

# Des arbres aux forêts: analyses spatiales des structures et du fonctionnement des paysages ruraux

---

Marc Deconchat, DR INRA

28-29 mars 2019, Montpellier



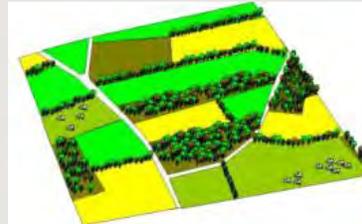
**DYNAFOR**  
UMR 1201 | INRA - INP TOULOUSE

# Les arbres identifiants des paysages

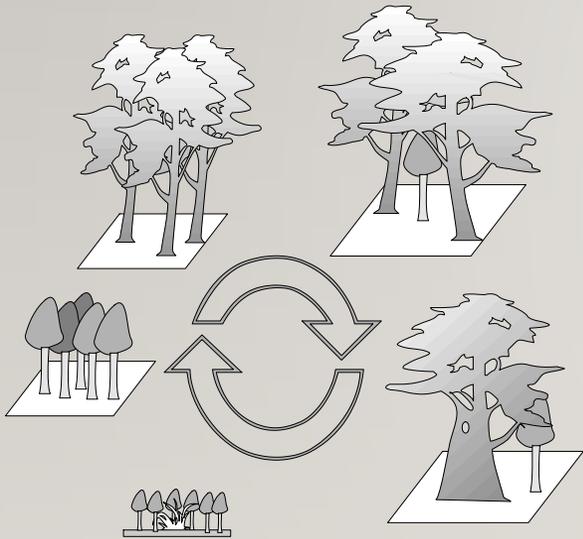


# Quelles définitions? Une affaire d'échelles

- Echelle thématique: quelle définition d'un arbre, d'un forêt, d'une haie?



- Echelle spatiale: types d'espaces arborés
- Echelle temporelle: de la régénération au peuplement mature
- L'arbre ne fait pas la forêt...
  - Sol, végétation, milieux annexes...

