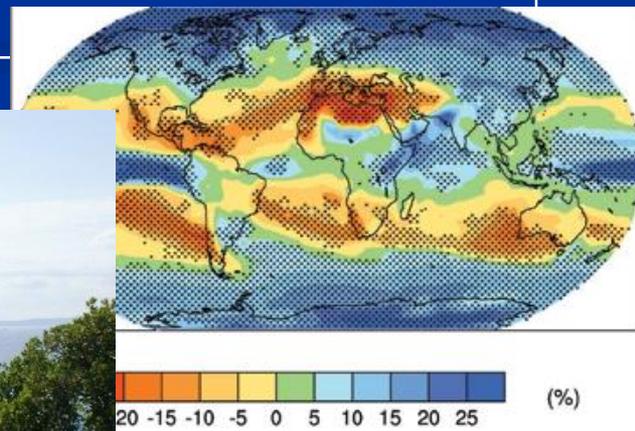
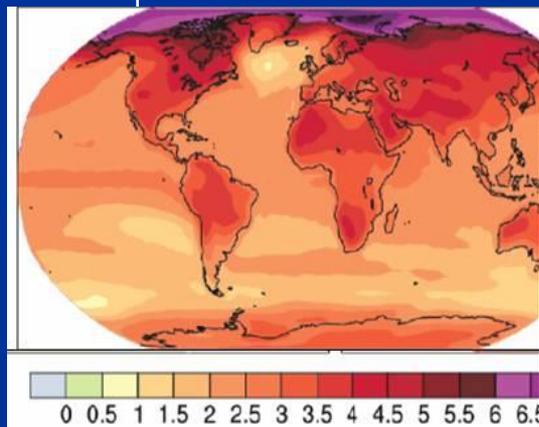
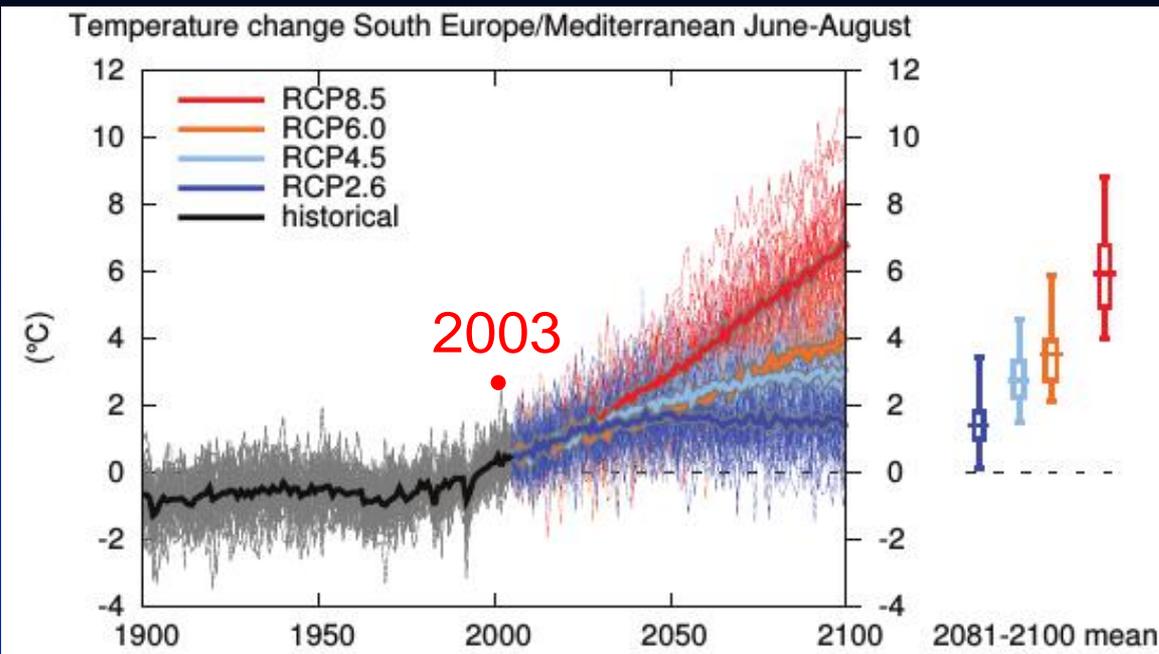


Comment utiliser l'adaptation génétique des espèces dans la gestion ?

Bruno Fady,
INRA – URFM, Ecologie des Forêts Méditerranéennes
Avignon, France
(bruno.fady@inra.fr)





