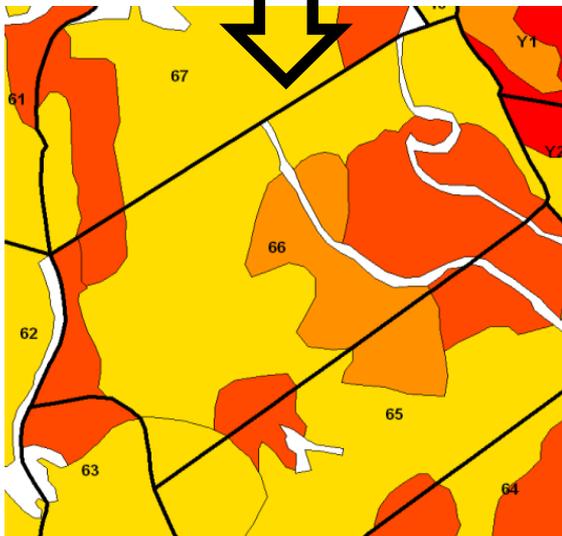
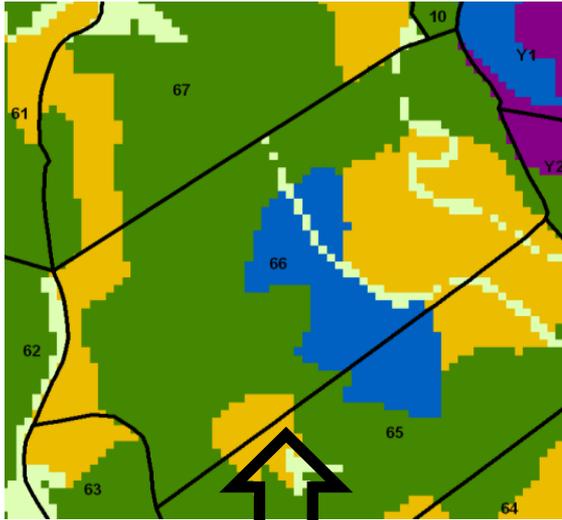


# Supports cartographiques

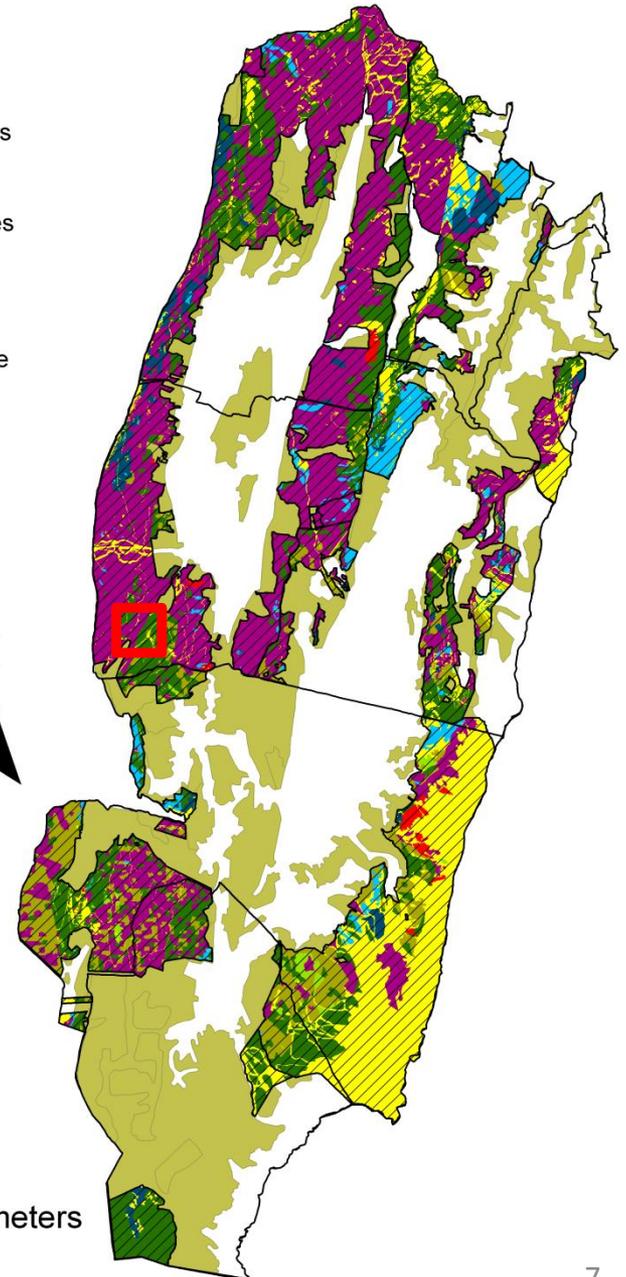
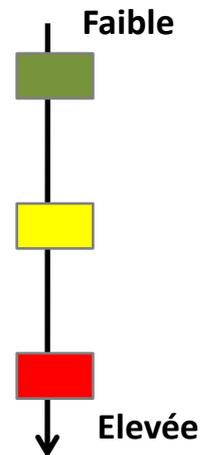
## ☐ Carte des peuplements forestiers (source : ONF - Irstea)

### Légende

- Forêts publiques
- Contours communes
- Futaie irrégulière
- Futaie à deux strates
- Futaie monostrate
- Jaune futaie
- Mélange taillis-futaie
- Plantation
- Taillis
- Milieux ouverts
- Forêts privées



### Hétérogénéité structure



# 5 Critères d'hétérogénéité

# 1 ou plusieurs indices par critère

Diversité des **formations Forestières** (mixte, feuillus, résineux)

Indice de Shannon

Hétérogénéité spatiale des **habitats forestiers**

4 indices quantitatifs

Hétérogénéité spatiale des **peuplements forestiers**

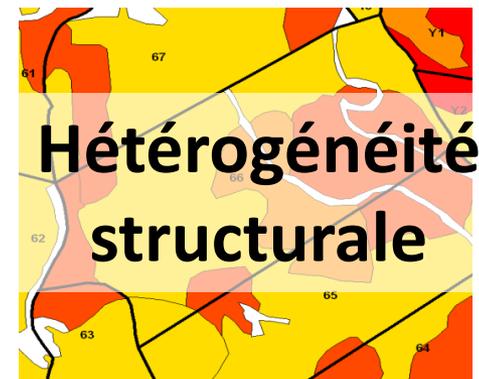
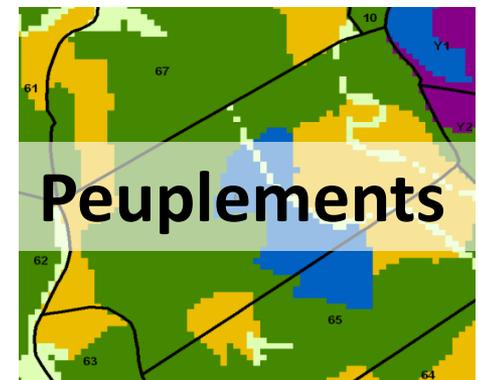
4 indices quantitatifs

