



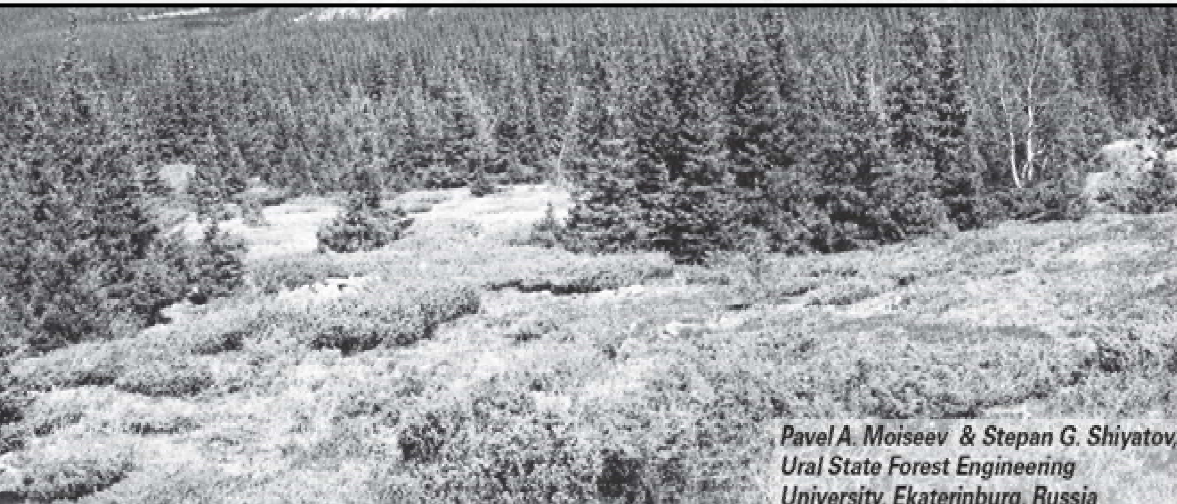
1929



CENTRE NATIONAL  
DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

# DETECTION ET MODELISATION DES CHANGEMENTS D'AIRES DE VEGETATION EN FRANCE ET EN EUROPE : METHODES ET RESULTATS

Jean-Luc DUPOUEY et Vincent BADEAU, INRA-Nancy  
Wilfred THUILLER, CNRS-Grenoble  
X. MORIN et Isabelle CHUINE, CNRS-Montpellier



1999



Mission  
Changement  
Climatique et  
Effet de  
Serre

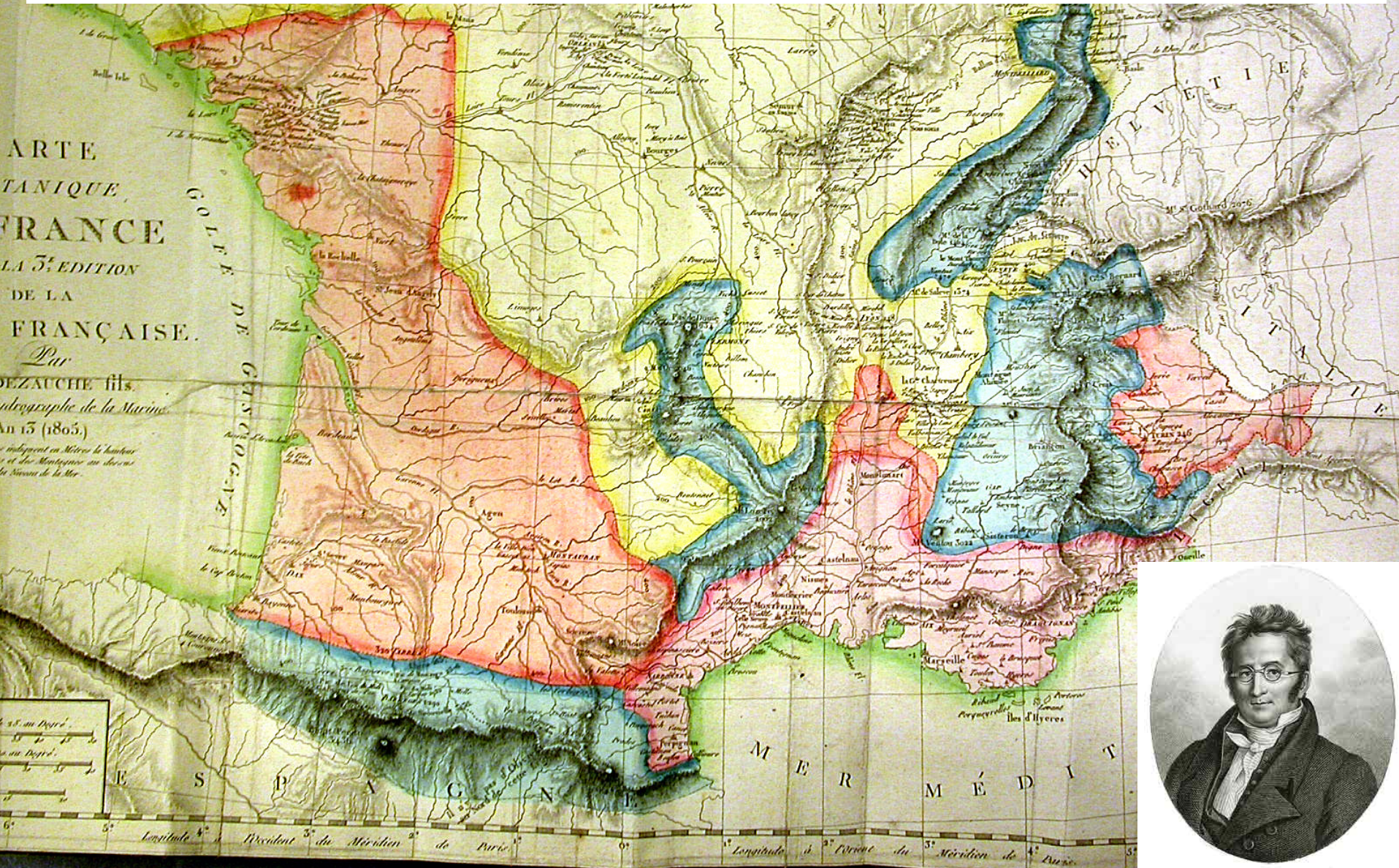


Pavel A. Moiseev & Stepan G. Shiyatov,  
Ural State Forest Engineering  
University, Ekaterinburg, Russia



# LAMARK de, CANDOLLE A.P. de 1805 - Flore française

« De toutes les circonstances qui influent sur l'habitation des plantes, la température est sans contredit la plus essentielle »