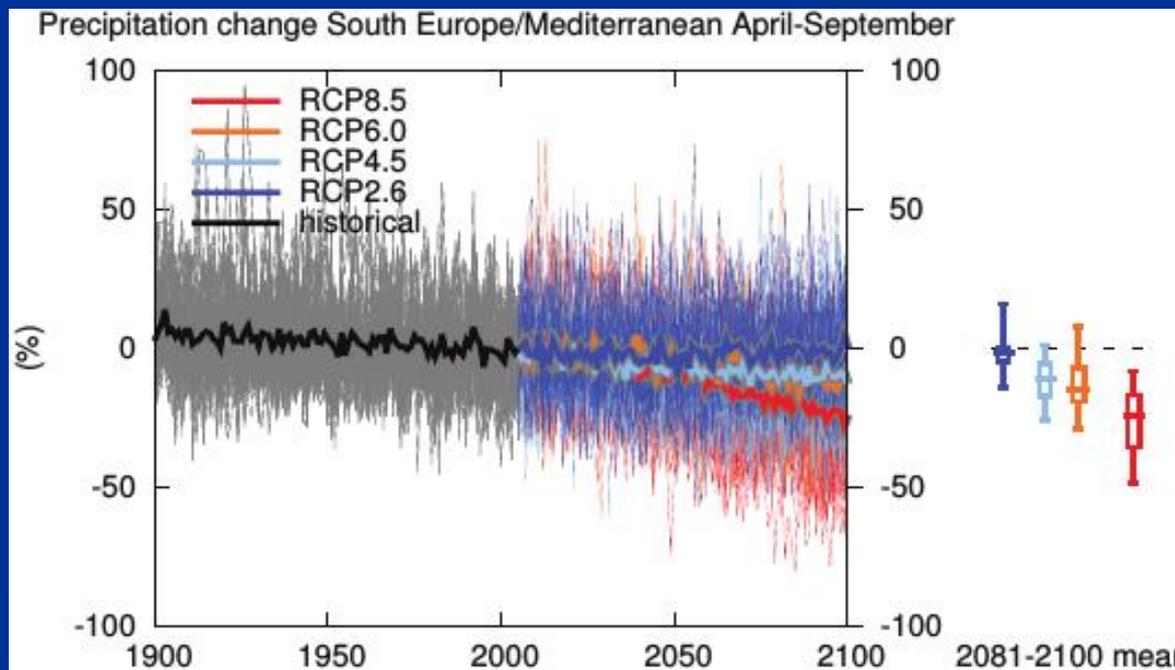
Températures estivales

En Europe du sud

Précipitations estivales

Europe du sud :

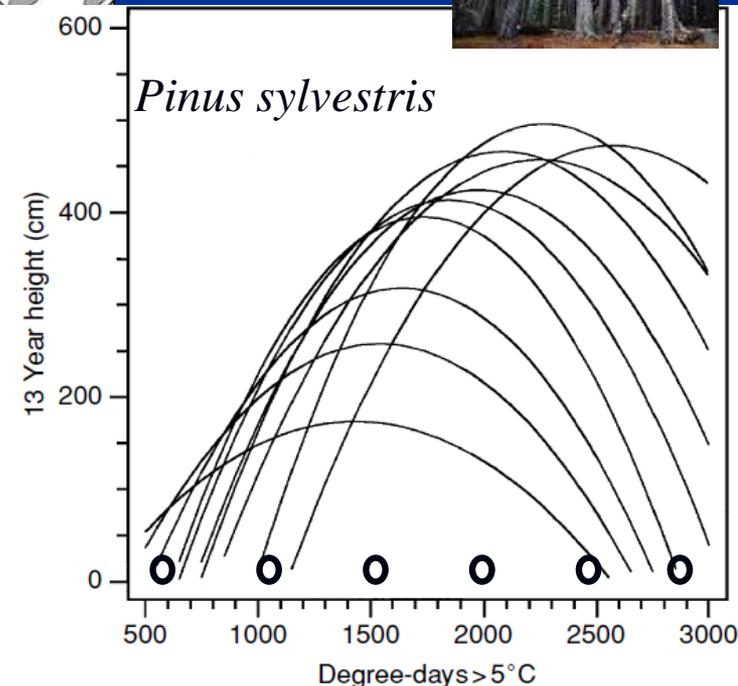
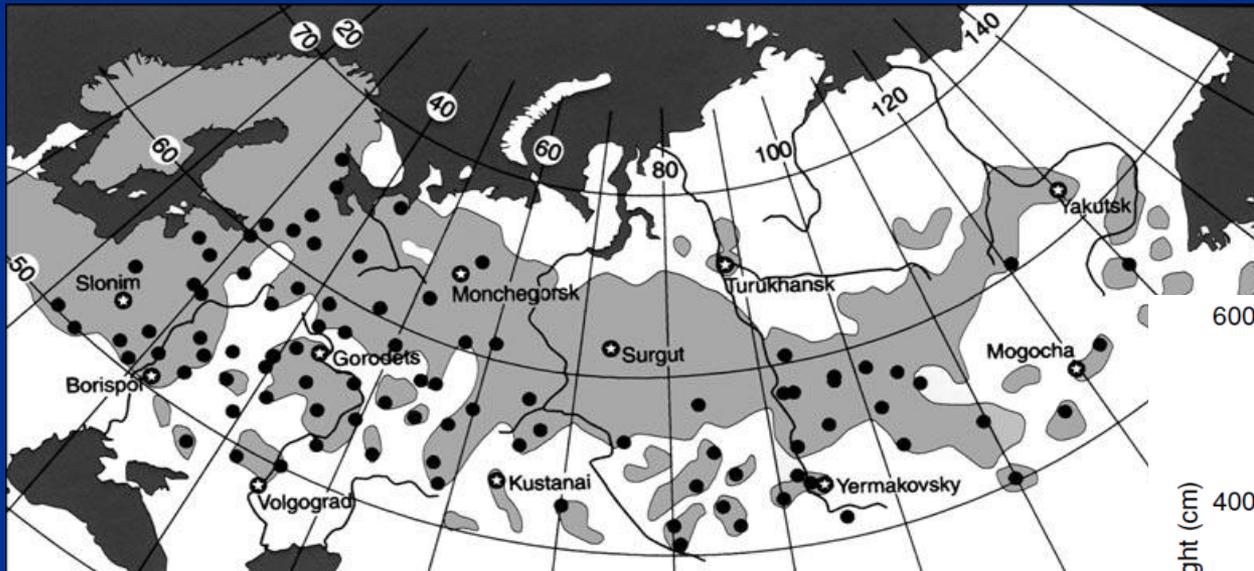
- Augmentation de la sécheresse estivale
- Incertitude sur les extrêmes
- Modèle et ressources pour d'autres régions



