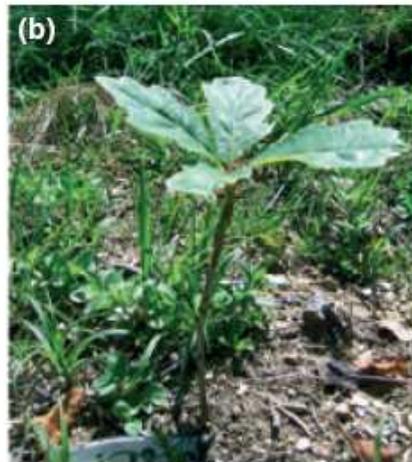


Quelles sont les réponses possibles des forêts au changement climatique ?

– Rappel des notions essentielles –



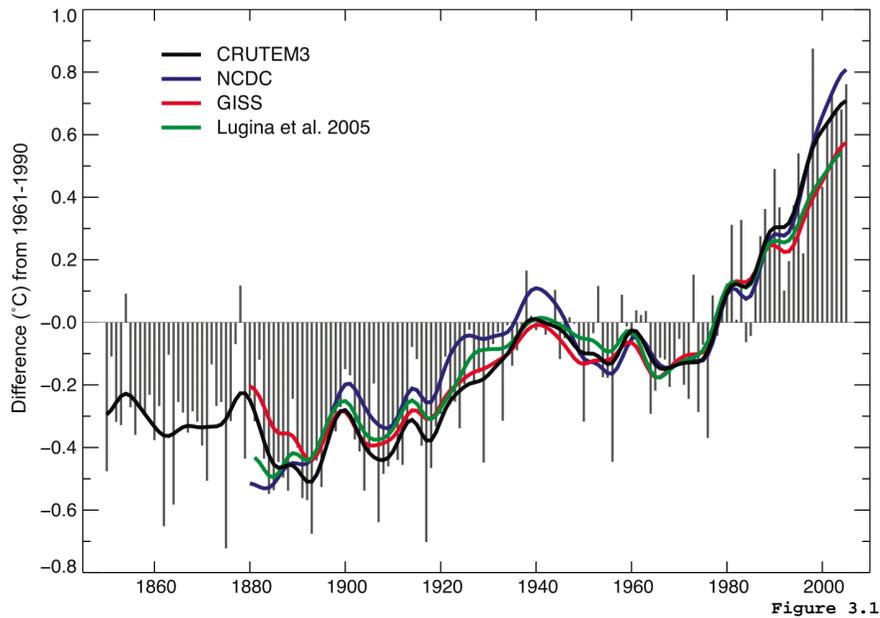
Sylvain Delzon

RMT Adaptation des forêts au changement climatique, Paris, Mai 2011

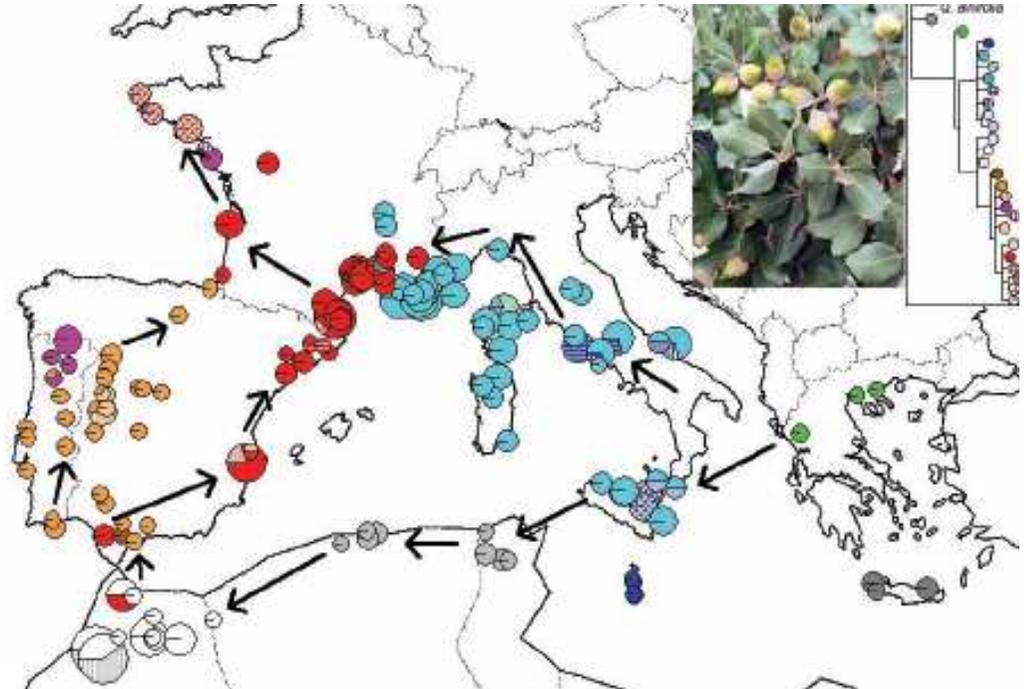


Les leçons du passé

«Climate changes and t
Phylogeography in the
Mediterranean Bassin »
Petit et al 2005



Migration post-glaciaire du chêne vert

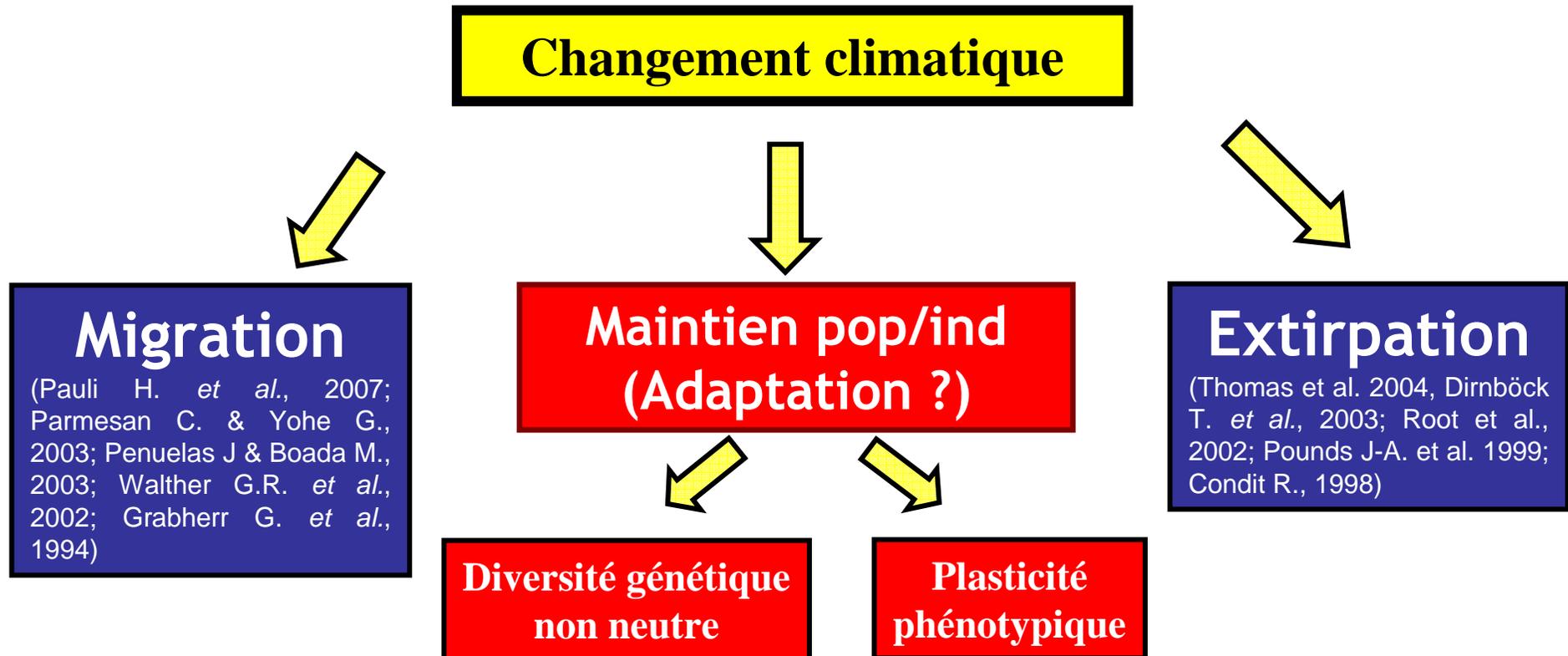


« reports climate
change » IPCC 2007

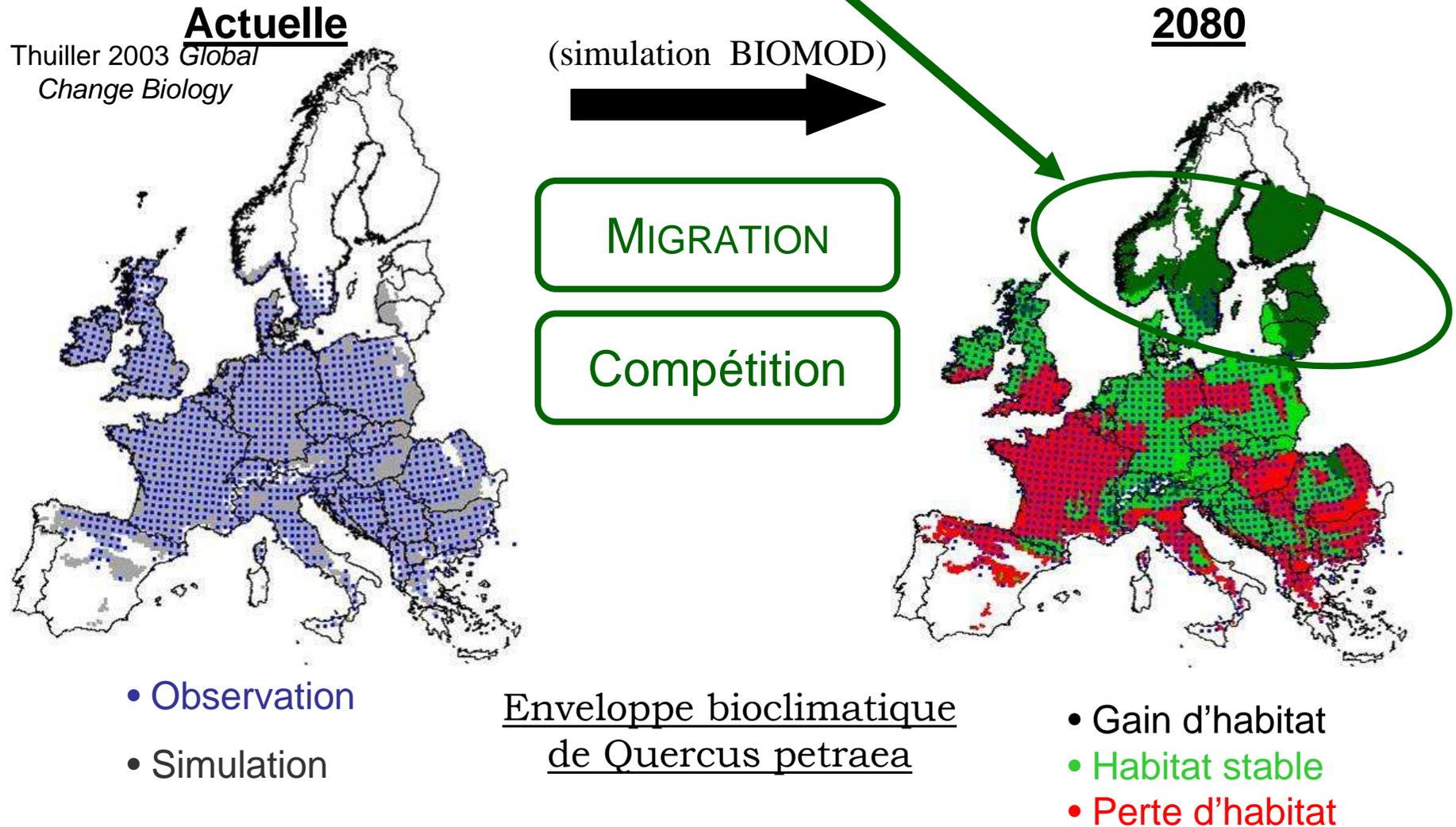
**« L'INTENSITE (Δ /unité de temps) DES
CHANGEMENTS CLIMATIQUES ANNONCES N'A
JAMAIS ETE ATTEINTE DEPUIS LE DERNIER
RECHAUFFEMENT POST GLACIAIRE »**

**« EST CE QUE LES ESPECES FORESTIERES
POURRONT REpondre A CES CHANGEMENTS
EN UN LAPS DE TEMPS SI COURT ?? »**

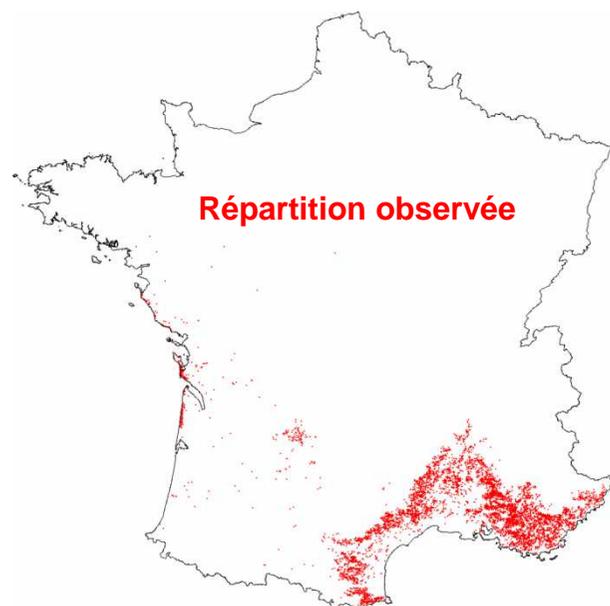
Les espèces forestières pourront-elles répondre à ce changement en un laps de temps si court ?