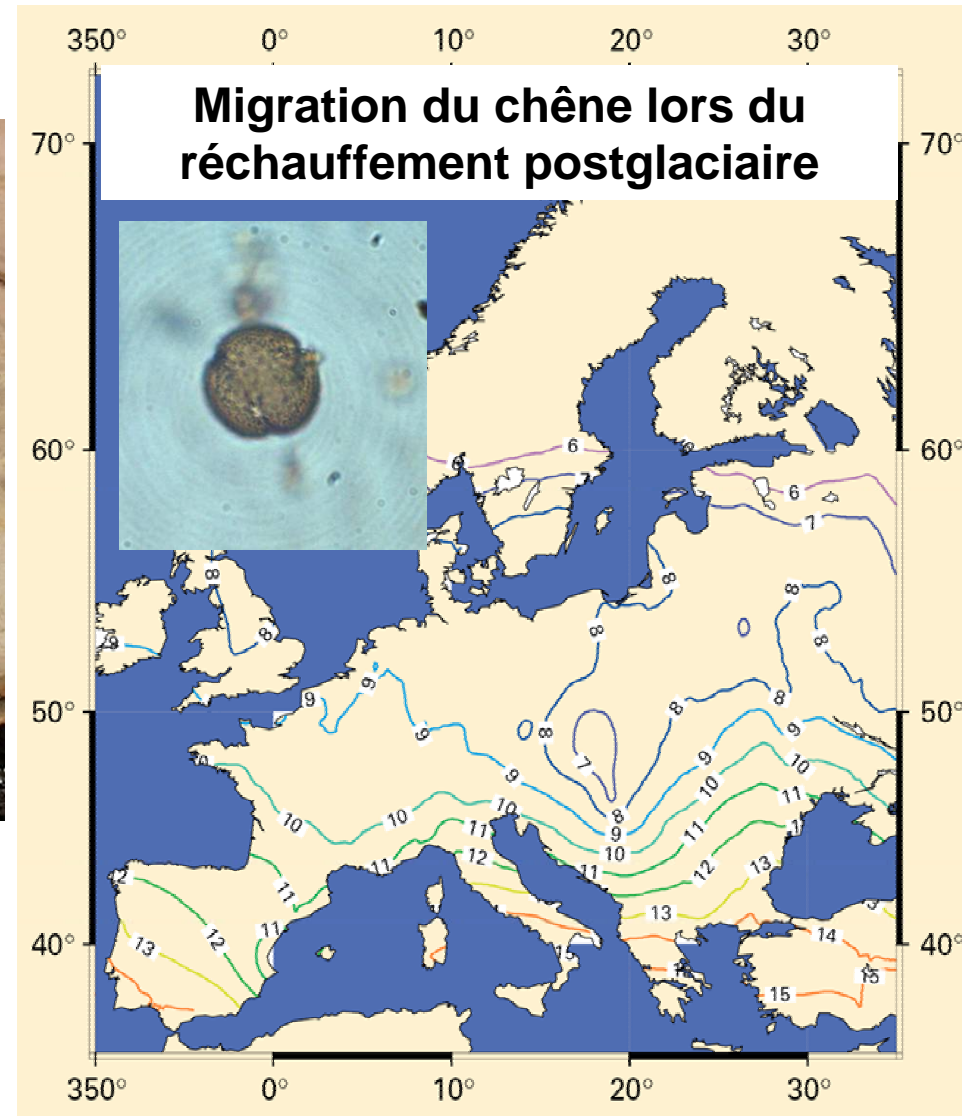




# Les enseignements de la paléoécologie



**Liriodendron et Magnolia présents  
en Ardèche au Tertiaire  
(-65 à -1,8 millions années)**



D'après Brewer *et al.* 2002

# Détection et modèles de changement des aires de répartition

**1- Impacts déjà observés**

2 - Modélisation des impacts futurs

# Les impacts du changement climatiques : déjà une réalité ?

Parmesan & Yohe (Nature 2003):

Meta-analysis sur les données du XXe siècle  
n=893 espèces (animal et végétal)

39% -> nord (6,1 km en plaine  
ou 6,1 m en altitude / décennie)

10% -> sud

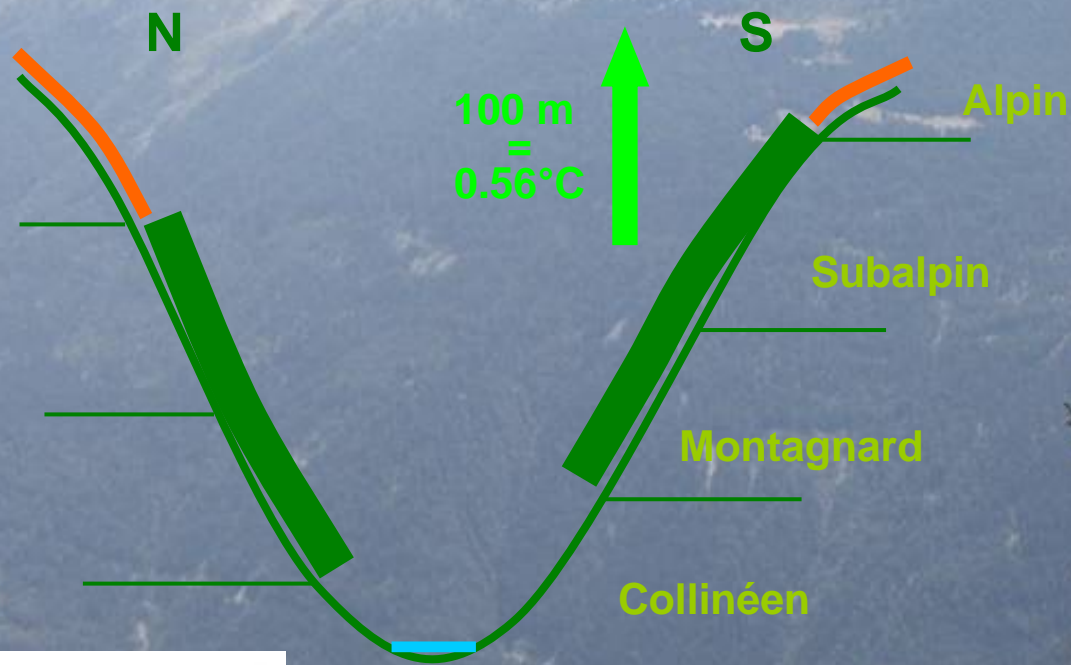
51% non significatif

articles

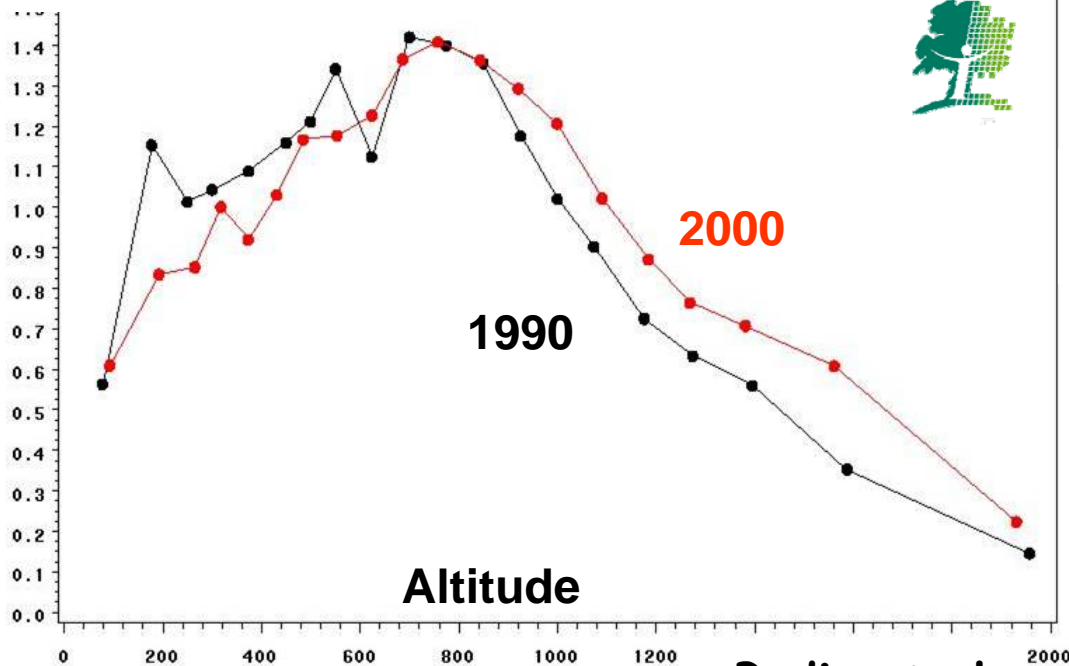
**A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems**



Les zones de montagne sont un endroit privilégié pour l'étude de l'impact des changements climatiques