Les êtres vivants disposent de trois grandes stratégies pour faire face aux crises écologiques et ne pas être voués à l'extinction

- La plasticité phénotypique (acclimatation) : les arbres peuvent survivre et continuer à pousser et se reproduire parce qu'ils ont des exigences écologiques flexibles.
- l'adaptation au sens *génétique* (différentes populations ont différentes propriétés / caractéristiques héritables) + (la génération d'arbres suivante possède des caractères différents, plus efficaces, après sélection naturelle).
- la «fuite» par la migration (les graines se dispersent au loin et germent dans des conditions plus favorables ou le pollen s'hybride avec une espèce ou un écotype plus résistant).

La plasticité phénotypique et la diversité génétique pour faire face aux changements climatiques

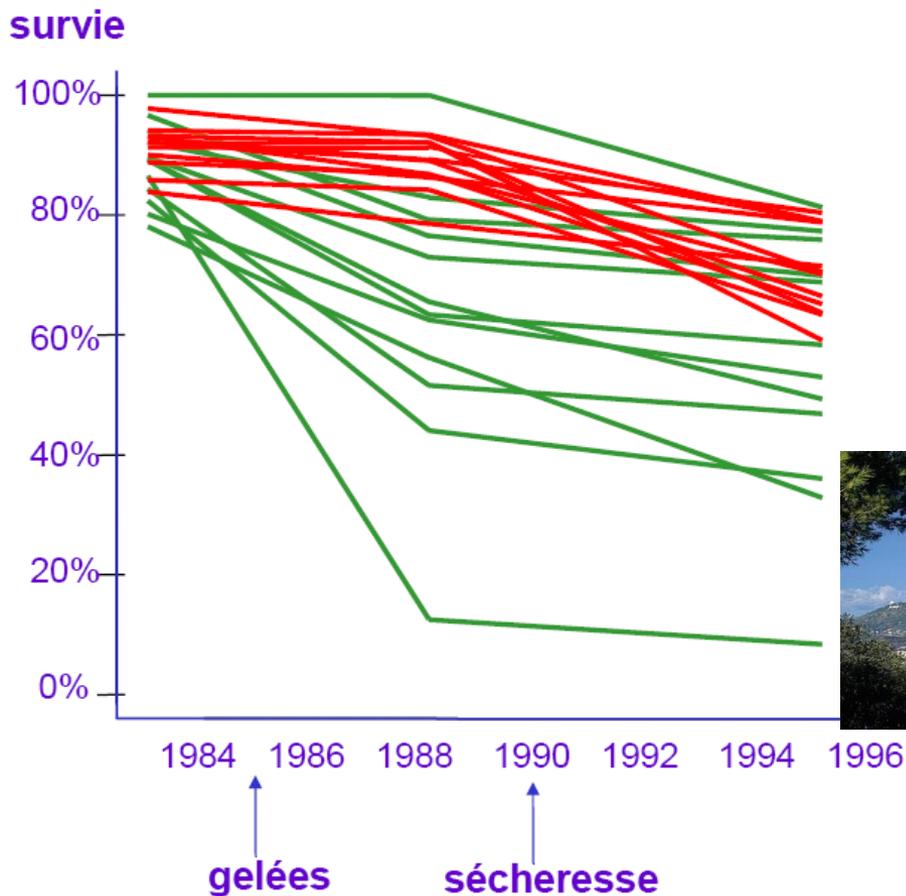


Les plantations comparatives / jardins communs : un outil expérimental remarquable pour mesurer la plasticité phénotypique

Rehfeldt et al. (GCB) 2002

L'adaptation pour faire face au changement climatique : la diversité intra-spécifique peut être plus large qu'entre espèces différentes

