

Forêts et changement climatique

Jean-Luc Dupouey



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 »



Réponse « naturelle » des arbres et des forêts au changement climatique

- . Accommodation
 - . Changements de physiologie, phénologie, croissance...
- . Adaptation (*stricto sensu*) génétique
- . Migration
 - . Nombreuses d'observations plus ou moins ambiguës
- . Mortalité
 - . Des tests en vrai grandeur lors de sécheresses passées

Changements observés



Expérimentation FACE, Duke (Caroline du Nord, USA)

Impact de l'augmentation du CO₂ :

- . Augmentation de la photosynthèse
- . Diminution de la conductance stomatique
- . Augmentation de l'efficacité d'utilisation de l'eau

Synthèse de 4 expérimentations FACE sur des arbres (jeunes) :

En chambre/serre : 350 à 700 ppm de CO₂ -> ~ +30% de production de biomasse

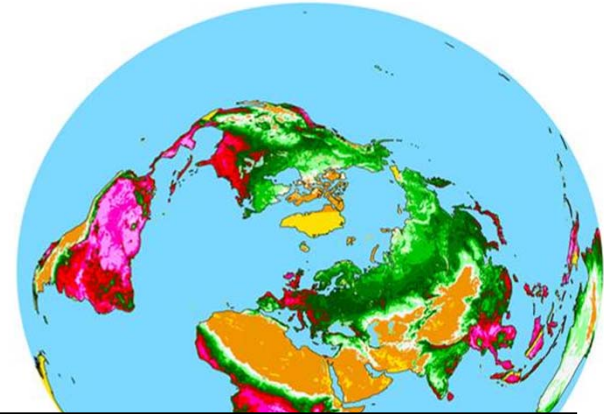
En FACE : 375 à 575 ppm de CO₂ -> ~ +30%

Si stress hydrique ou minéral : réduction ou annulation de l'augmentation

Ainsworth & Long, 2005

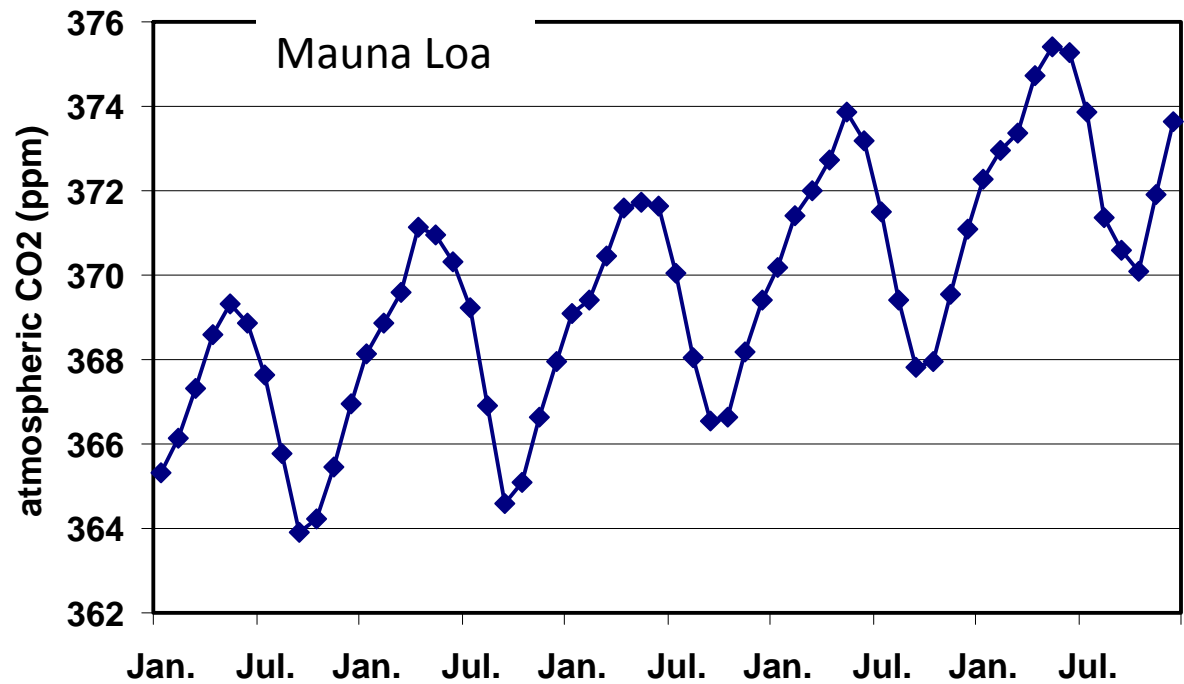
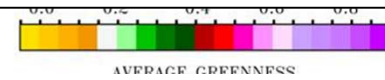


NDVI
AVHRR

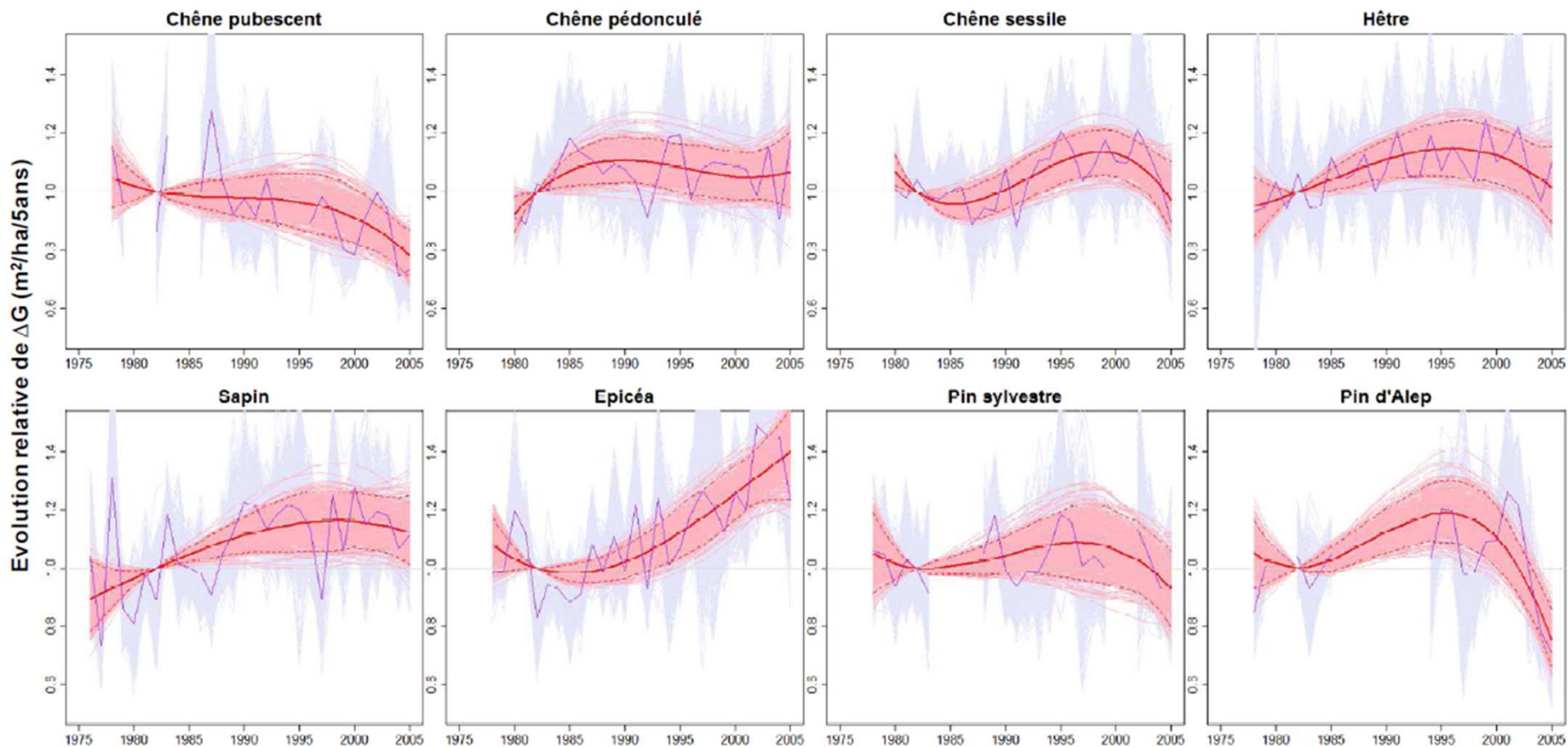


La durée de la saison de végétation a augmenté de 3-4 jours/décennie de 1970 à 2000

Réseau international des
Jardins phénologiques



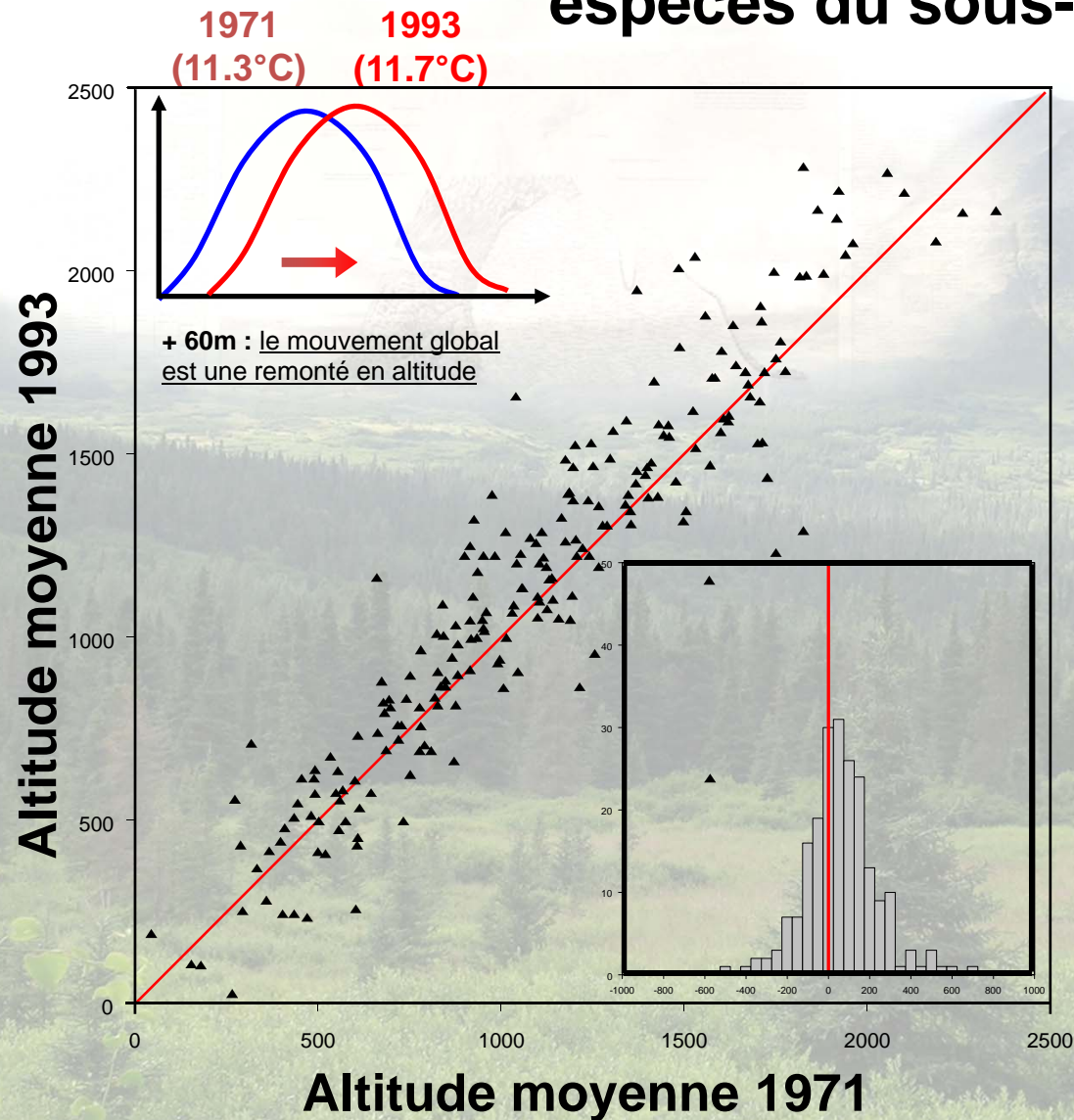
Augmentation de productivité : forte variabilité entre espèces des tendances de croissance (récentes)



Année (1975 à 2005)