Fréquence relative



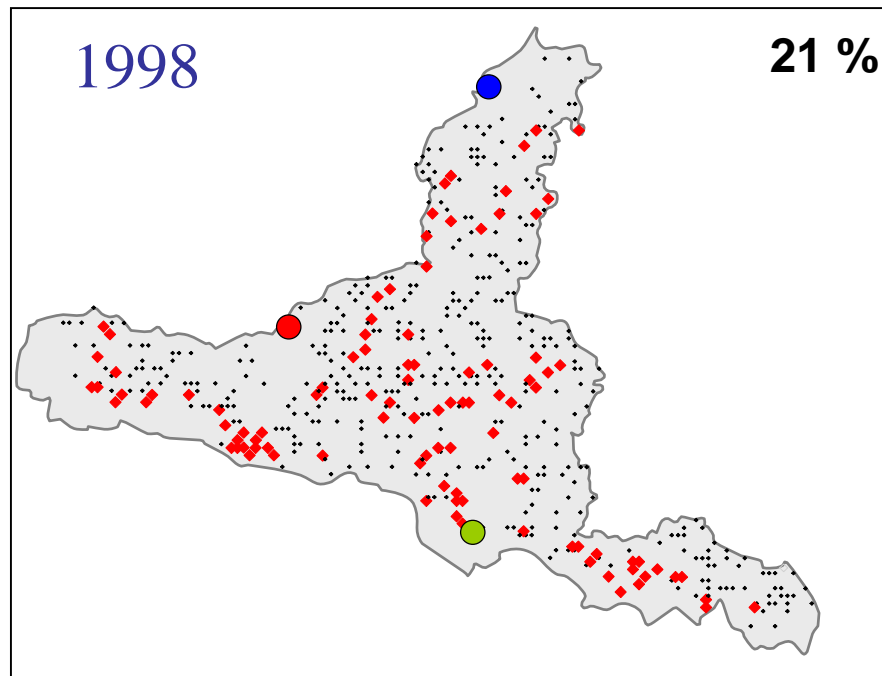
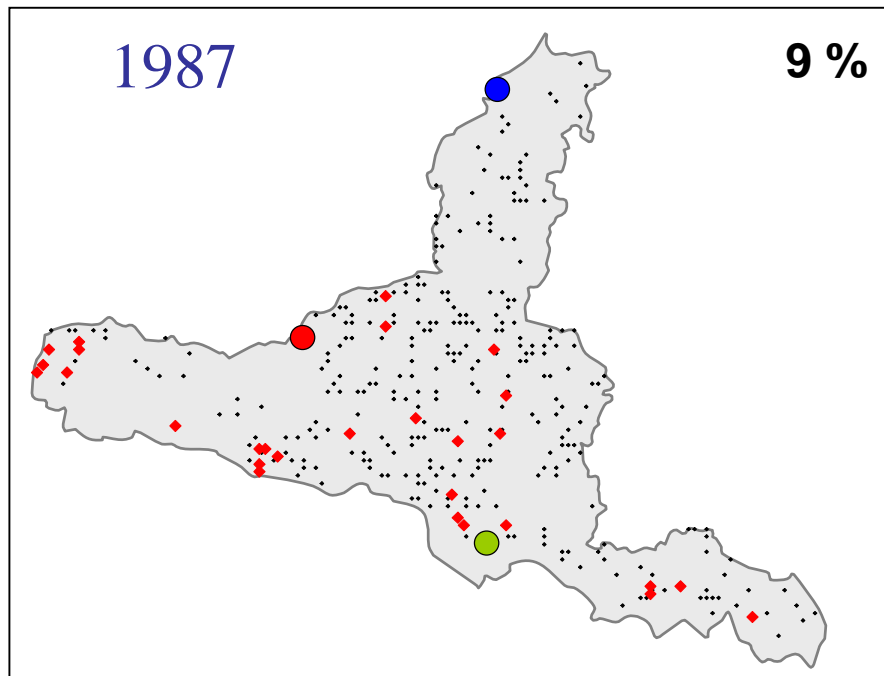
*Teucrium chamaedrys* L.



Bodin et al.



# Répartition du houx dans les Ardennes



Température moyenne du mois le plus froid

	1978/1987	1989/1998
Charleville-Mézières ●	-0,1°C	+2,1°C
Rocroi ●	-1,8°C	+0,6°C
Ham-sur-Meuse ●	-0,4°C	+1,8°C

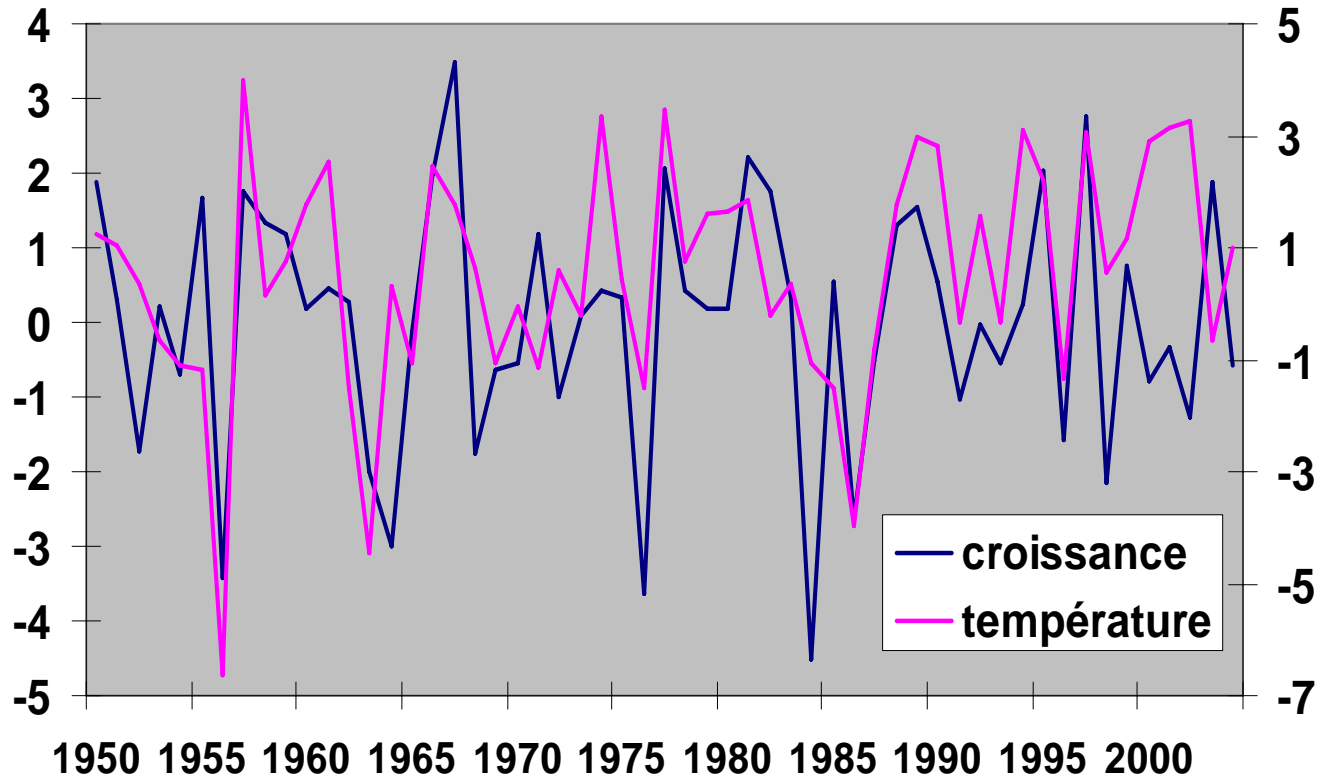


IFN-INRA, 2001

# Le lierre : une espèce favorisée par la diminution des gels

Indice de croissance radiale (mm)