Hétérogénéité moyenne de la **structure forestière**

Somme pondérée rangs d'hétérogénéité

**Complémentarité spatiale de la structure** des peuplements

Nombre d'attributs structuraux complémentaires

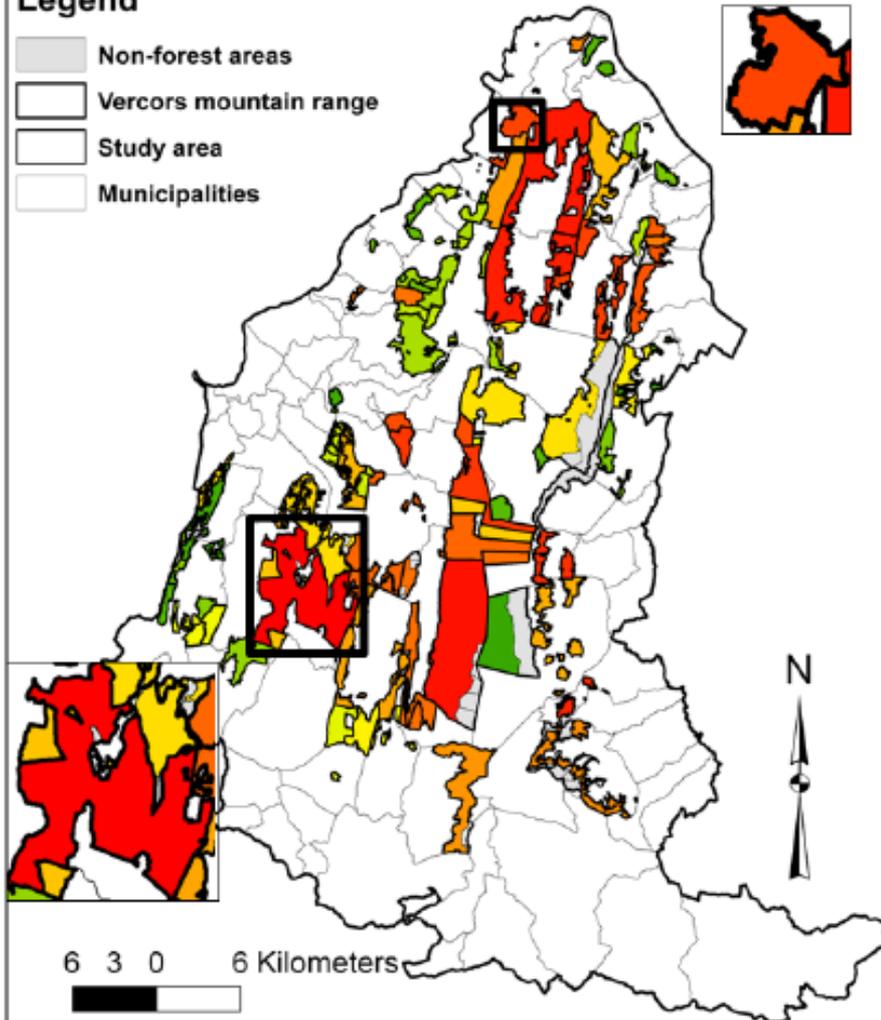


# Indice global d'hétérogénéité

## Echelle forêt

### Legend

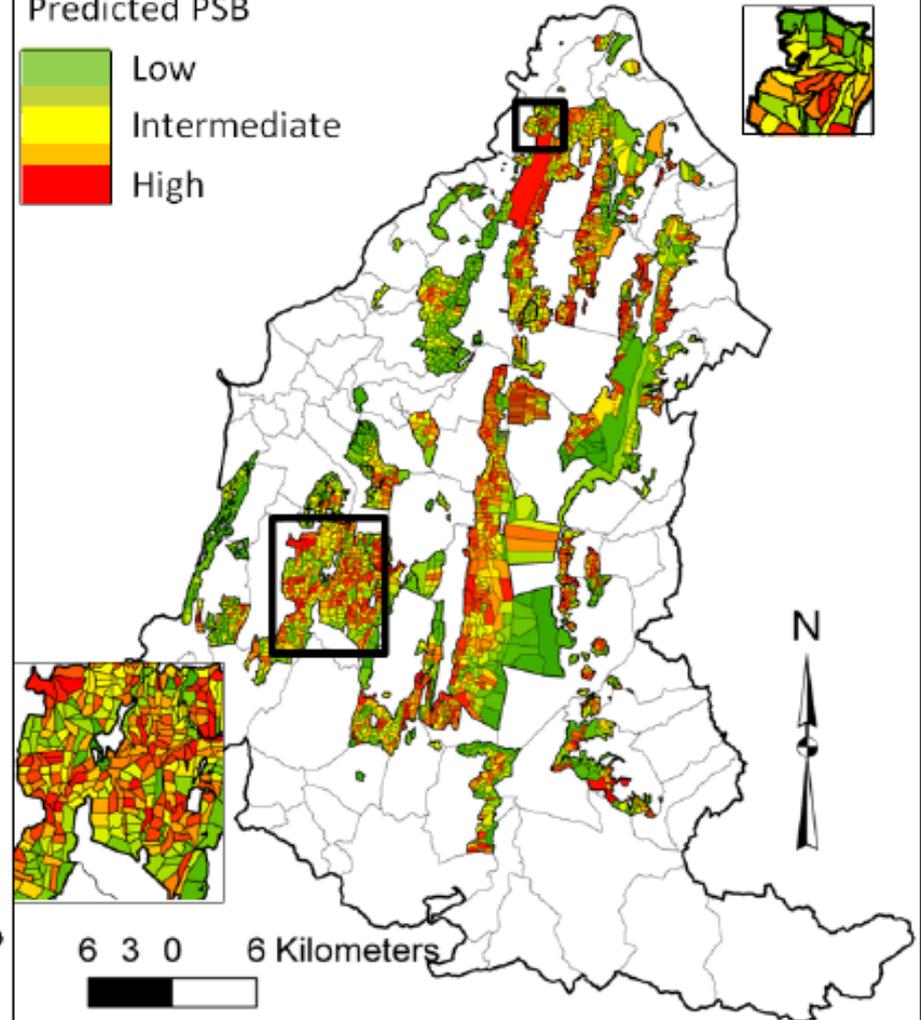
- Non-forest areas
- Vercors mountain range
- Study area
- Municipalities