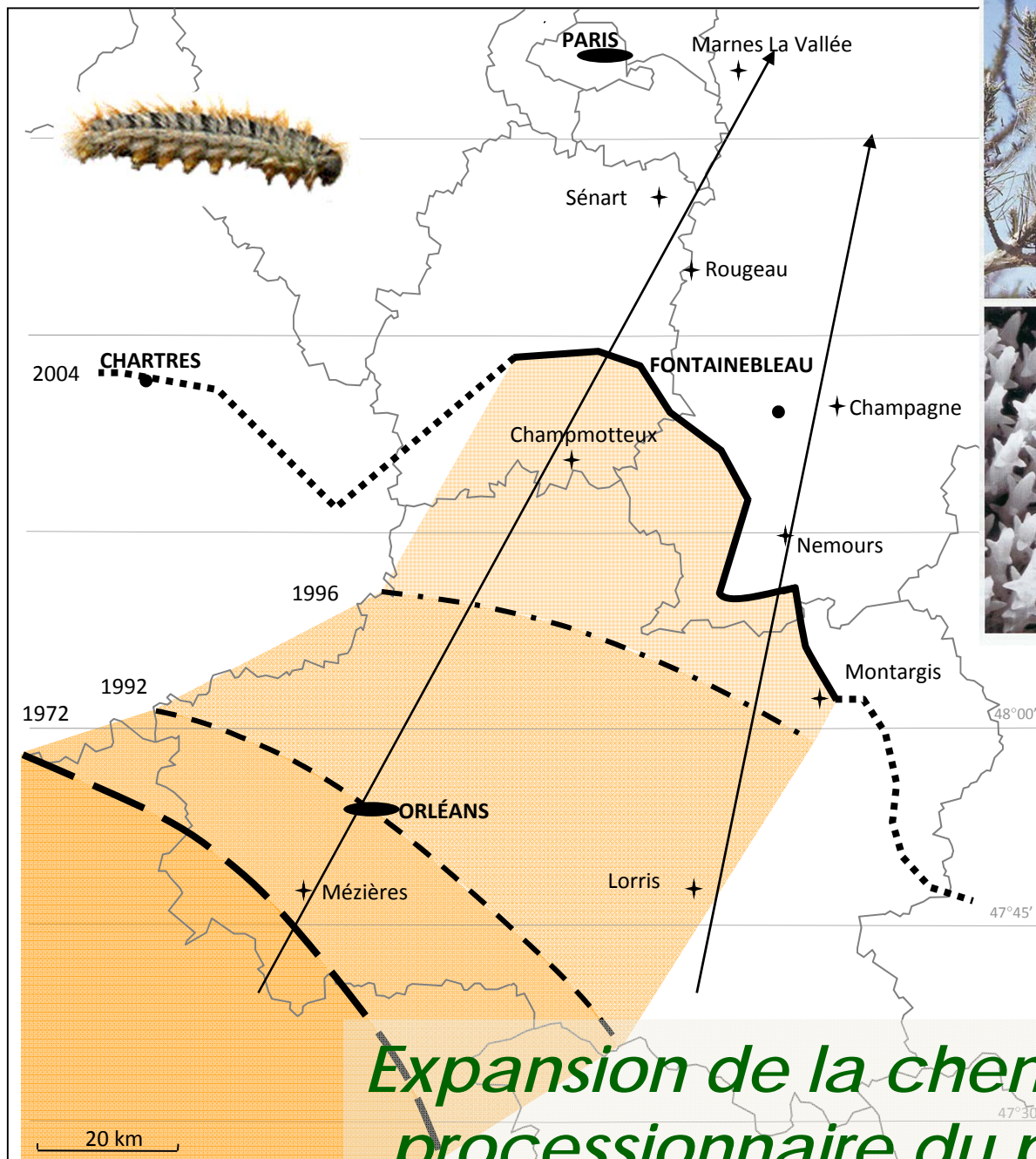
Charru, 2012, accroissement en surface terrière, données IFN, France entière

En montagne, remontée apparente en altitude des espèces du sous-bois

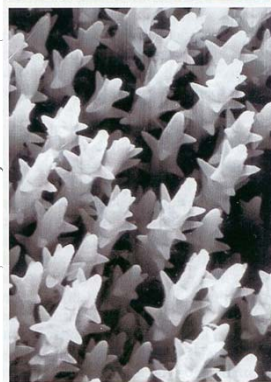


pas d'effet observé en plaine

211 espèces
Lenoir et al. 2008

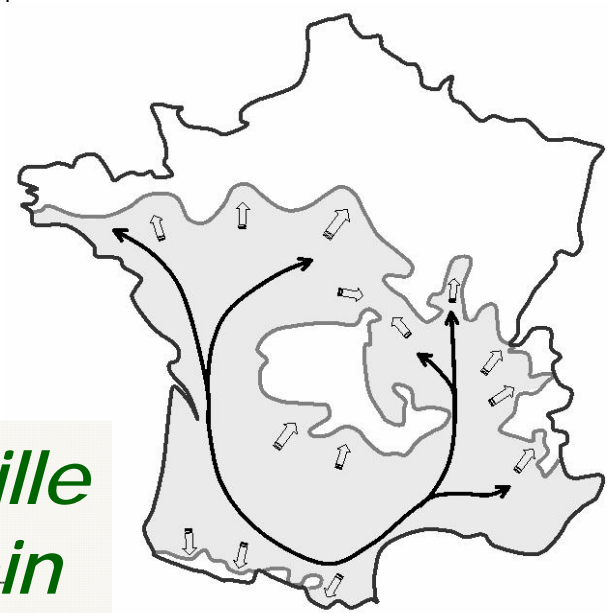


- progression vers le Nord et en altitude



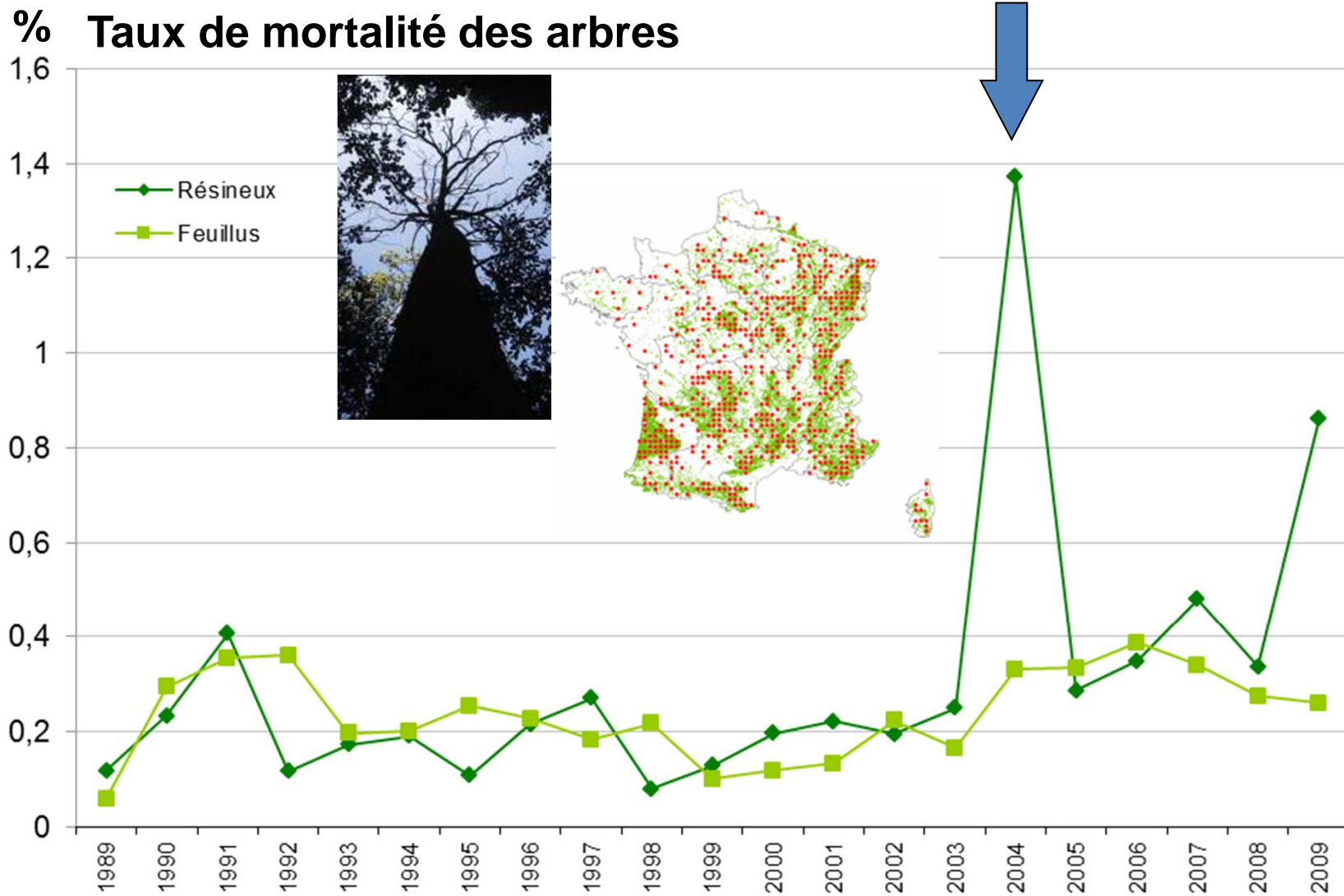
- De 1980 à 2005 : 60 km vers le Nord depuis Orléans

Expansion de la chenille processionnaire du pin



(Roques et al. 2006)

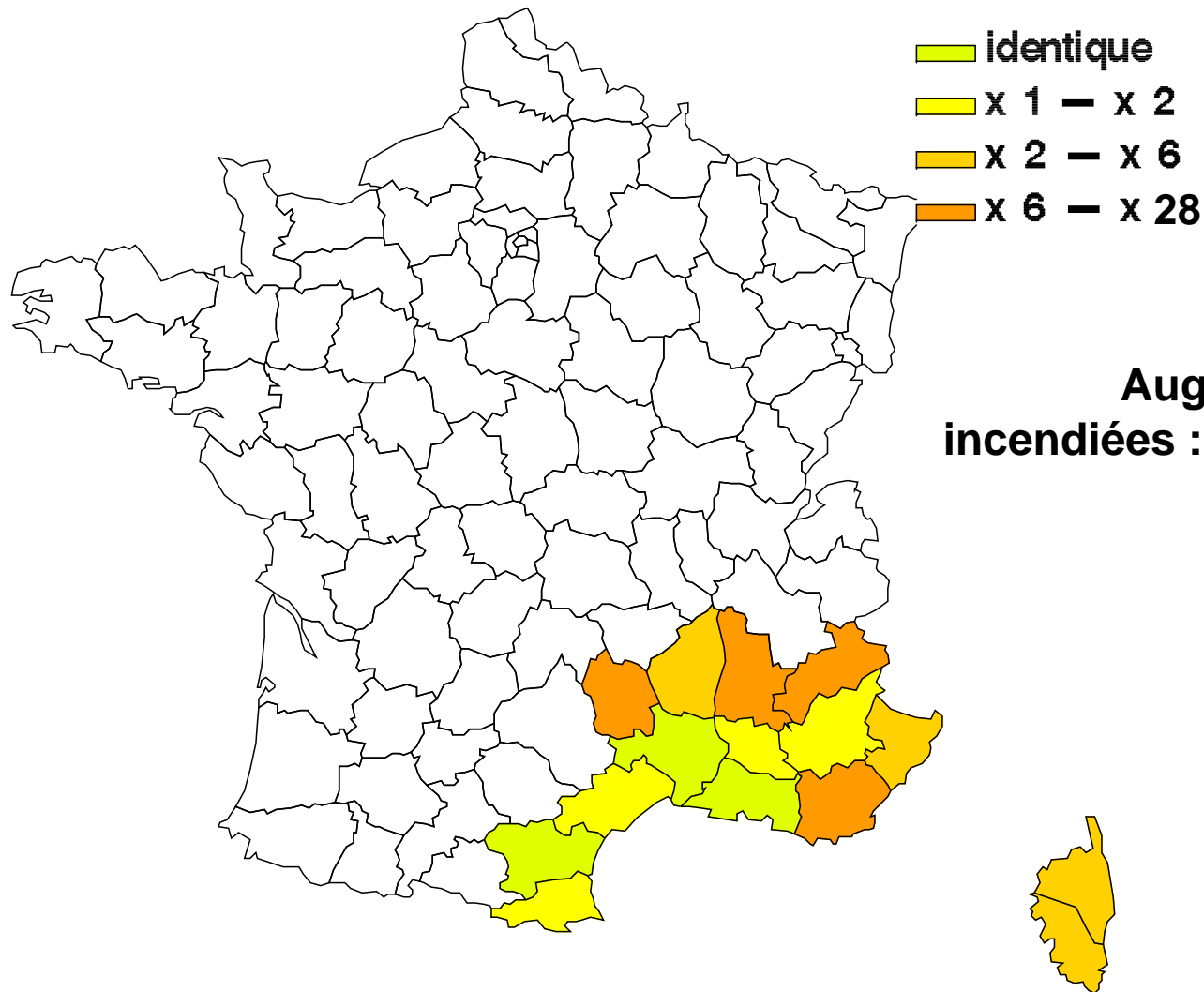
2003 : été « moyen » à « frais » en 2100 selon les scénarios