Que se passera-t-il dans la partie nord de l'aire?

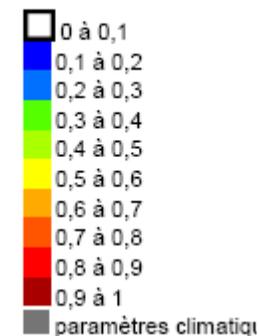


Projection de l'aire climatique potentielle du chêne vert

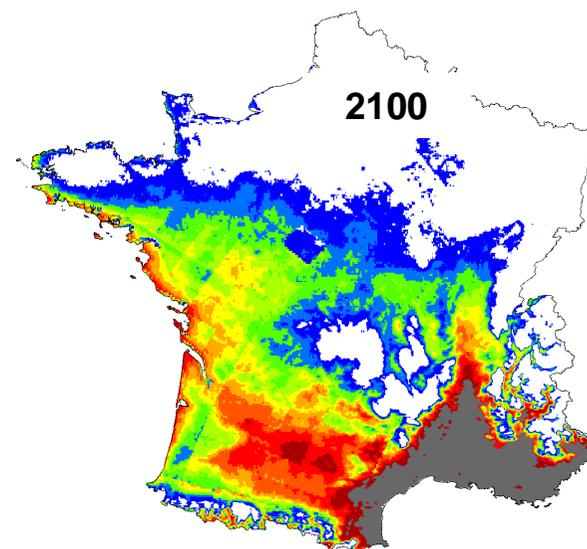
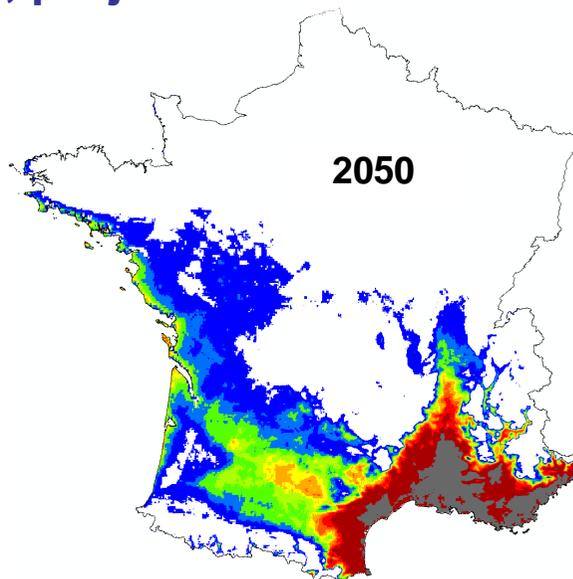
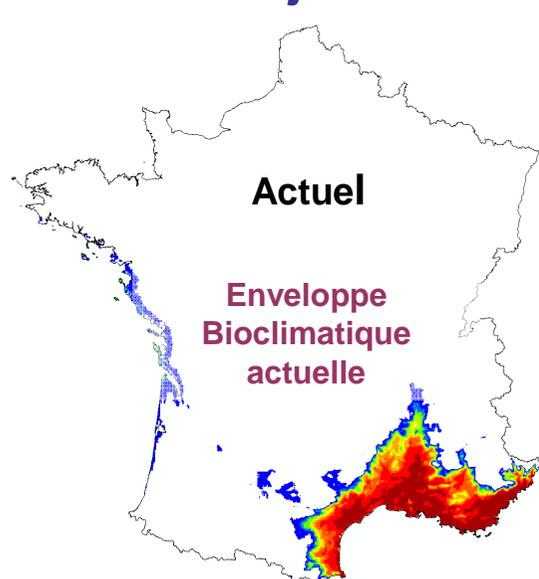


Répartition du Chêne vert
(*Quercus ilex*), données IFN

Légende des probabilités

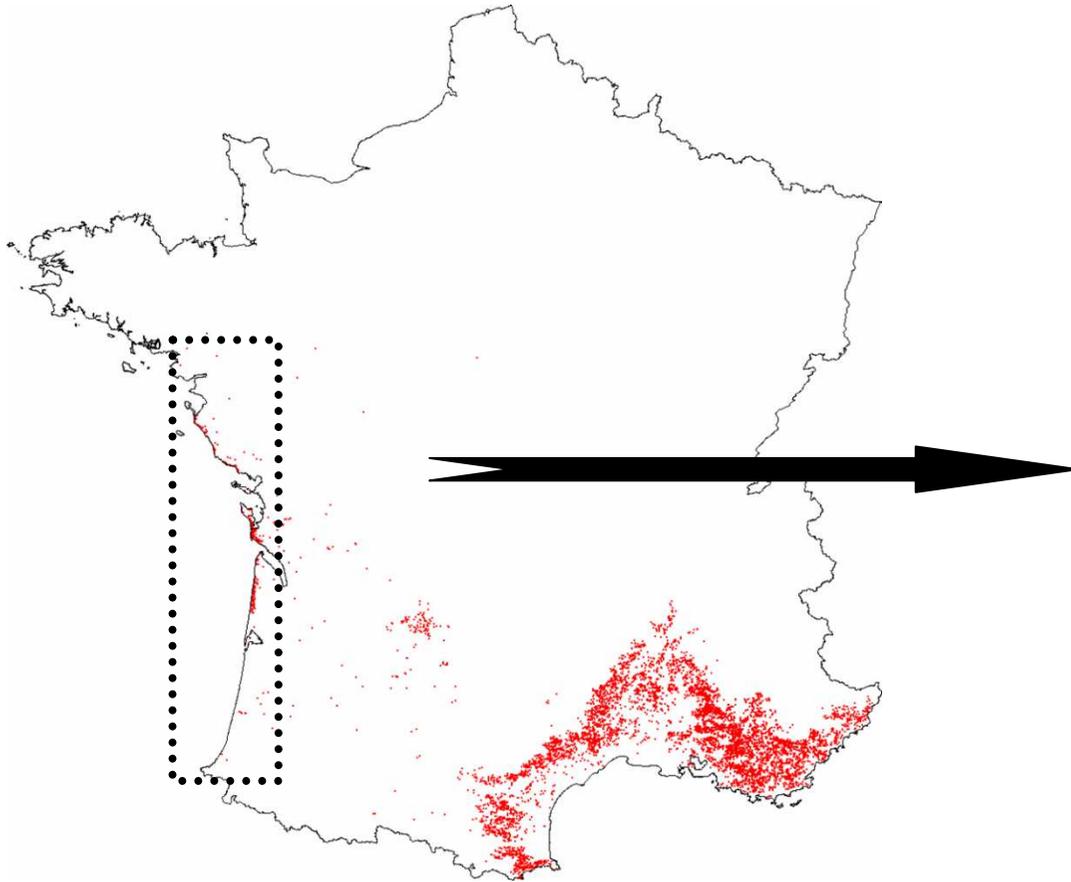


Projet CARBOFOR, projection avec modèle climatique ARPEGE B2

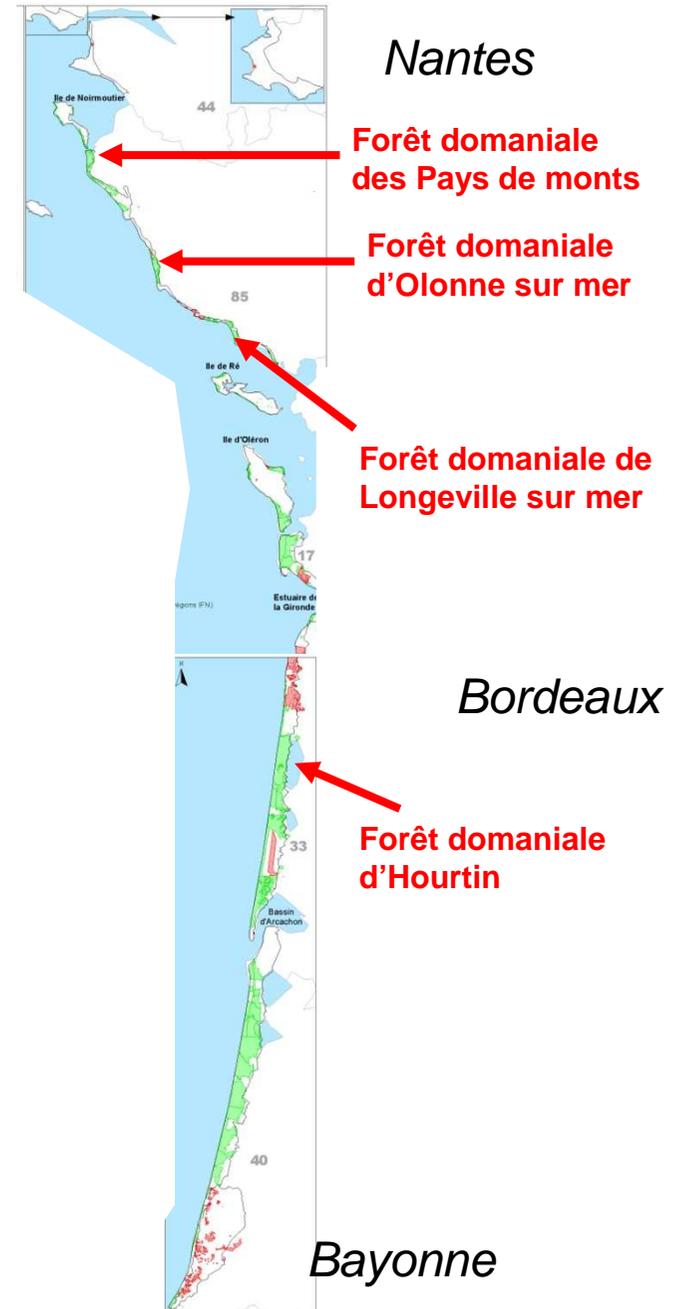


Limite nord : le chêne vert

Observe t-on une migration?