## Echelle Parcelle

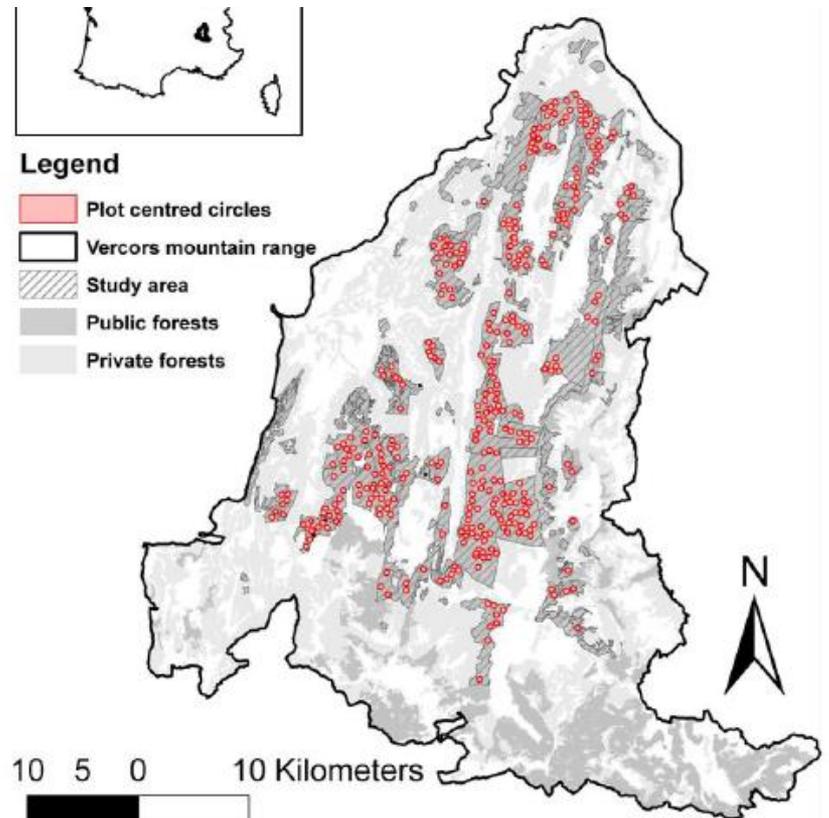
### Predicted PSB

- Low
- Intermediate
- High



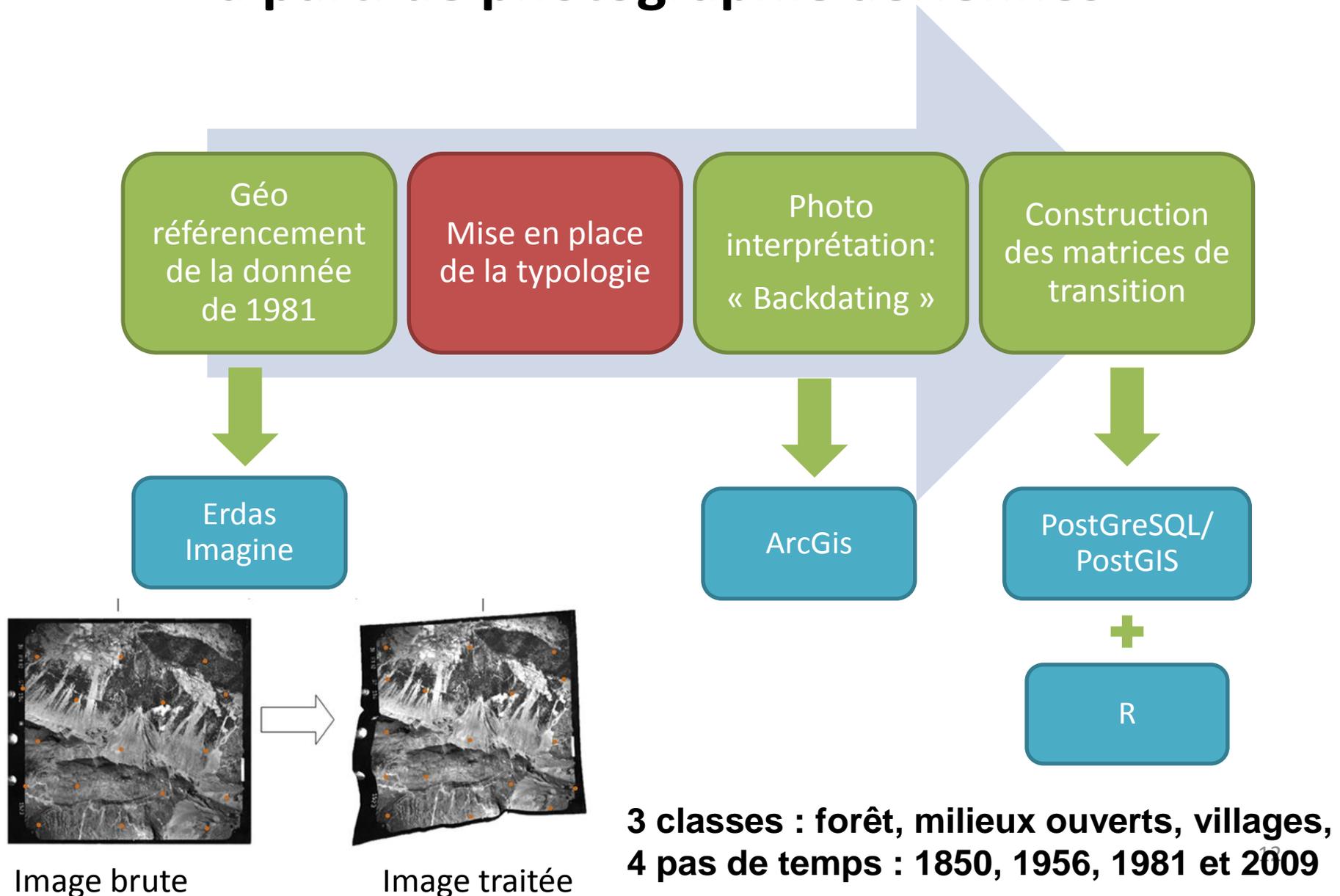
# Relation avec la biodiversité?

- Test sur la flore vasculaire supérieure (CBNA) :
  - Relation positive avec la richesse des espèces forestières.
  - Pas de relation avec la richesse toutes espèces confondues.
  - Réponse qui varie selon les critères.