Département de la Santé des Forêts, 2006

10800 arbres, 540 placettes⁹

Multiplication par 4 des surfaces incendiées en région méditerranéenne en 2003 par rapport à la moyenne 1996-2001



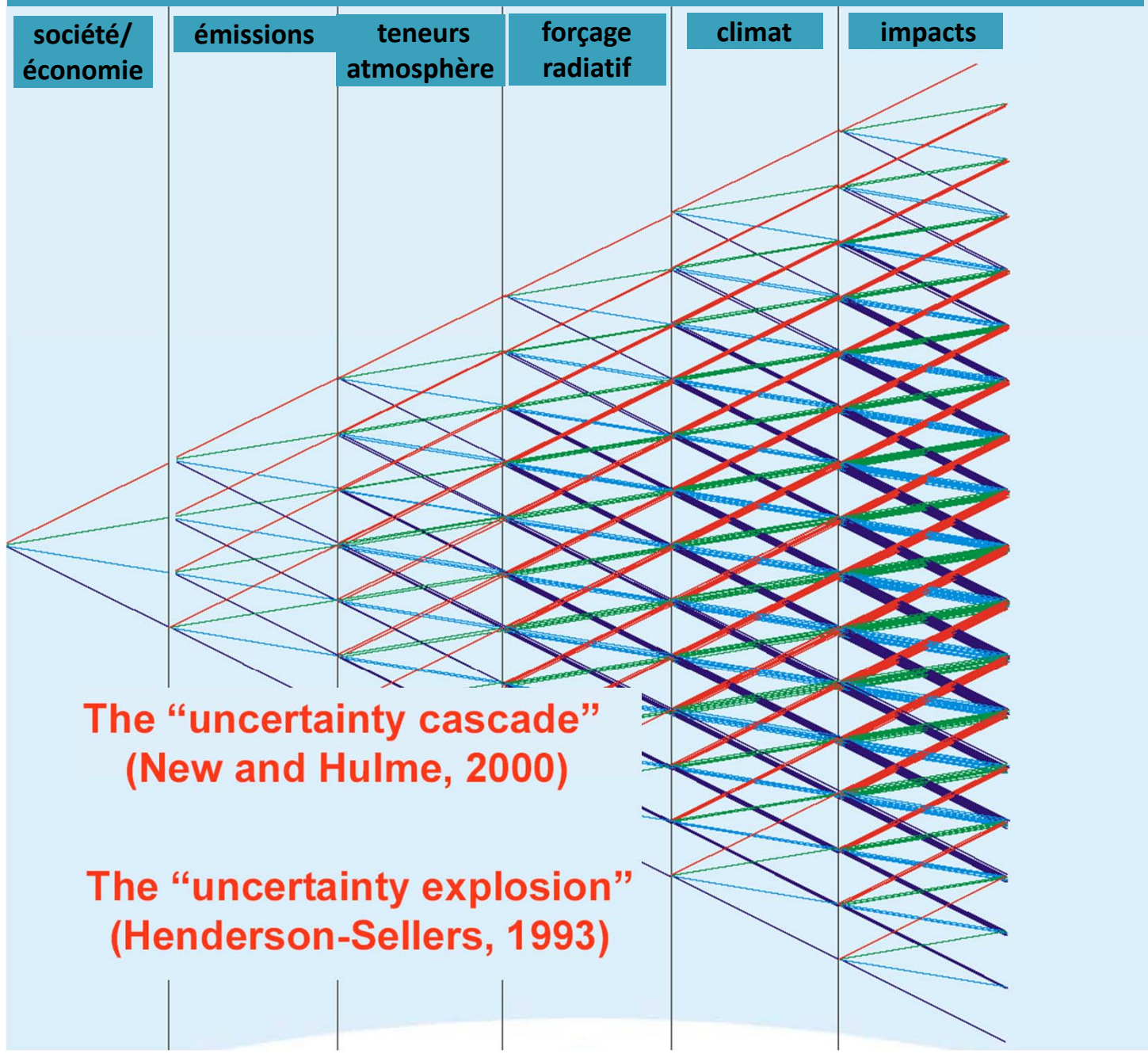
Augmentation des surfaces incendiées : de 14600 ha à 61500 ha



source : Prométhée

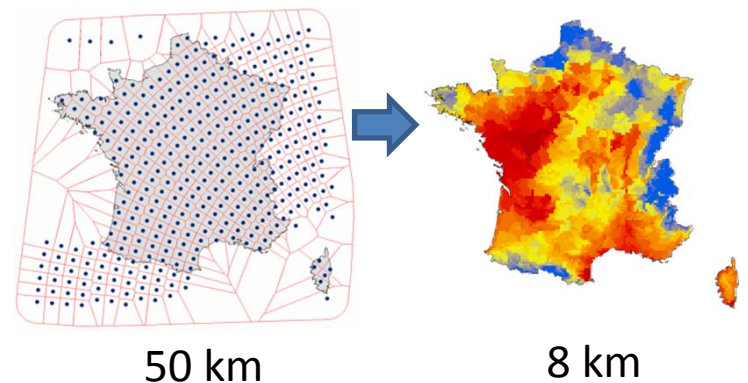
Résultats des modèles pour le XXI^e siècle

Propagation des incertitudes



Données climatiques, un résumé

- . Augmentation des températures
- . Augmentation des pluies hivernales / diminution estivale
 - > augmentation de la durée et de l'intensité des périodes de stress hydrique
 - > du risque incendie
- . Augmentation de la fréquence des événements extrêmes
- . Modèles de plus en plus fins au niveau spatial
 - > variabilité géographique significative



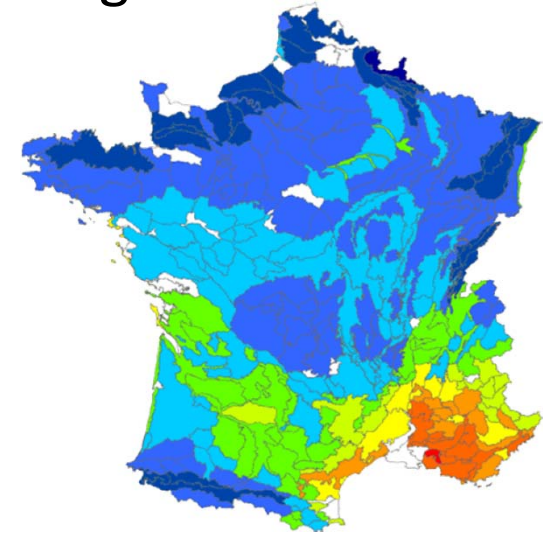
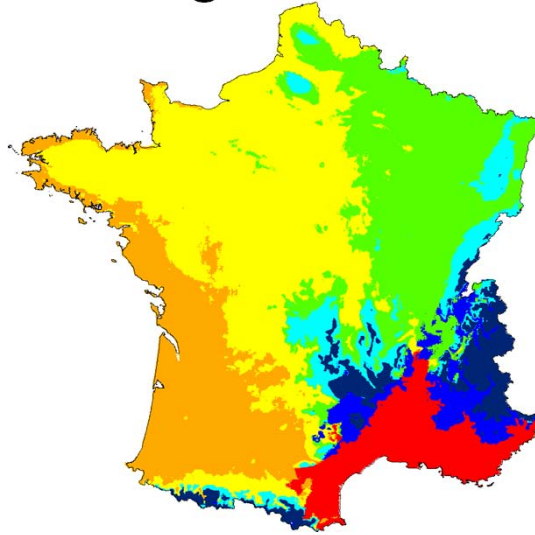
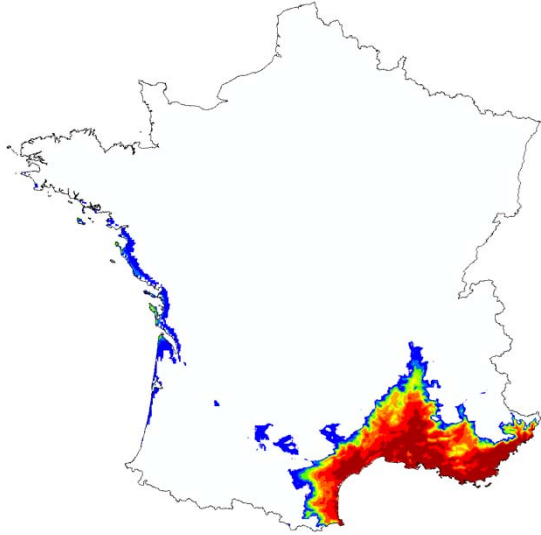
Evolution des aires climatiques potentielles

Chêne vert

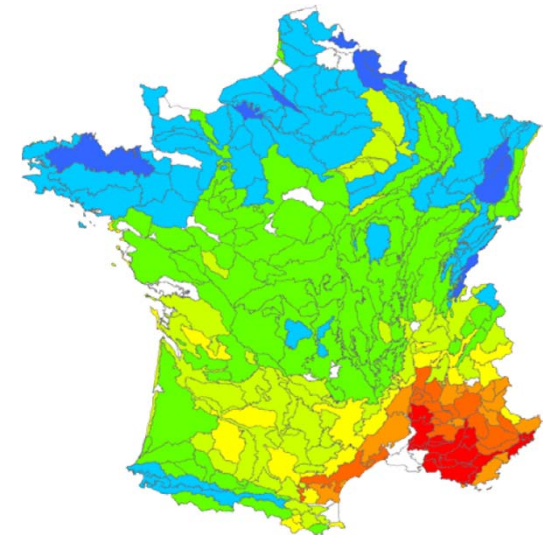
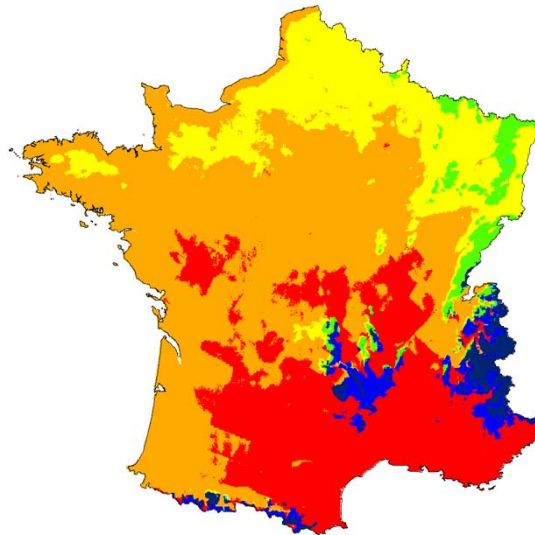
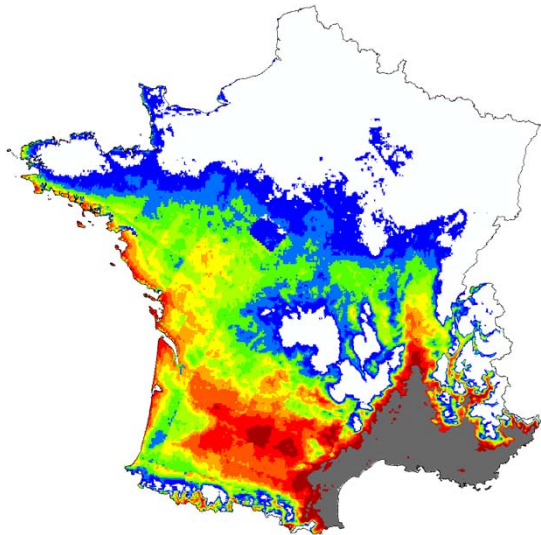
70 espèces
ligneuses