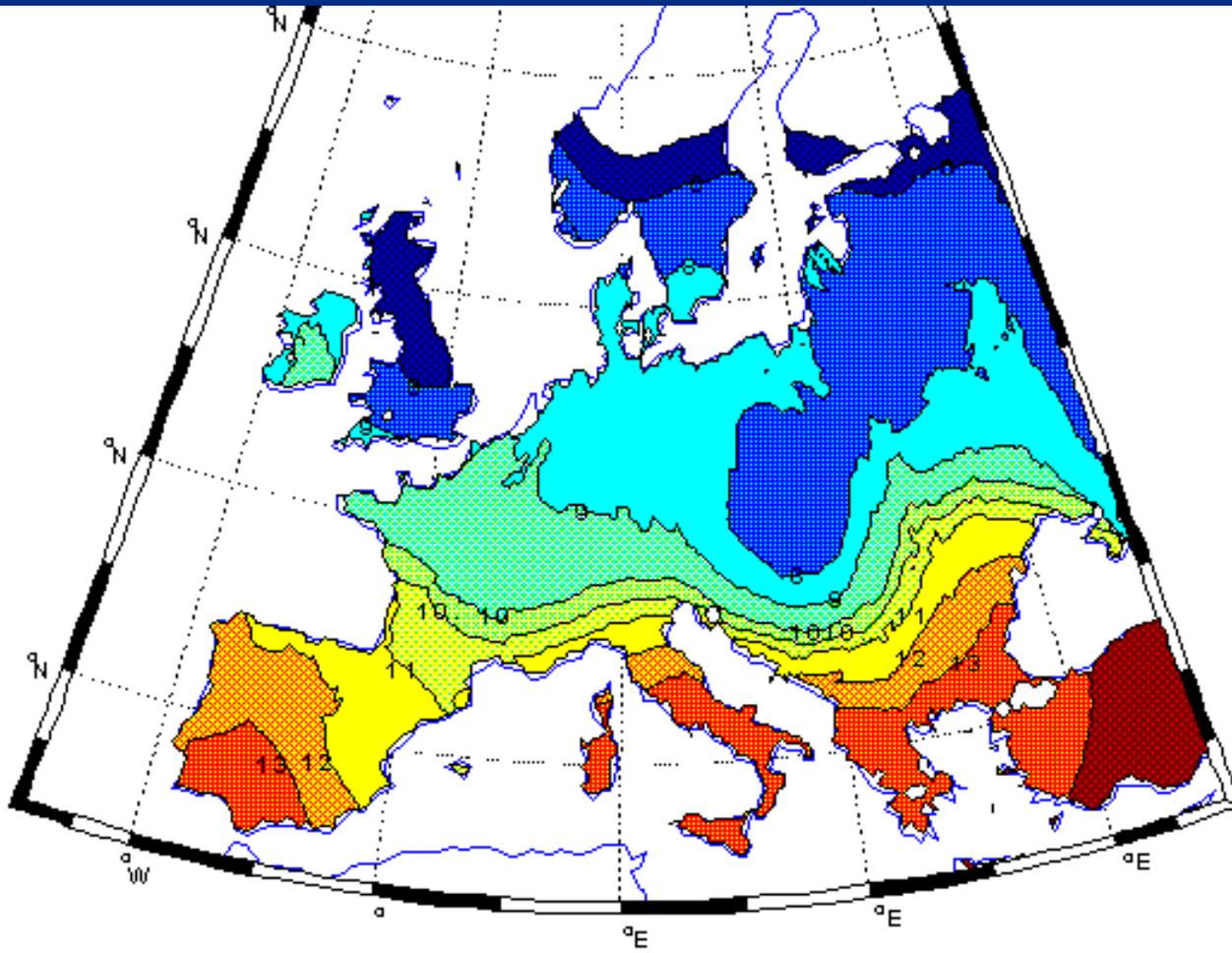
Provenances de *Pinus halepensis* et *Pinus brutia*: survie en plantation après deux événements climatiques majeurs



Les arbres forestiers ont une diversité génétique particulièrement grande du fait de leur histoire évolutive et de leur système de reproduction