# **CHANGEMENTS TEMPORELS**

# Etude des changements: méthodologie à parti de photographie aériennes





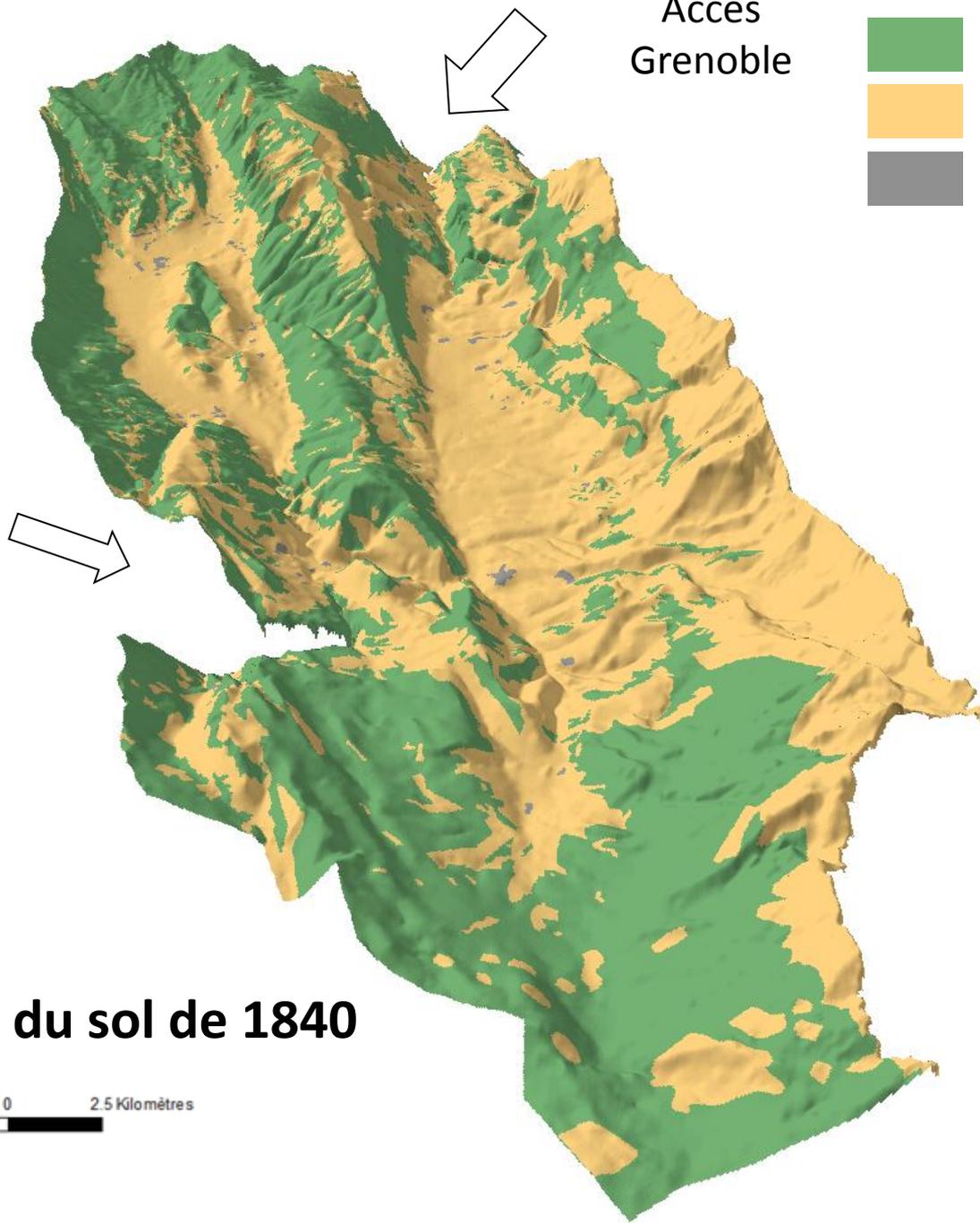
Accès  
Grenoble

-  Forêt
-  Milieux ouverts
-  Espaces artificialisés

Arc Scène:  
MNT : 25 m

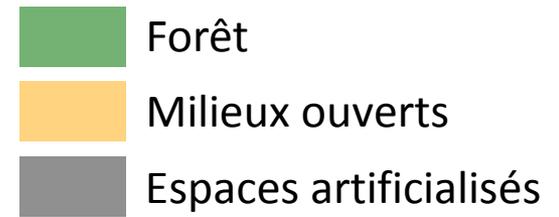
Accès  
Valence

**Occupation du sol de 1840**





Accès  
Grenoble



Arc Scène:  
MNT : 25 m

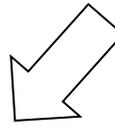
Accès  
Valence

## Occupation du sol de 1956





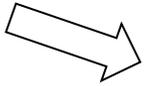
Accès  
Grenoble



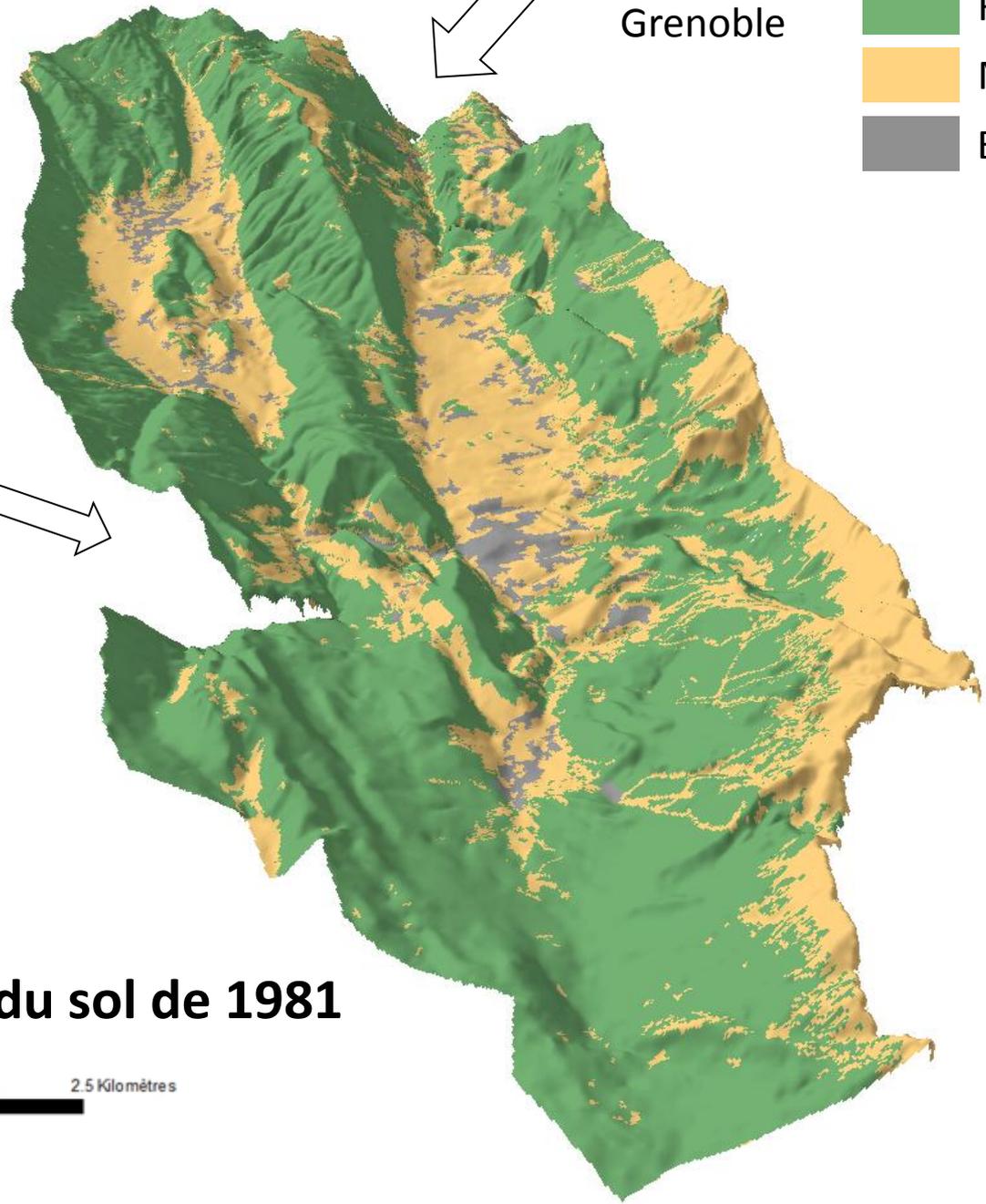
-  Forêt
-  Milieux ouverts
-  Espaces artificialisés