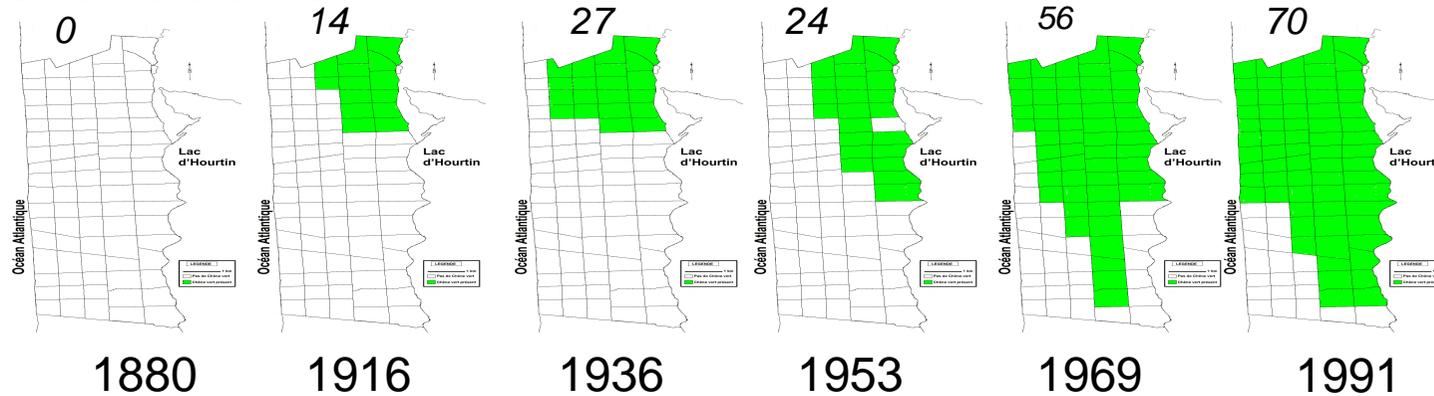


Utilisation des sommiers de l'ONF de 1880 à nos jours

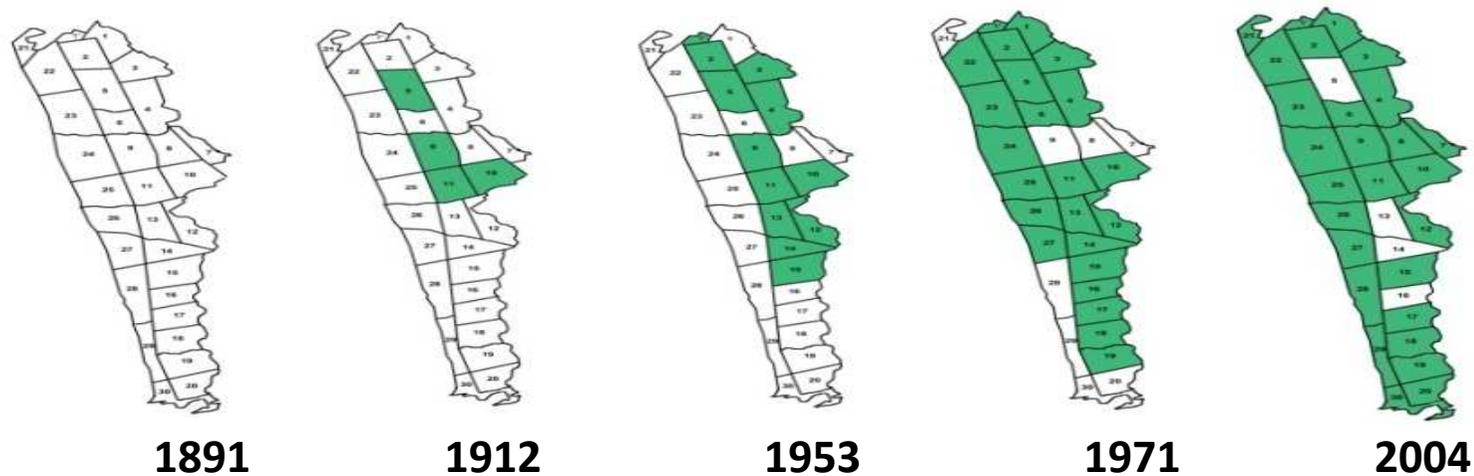


Limite nord : le chêne vert

Forêt domaniale d'Hourtin



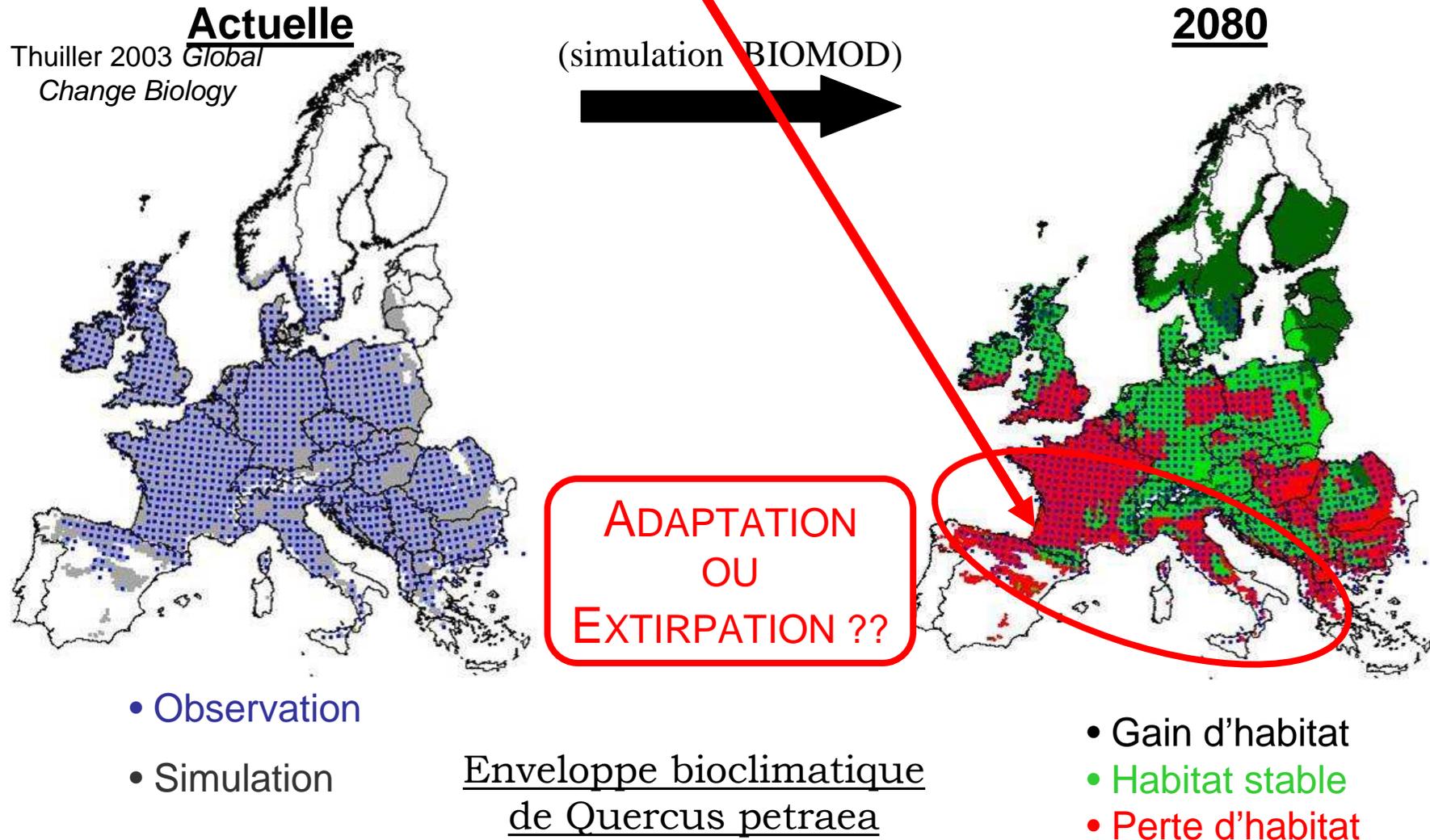
Forêt domaniale d'Olonne sur mer



Vitesse de migration : 30 m / an : beaucoup moins rapide que les vitesses prédites

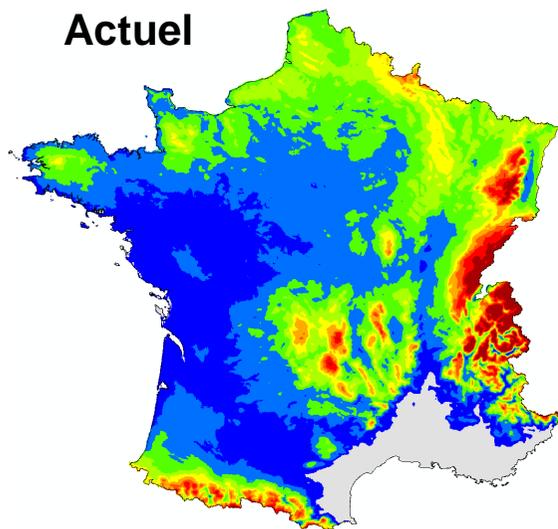
Changements climatique ou de gestion?

Que se passera-t-il dans la partie sud de l'aire?

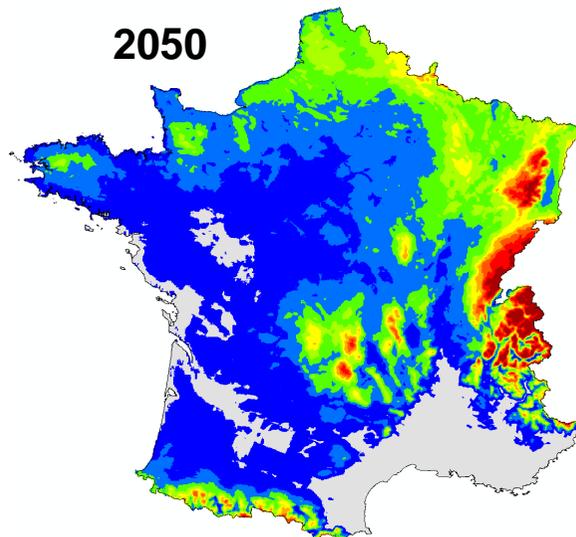


Projection de l'aire climatique potentielle du hêtre

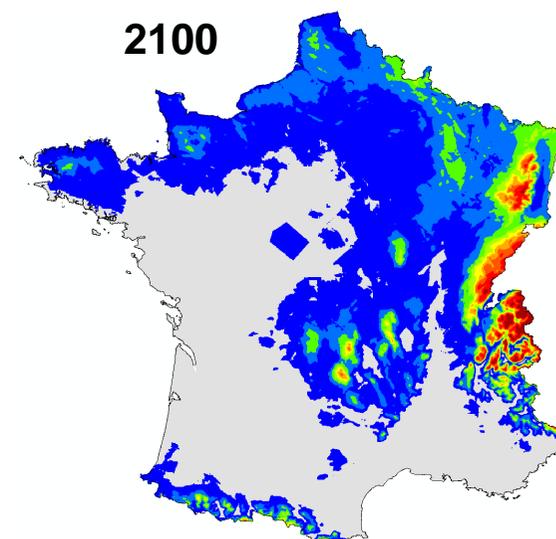
Actuel



2050



2100



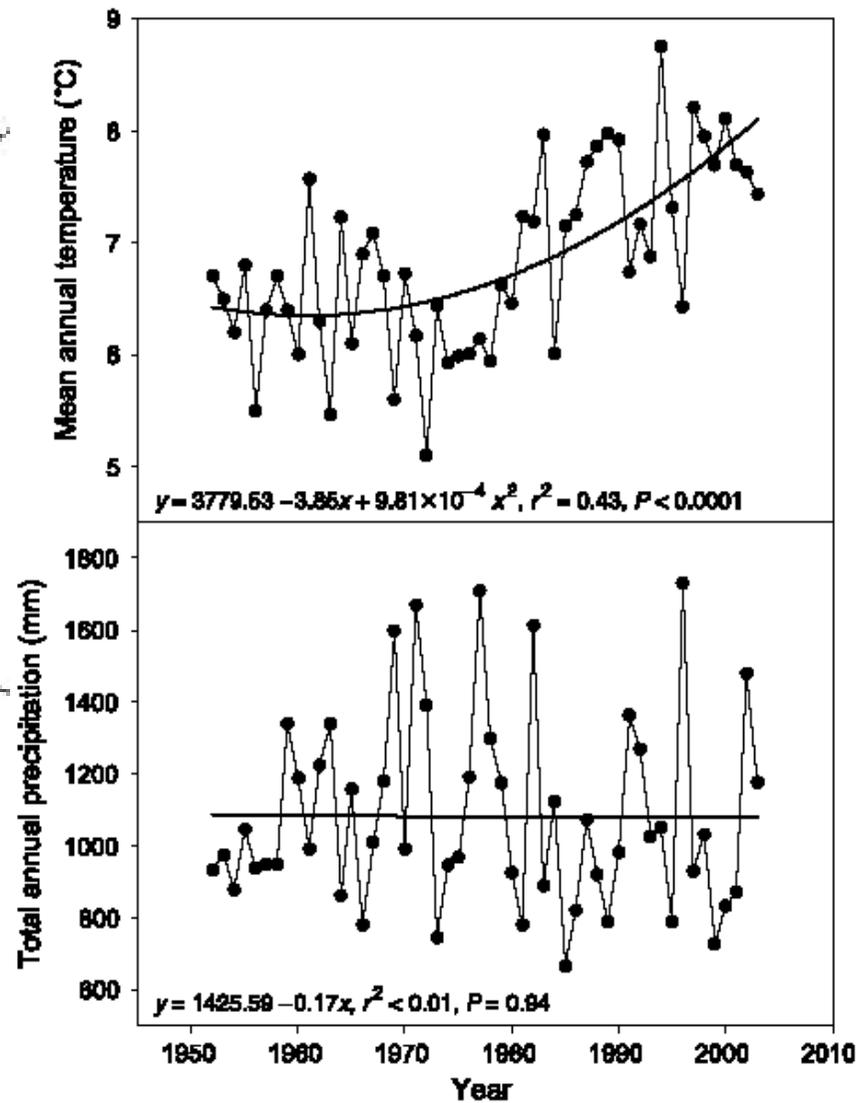
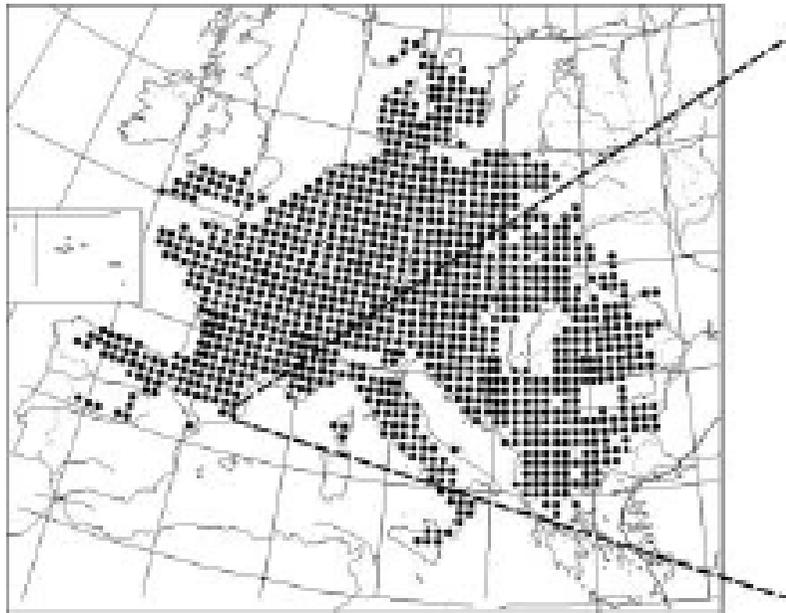
probabilité



Hors de la gamme

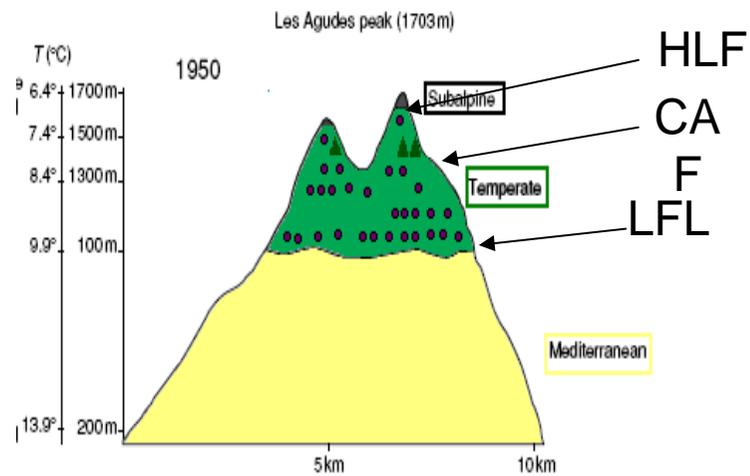
Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica*