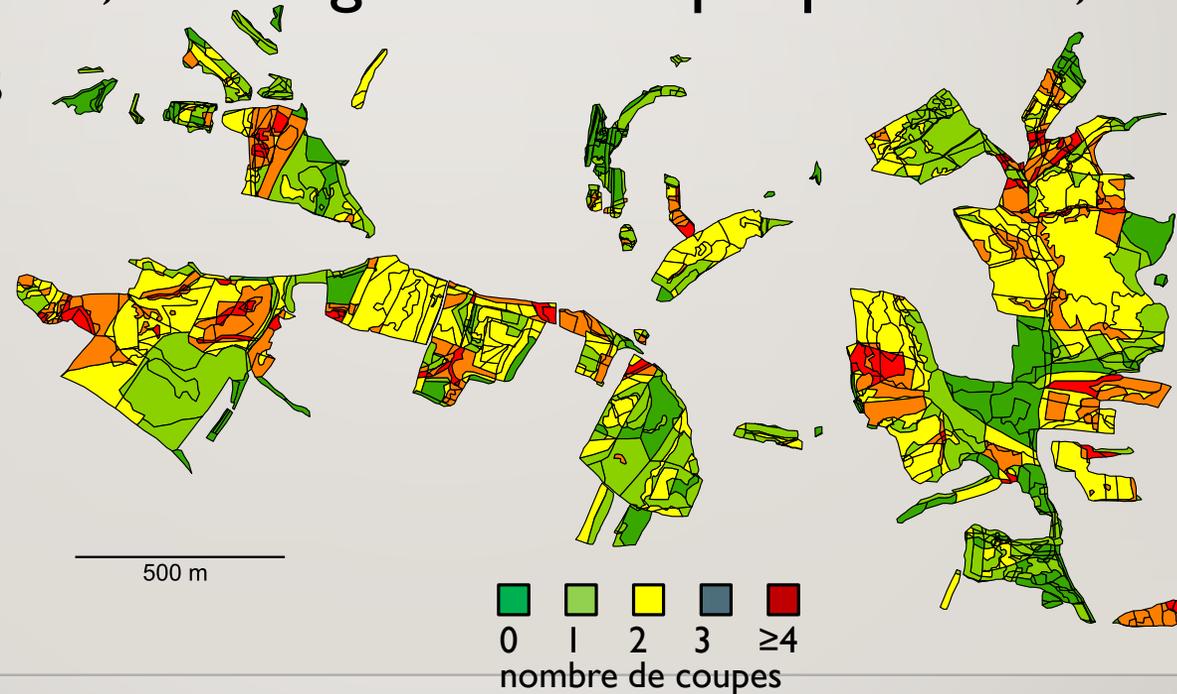


# Structures

---

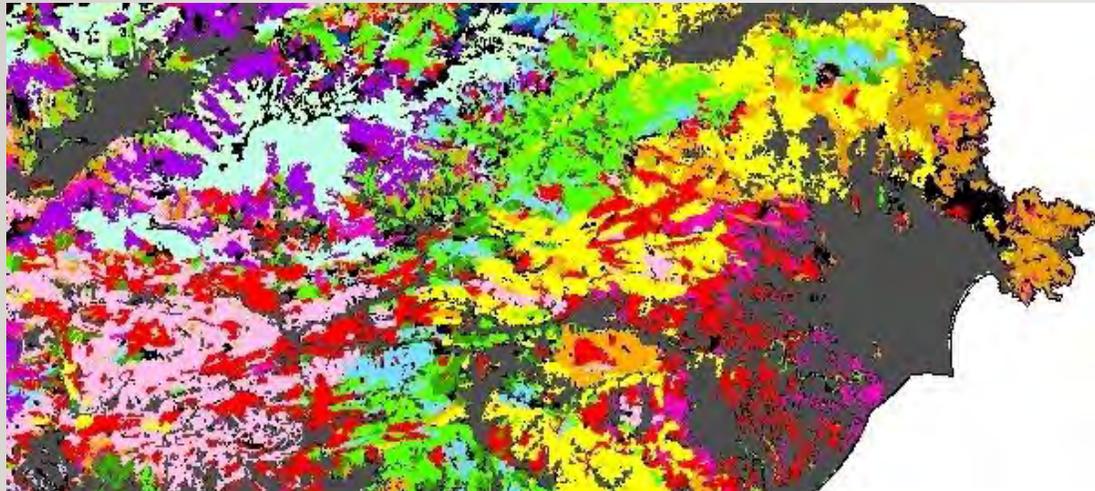
# Structures spatiales internes

- Arbres comme méga-organisme structurant, un créateur d'habitats
- Dendrométrie, hétérogénéité des peuplements, diversité, dynamiques

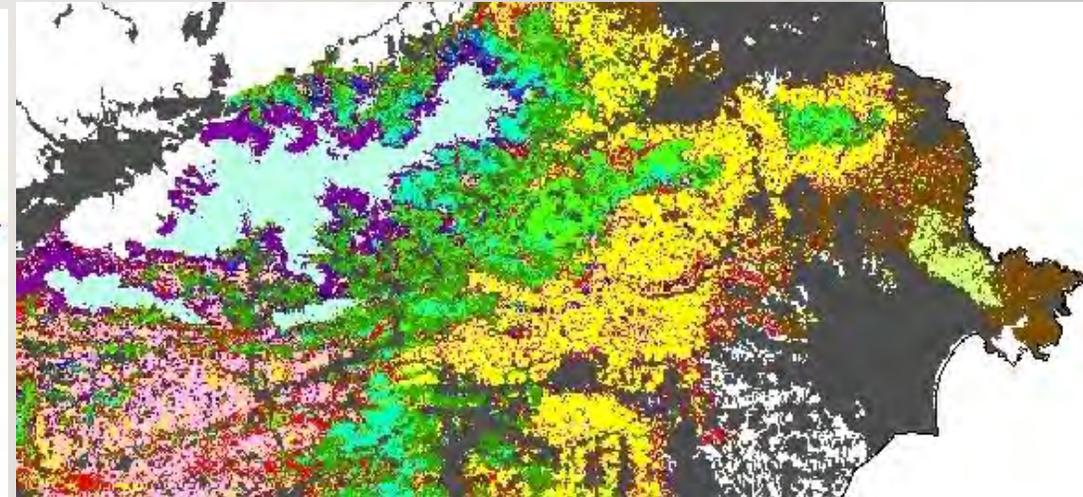


# Cartographie des formations forestières

## ■ Traitement de séries temporelles d'images MODIS



*Reference data*



*Maximum likelihood average MODIS NDVI 2000-2002 with stratification*

# Structures spatiales externes

---

## ➤ Discontinu vs continu

- Discontinuités spatiales vs gradients (cf. structures internes)
- Activités anthropique vs processus naturels
- Tempéré « occidental » vs boréal et tropical