Température minimale février-mars



Heuzé, Dupouey et Schnitzler 2005



# Progression (invasion ?) d'espèces lauriphyllles en Europe





# Détection et modèles de changement des aires de répartition

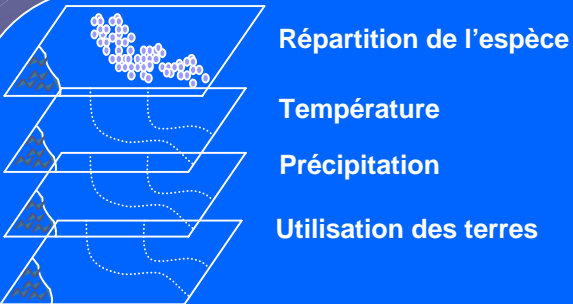
1- Impacts déjà observés

**2 - Modélisation des impacts futurs**

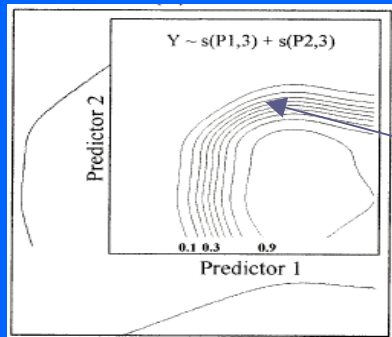


# Les modèles de biogéographie

## modèle statistique

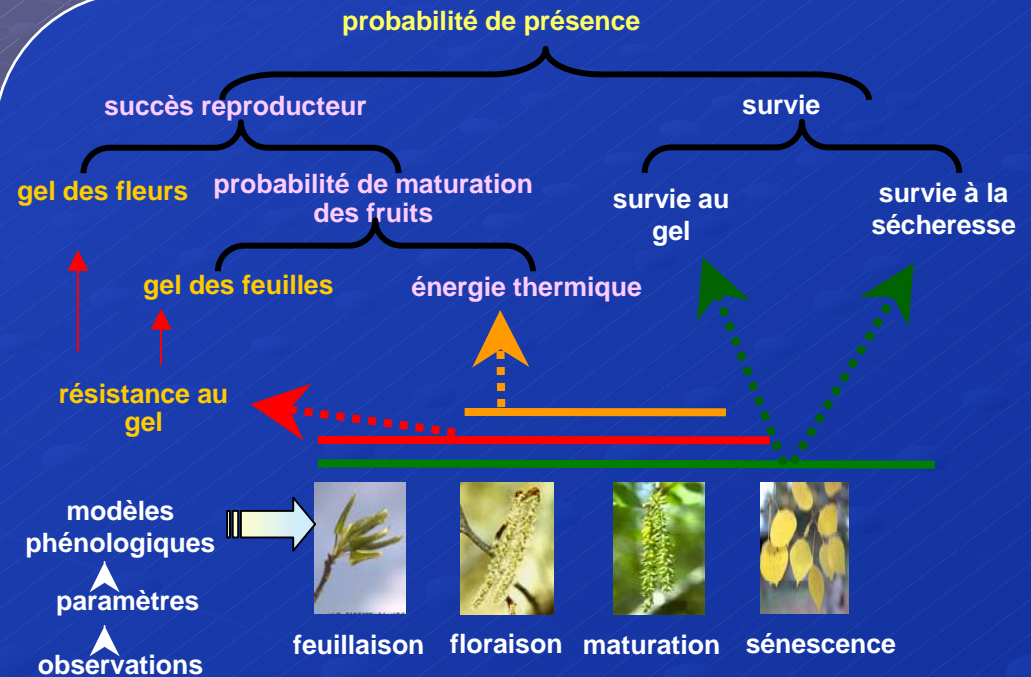


### Modèle statistique

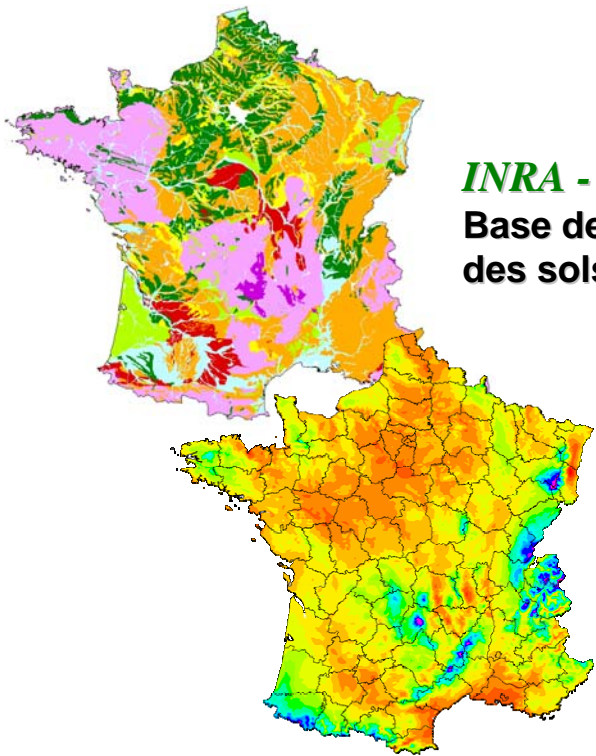


Probabilité de présence

## modèle mécaniste



# Modélisation des aires de répartition actuelles



**INRA - Orléans**

Base de données géographiques  
des sols de France

descripteurs  
sols



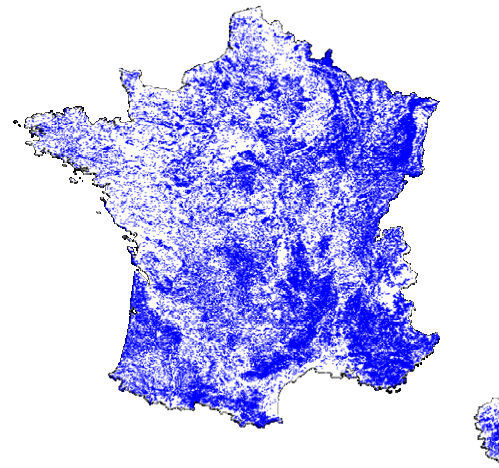
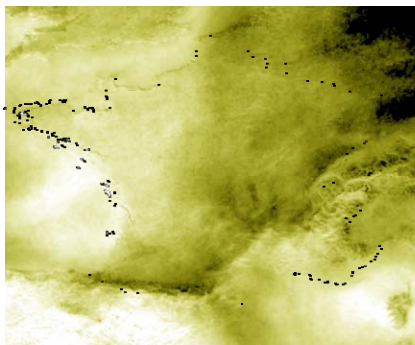
**AURELHY – Météo-France**

551 716 points de grille (pas de 1 km)  
P, Tmin, Tmax, Gels (0, -5 et -10°C)



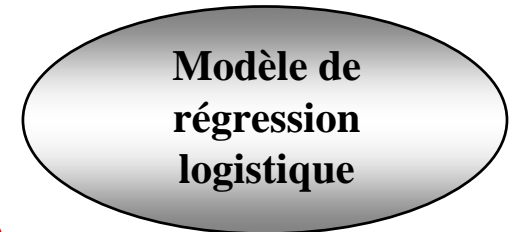
**SATMOS – Météo-France / CNRS**

151 018 pixels (pas de 3 km)  
Rayonnement / images Météosat  
Calcul d'ETP



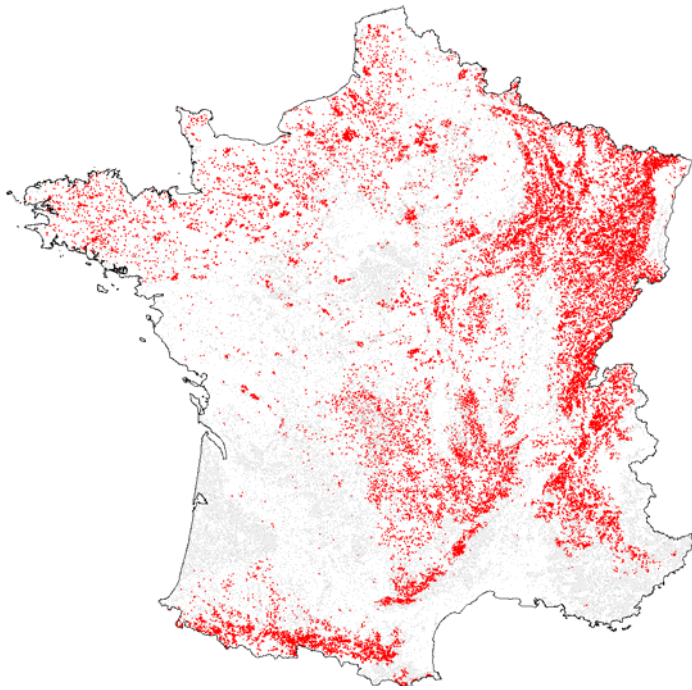
**IFN**

présence / absence  
des espèces



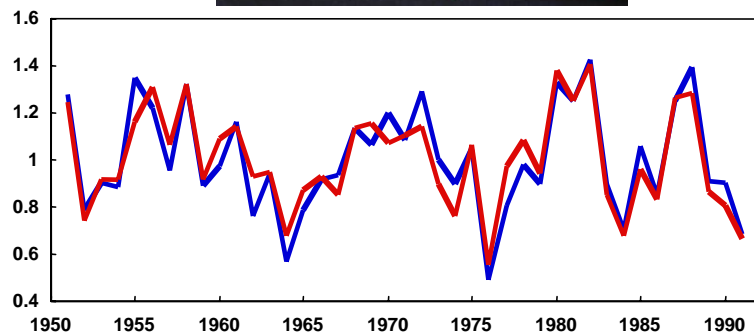
**160 variables  
climatiques**



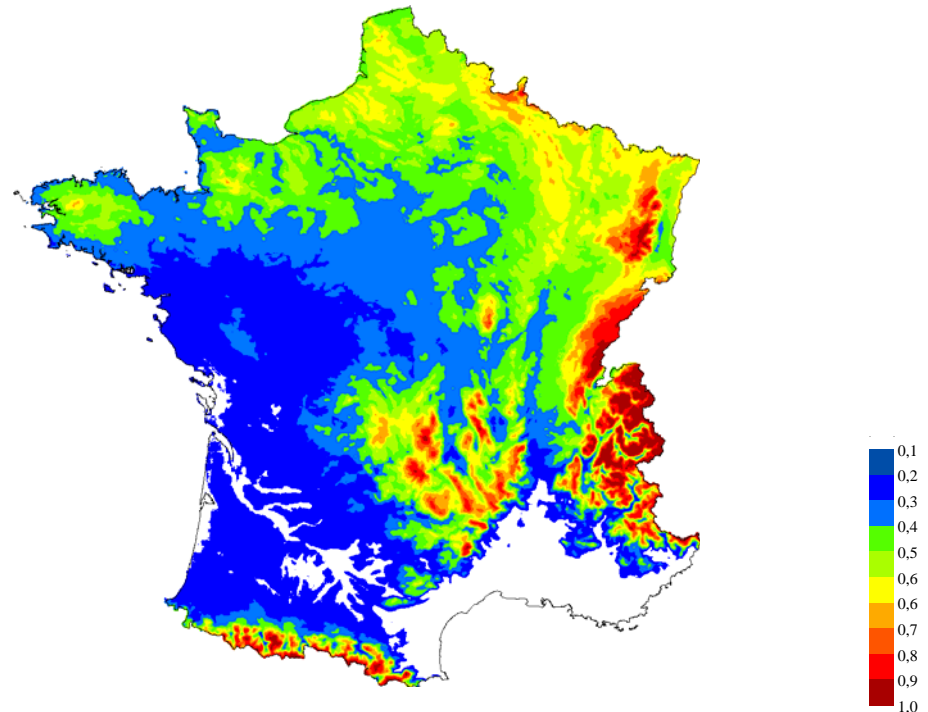


La présence du hêtre est :