Bariteau (AFS) 1992

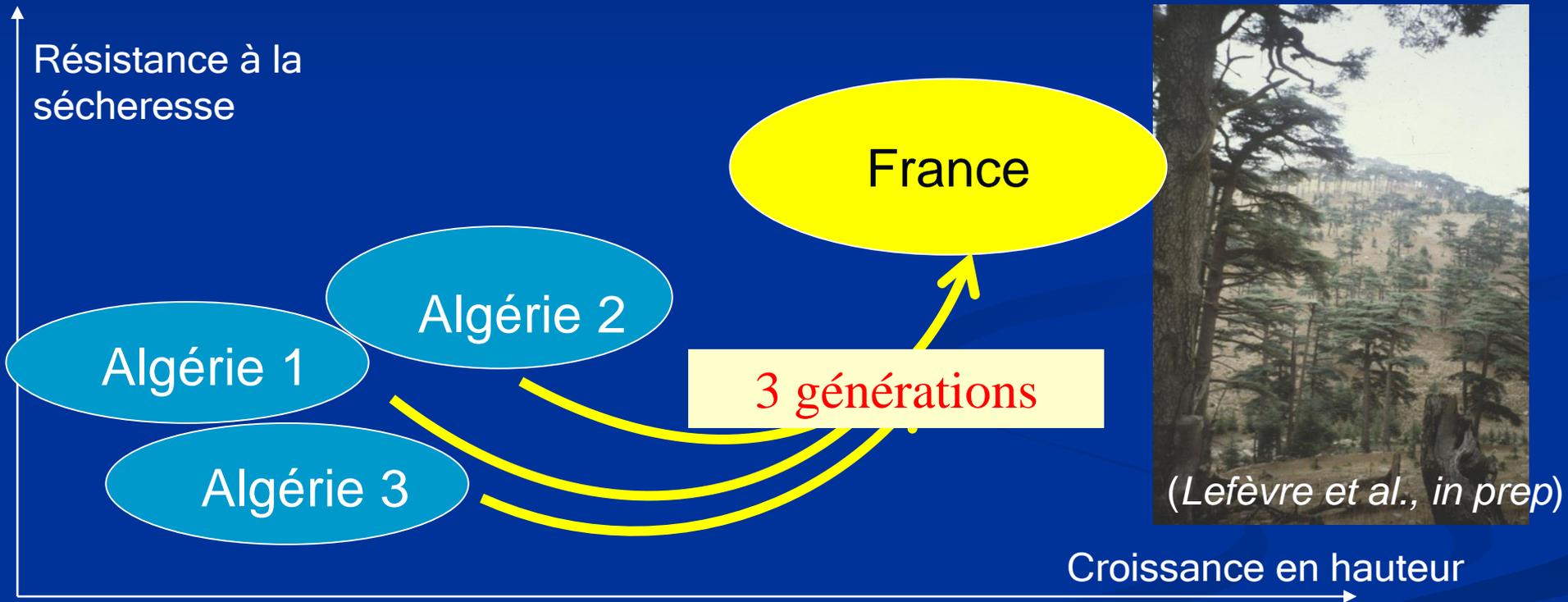
La migration pour faire face aux changements climatiques



Les pollen fossiles montrent que les arbres ont rapidement recolonisé l'Europe à la fin du dernier âge glaciaire (500 m par an en moyenne au cours des derniers 12 000 ans

L'adaptation génétique pour faire face aux changements climatiques

Le cas de l'introduction du cèdre en France au 19^{ème} siècle



Sélection naturelle intense et mélange de gènes :

==> **un mécanisme efficace en cas de modification forte du milieu, utilisable par le forestier (migration assistée)**

Les écosystèmes forestiers et les changements climatiques

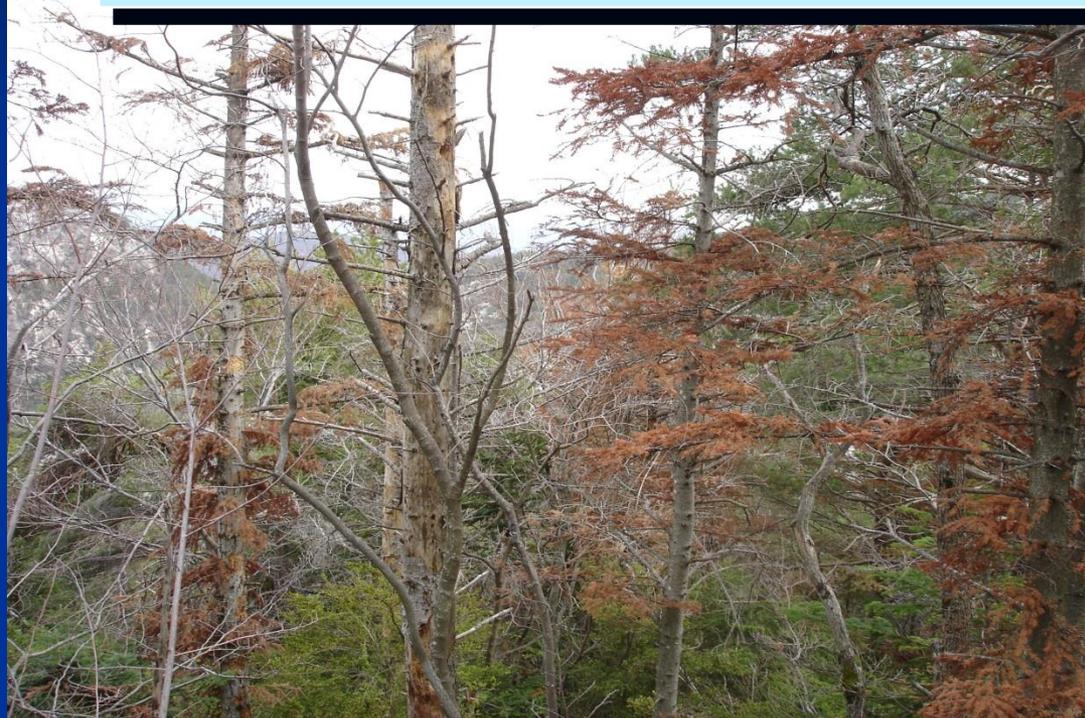
Les arbres peuvent donc rapidement :

- s'acclimater,
- s'adapter,
- migrer ...