## ➤ Lisière – Fragmentation – Connectivité

- Concepts pas limités aux espaces arborés

## ➤ Ecologie des paysages



# Lisières: Identifier des discontinuités forêt/milieu ouvert

---

## ➤ Lisières naturelles

- Régimes de perturbation différents

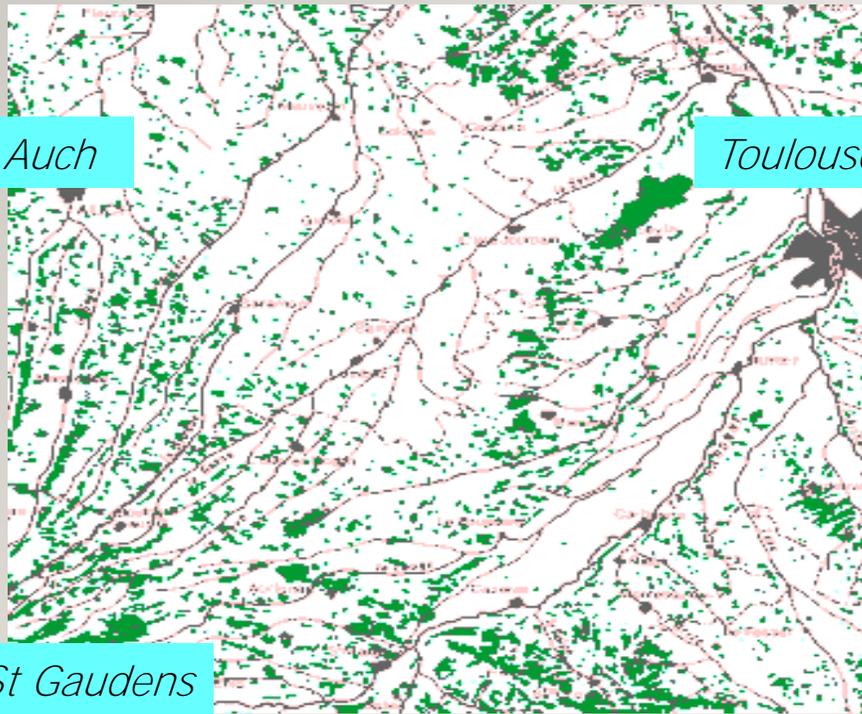
## ➤ Lisières anthropiques

- Usages des terres
- Statuts fonciers



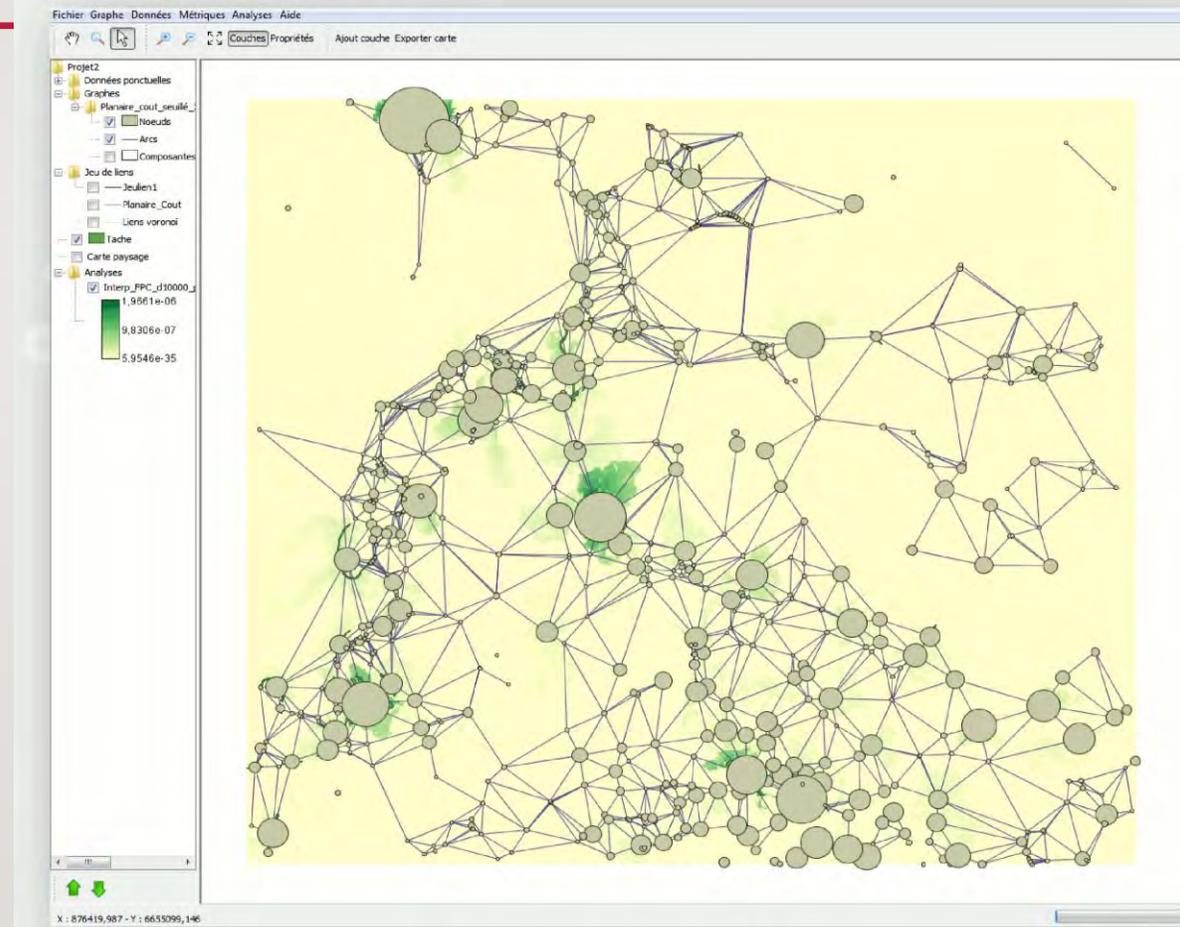
# Fragmentation forestière

- Un état et/ou un processus
- Nombreuses méthodes/outils pour caractériser l'état



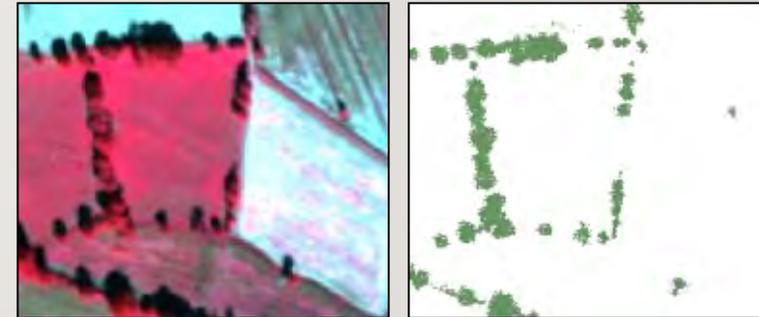
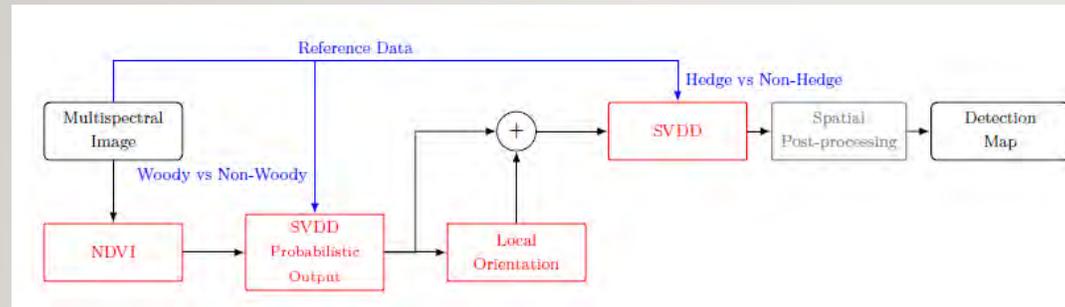
Guidos

# Connectivité: une vision en réseau



Graphab

- **Extraction des infrastructures agro-écologiques**
- **Détection et caractérisation automatique de haies**



- ▣ HedgeTools v2
  - ▣ Context Level
    - ▣ Hedgerow geographical context
      - ▣ Adjacent land use
      - ▣ Distance to nearest forest
    - ▣ Hedgerow topographical context
      - ▣ Compare hedge direction to slope direction in the neighbourhood
      - ▣ Dominant slope in the neighbourhood
      - ▣ Topographical position (en pente forte, en pente faible, replat)
  - ▣ Data preparation
    - ▣ Create geometry & network
    - ▣ Suplement tools
  - ▣ Landscape Level
    - ▣ Landscape statistics
  - ▣ Network Level
    - ▣ Compute average length of subnetwork
    - ▣ Compute global network indicators
    - ▣ Compute network connectivity index
    - ▣ Identify node types (O, L, T, X, other)
    - ▣ Identify sub-networks
  - ▣ Object Level
    - ▣ Hedgerow functions
      - ▣ Erosive role
      - ▣ Hydrological role
      - ▣ Windbreaks role
    - ▣ Hedgerow morphology & physiognomy
      - ▣ Dominant vegetation stratum
      - ▣ Morphological indicators (length, width, azimut, area, shape)
      - ▣ Number of vegetation stratum
      - ▣ Proportion d'arbre de Haut-Jet - a traduire
      - ▣ Recouvrement of each vegetation stratum
      - ▣ Vegetation height
      - ▣ Vegetation Height Profil