ALISTAIR S. JUMP¹, JENNY M. HUNT and JOSEP PEÑUELAS



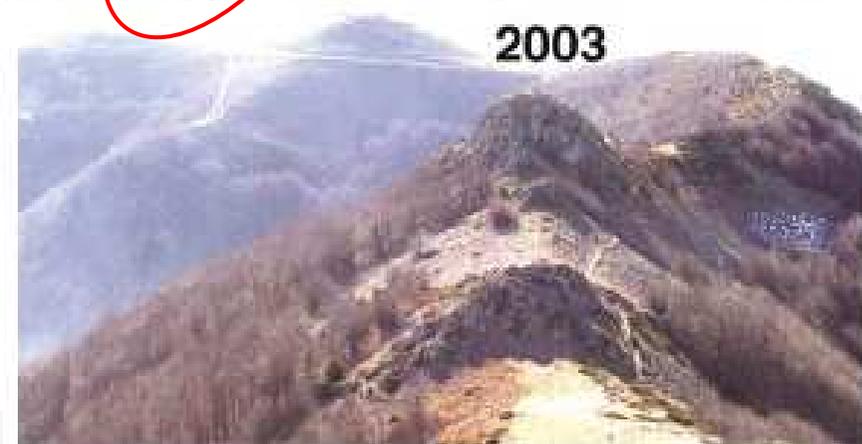
En limite Sud

Colonisation du hêtre en altitude



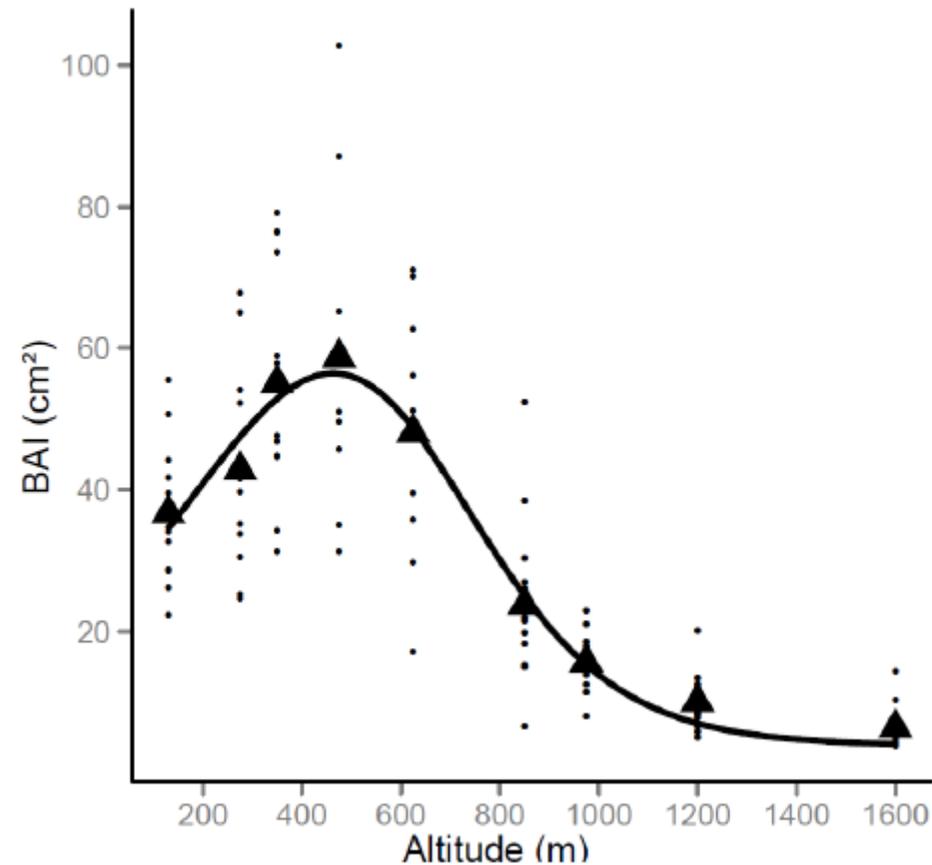
A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain)

JOSEP PEÑUELAS* and MARTÍ BOADA†



Limite sud chez le hêtre

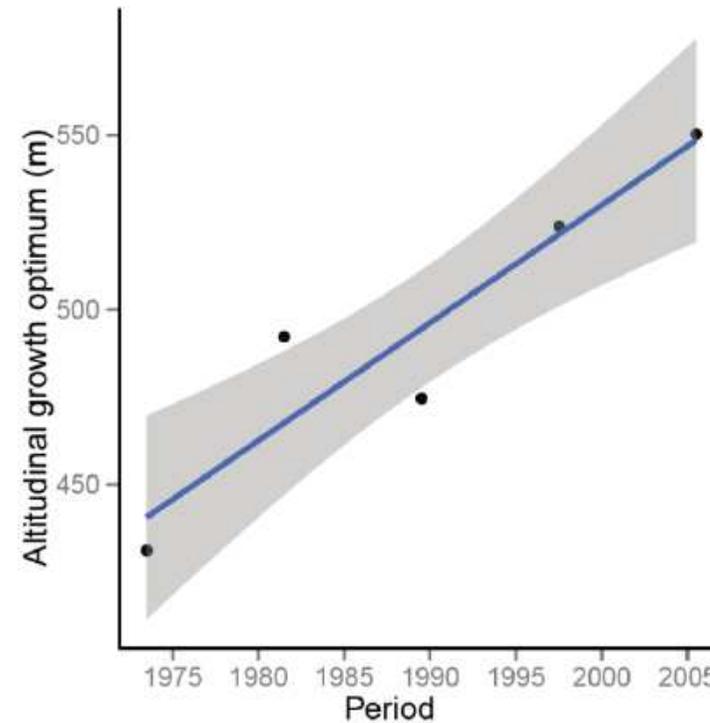
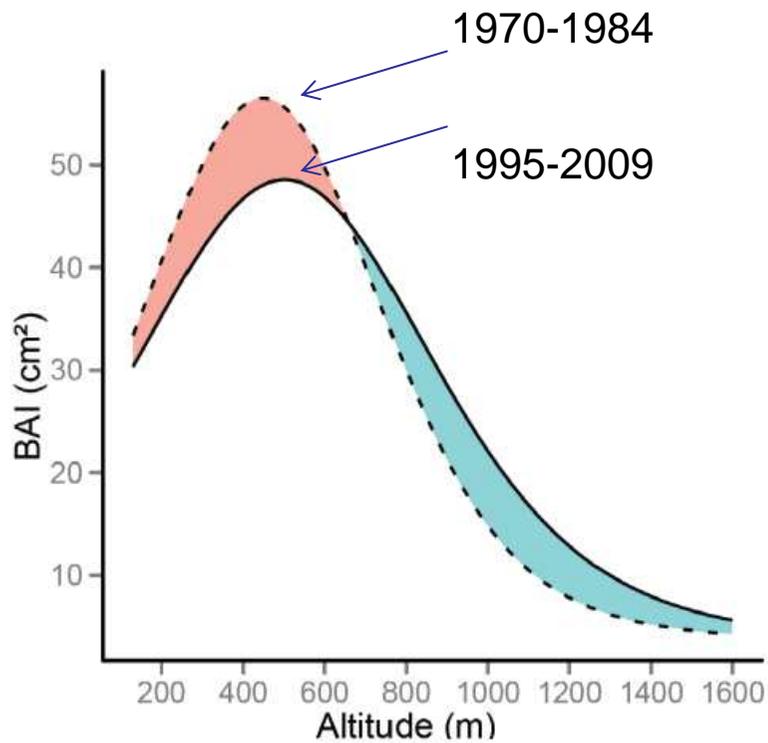
Approche dendrochronologique le long d'un gradient altitudinal dans les Pyrénées



L'optimum de croissance du hêtre se situe entre 450-550 m d'altitude, correspondant à une température moyenne de 11.3 à 10.8°C.

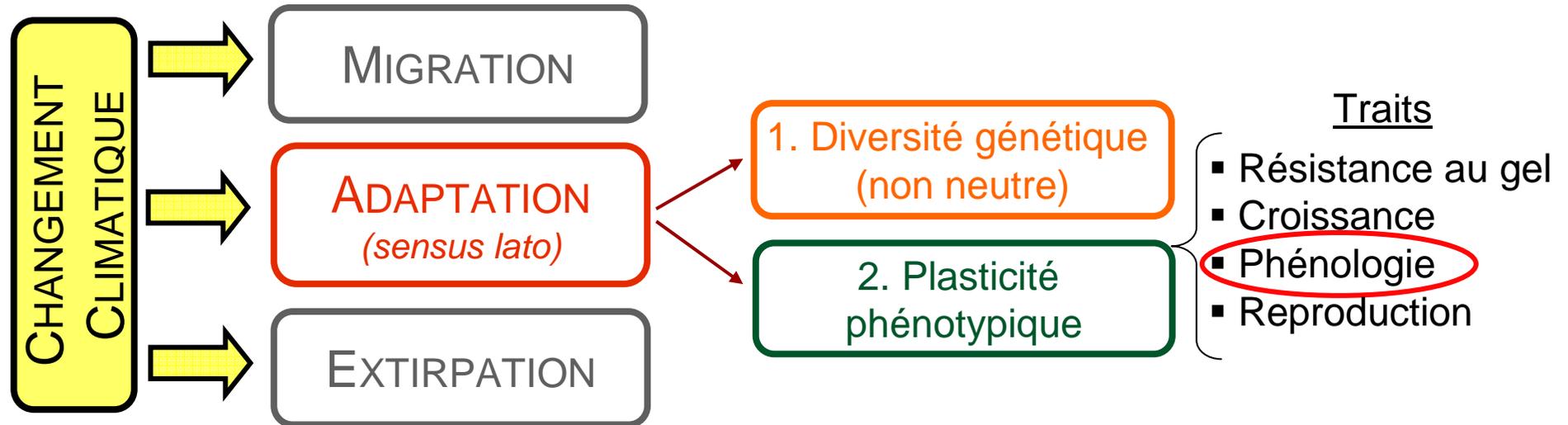
Limite sud chez le hêtre

Remontée altitudinale de l'optimum de croissance



Remontée altitudinale de 34 par décennie, soit 100 m au cours des 40 dernières années.

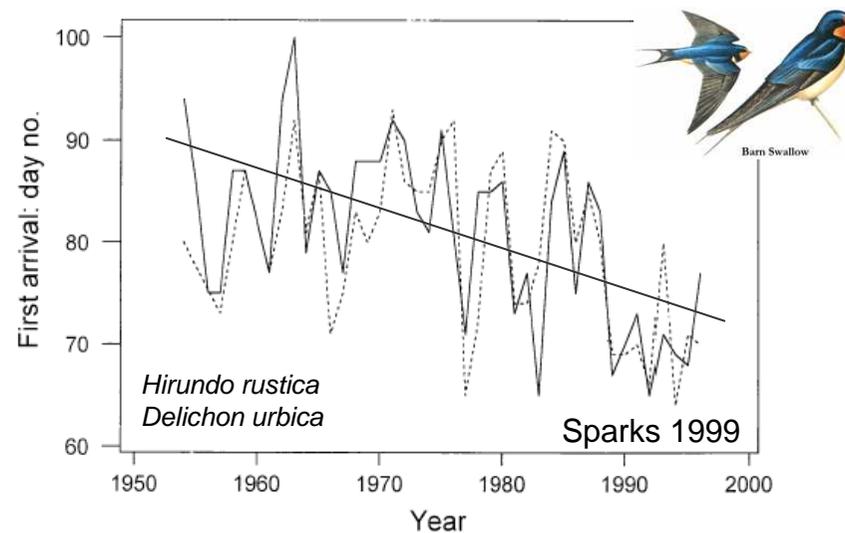
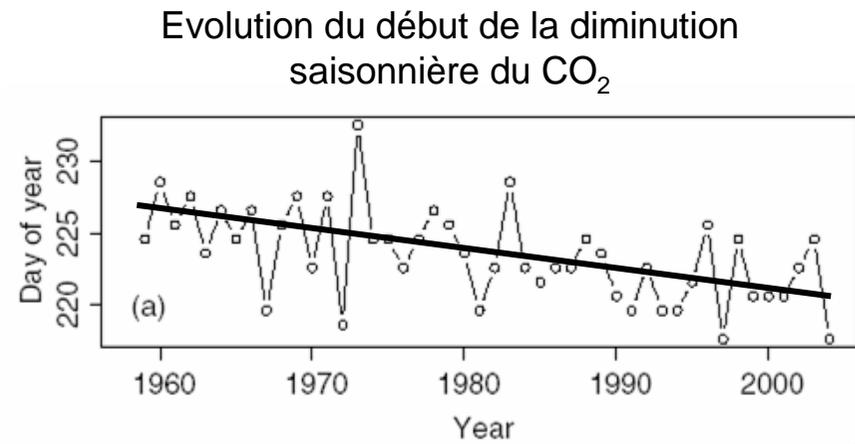
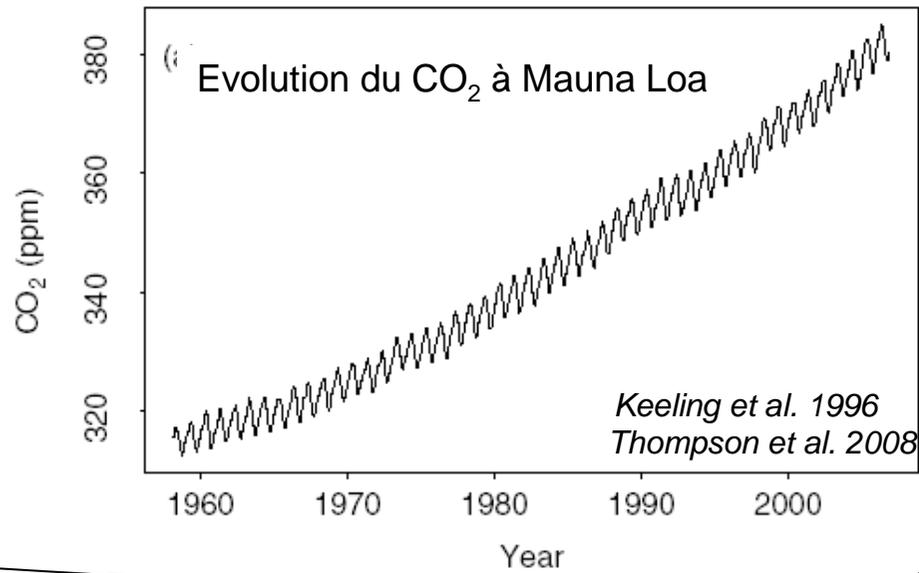
Capacités adaptatives des populations face au changement climatique ?