Arc Scène:  
MNT : 25 m

Accès  
Valence



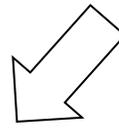
# Occupation du sol de 1981





N

Accès  
Grenoble



-  Forêt
-  Milieux ouverts
-  Espaces artificialisés

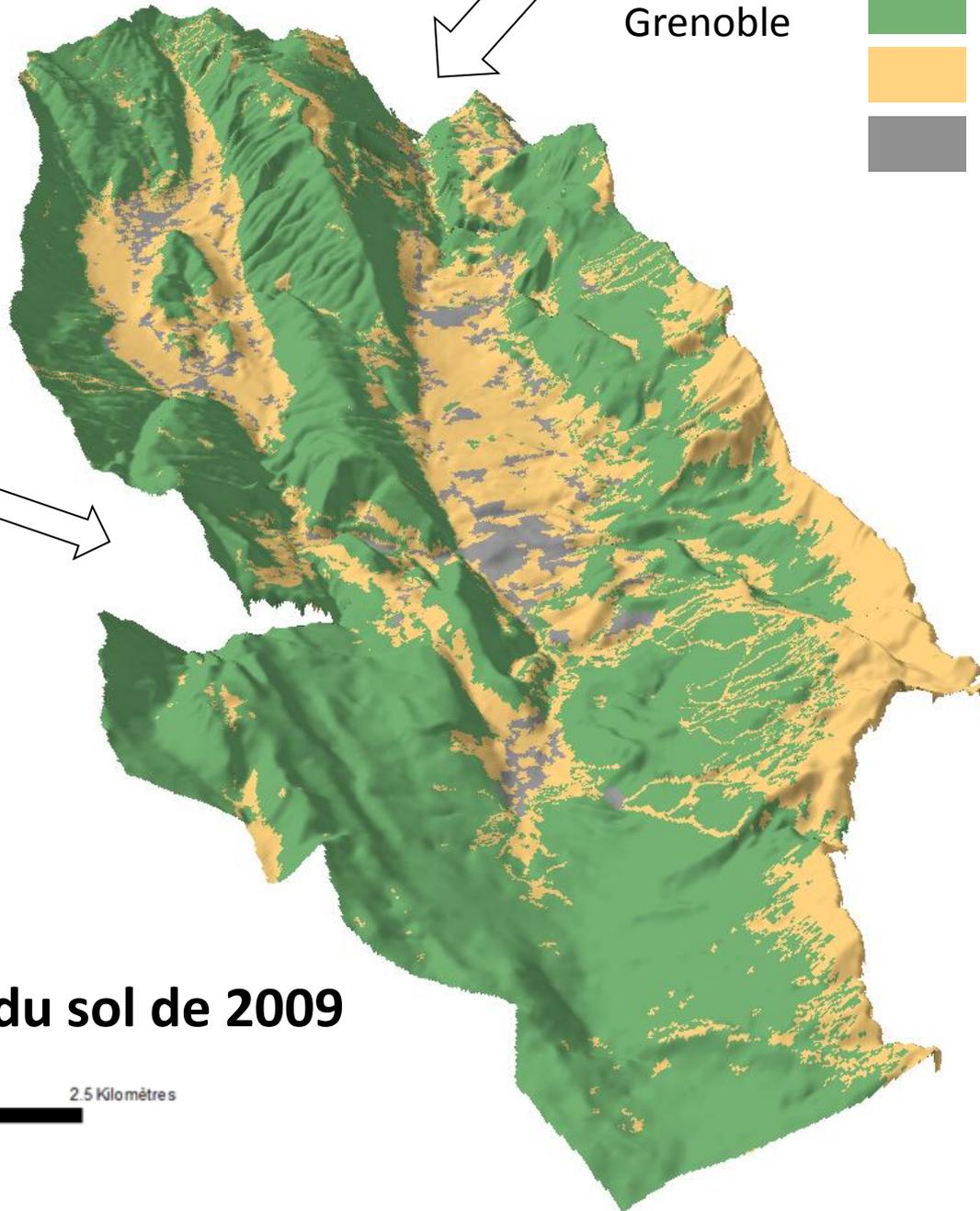
Arc Scène:  
MNT : 25 m

Accès  
Valence



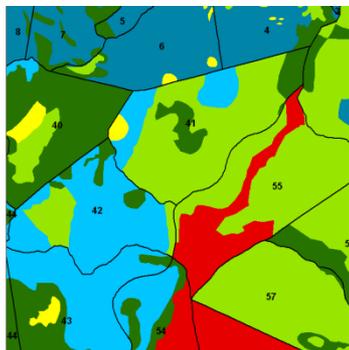
**Occupation du sol de 2009**

2.5 1.25 0 2.5 Kilomètres



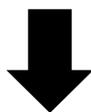
# Quantification de l'évolution de la mosaïque forestière au cours du temps

**60** indices calculés —————> **9** retenus

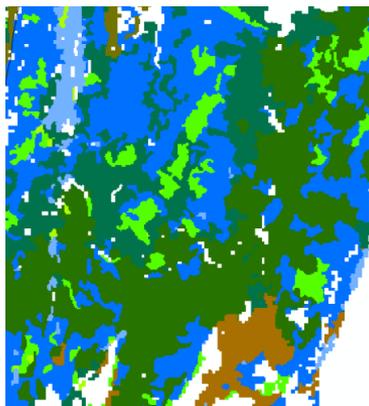


□ **2** indices au niveau « Paysage »

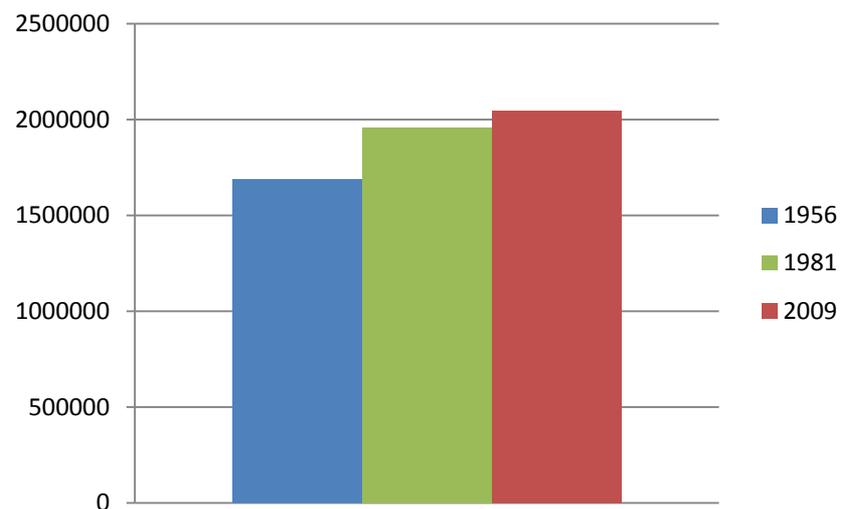
□ **7** indices au niveau « Classe »  
(forêts, milieux ouverts, villages)