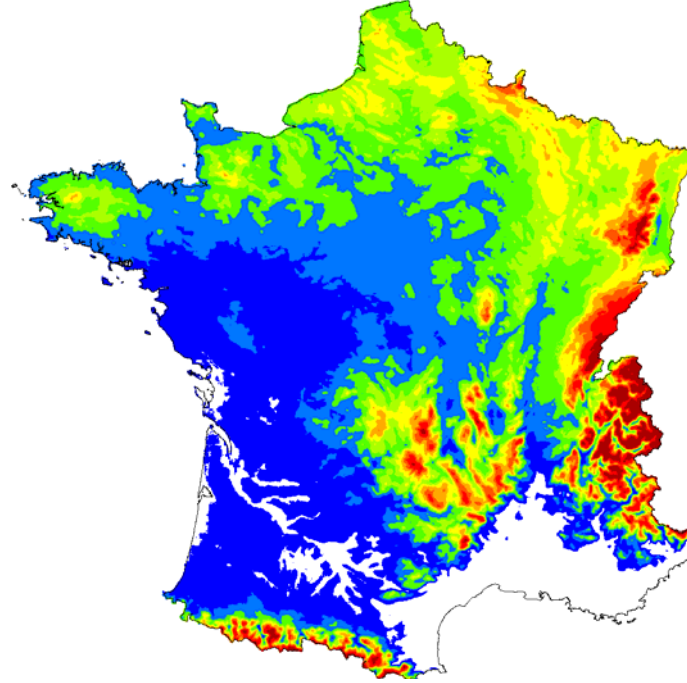
- favorisée par de faibles déficits hydriques en juin et juillet
- défavorisée par de trop fortes températures en octobre