La phénologie ?

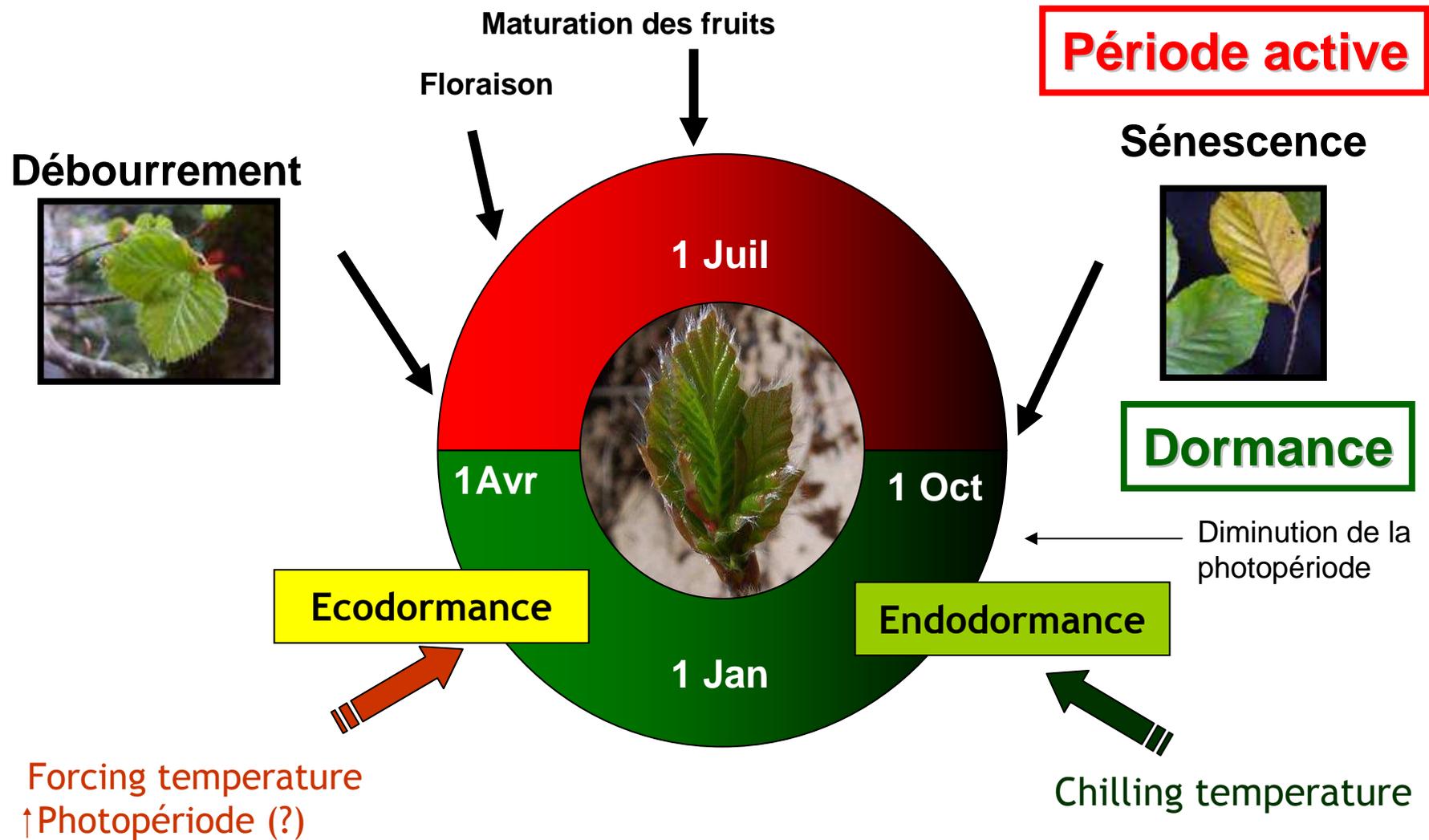
Etude de la répartition dans le temps des événements biologiques cycliques en relation avec les variations saisonnières du climat

La phénologie → indicateur du changement climatique



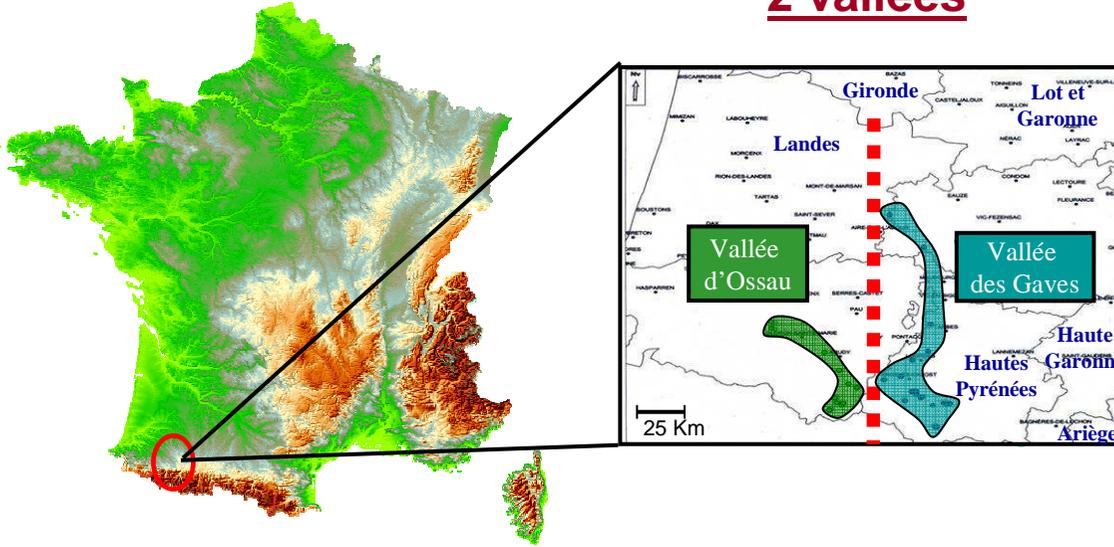
Cycle annuel d'un arbre de climat tempéré

Exemple du hêtre

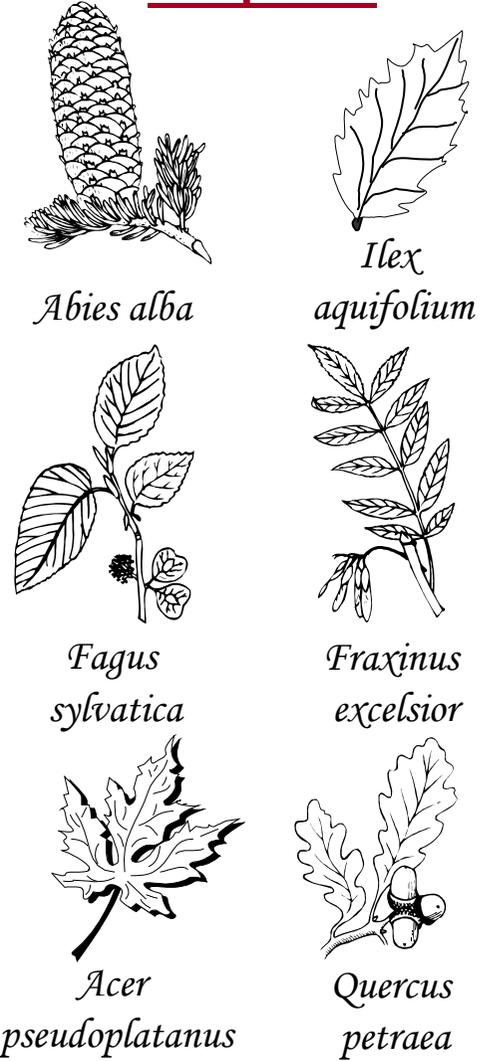


Patrons phénologiques

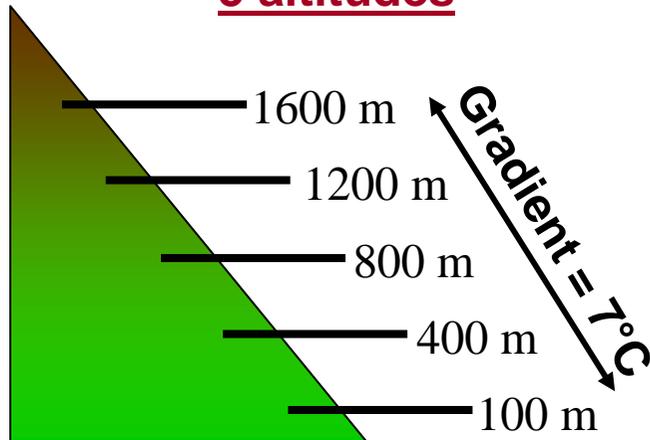
2 vallées



6 espèces



5 altitudes



Total 59 pop
(31 sites)
10 arbres / pop
Météo (T° RH)

Suivi de la phénologie foliaire

Débourrement foliaire

I. Fraxinus excelsior

Stade 0 :
Bourgeon
fermé.



Stade 0 :
FF = fleurs fermées
FO = Fleurs ouvertes,
bourgeon fermé.



Stade 1 :
Bourgeons gonflés et
allongés.



Stade 2 :
Explosion du bourgeon,
début de l'expansion des
feuilles



Stade 3 :
Feuilles sorties
et épanouies.