Fragstats



## Les indices sur l'ensemble du paysage

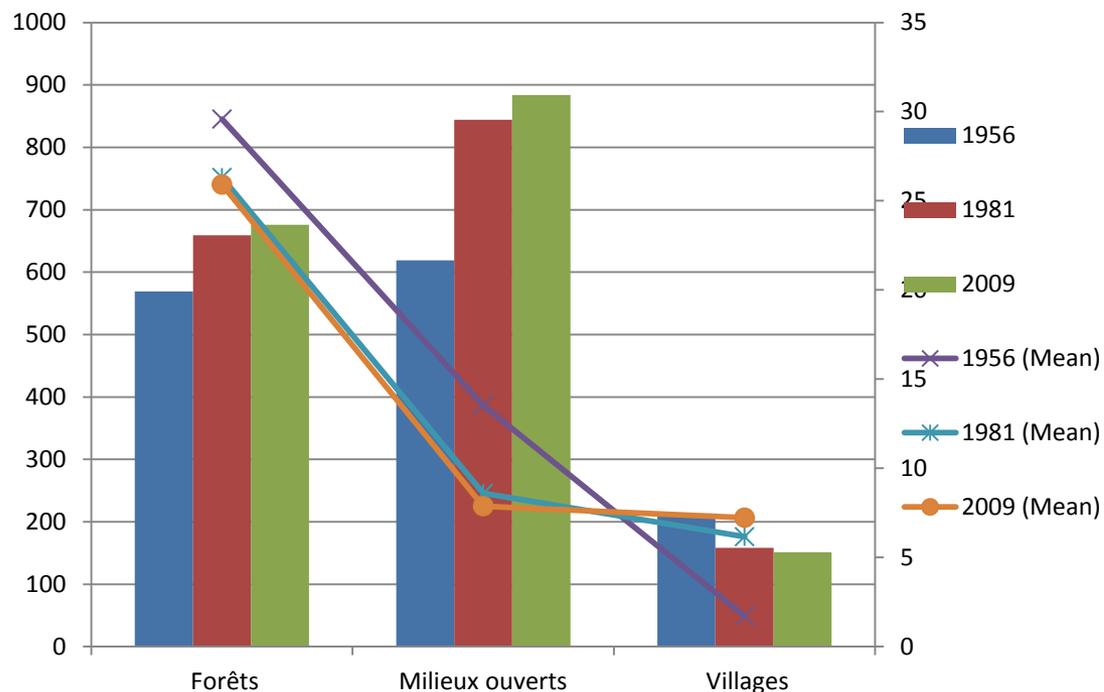


Variation de l'indice « longueur totale de lisière » entre 1956 et 2009

Complexification de la matrice du paysage

## Les indices au niveau des classes

### La fragmentation



Morcellement de la matrice du paysage pour les types « Forêts »

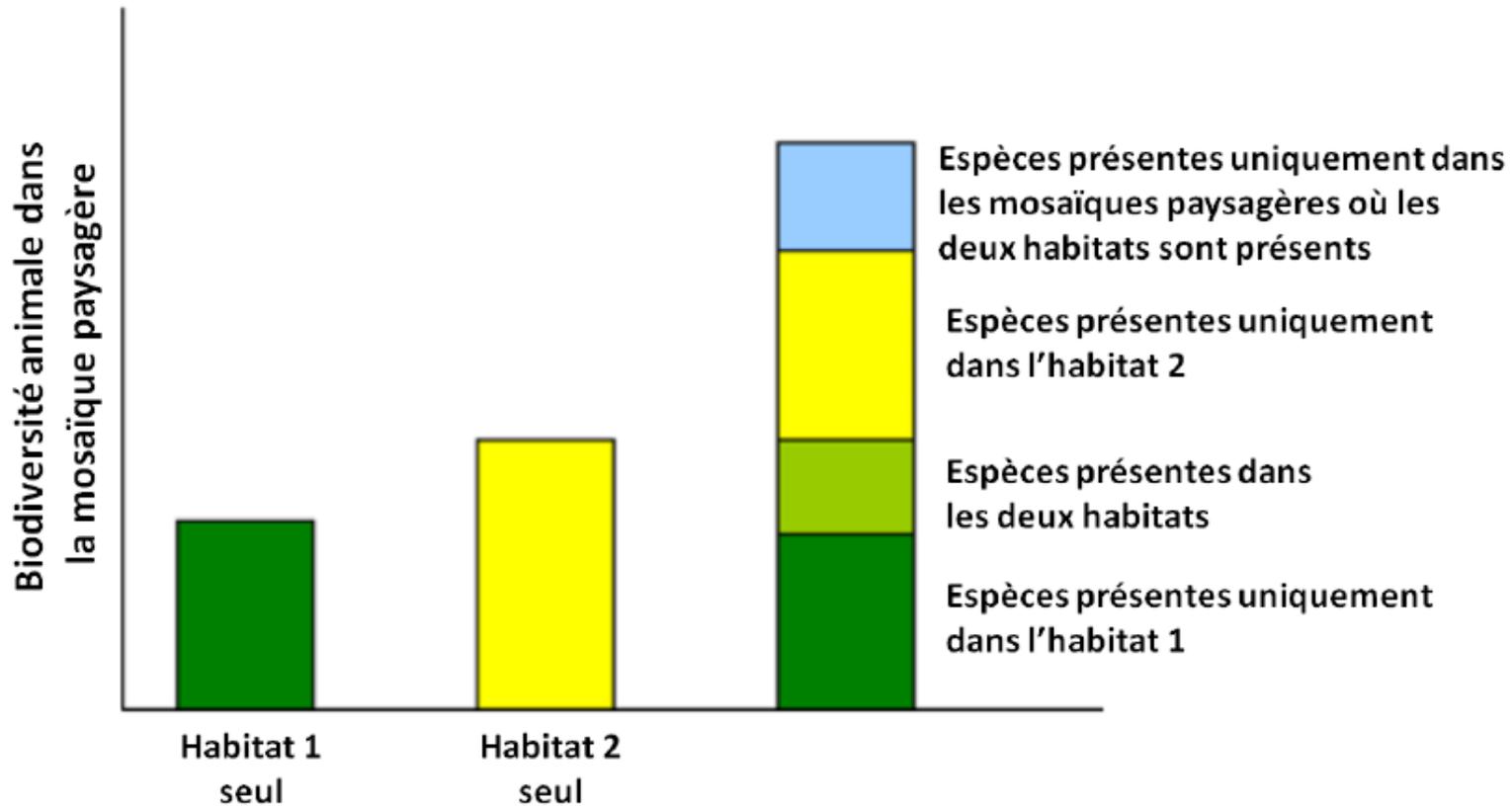
Nombre de taches et taille moyenne par type d'occupation entre 1956 et 2009

# Conclusions et perspectives

- La quantification et l'analyse de l'hétérogénéité d'un paysage en lien avec la biodiversité peut permettre d'identifier des zones à enjeux.
- L'étude des changements permet de quantifier les dynamiques d'indicateurs liés à la biodiversité.
- Etudier de façon plus détaillée les effets de l'évolution de l'hétérogénéité de la mosaïque paysagère sur les services écosystémiques associés au cours du temps, en particulier la biodiversité et la production de bois.
- Développer des modèles de changements et confronter les scénarii des acteurs aux prédictions du modèle.