1200 espèces
végétales forestières

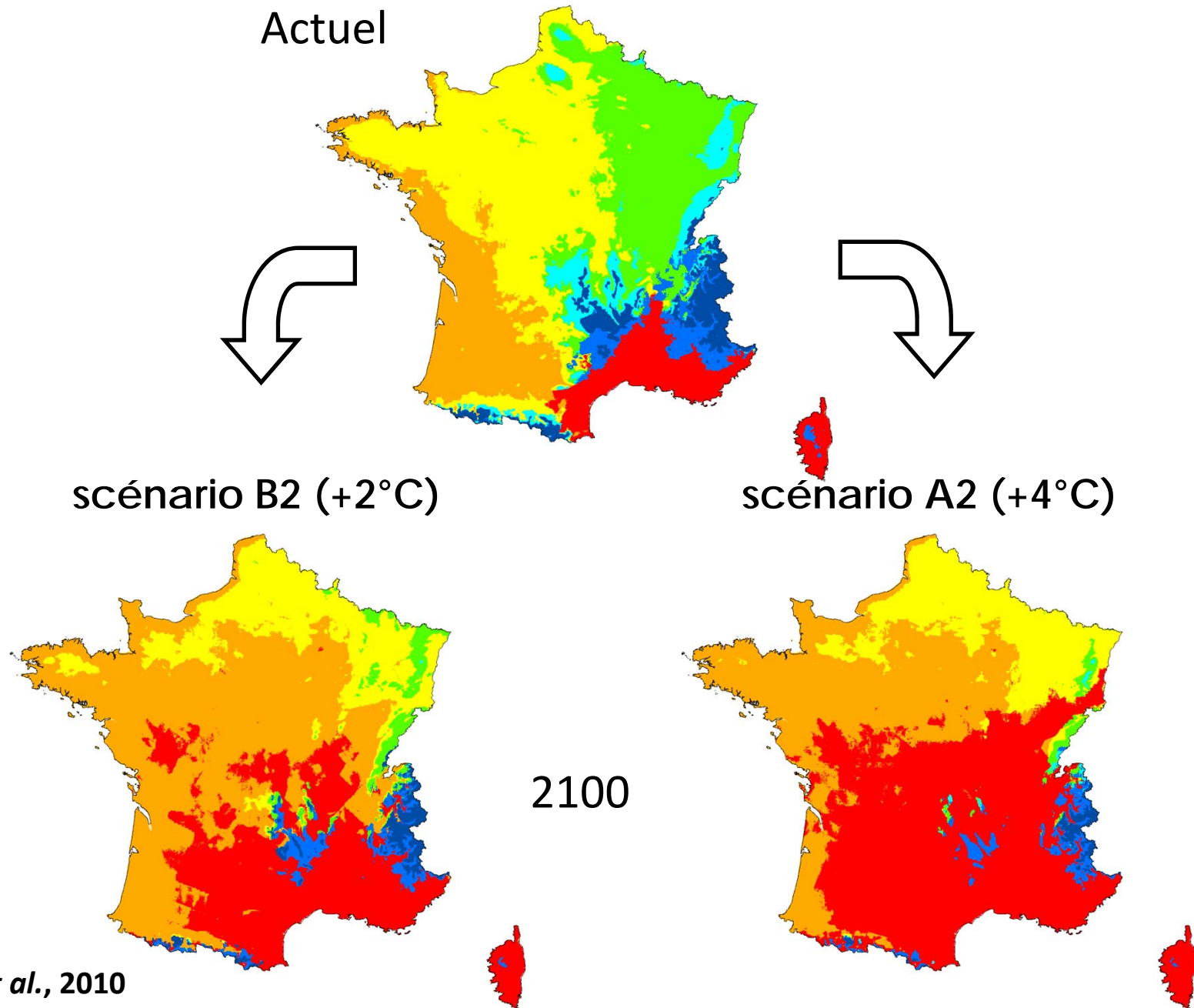
Actuel



2100 - B2

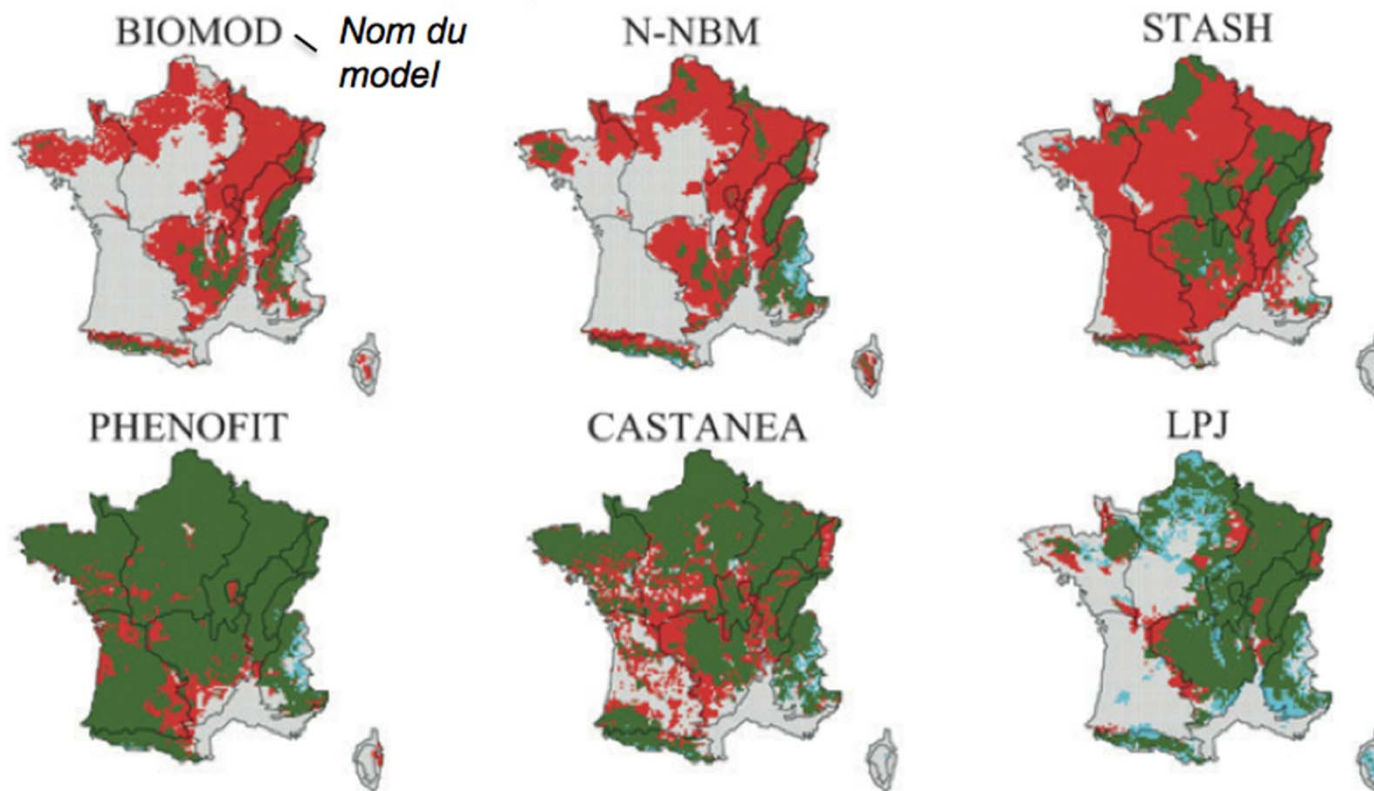


Variabilité selon les scénarios



Incertitudes liées aux modèles d'impacts

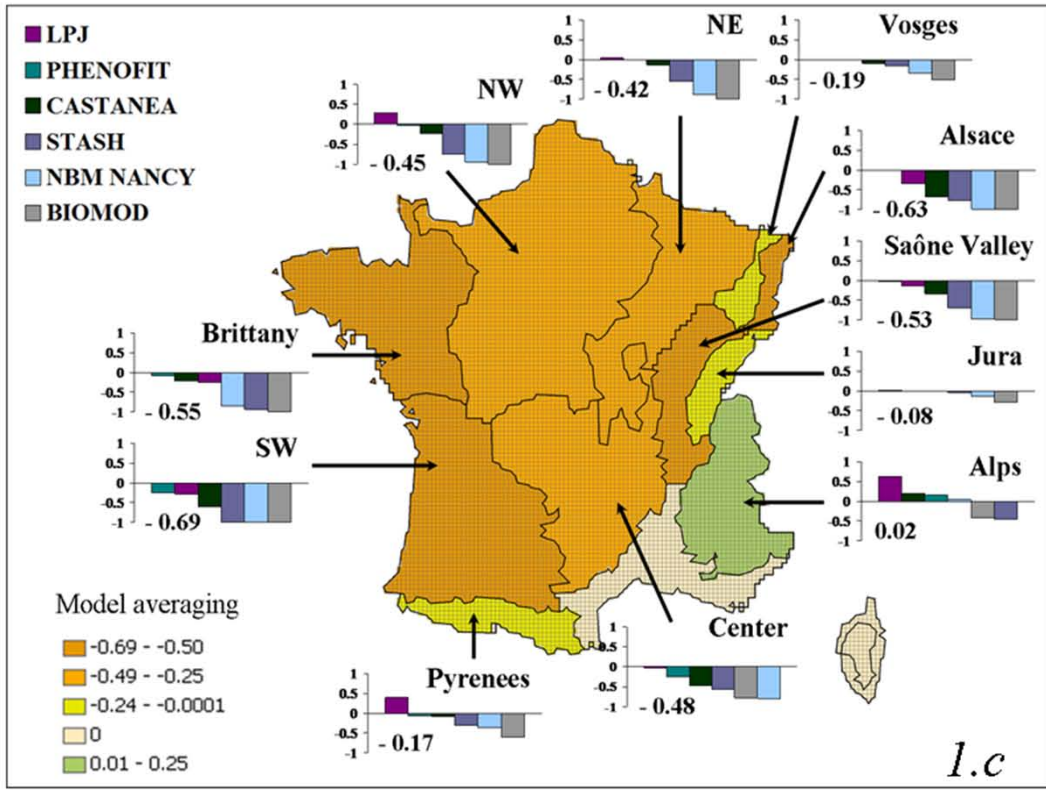
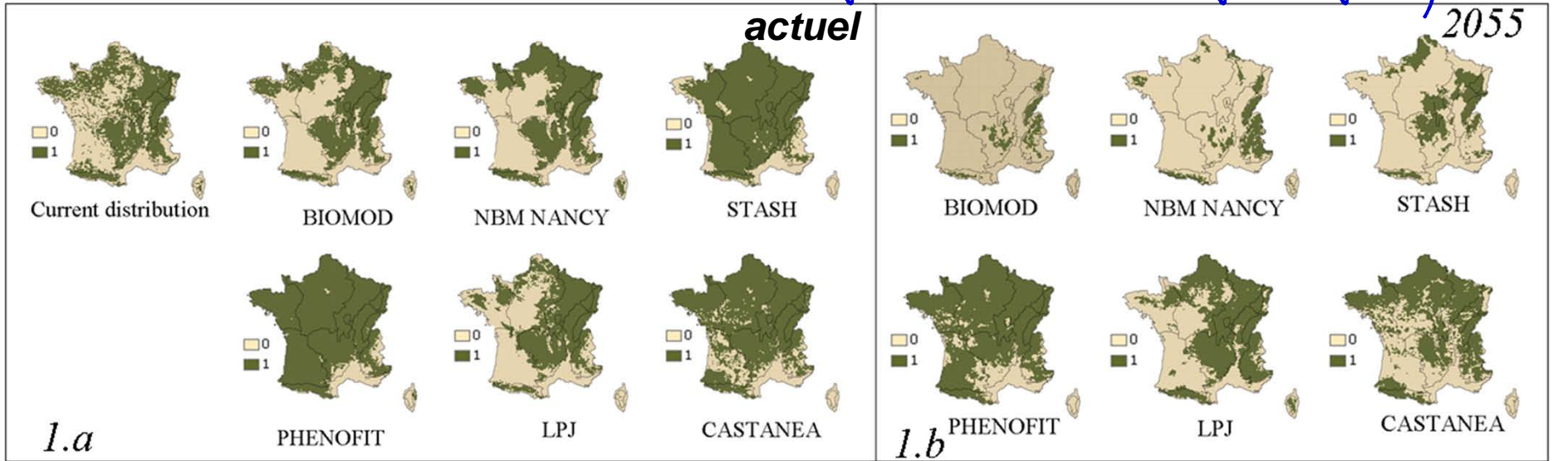
Hêtre : comparaison des aires de répartition potentielle en 2055 selon 6 modèles



**3 modèles
de niche**

**3 modèles
mécanistes**

Incertitudes liées aux modèles d'impacts



ANR QDiv (Cheaib et al., Ecol. Letters)

Rôle des pathogènes/ravageurs ?