Sénescence foliaire



Coloration de feuilles

Chute des feuilles

Longueur de saison de croissance

Date de débourrement

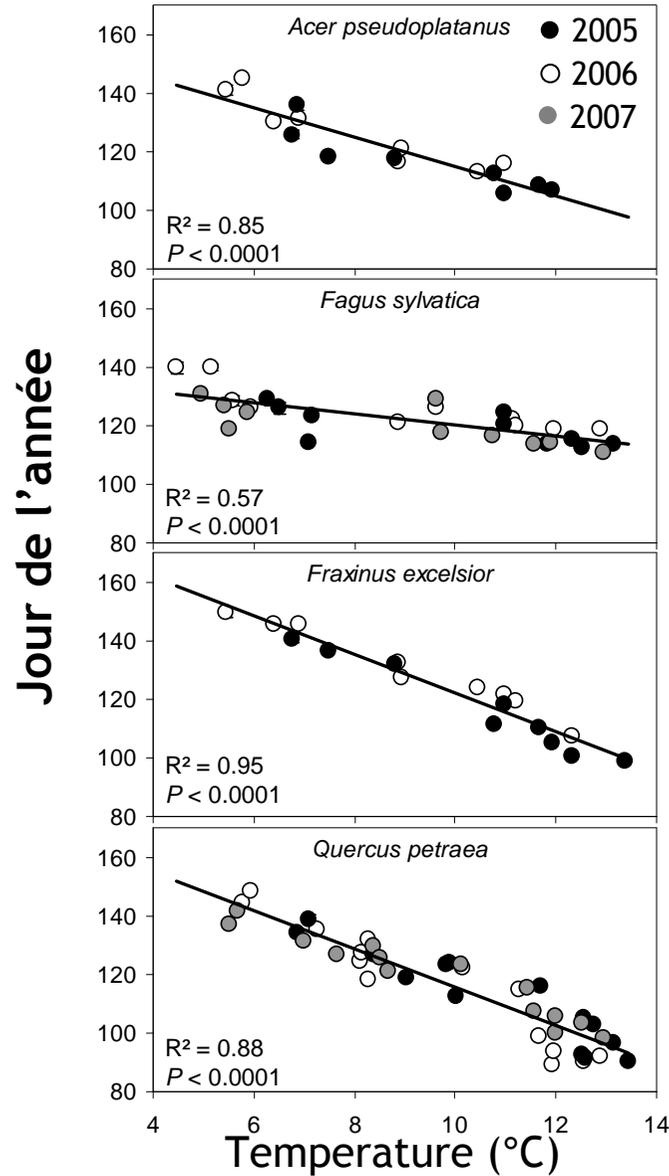


Saison de croissance

Date de coloration



Sensibilité à la température : débourrement



Altitude

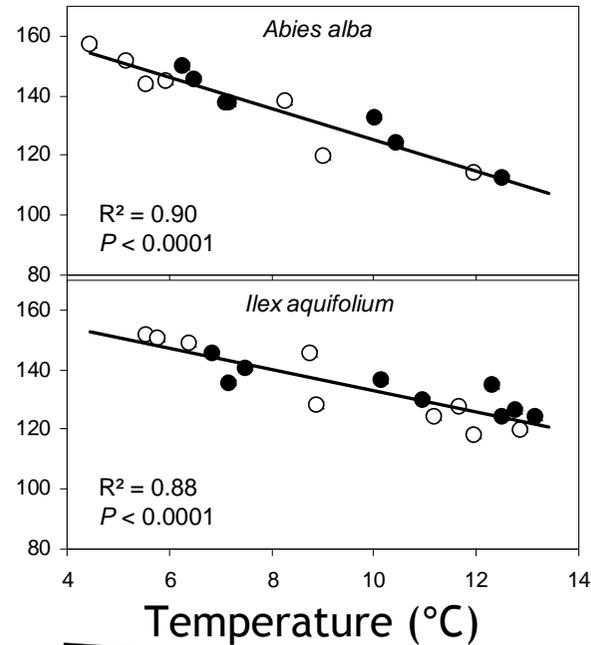
Sensibilité à la température

-5.0 d°C⁻¹

-1.9 d°C⁻¹

-6.6 d°C⁻¹

-6.5 d°C⁻¹

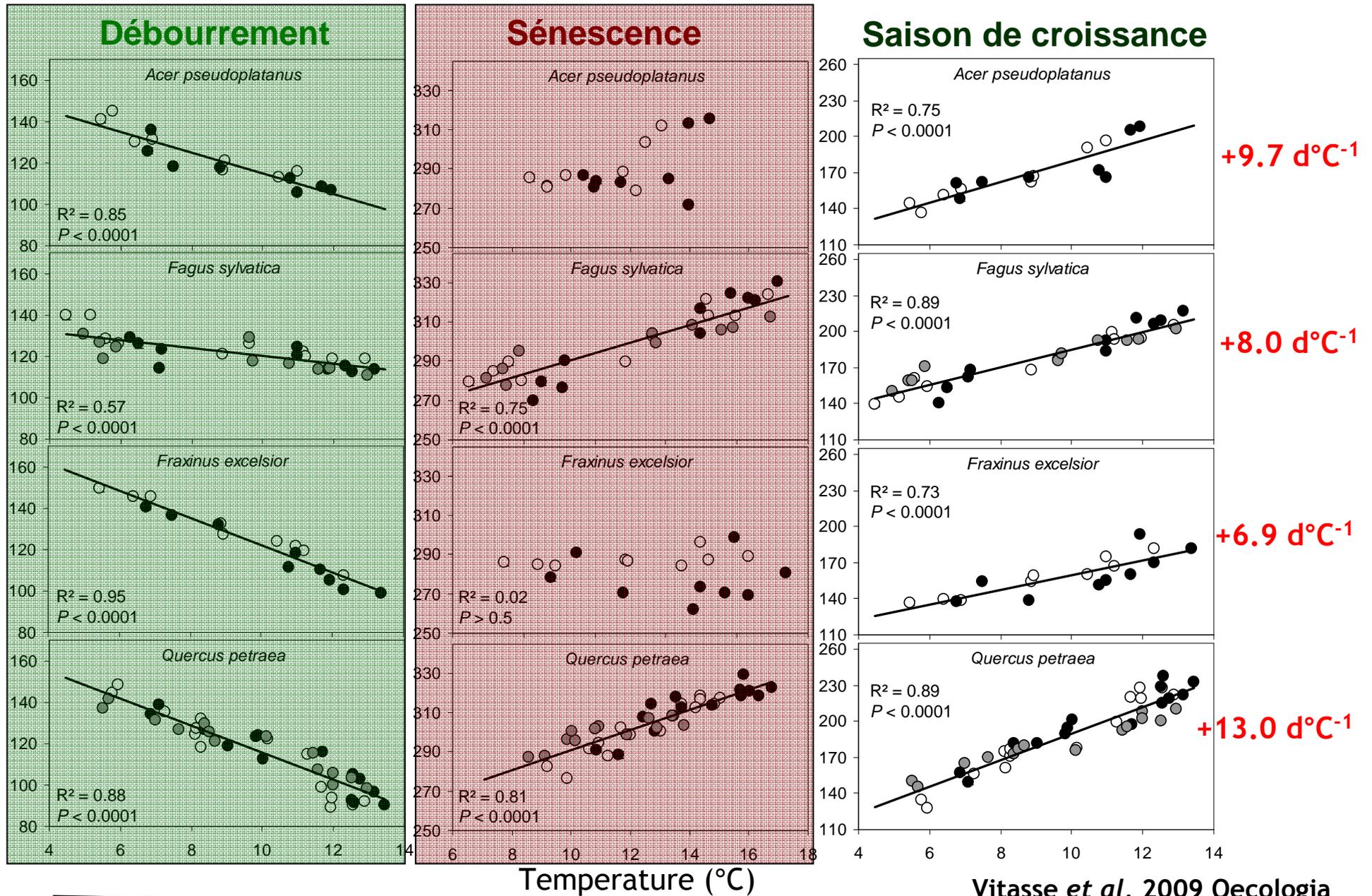


-5.2 d°C⁻¹

-3.6 d°C⁻¹

Altitude

Sensibilité à la température : saison de croissance



Altitude

Vitasse et al. 2009 Oecologia

Capacités adaptatives

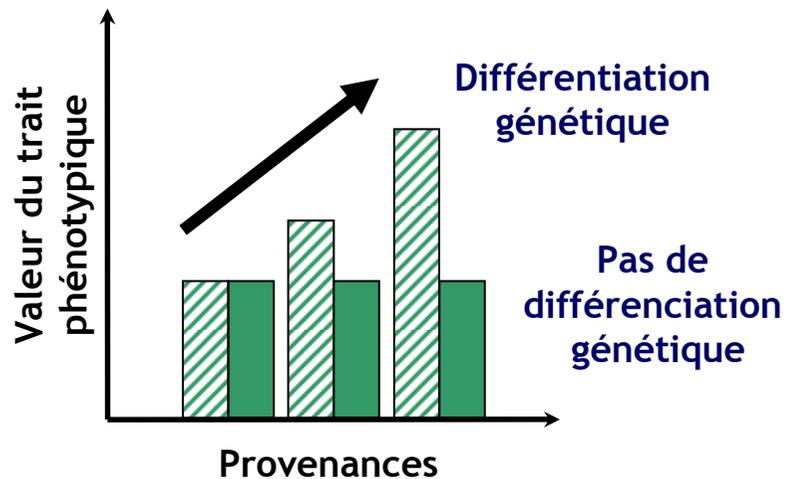
$$V_P = V_G + V_E + V_{E \times G}$$

Diversité génétique

$$V_P = V_G + V_E + V_{(G \times E)}$$

1 seul environnement
Plusieurs provenances

Test de provenance

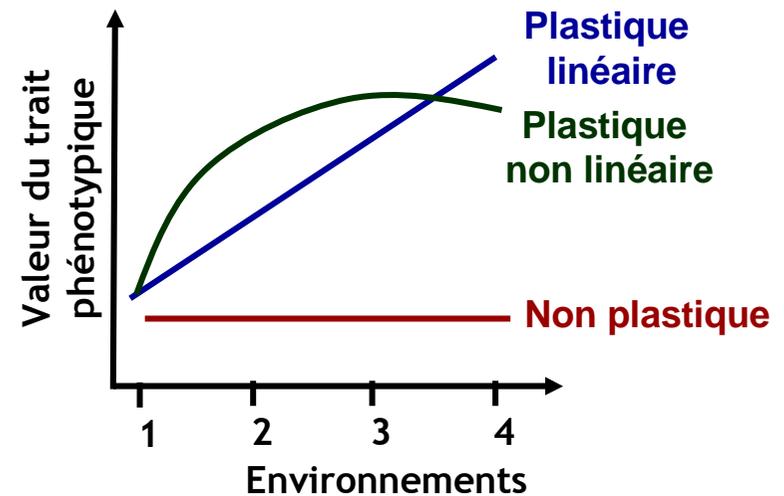


Plasticité phénotypique

$$V_P = V_G + V_E + V_{(G \times E)}$$

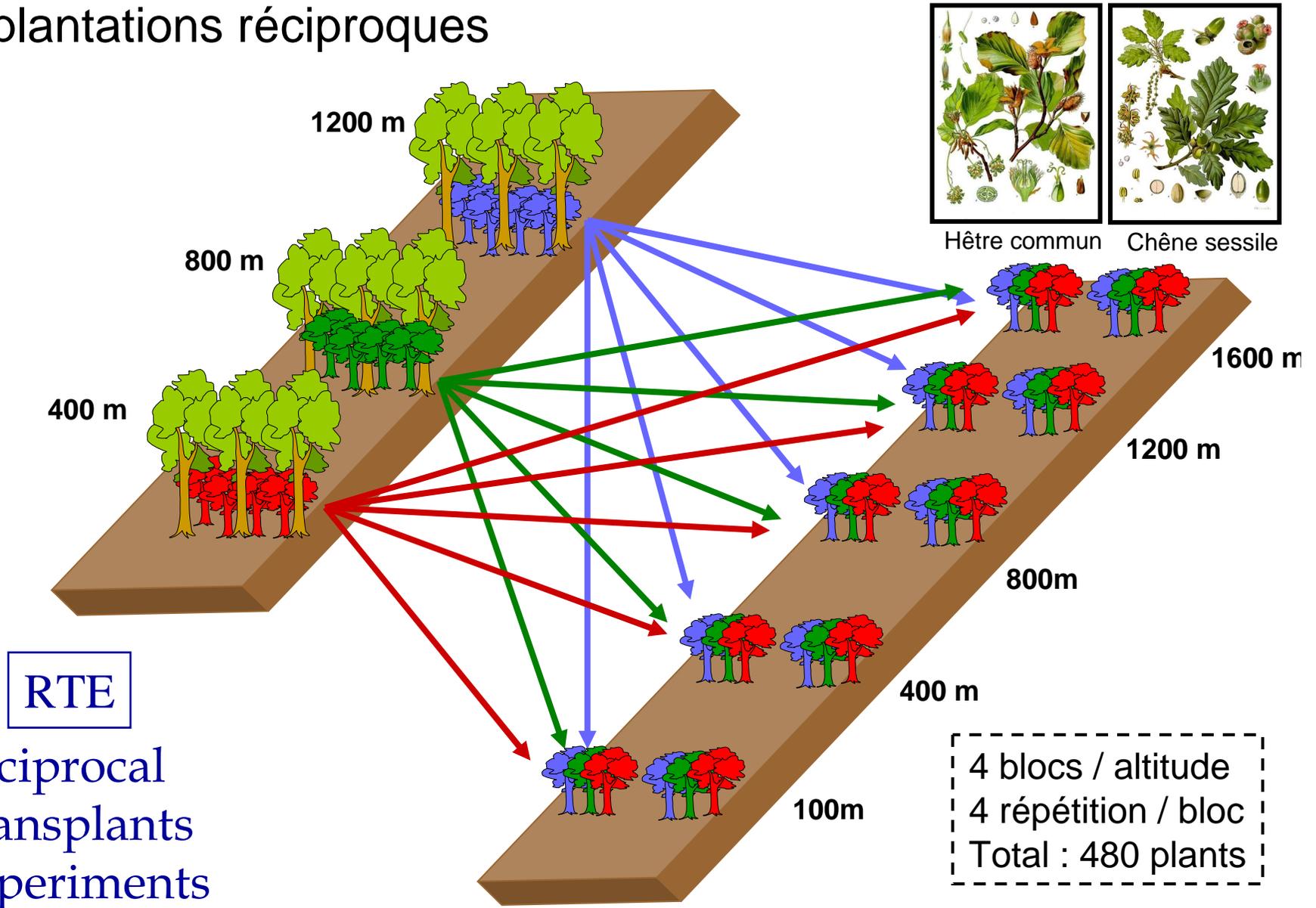
Plusieurs environnements
1 seule provenance

Norme de réaction



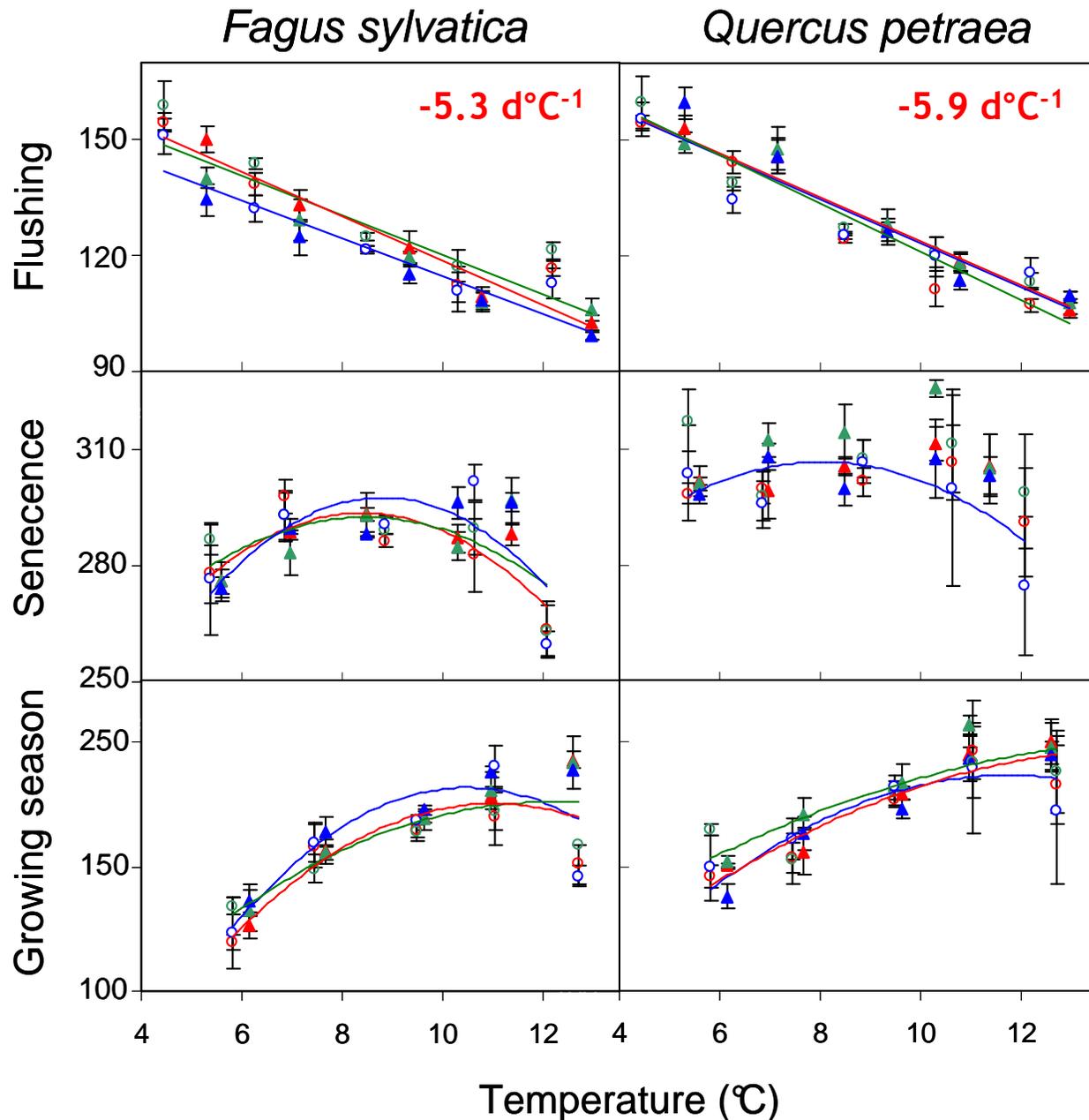
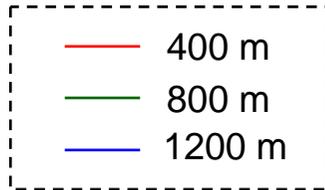
Plasticité phénotypique