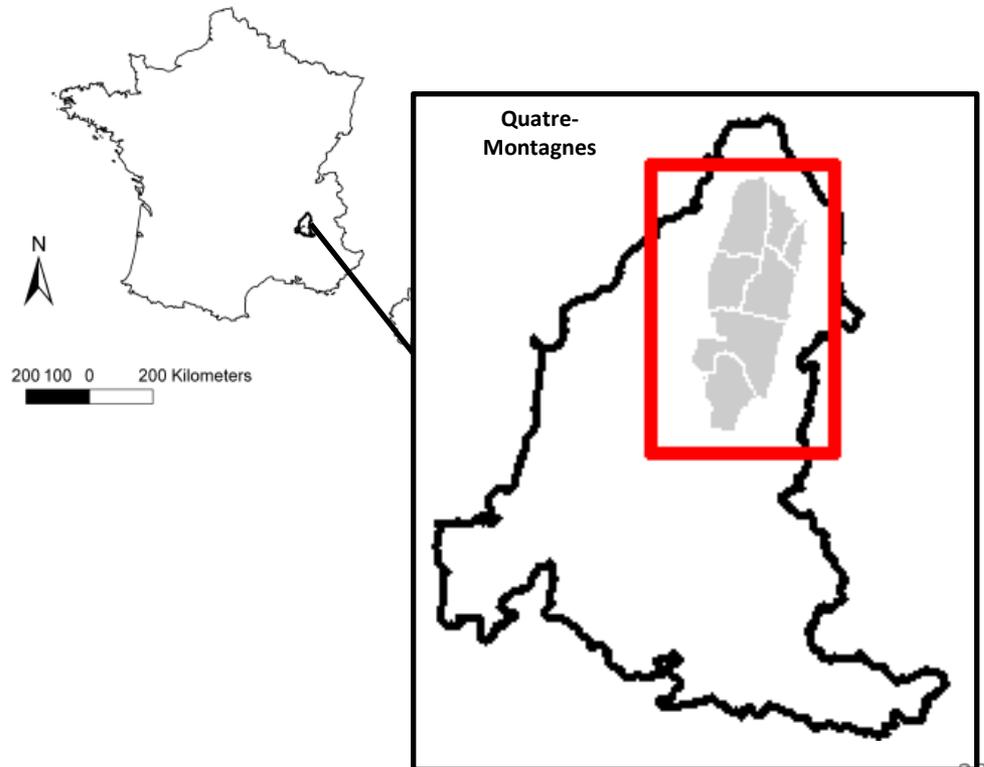
**Merci de votre attention !**



**Figure 4.** Illustration de l'effet de la diversification des types d'habitats dans la mosaïque paysagère sur la biodiversité animale (adapté de Fahrig *et al.* (2011)). Une diversité d'habitats permet la cohabitation d'espèces inféodées à chacun des habitats présents, ainsi que d'espèces pouvant utiliser les différents habitats et d'autres espèces nécessitant absolument la présence simultanée des deux types d'habitats. Les espèces liées à la présence de plusieurs habitats dans la mosaïque représentent la « plus-value » de biodiversité liée à la diversification des habitats.

# Sur un territoire, on peut s'intéresser à :

- La quantification de l'hétérogénéité actuelle de la mosaïque forestière en lien avec les services écosystémiques.
- L'évolution de l'hétérogénéité forestière et des services associés au cours du temps.

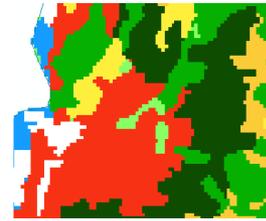


**Exemple du secteur des  
Quatre-Montagnes : massif  
du Vercors (38)**

# Un exemple au travers de l'analyse de l'hétérogénéité

- Une mosaïque paysagère est hétérogène lorsque les éléments qui la composent sont variables dans l'espace et dans le temps.