Exemple de *Sphaeropsis sapinea* sur pins

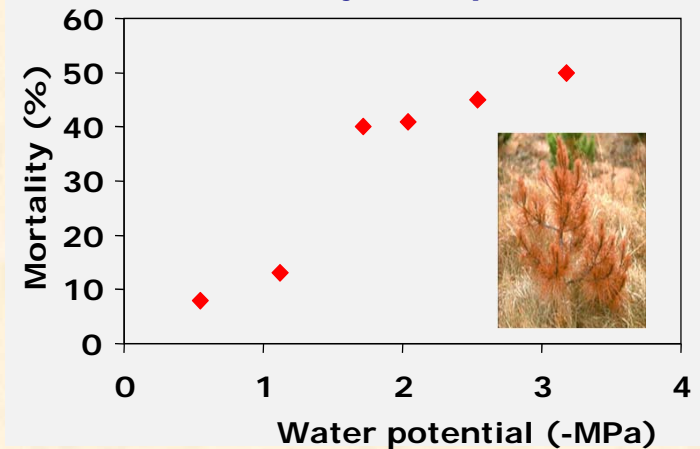
Anecdotique dans les années 70, l'une des principales maladies des pins maintenant

Maladie qui explose après les sécheresses et canicules



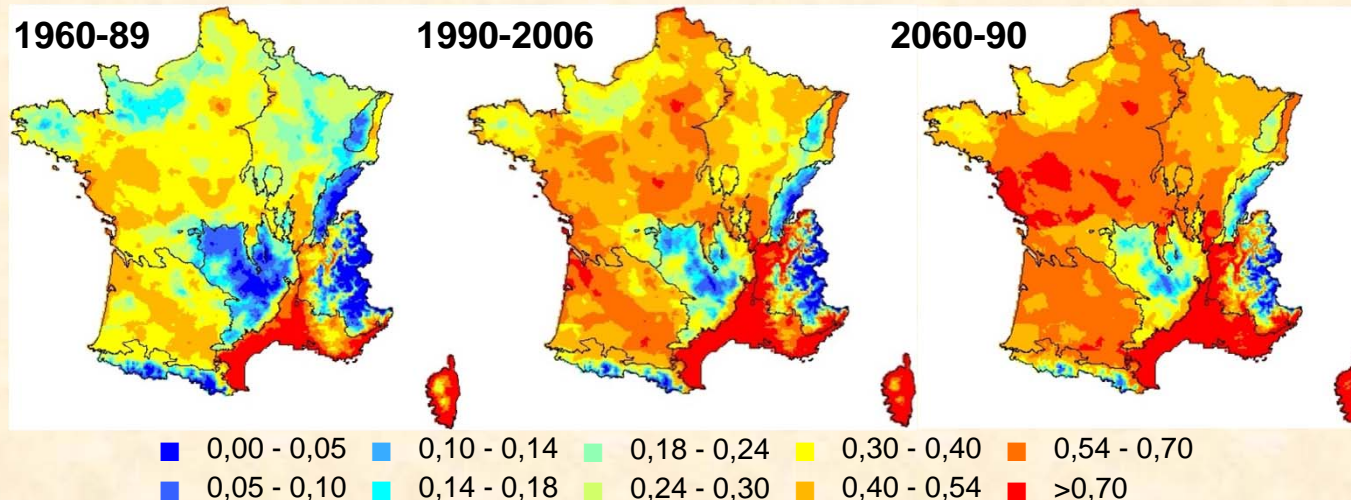
Foyer de *S. sapinea* sur pins noirs

Fort effet d'un stress hydrique des pins sur leurs sensibilité à *S. sapinea*



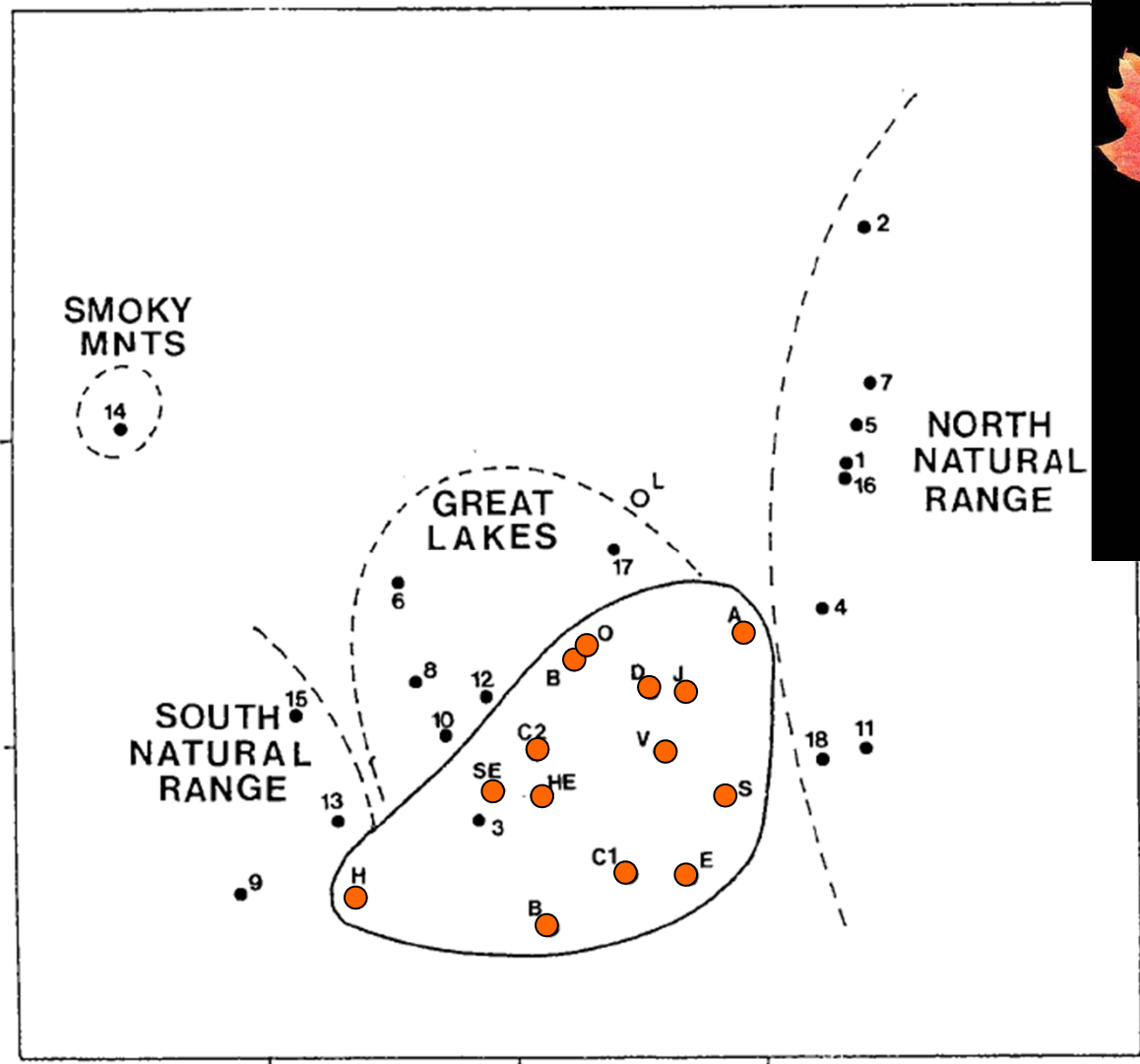
Stanosz *et al*

Distribution modélisée de la mention de *S. sapinea* : rôle central des sécheresses



Rôle de l'adaptation génétique ? -> exemple de la différenciation génétique rapide du chêne rouge introduit en France

Indice de coloration automnale des feuilles à 1 an



- population introduite
- population américaine

Indice de débourrement à 4 ans

Adaptation

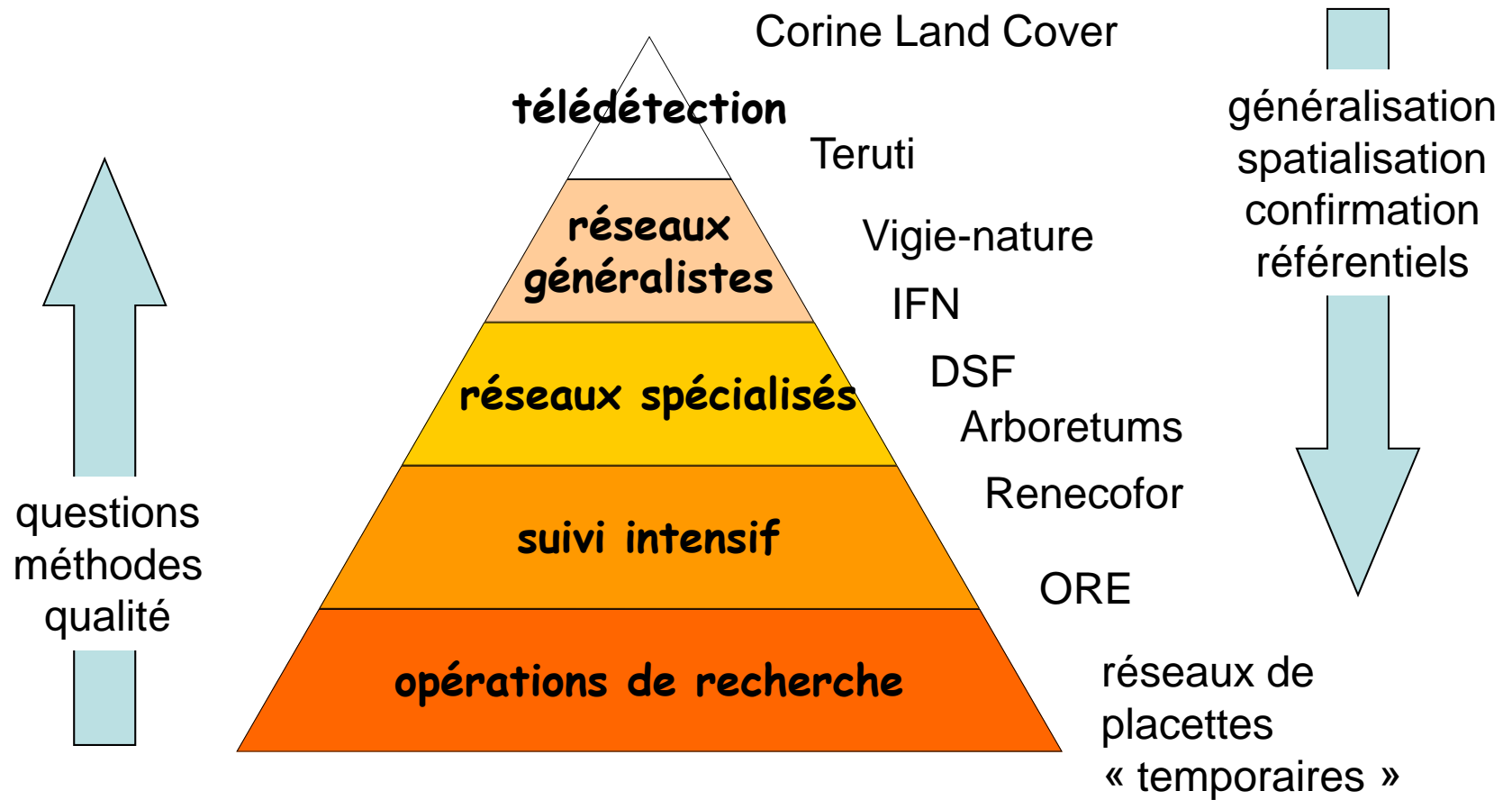
Les pistes de l'adaptation de la sylviculture

- Surveillance
- Adaptation des essences aux stations
- Peuplements mélangés
- Sylviculture « dynamique »
- Raccourcissement des révolutions
- Préservation et amélioration des sols
- Changements d'essences/provenances
 - > Risques globaux sur la biodiversité (appauvrissement des réseaux biotiques, invasion d'espèces) et la qualité des sols (tassement, acidification)

Les pistes de l'adaptation de la sylviculture

- **Surveillance**
- **Adaptation des essences aux stations**
- **Peuplements mélangés**
- **Sylviculture « dynamique »**
- **Raccourcissement des révolutions**
- **Préservation et amélioration des sols**
- **Changements d'essences/provenances**

Surveiller...