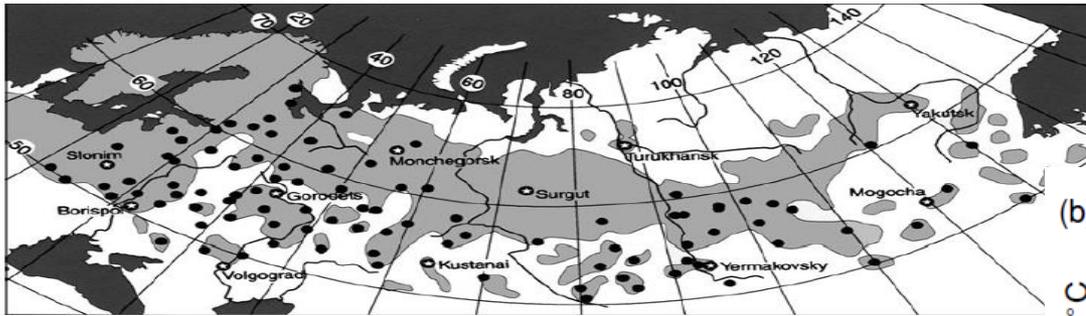
... mais dans certaines limites !

Les limites de la plasticité phénotypique pour faire face aux changements climatiques

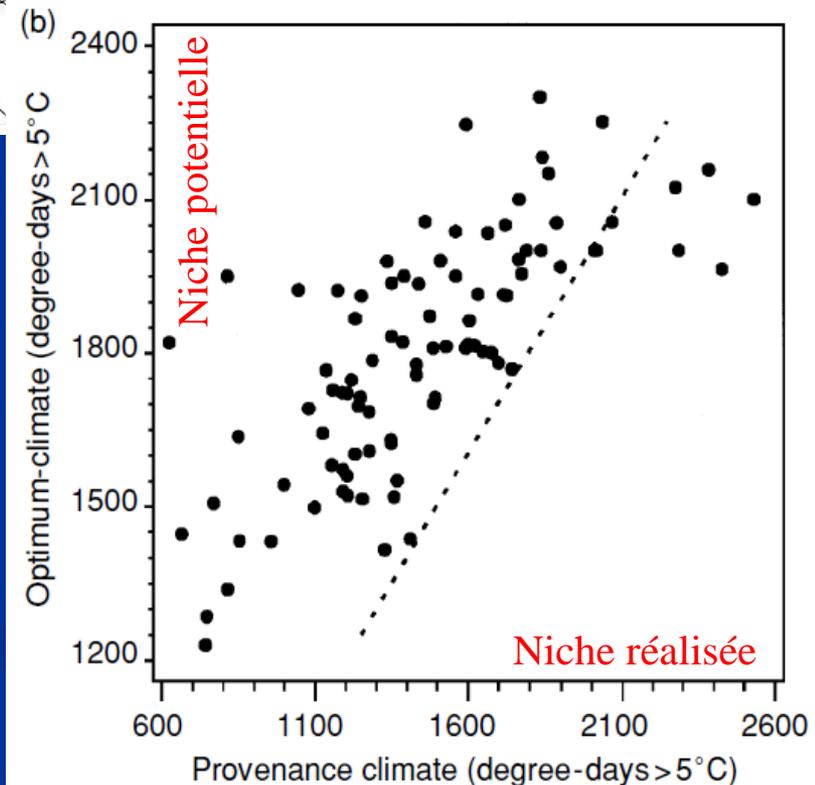
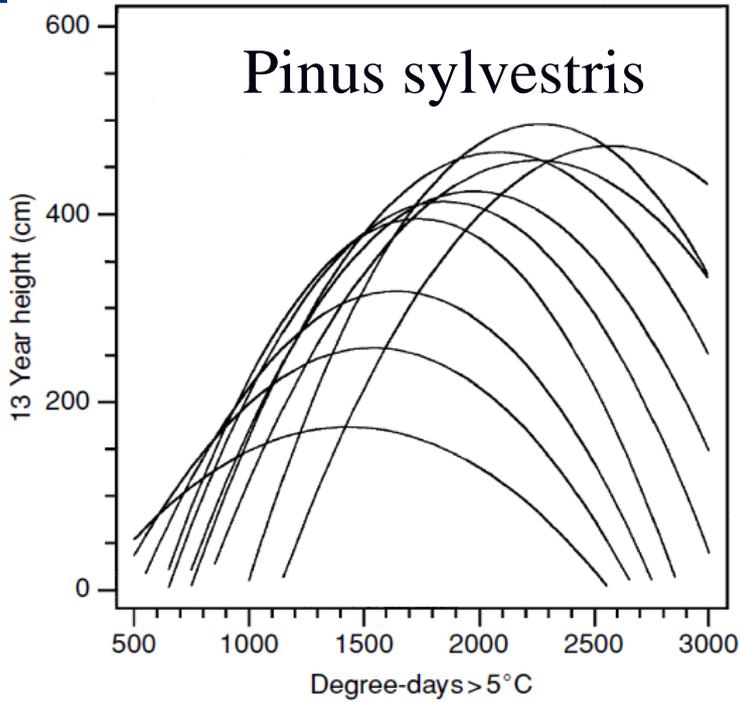
Dépérissements (*Abies alba* surtout) dans le Ventoux après la canicule de 2003



L'origine locale n'est pas forcément la meilleure, notamment quand le climat change