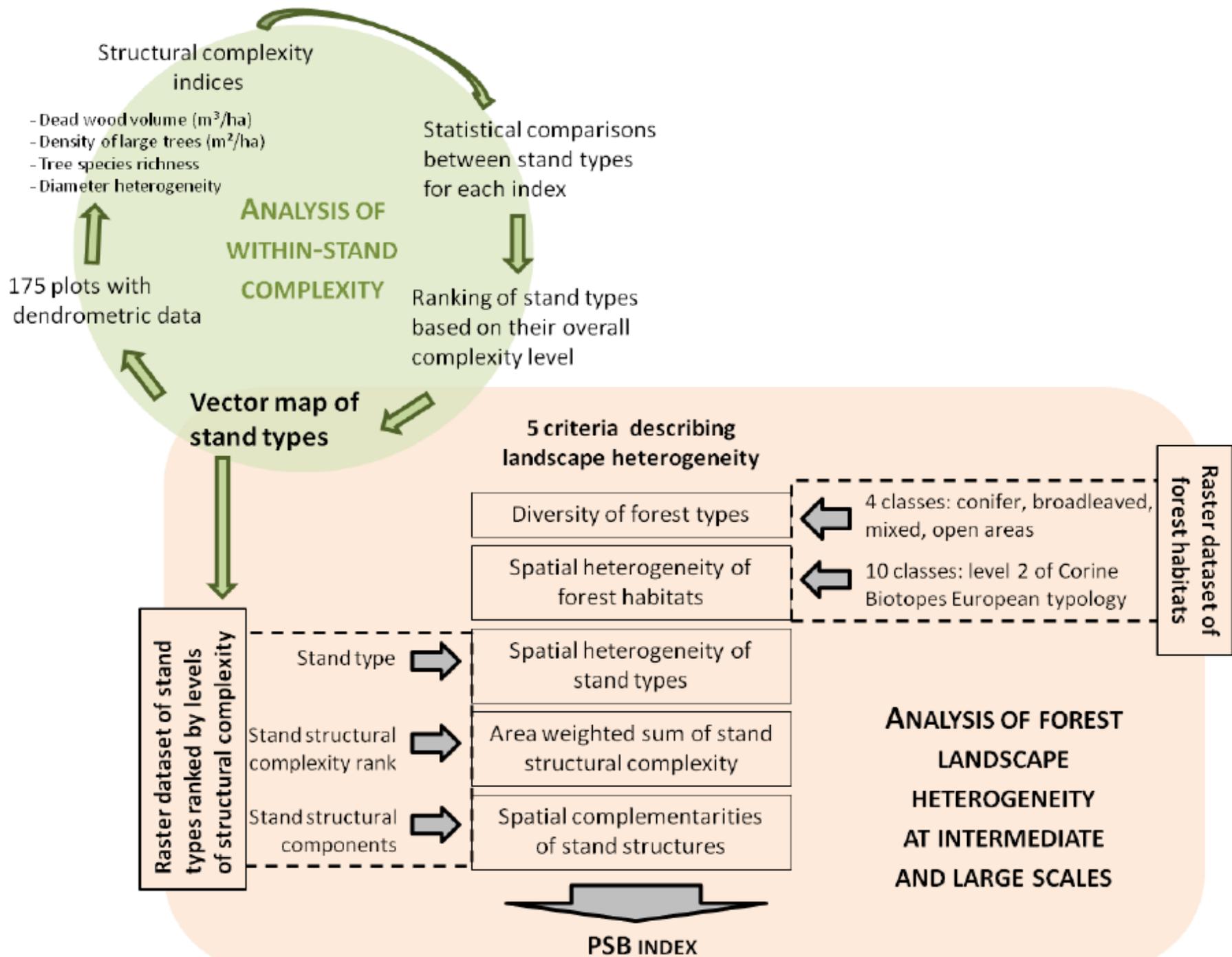
Mosaïque  
homogène



Mosaïque  
hétérogène

## Importance de l'hétérogénéité spatiale des forêts

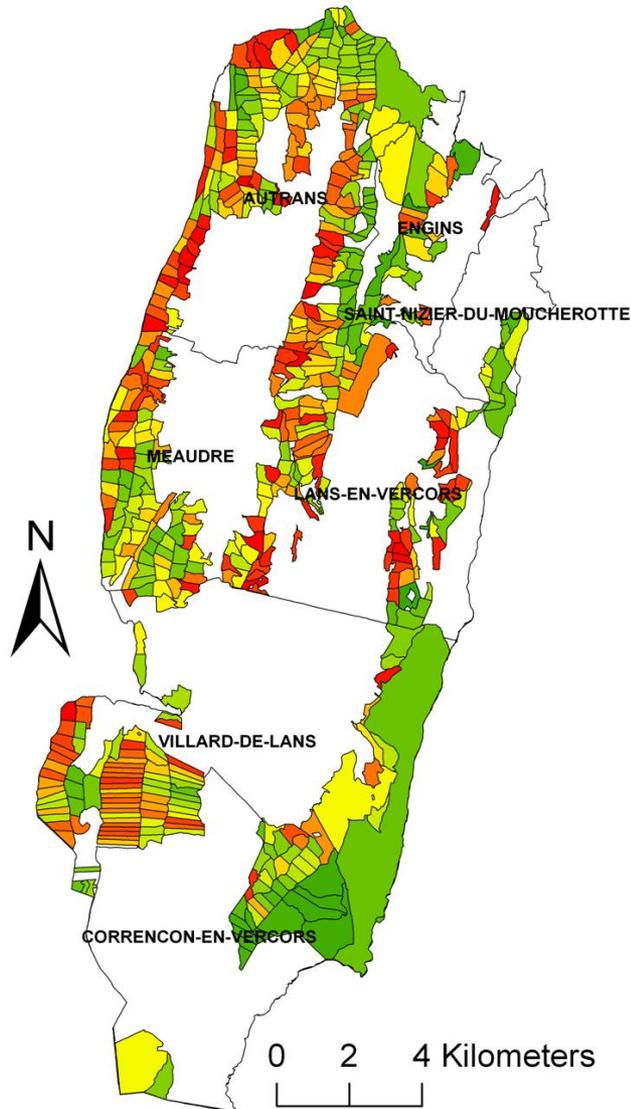
- Diversification des services : ex. ressources.
- Diversification des habitats pour les espèces -> biodiversité.
- Meilleure capacité d'adaptation aux changements.



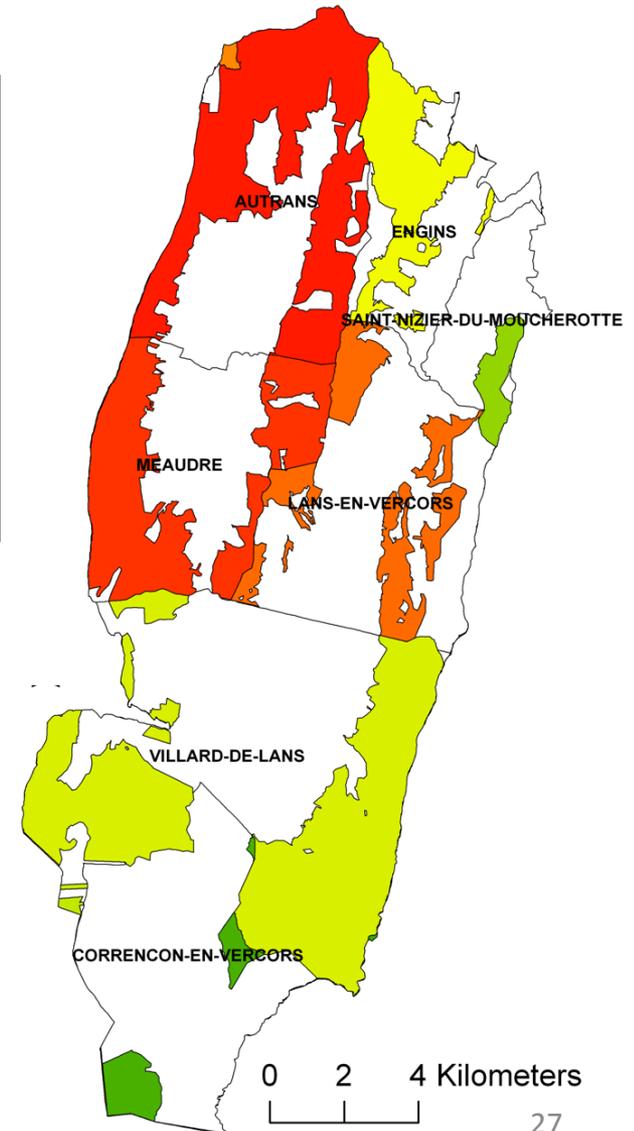
- Lorsqu'un peuplement est caractérisé par une forte diversification de ses caractéristiques structurales (i.e. diversité en classes de diamètres ou d'âges, en pièces de bois morts, de composition en essences, etc.) et par l'abondance d'éléments particuliers de la structure (densité de gros arbres vivants et morts, volume de bois mort, etc.), on dit que le peuplement présente une structure hétérogène (Lähde *et al.* 1999b; Lexerød & Eid 2006; McRoberts *et al.* 2008).

# Résultats : Hétérogénéité forestière prédite

Échelle parcelle



Échelle forêt



## Légende

4\_montagnes\_communes

## Hétérogénéité - complexité

### Classes

- Faible
- Assez faible
- Moyenne
- Assez forte
- Forte