Transplantations réciproques



Plasticité phénotypique

Normes de réaction

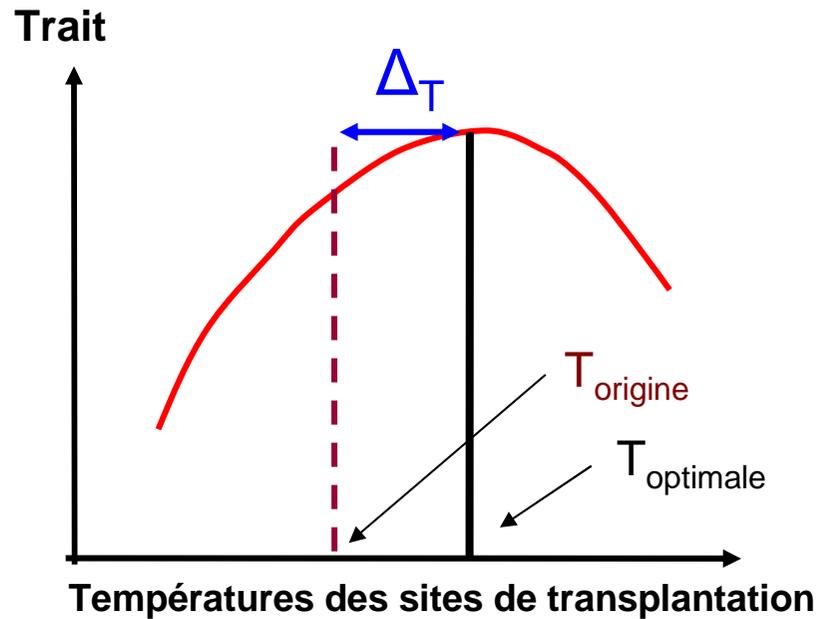


→ fort degré de plasticité

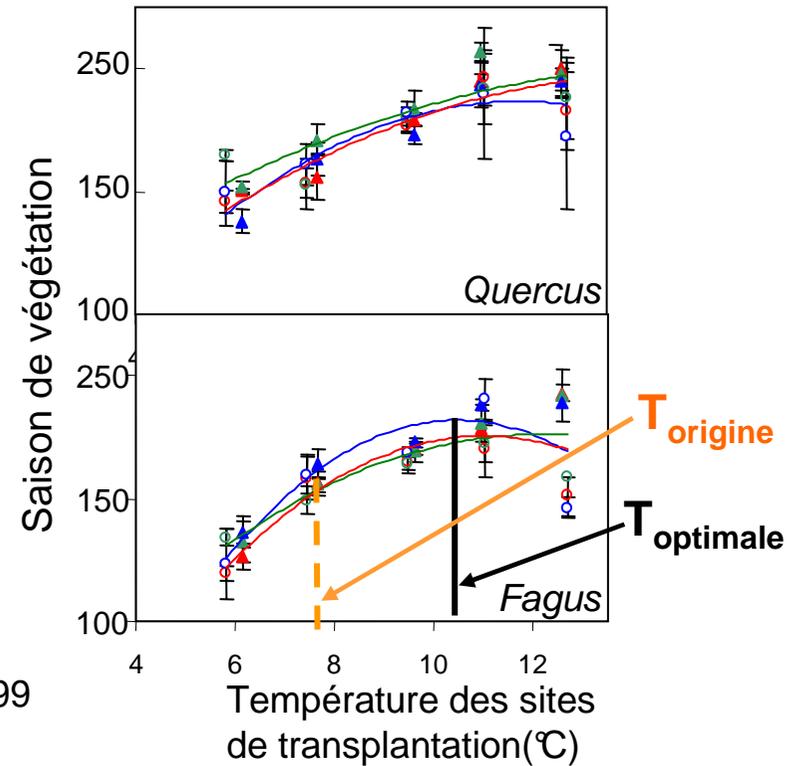
→ même amplitude entre les populations

Réponses prévisibles des arbres au changement climatique ?

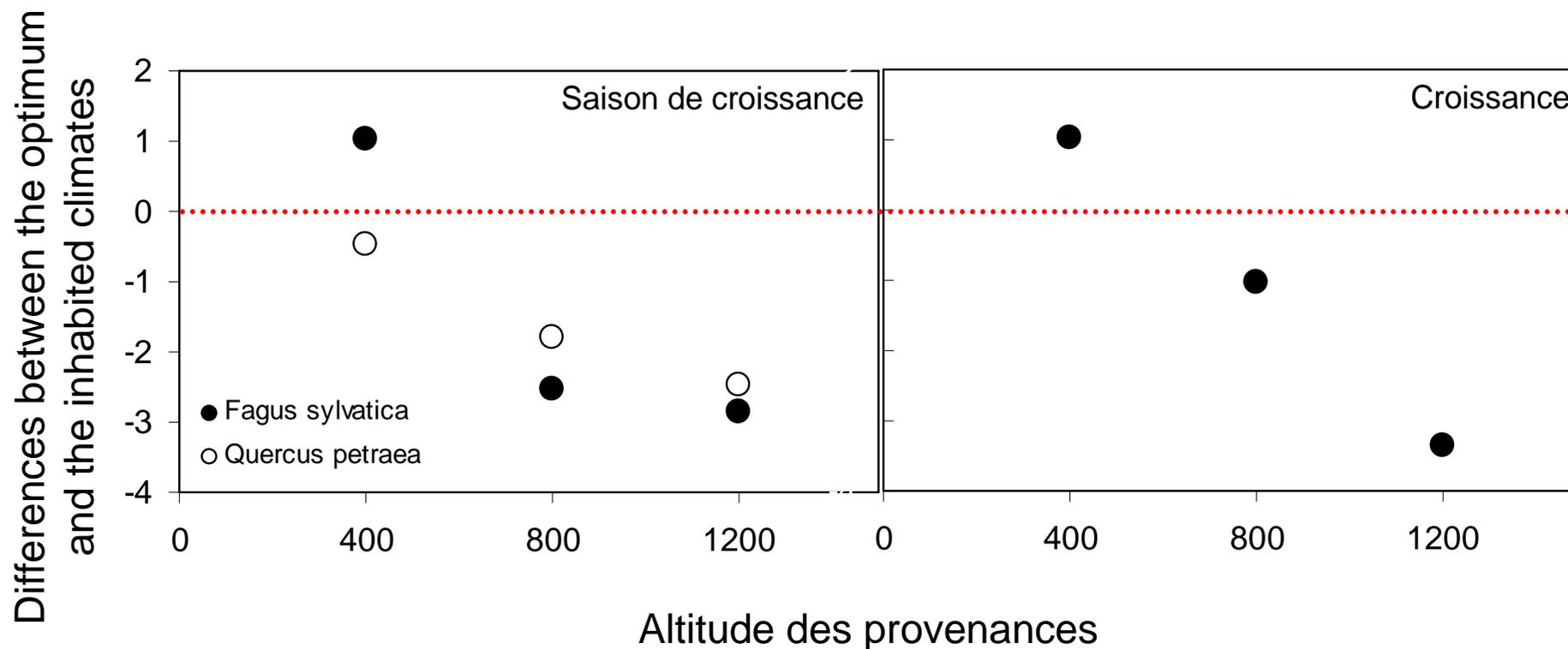
Norme de réaction



Rehfeldt *et al.*, 2002 ; Rehfeldt *et al.*, 1999



Les populations vivent-elles dans un climat optimal?



- Les populations vivent généralement dans un climat plus froid que leur optimum
- à l'exception des population de hêtre à basse altitude
- la différence entre le climat optimal et celui de la population augmente avec l'altitude.

Conclusion

- Migration observée
- Mais pas aussi rapide que celle prédite

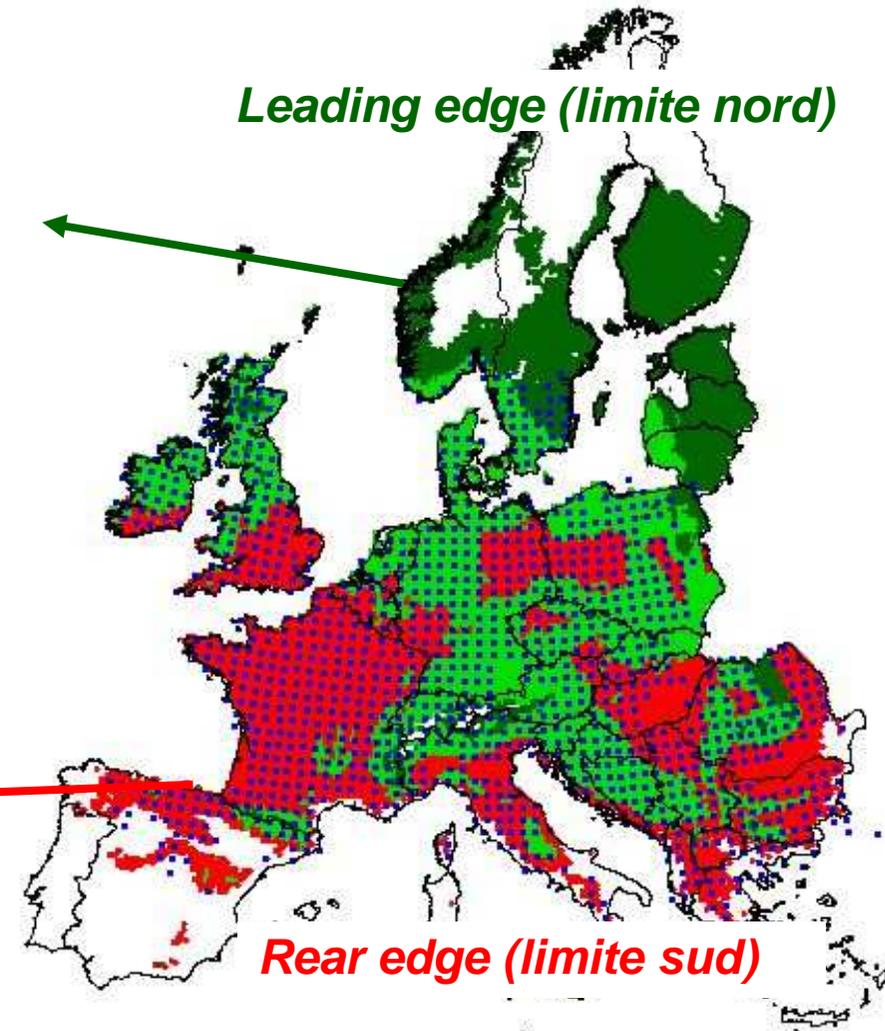
- Extinction peu observée

- Mise en évidence d'une colonisation en altitude

- Populations vivent déjà dans un climat plus chaud que leur optimum

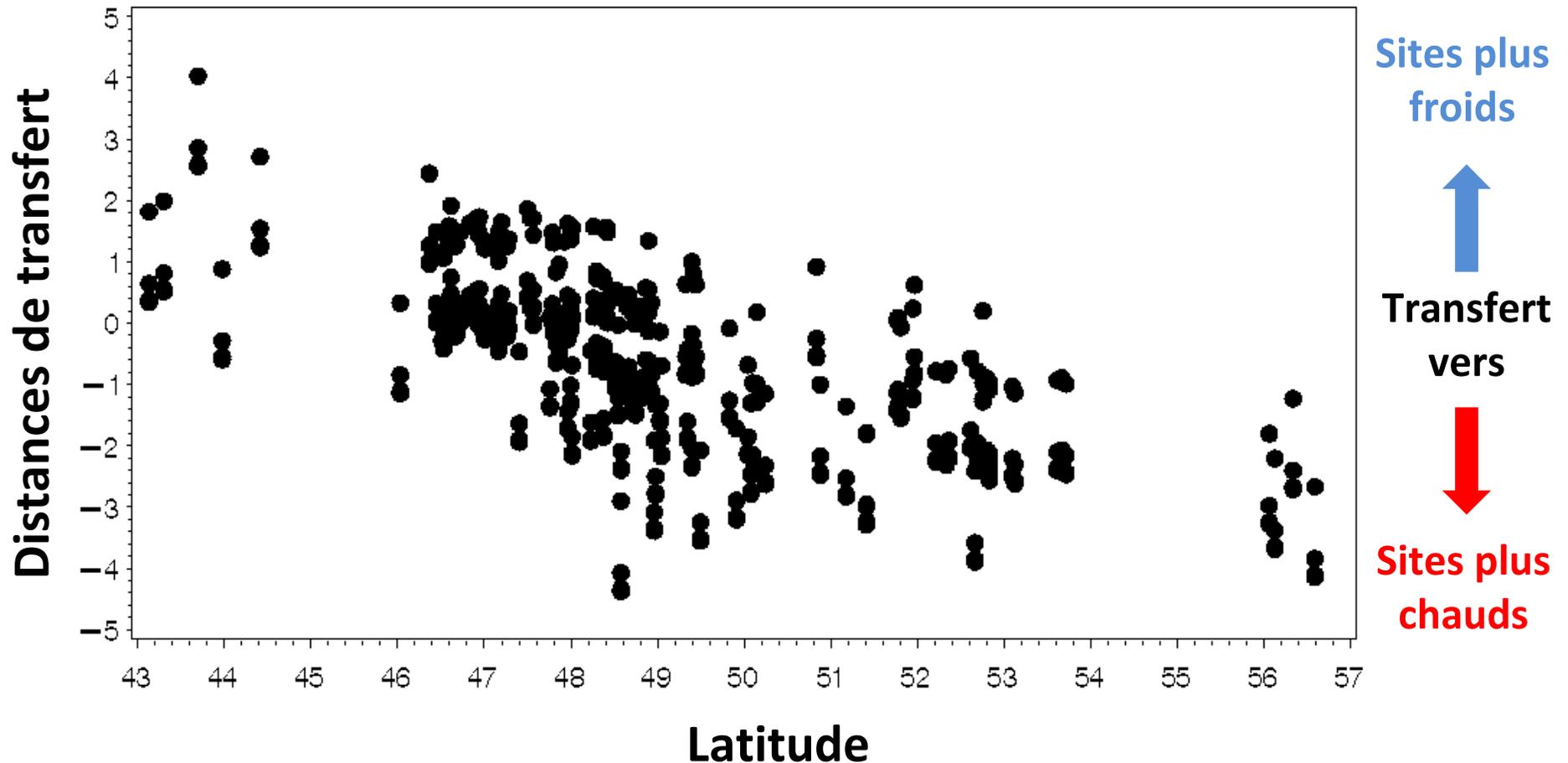
- Adaptation possible ?