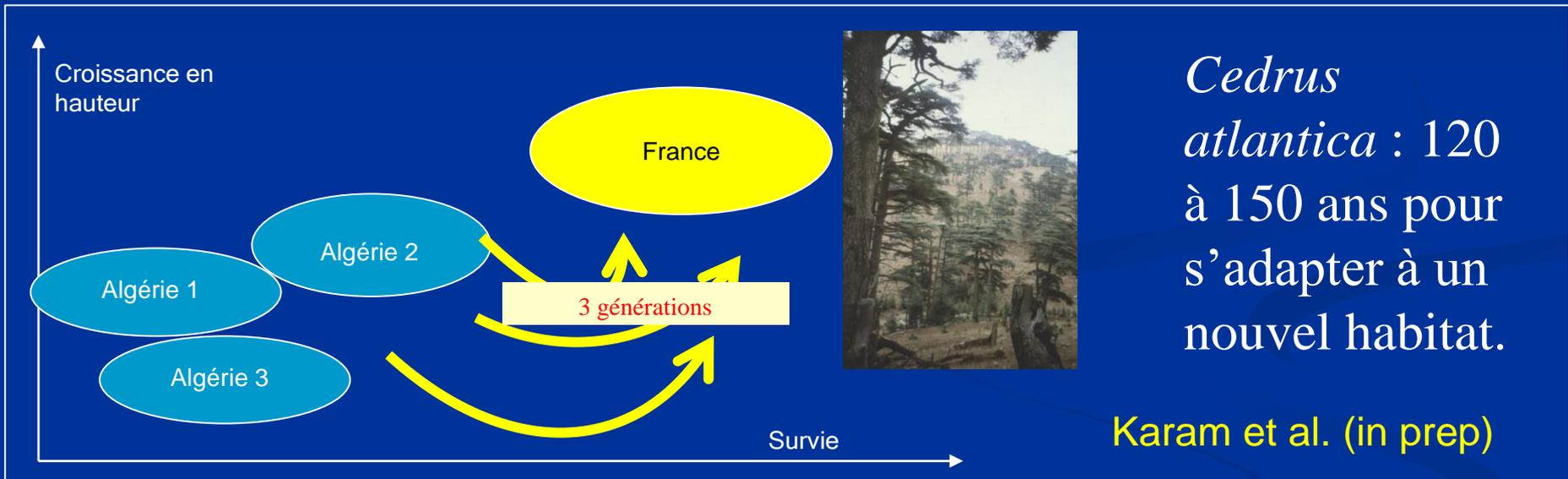


Rehfeldt et al. (GCB) 2002



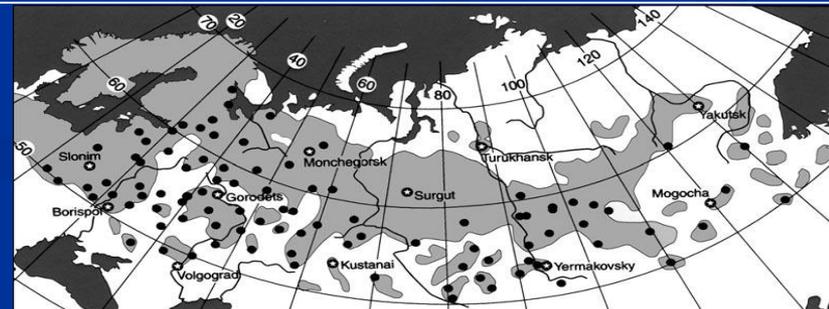
Les limites de l'adaptation pour faire face aux changements climatiques : une question de vitesse

S'adapter à un habitat qui sera 300 m /km plus haut / loin ?



Pinus sylvestris : plus de 12 générations (> 600 ans) pour s'adapter au climat de 2090

Rehfeldt et al. (GCB) 2002



Que faire?

Comprendre et utiliser les processus naturels d'adaptation (génétique) pour conserver et utiliser durablement les forêts



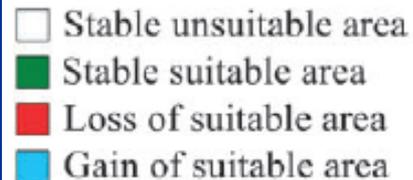
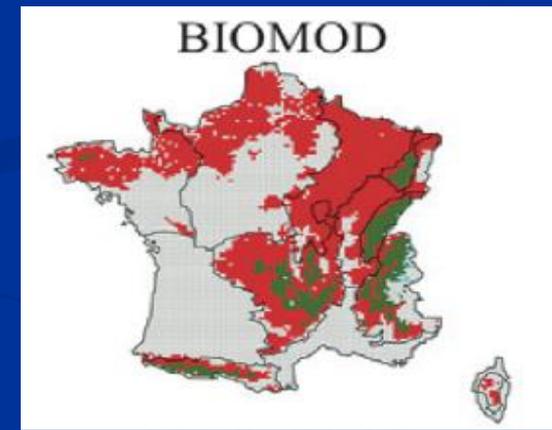
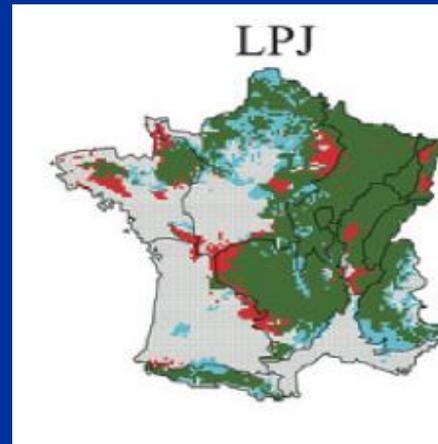
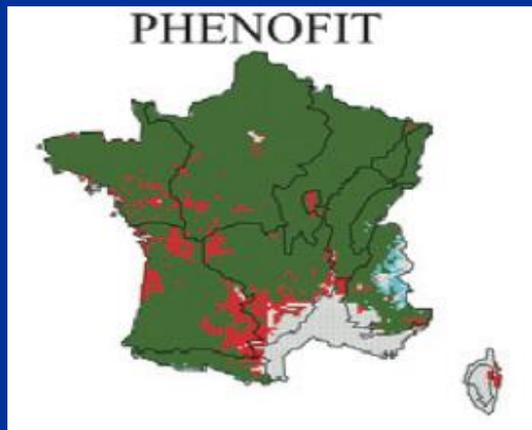
Mécanismes adaptatifs (génétiques) : les enjeux scientifiques