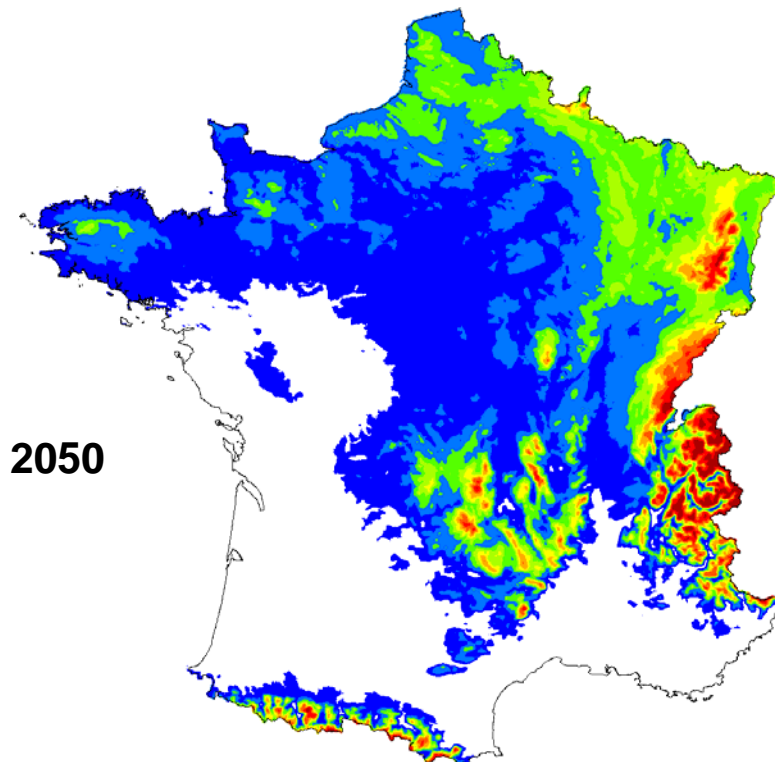
même signal dendrochronologique



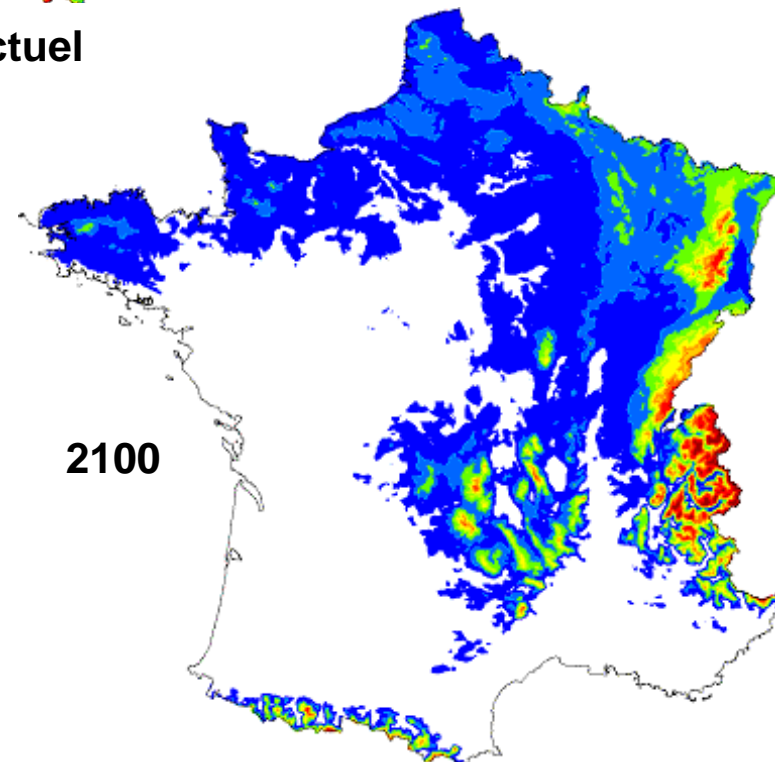
# Cas du hêtre



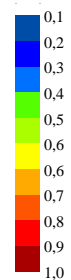
Actuel



2050



2100

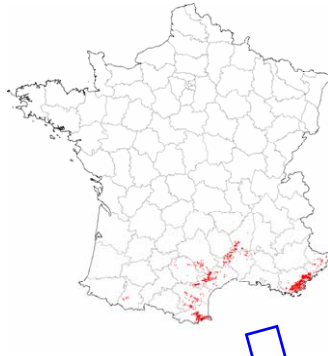




*Pinus pinea*



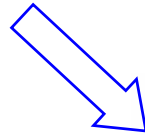
*Erica arborea*



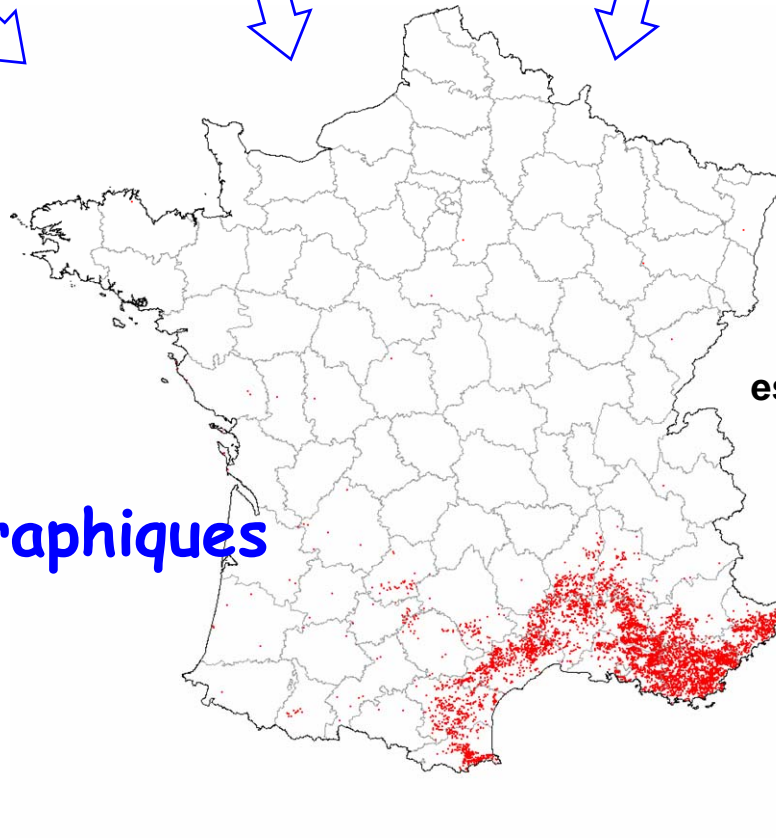
*Juniperus phoenicea*



*Juniperus oxycedrus*



**Les espèces sont  
regroupées par  
affinités biogéographiques**



**Groupe des  
espèces méditerranéennes  
(24 espèces)**

# Analyse discriminante des groupes chorologiques

On remplace les paramètres climatiques actuels  
par les paramètres futurs

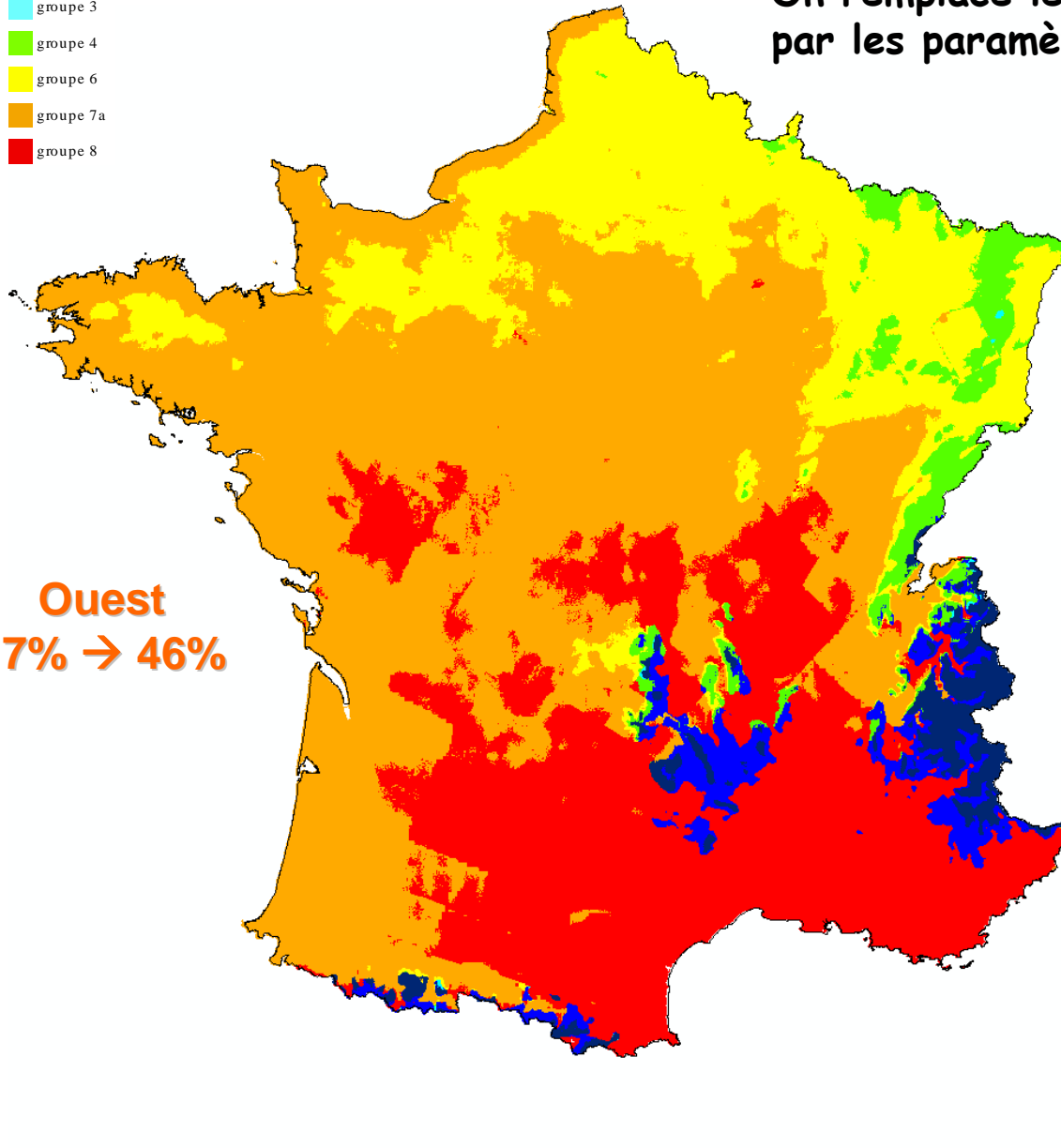
- groupe 1
- groupe 2
- groupe 3
- groupe 4
- groupe 6
- groupe 7a
- groupe 8