↳ Diversité génétique/Sélection
↳ Plasticité phénotypique



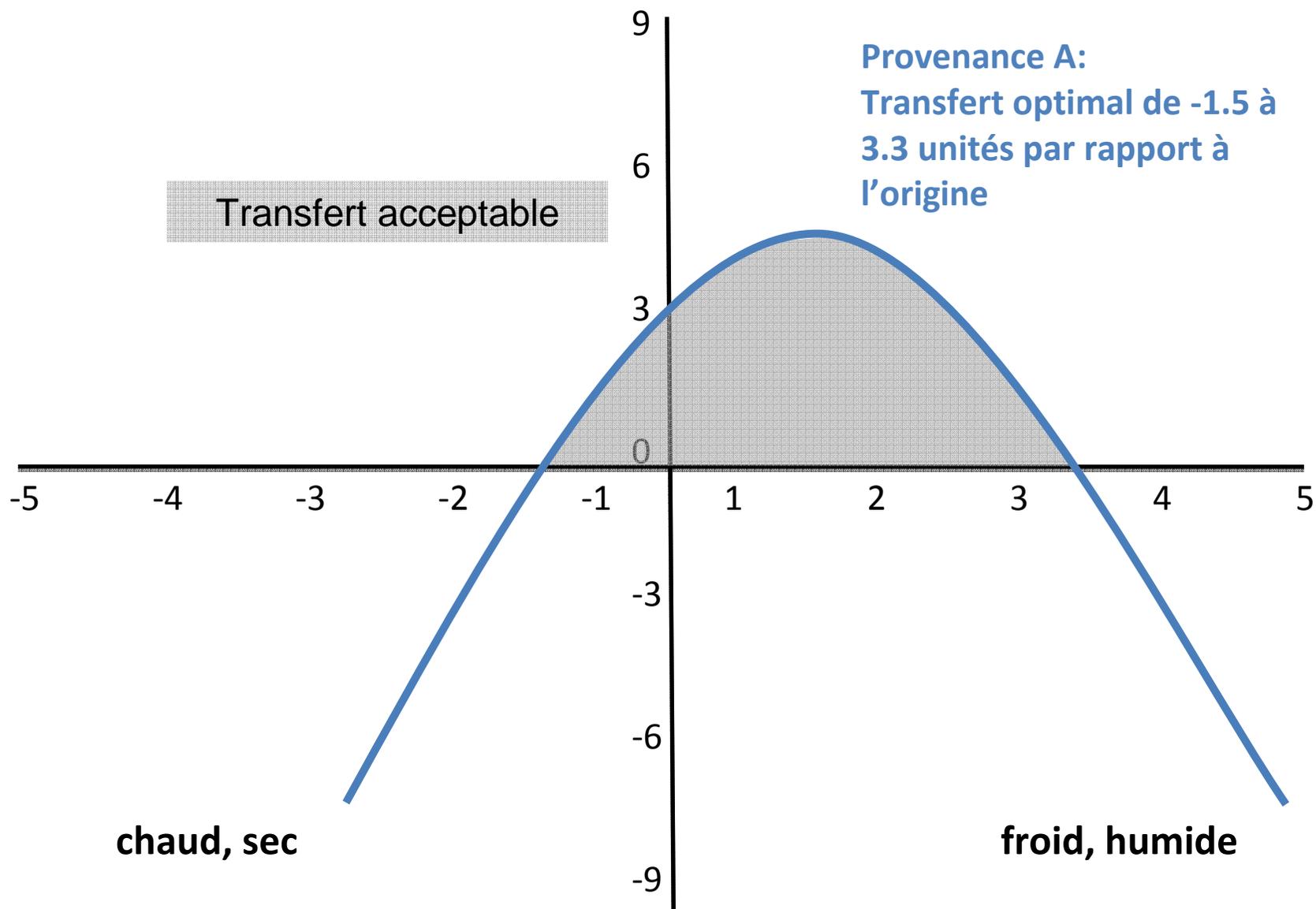
Les espèces ont-elles des capacités d'adaptation suffisantes?

Utilisation des tests de provenances pour sélectionner les populations les mieux adaptées au climat de demain



La distance de transfert est la valeur de la variable climatique de l'origine de la provenance moins celle du site de plantation.

Réponse relative à la moyenne locale



Transfert acceptable

Provenance A:
Transfert optimal de -1.5 à
3.3 unités par rapport à
l'origine

chaud, sec

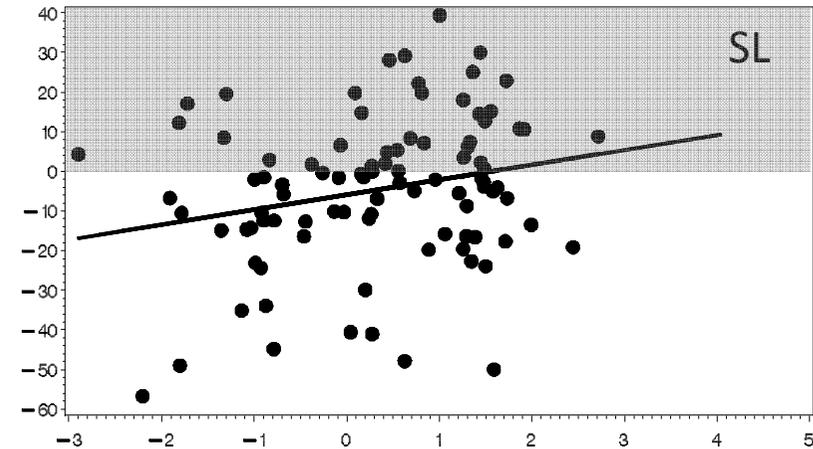
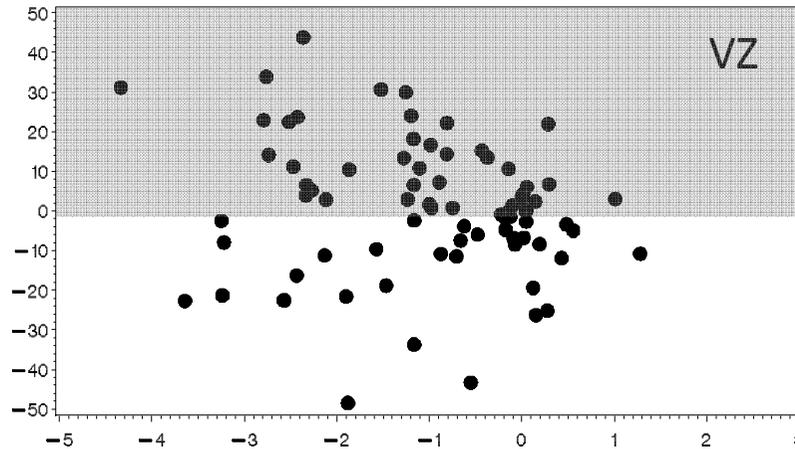
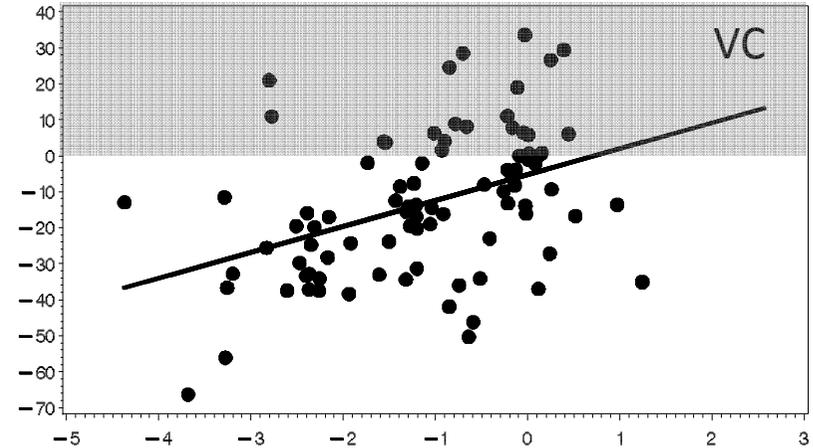
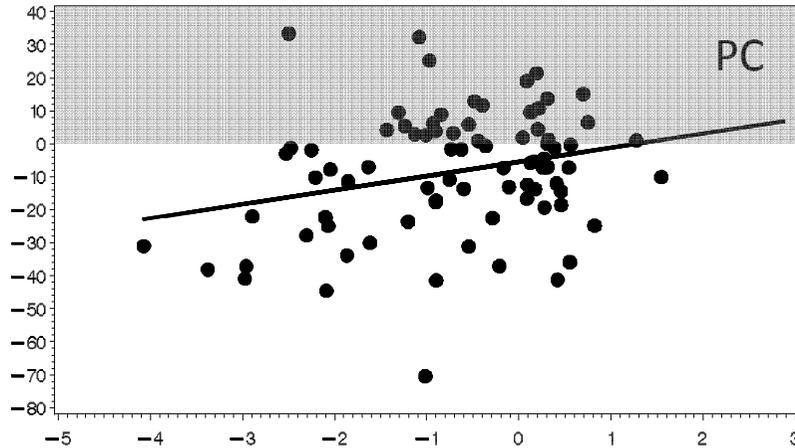
froid, humide

Distance de transfert

Réponse de la croissance aux transferts

Superior to local mean in grey

Réponse relative à la moyenne locale



Sites
chauds



Distance de transfert



Sites
froids

La phénologie → lien avec la fitness

Cycle annuel d'un arbre de climat tempéré

Exemple du hêtre

Longueur de saison de végétation (LSV)

Débourrement



Sénescence



1 Juil

1 Avr

1 Oct

1 Jan

Précoce

Tardive



LSV & Croissance

(Churkina *et al.*, 2005)



LSV & Croissance

(Dunlap and Stettler, 1998)



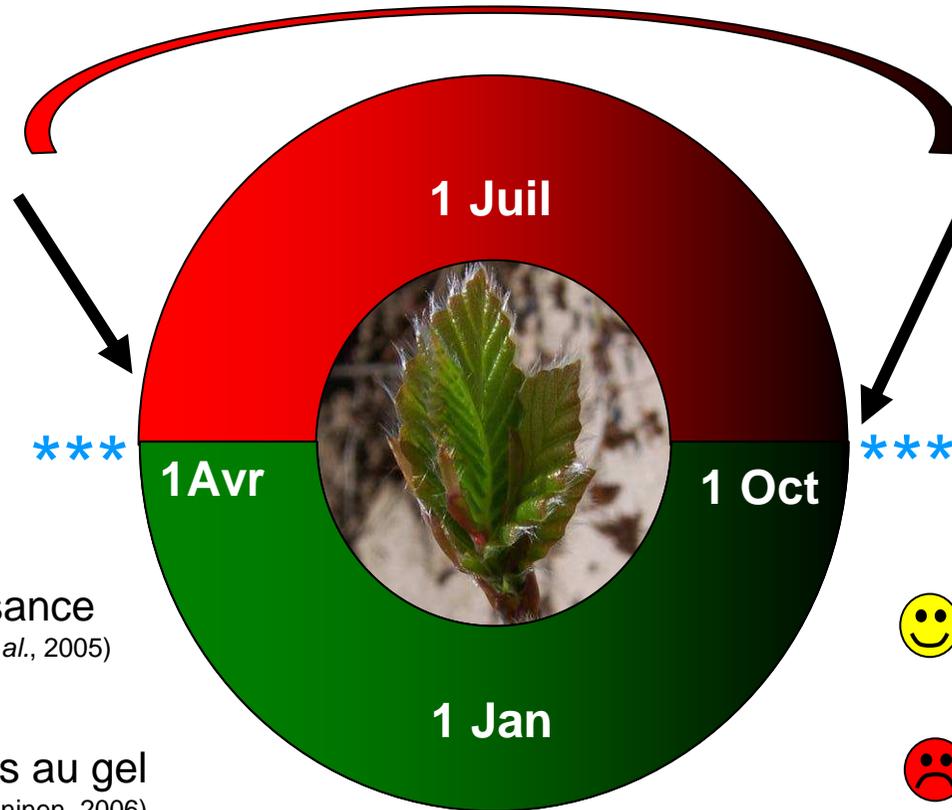
dommages liés au gel

(Hanninen, 2006)



Remobilisation
incomplète des
nutriments

(Norby *et al.*, 2003)



Relationship between growth and latitude of provenance origin