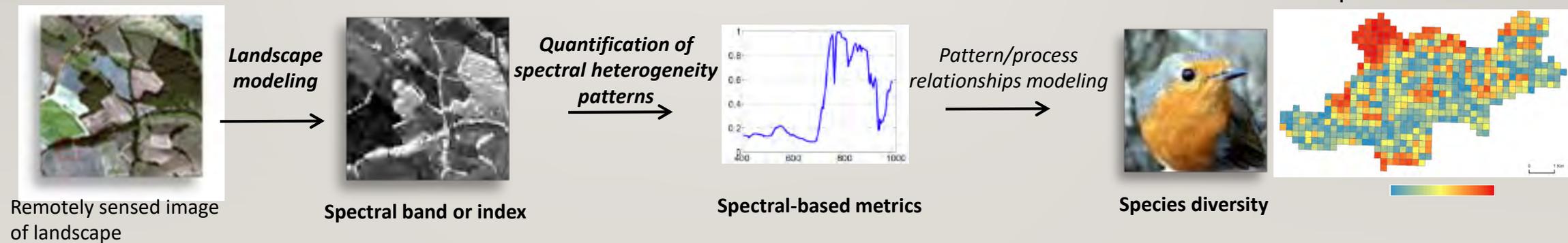
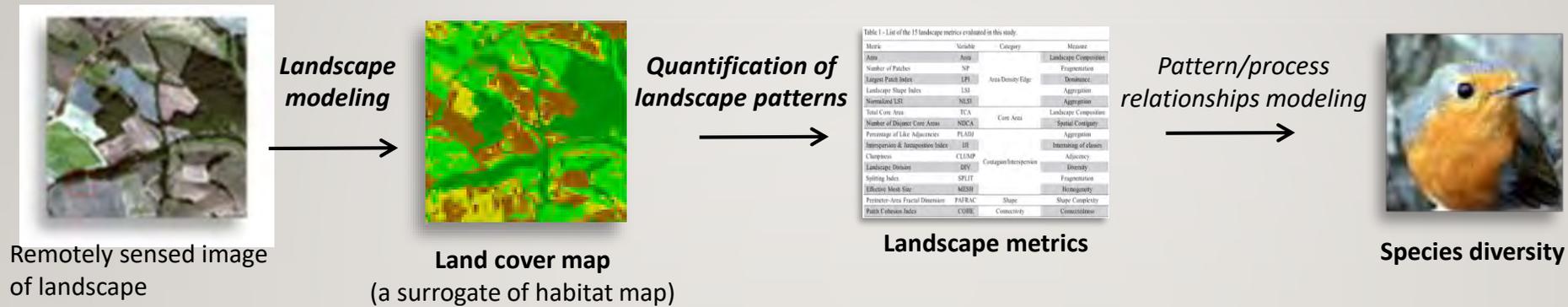
Fauvel M., Arbelot B., Benediktsson J.A., Sheeren D., & Chanussot J.. 2013. Hedges detection in a rural environment using local orientation feature: from linear opening to path opening, *IEEE J. of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 6(1), pp. 15-26..

# Le biais de l'observateur

---

- La carte comme modèle de l'information spatiale vue par les humains (biais) donc compréhensible (et liée à la gestion)
  - Paysage discret vs continu
- Les données (de télédétection) sont très riches d'informations aux quelles l'observateur humain n'est pas sensible
- Lier plus directement l'information spatiale des données de télédétection avec les données à modéliser