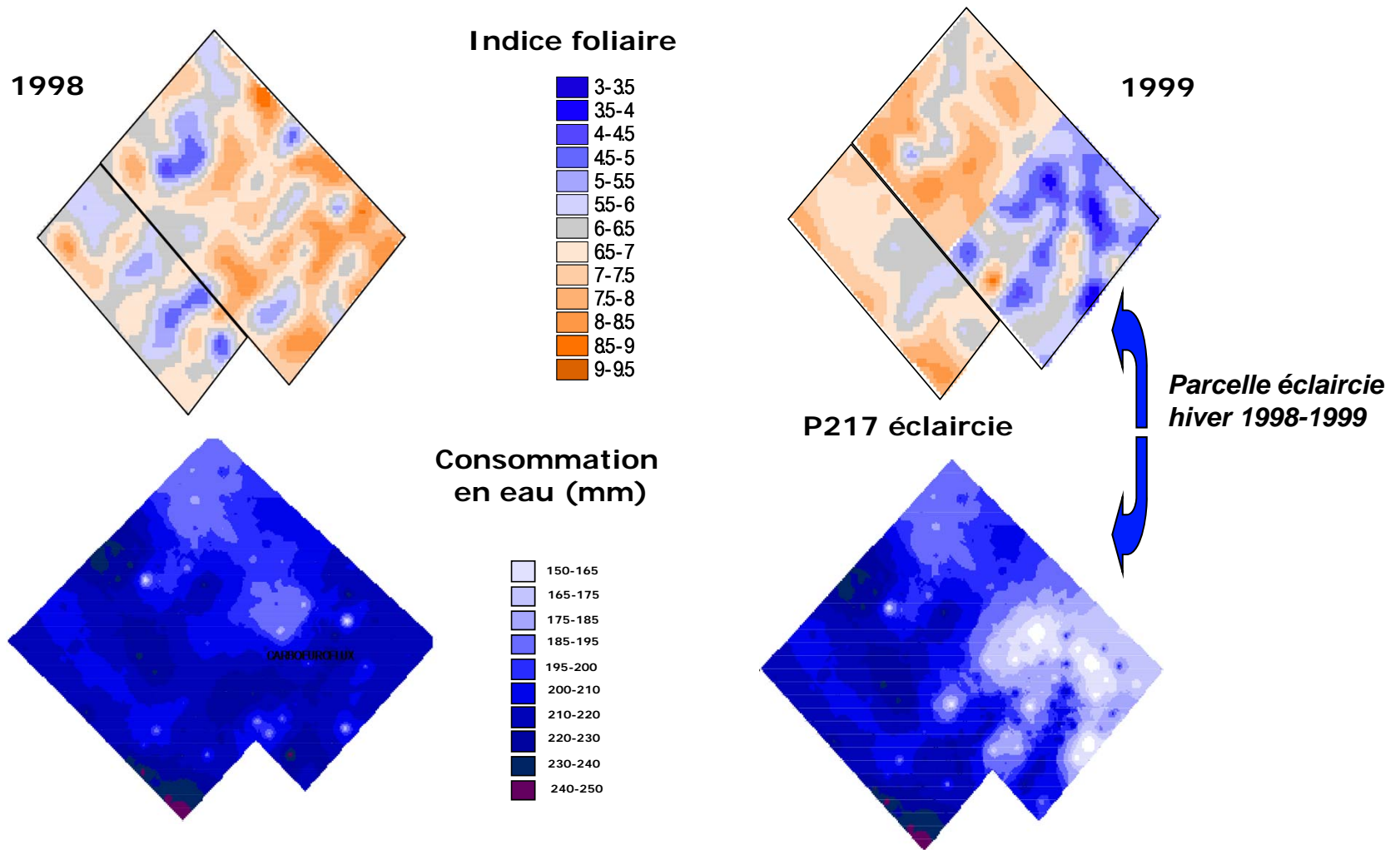
Les pistes de l'adaptation de la sylviculture

- Surveillance
- Meilleure adaptation des essences aux stations
- Peuplements mélangés
- Sylviculture « dynamique »
- Raccourcissement des révolutions
- Préservation et amélioration des sols
- Changements d'essences/provenances

Les pistes de l'adaptation de la sylviculture

- Surveillance
- Meilleure adaptation des essences aux stations
- Peuplements mélangés
- **Sylviculture plus « dynamique »** (diminution des volumes de bois sur pied)
- Raccourcissement des révolutions
- Préservation et amélioration des sols
- Changements d'essences/provenances

Réduction de la consommation en eau en contrôlant l'indice foliaire par éclaircie

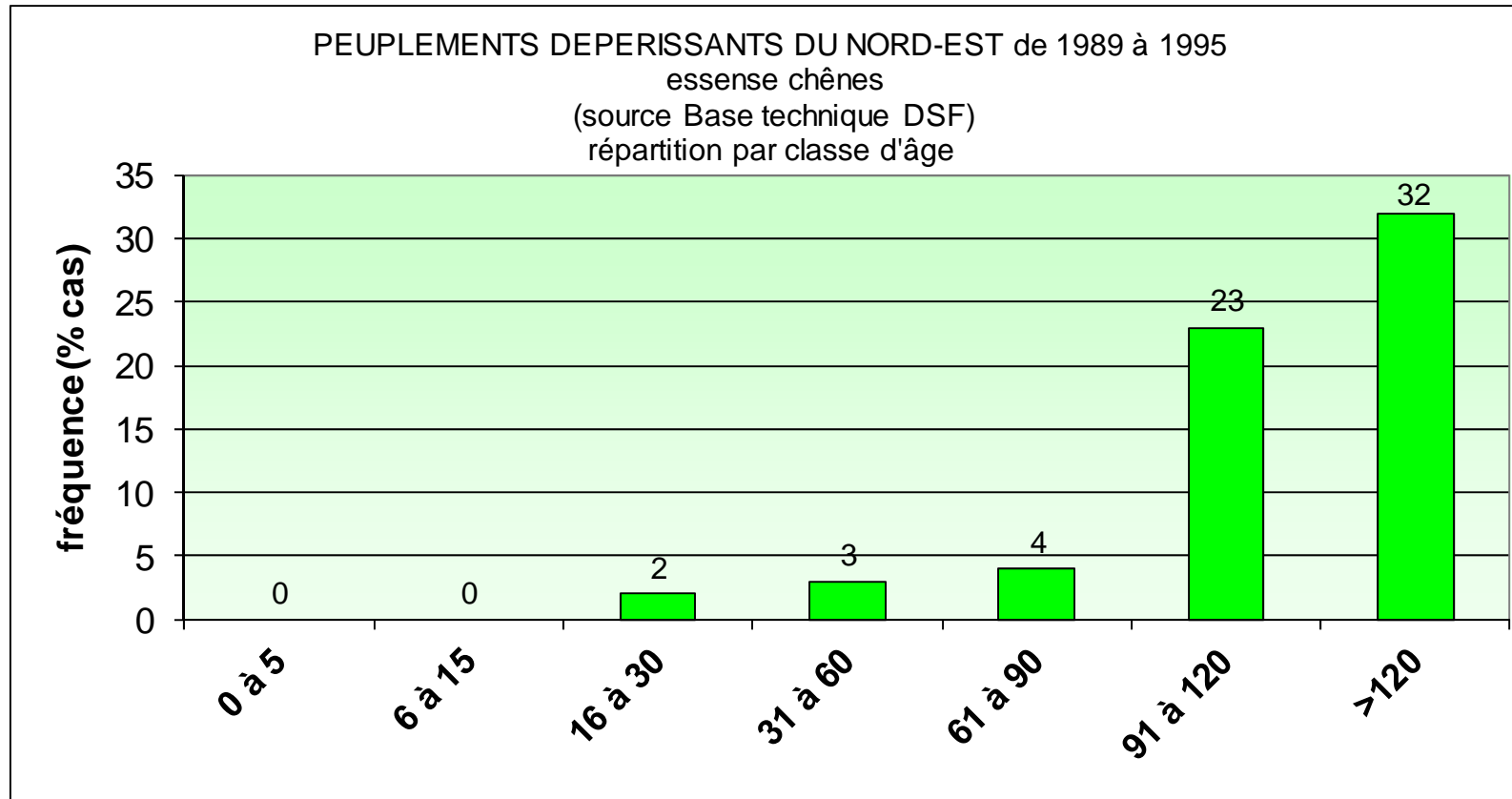


N. Bréda, 2000, (transpiration calculée par Biljou©)

Les pistes de l'adaptation de la sylviculture

- Surveillance
- Meilleure adaptation des essences aux stations
- Peuplements mélangés
- Sylviculture « dynamique »
- **Raccourcissement des révolutions** -> gestion de la fertilité minérale en sol acide
- Préservation et amélioration des sols
- Changements d'essences/provenances

Les arbres âgés ont moins de capacité de résistance et de récupération



Révolution longue

→ Perte de vigueur et plus grande probabilité d'être confronté à un aléa

Révolution courte

→ mobilisation plus forte des ressources du sol

→ risque de déséquilibre nutritionnel sur sol pauvre

Les pistes de l'adaptation de la sylviculture

- Surveillance
- Meilleure adaptation des essences aux stations
- Peuplements mélangés
- Sylviculture « dynamique »
- Raccourcissement des révolutions
- Limiter les effets des facteurs prédisposants: préservation et amélioration des sols
- Changements d'essences/provenances

Sur sol acide, possibilité de restaurer la fertilité du sol perdue par drainage et/ou exportation par un apport adéquat d'éléments minéraux



FORET COMMUNALE DE VAGNEY

Épandage calcomagnésien de 1991



1986

1998

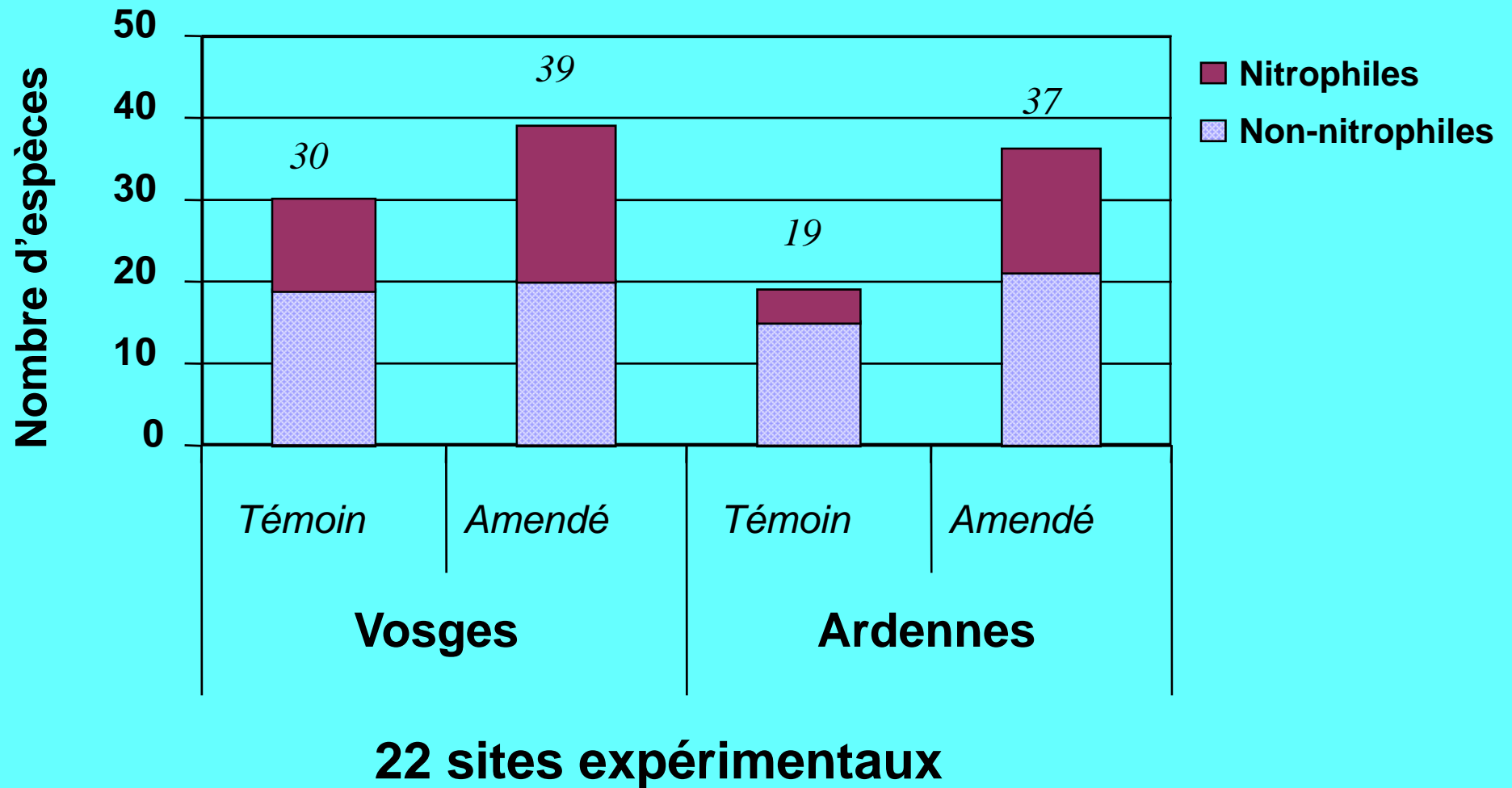


1989

1998

Épandage de 2,5 tonnes par hectare de calcaire et de dolomie broyés soit 250 grammes par mètre carré