2100

Montagne  
16% → 6%

Méditerranée  
9% → 28%

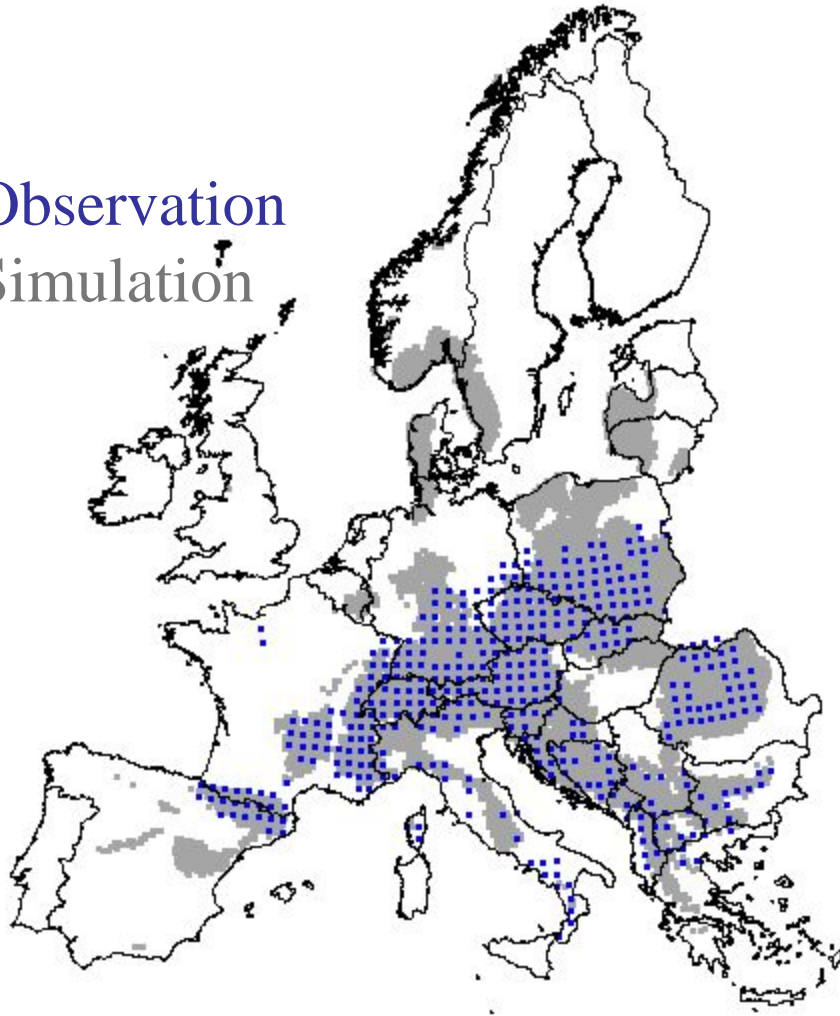
Ouest  
17% → 46%



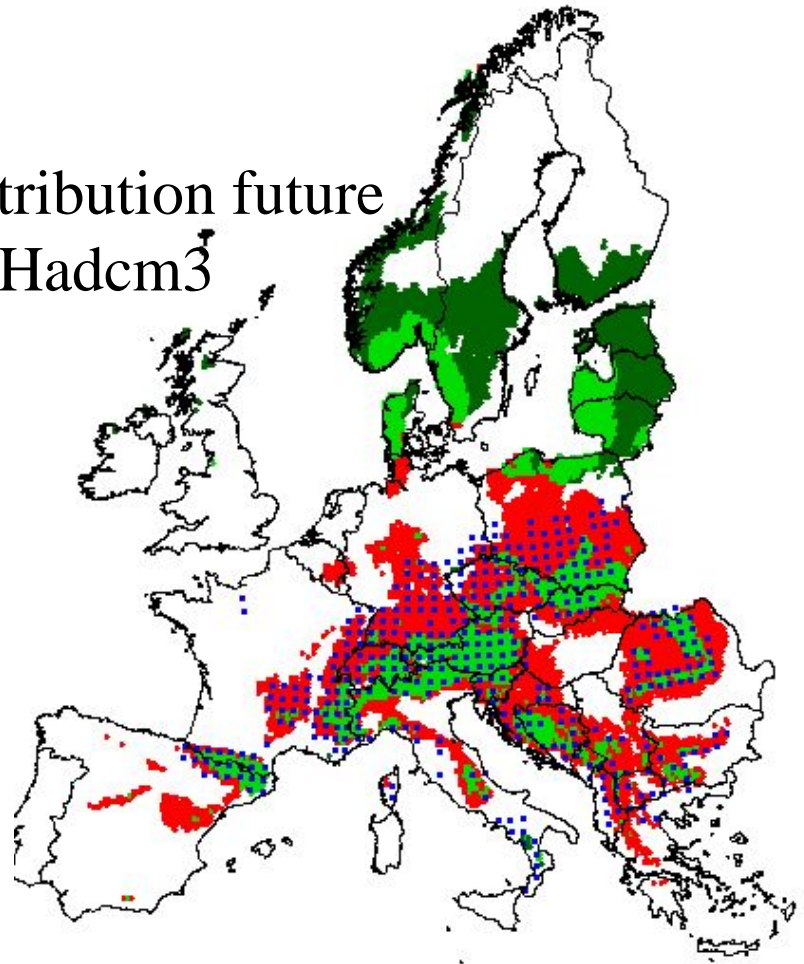


# Evolution de l'aire du sapin

Observation  
Simulation



Distribution future  
B2 Hadcm3

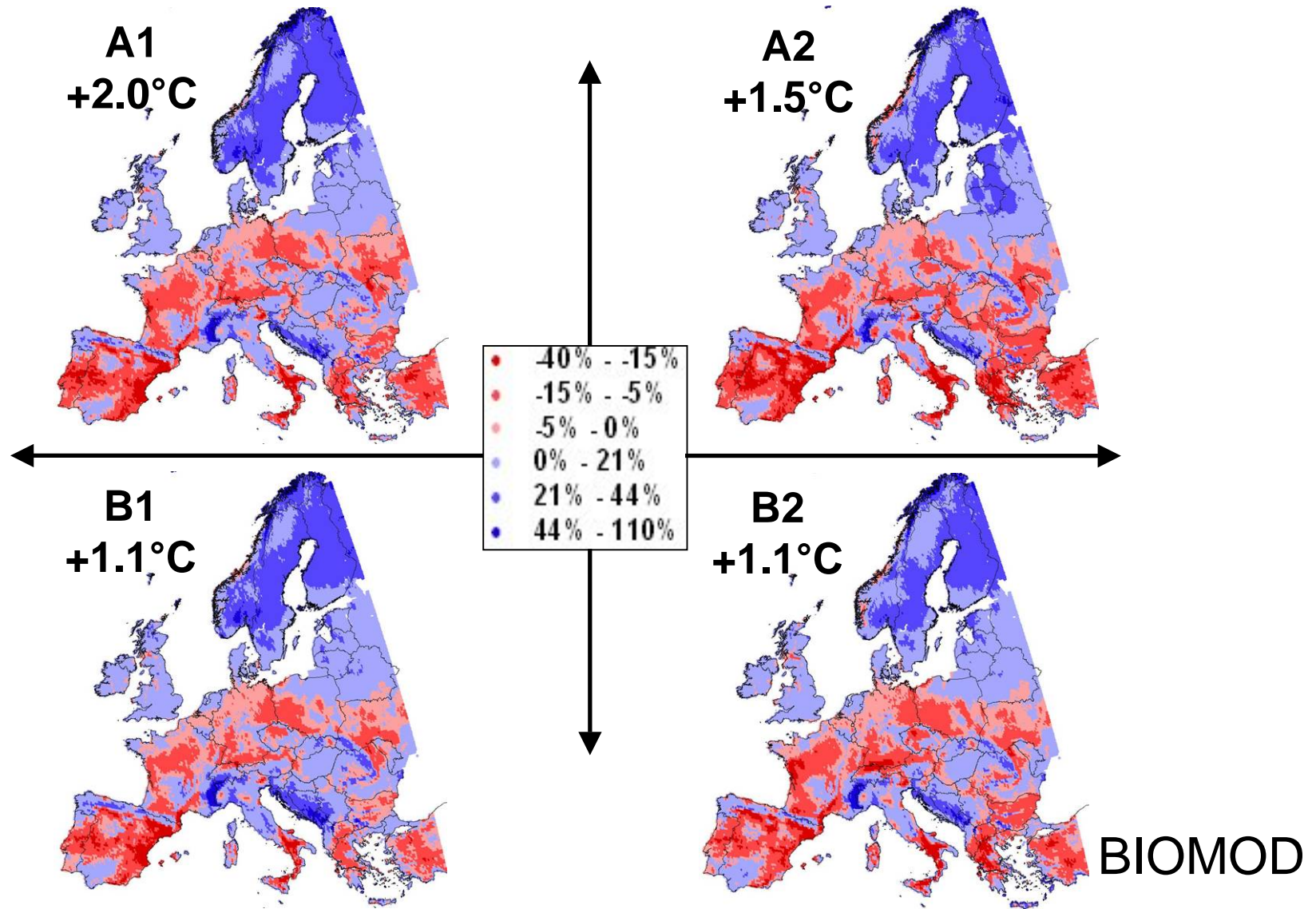


BIOMOD

Thuiller 2003

- répartition simulée stable dans le futur
- colonisation possible
- extinction

# Richesse spécifique potentielle



BIOMOD

Thuiller 2004



# L'aire climatique potentielle n'est pas une prédiction de l'aire qui sera observée

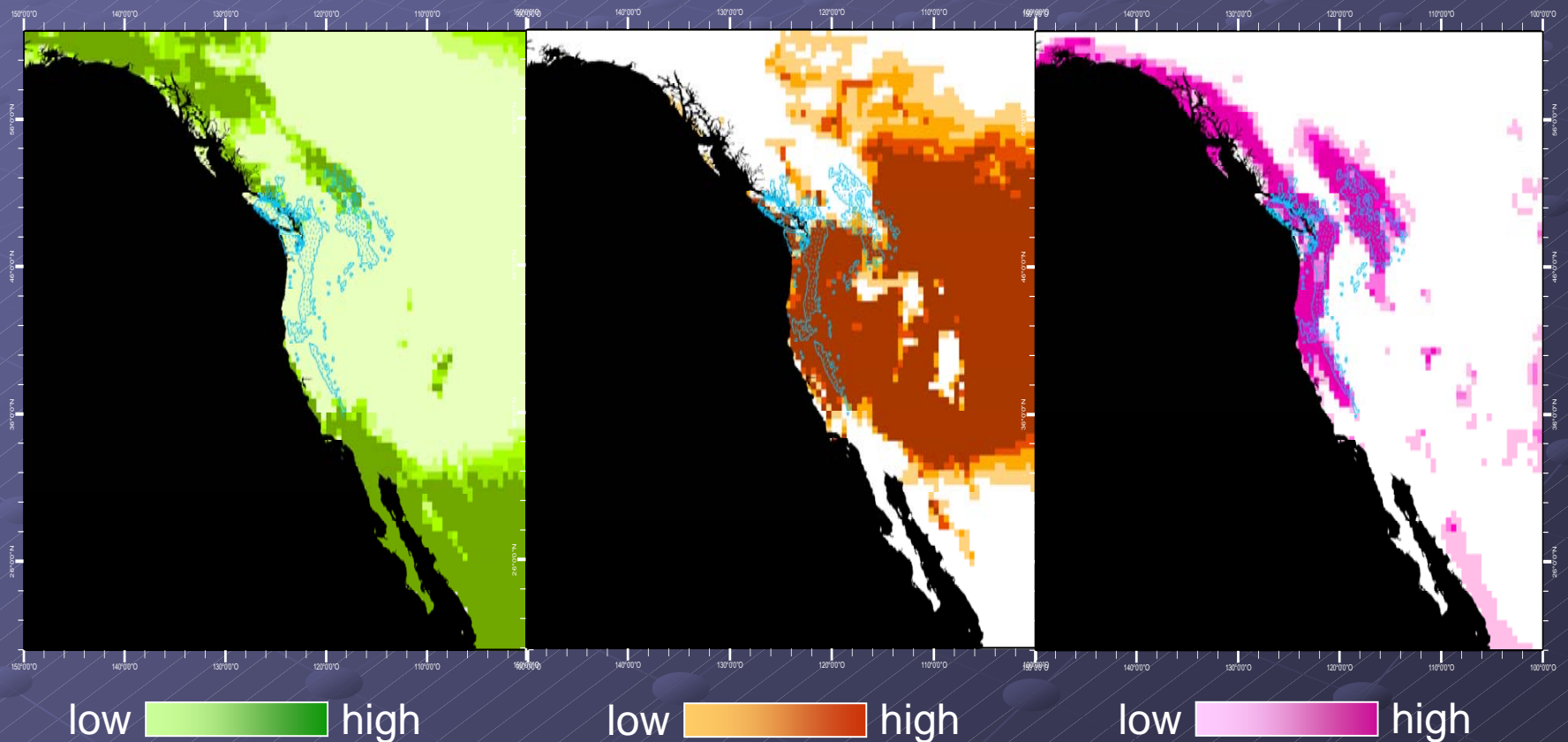
- adaptation à la compétition avec de nouvelles espèces herbacées et ligneuses ?
- équilibres avec les nouveaux cortèges de pathogènes et de symbiotes ?
- rôle de la variabilité génétique ?
- capacités de migration ?
- environnement futur non analogue (CO<sub>2</sub>)