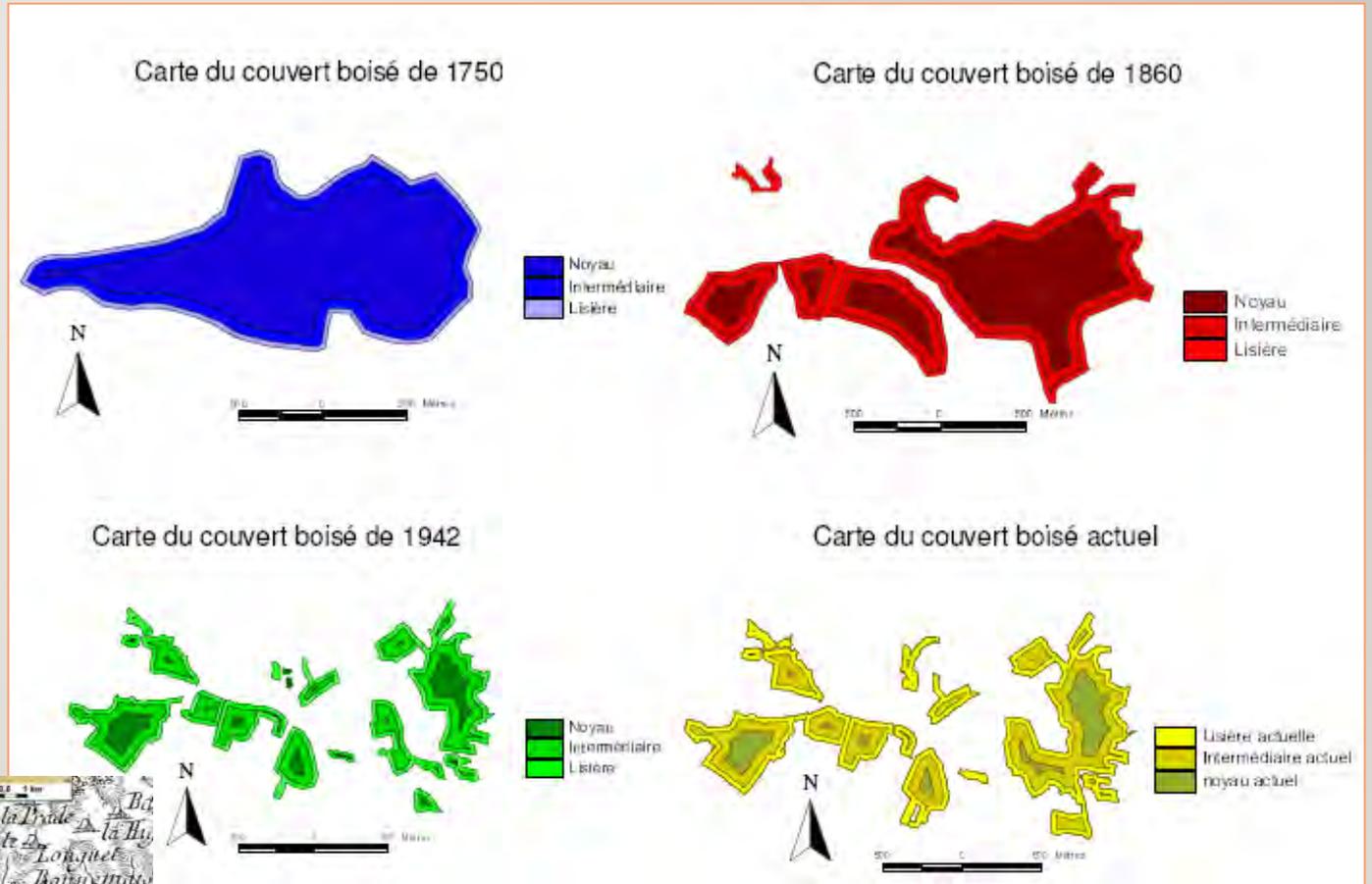
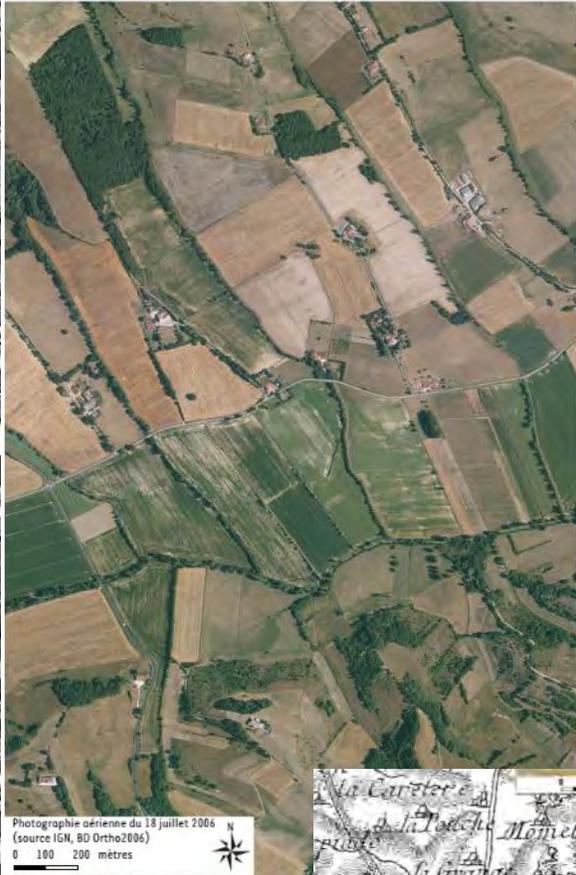
# Voir le paysage avec les yeux d'un oiseau



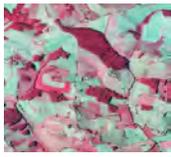
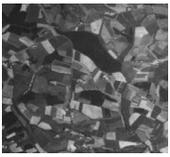
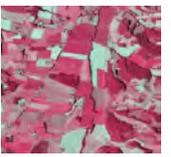
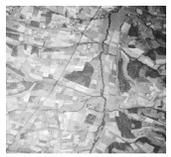
# Dynamiques