Les amendements augmentent le nombre d'espèces... nitrophiles



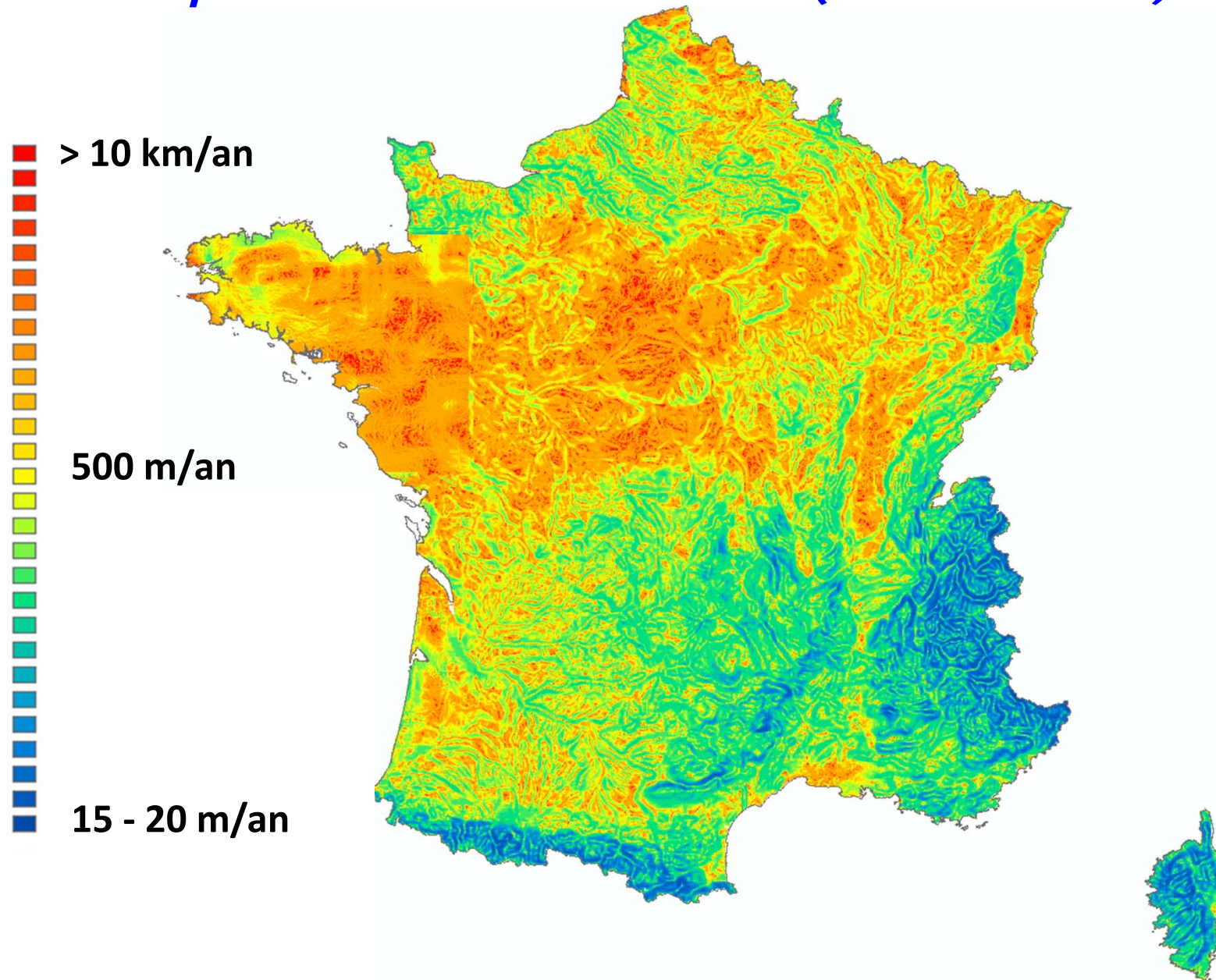
22 sites expérimentaux

Renaud *et al.* 2001

Les pistes de l'adaptation de la sylviculture

- Surveillance
- Meilleure adaptation des essences aux stations
- Peuplements mélangés
- Sylviculture « dynamique »
- Raccourcissement des révolutions
- Préservation et amélioration des sols
- **Déplacement des génomes** :
 - . choix des provenances
 - . introduction d'essences exotiques
 - > plantations

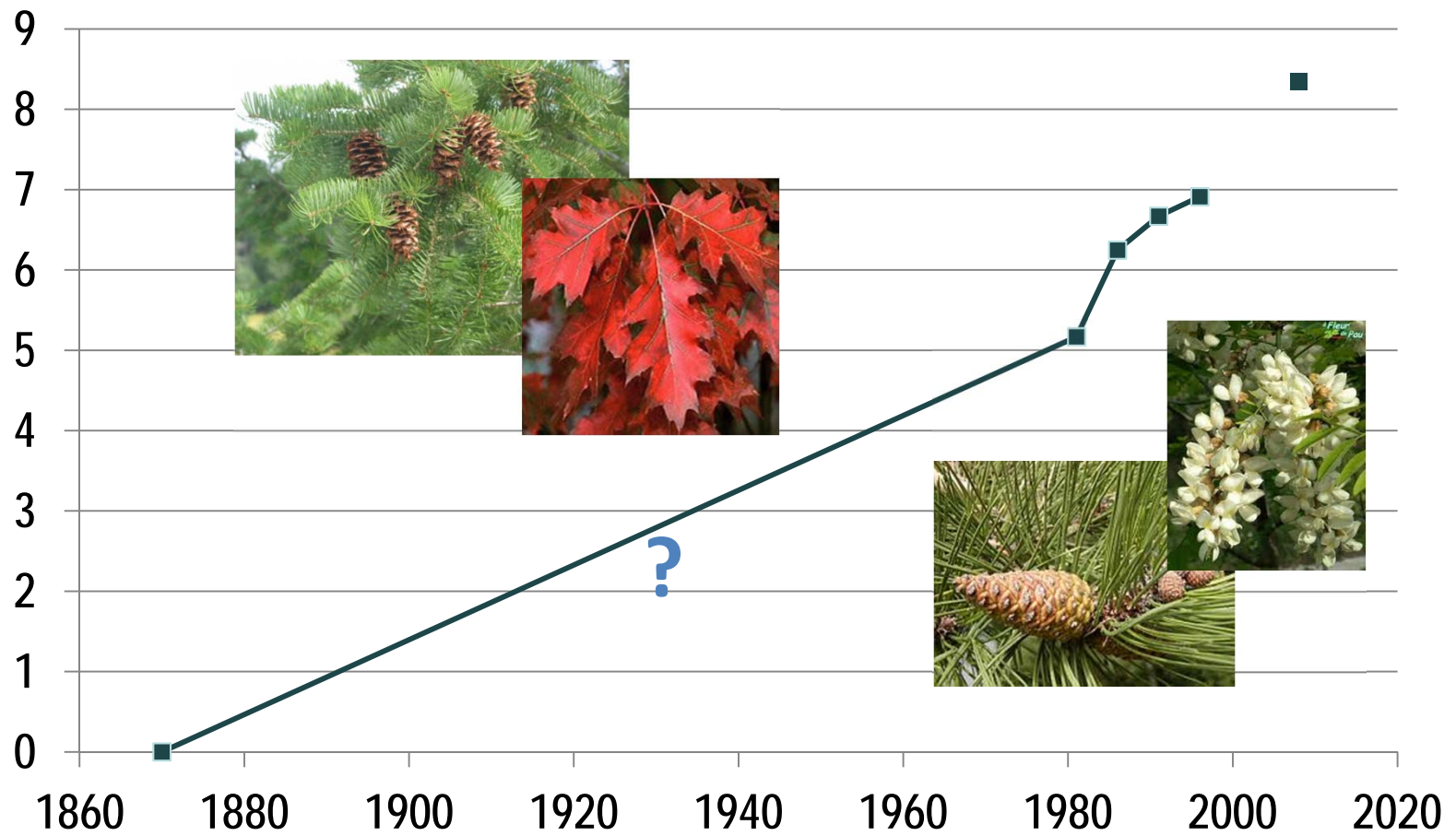
*Vitesse de déplacement nécessaire
pour un scénario A1B (+3° en 2100)*





Les essences introduites : une progression régulière

Surface d'essences introduites (en % de la forêt de production)

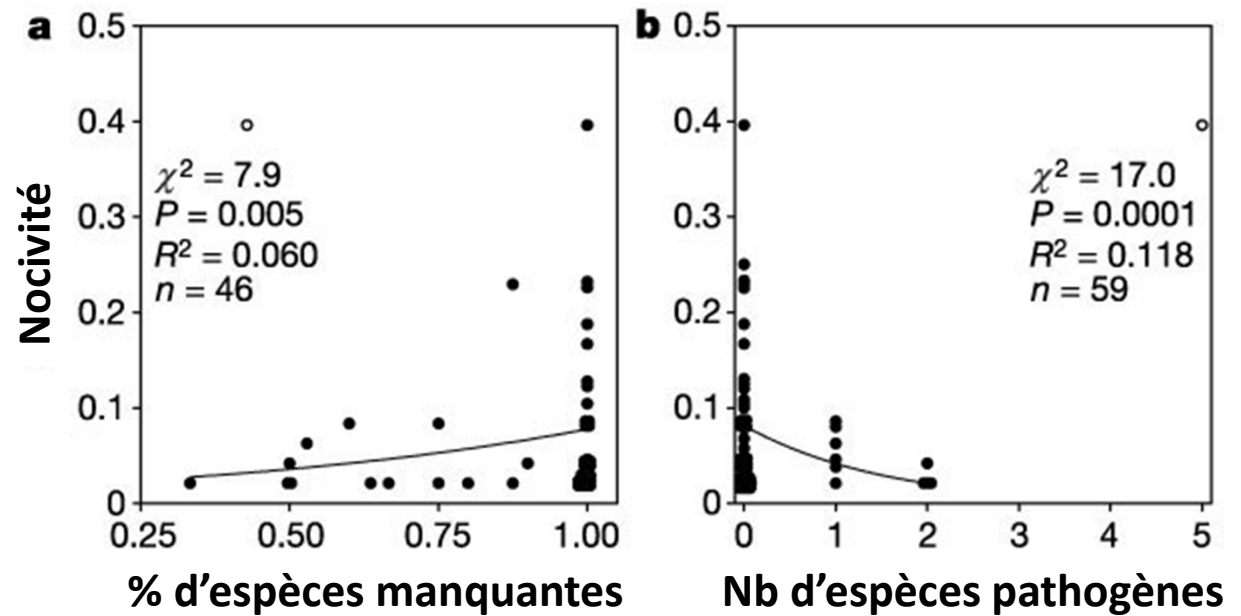


Les essences introduites : des « expériences » sur la biodiversité

expliquant un avantage (temporaire) des plantations exotiques ...



Test de l'hypothèse «Enemy release »

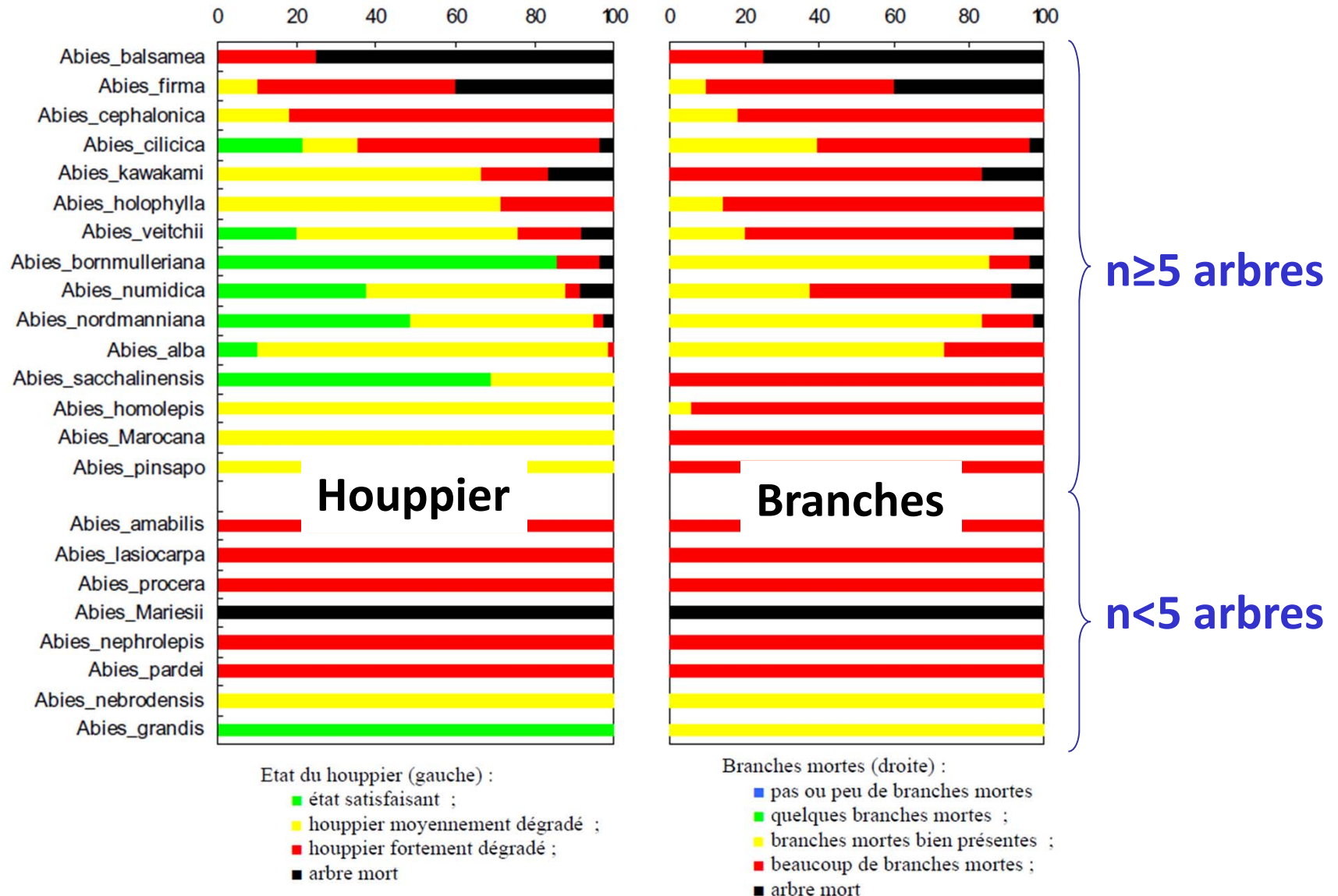


Mitchell & Power (Nature 2003)