# PHENOPHIT vers des modèles mécanistes : modélisation de la distribution de *Pinus monticola*

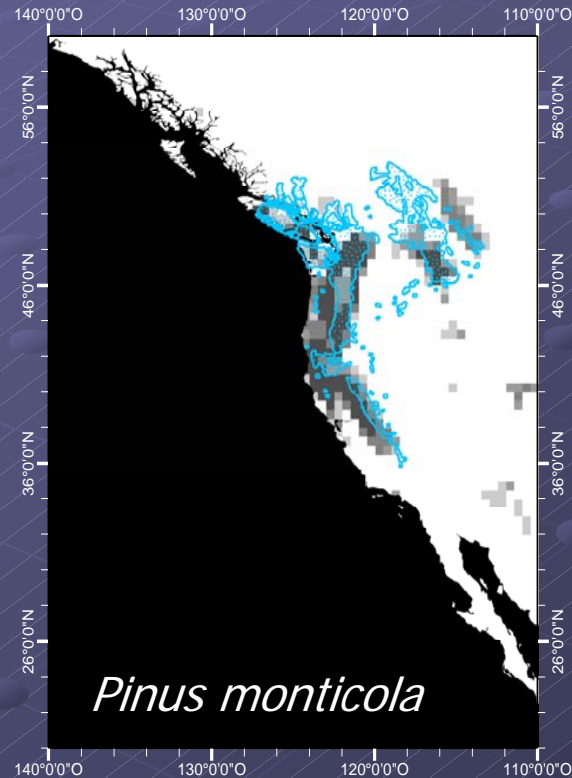
dommages de gel

maturation des fruits

survie

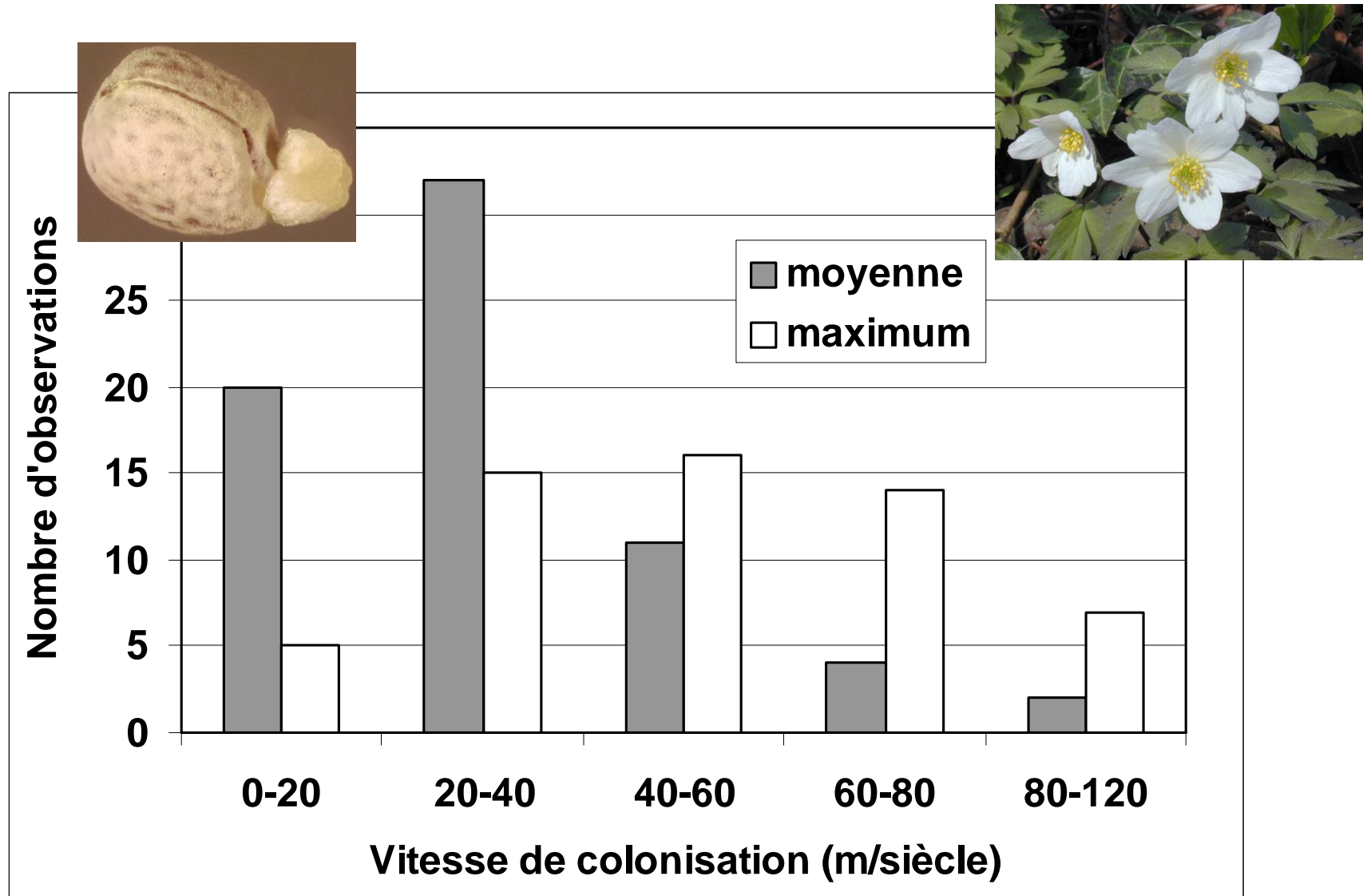


# PHENOPHIT vers des modèles mécanistes : modélisation de la distribution de *Pinus monticola*





# La biodiversité « ordinaire » ne suivra pas le changement climatique



55 espèces, 5 sites européens, synthèse J.L. Dupouey

# Conclusions

- Des effets sont déjà observables, mais encore ténus et d'interprétation ambiguë
- Les modèles, de niche ou à base de processus donnent des résultats concordants pour les espèces ayant des limites climatiques claires en France ou en Europe
- Toutes les espèces verront leur aire climatique potentielle affectée
- Pour des scénarios plutôt optimistes, les modifications sont déjà profondes
- Migration globale vers le nord et régression sur les marges sud
- Les espèces ne pourront pas toutes suivre en temps réel ce déplacement de leur niche climatique



A terme, la stratégie du « sur place » ne sera pas suffisante -> quel degré d'intervention sur les déplacements d'espèces ?

- . biodiversité « ordinaire » -> importance des structures paysagères ?

- . essences de production -> engager des recherches et réflexions sur

  - les mécanismes de mortalité/dépérissement

  - les mécanismes de colonisation des régénérations naturelles

  - les exigences climatiques des essences pionnières

  - les programmes de replantation à large échelle

- > importance des réseaux (détection précoce, tendances...)

- > impliquer tous les acteurs dans la gestion « forestière » du CC

- > réactiver les tests d'essences (arboretums), de génotypes

- > décliner le type d'étude précédente à des échelles régionales





Merci