---

# Les paysages forestiers ont une histoire

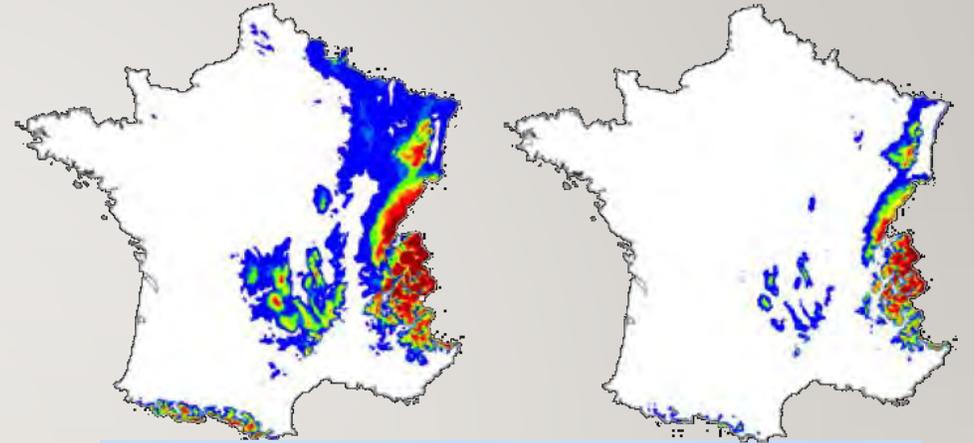


# Des trajectoires types

<i>Data sources</i>	NIR Orthophoto	B&W Orthophoto	B&W Orthophoto	B&W old map	Old colour map
①  Process: Fragmentation	 	 	 	 	 
②  Process: Increase in area Increase in density	 	 	 	 	 
③  Process: Reduction in area Increase in density	 	 	 	 	 
<i>Time</i>	2010	1979	1954	1900	1850

# Les paysages ont un futur

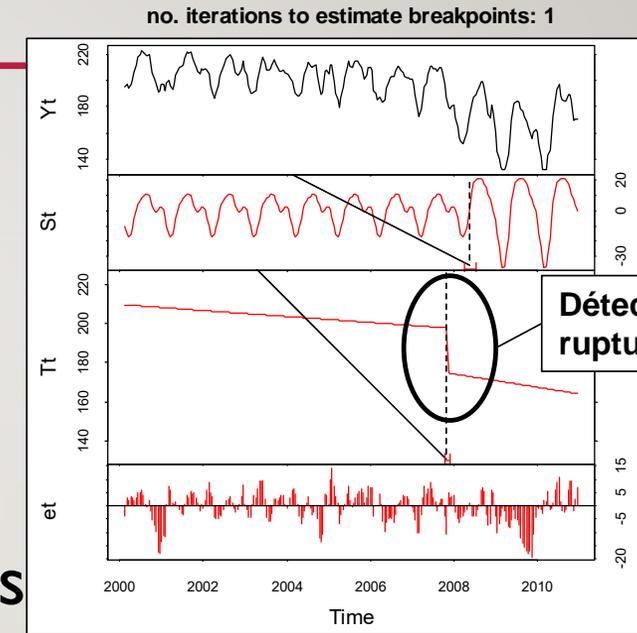
- Scénario sous contraintes de CC sur les arbres et les espaces arborés
- La difficile question des vitesses relatives de changements et d'adaptation
- Les pressions sur les occupations du sol restent les déterminants majeurs des dynamiques forestières: du bétail ou des arbres?



# Dynamiques à court terme



- Suivi des stress
  - État sanitaire
- Prévention des perturbations
  - Risques incendie
- Anticipation des effets des perturbations
  - Risques tempête
  
- Importance des structures spatiales:  
certains paysages sont plus résilients



*Images MODIS :  
Décomposition de  
la série temporelle -  
détection des  
changements  
graduels et brutaux  
(BFAST)*