... et des plantes invasives

2003 du point de vue des arbres de l'Arboretum d'Amance

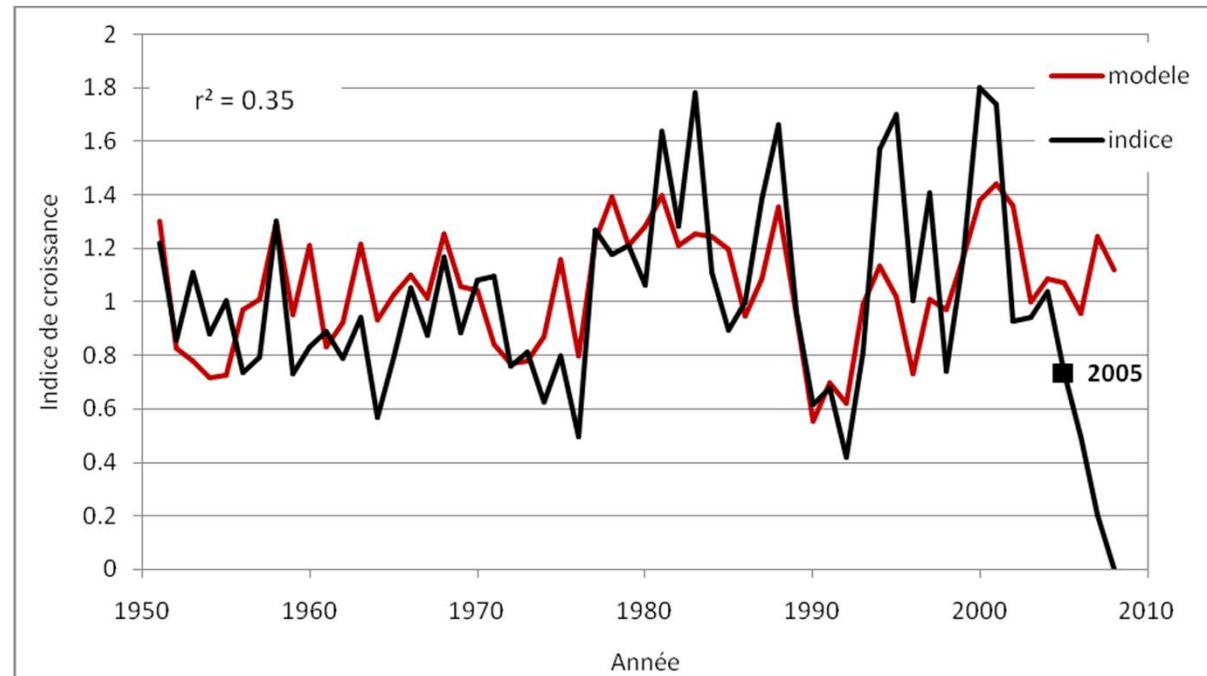
Inventaire sanitaire pour le genre *Abies* Arboretum d'Amance (Wallerich, 2004)



Dépérissement des cèdres à Amance et aux Barres : scolytes ou sécheresse ?

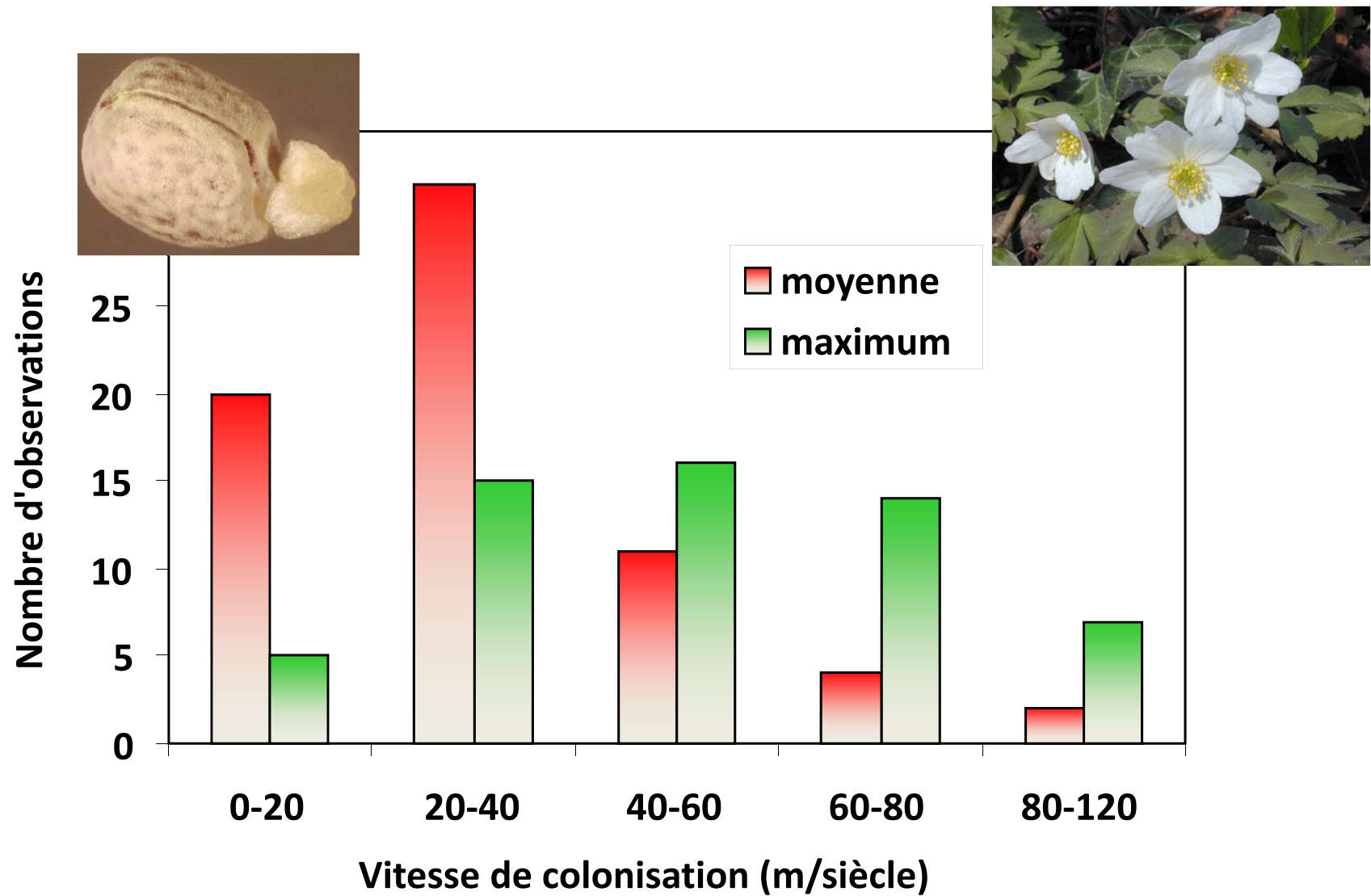


Domaine des Barres



Les cèdres de ces deux arboretums sembleraient moins résistants que ceux plantés dans le sud de la France.

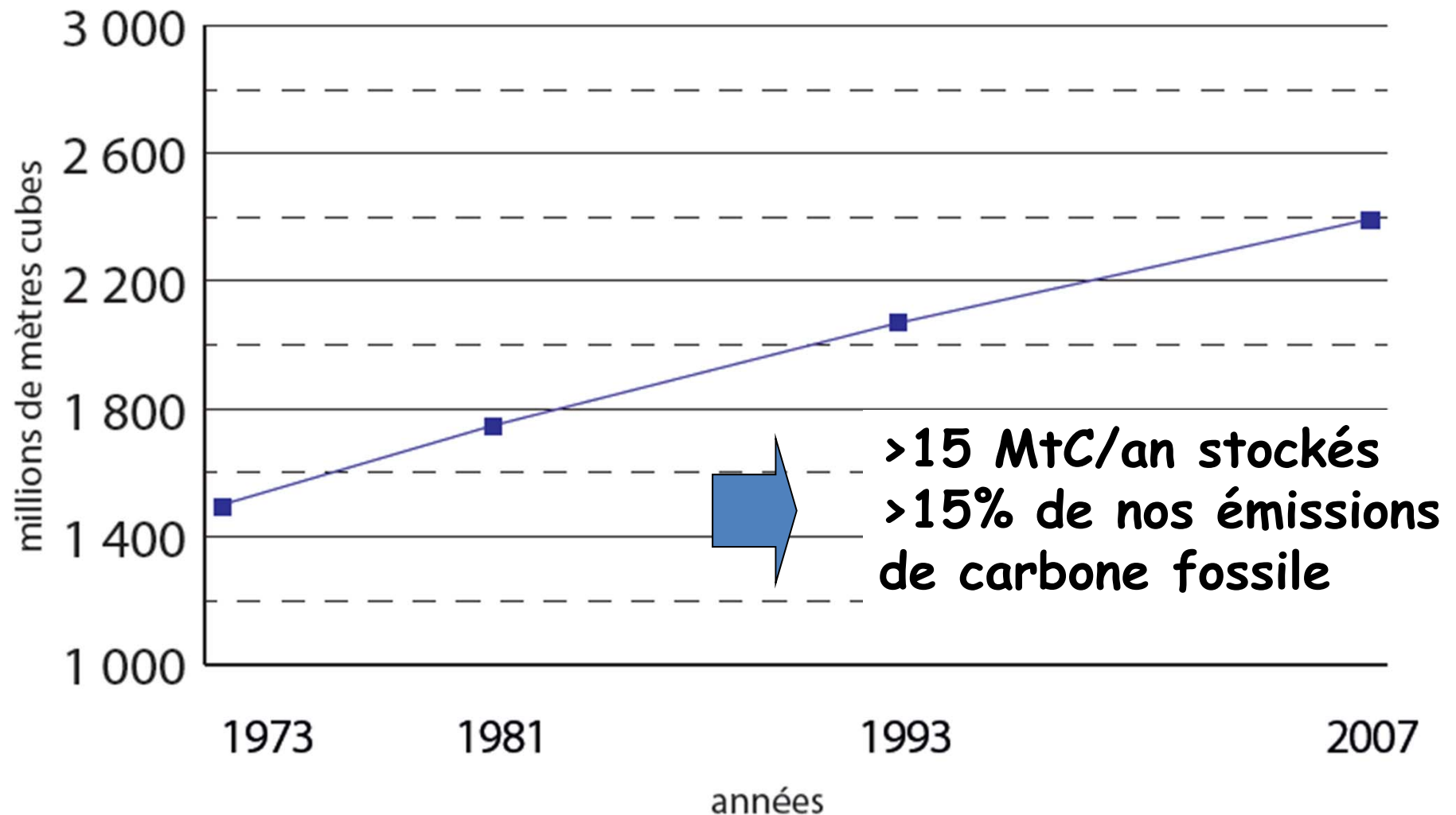
*Les espèces de forêts anciennes :
incapables de se déplacer et non gérées*



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

Atténuation

En ce qui concerne l'atténuation des émissions de CO_2 ,
la filière bois a eu, jusqu'à aujourd'hui,
un rôle principalement de stockage de carbone en forêt



Conclusions

- . Nombreux changements observés mais qui ne peuvent être que rarement attribués de façon certaine au seul changement climatique
- . Rôle faible de l'adaptation génétique à court terme ?
- . Limites de l'accommodation rapidement atteintes (ex. 2003)
- . Peu de marge de manœuvre sylvicole (nombreux dilemmes)
 - => pertes de productivité
 - => augmentation de la fréquence des dépérissements
- . Se préparer à des situations de crise
- . Atténuation : comment passer de la séquestration à la substitution ? (« dette » de la substitution)
- . Opportunité/nécessité pour des réorientations de la sylviculture en forêt privée ? (crises + besoin énergie)

Se préparer à des situations de crise ?