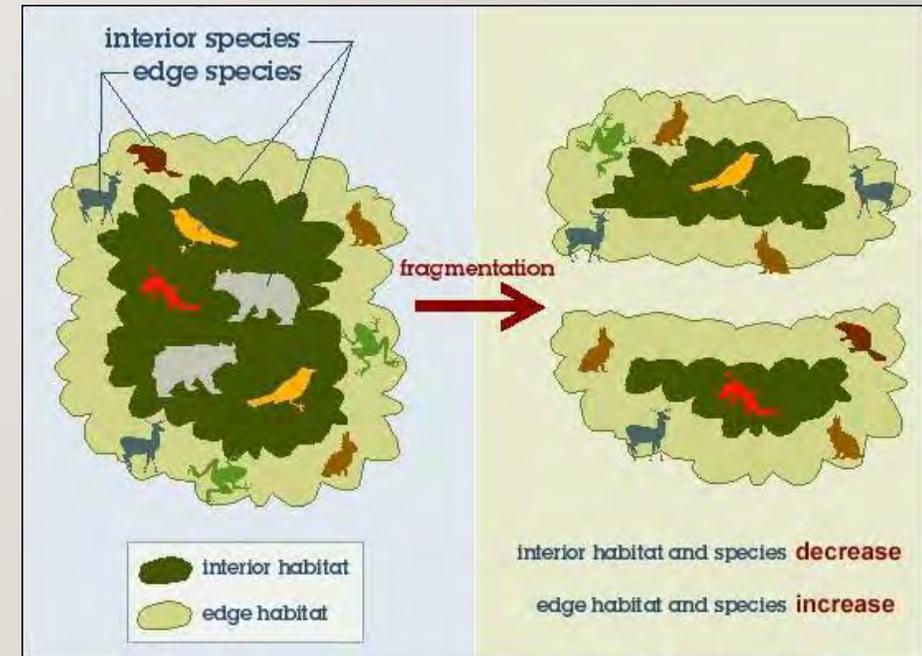


# Fonctionnement

---

# Hétérogénéité spatiale: Rôles pour la biodiversité

- Forêts vues comme des réservoirs importants de biodiversité
  - (mais ne sont pas les seuls!)
- Un effet de la taille: les grandes forêts plus riches d'espèces plus exigeantes
- Débats en cours sur le poids respectif de la quantité et de la fragmentation des habitats (Fahrig et al.)
- Toutes les forêts n'ont pas la même valeur
  - Plantation vs forêt « naturelle »



# Trame verte: connectivité fonctionnelle

---

- Interactions à distance
- Passer de la connectivité à un réseau fonctionnel: quels déplacements dans la trame?
- La fluidité des déplacements n'est pas toujours souhaitable: dispersion des espèces indésirables
- Les connexions des uns sont les barrières des autres  
connectivité des milieux arborés vs des milieux ouverts



# De l'importance des « petits objets »

---

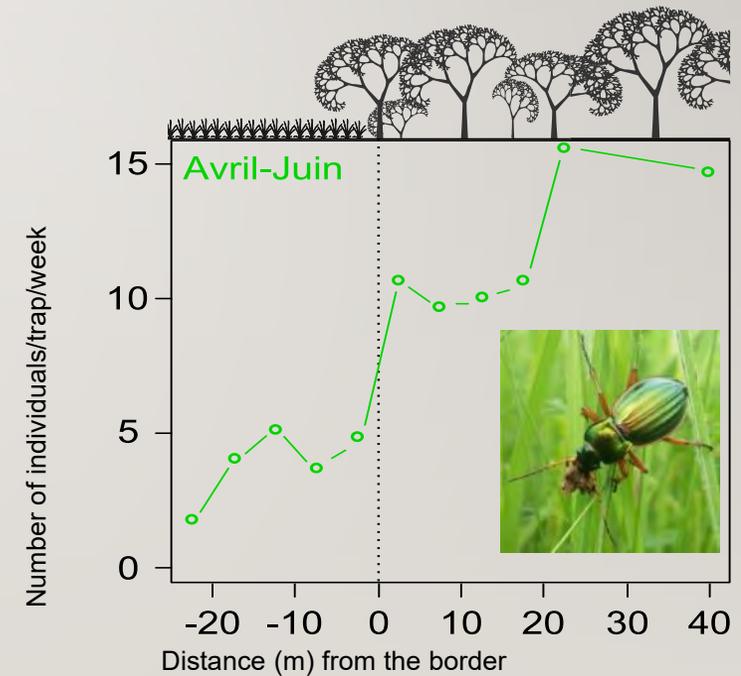
- Certaines occupations du sol/éléments de faible taille ont des rôles fonctionnels cruciaux
  - Haie, lisière, arbres morts, ...
- Difficultés pour les identifier, les cartographier, les caractériser, les suivre
- Combiner différentes sources d'information: télédétection spatiale, aérienne, terrain, diachronique...
- Questions multiples autour des formes d'incertitude spatiales

# Gestion

---

# Espaces arborés atouts pour l'agroécologie

- Des ressources naturelles mobilisables: bois, cueillettes, loisirs...
- Des services écosystémiques
  - Ex: Carabes des bois dans les champs



# Grande diversité d'usages et de modes d'appropriation et de gestion



# Des arbres marqueurs socio-culturels

- Des valeurs symboliques culturelles souvent très fortes
- Des paysages arborés marqués par ces valeurs
  - Ex: pourquoi tant de petits bois dans le sud-ouest de la France?
- Les paysages: des systèmes socio-écologiques complexes



- Caractériser les espaces arborés n'est pas simple
- Il y a de multiples points de vue,
- Ils sont dynamiques et objets de gestion
- En raison de leurs rôles écologiques,
- Notamment pour la biodiversité,
- Mais aussi pour leurs fonctions sociales