- **Comprendre** les processus biologiques: migration, adaptation et plasticité phénotypique (lien génotype – phénotype, comprendre les variations de l'environnement à diverses échelles, ...)
- Dédier des espaces à **l'expérimentation**. Partager les **données d'observation**. Assurer la **traçabilité** des mouvements et utilisation des MFR.

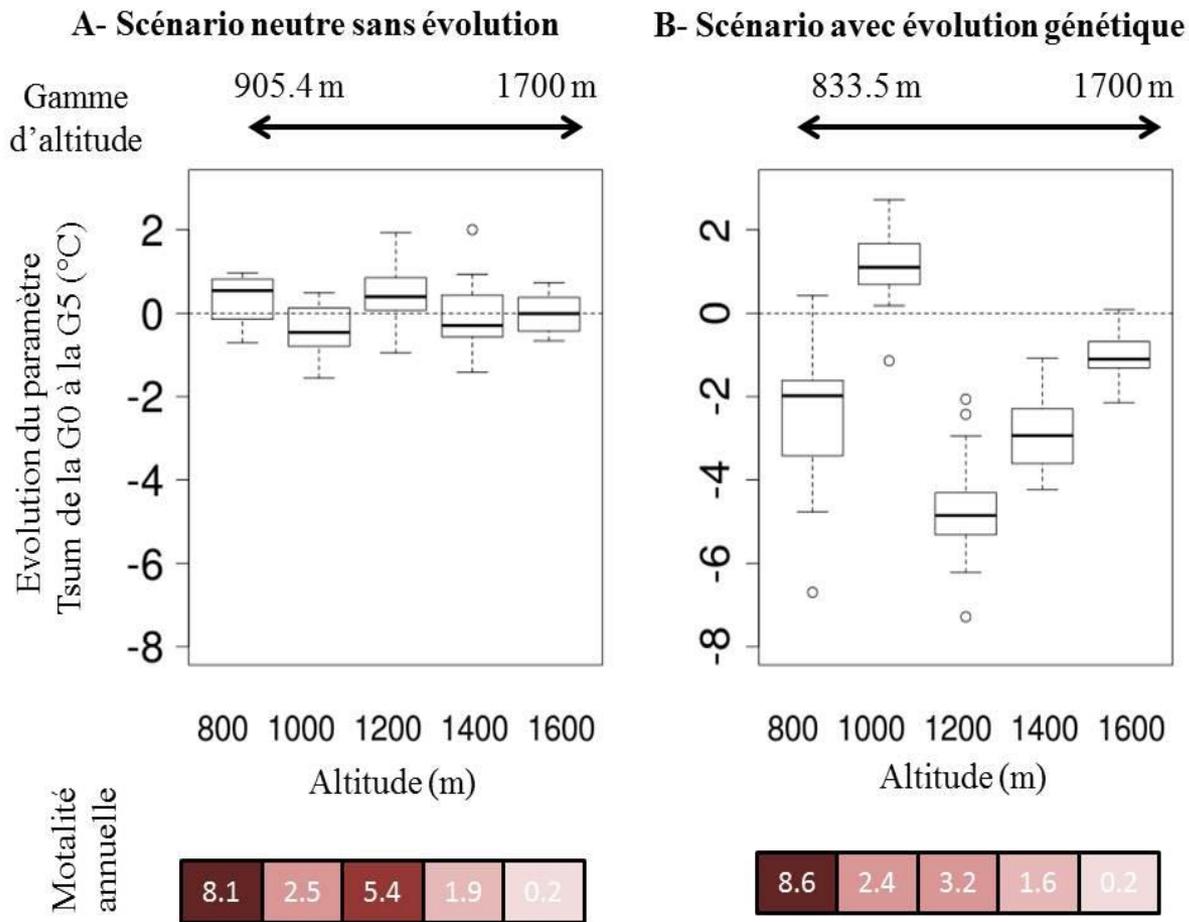
Améliorer les modèles de niche

Les modèles de niche reposent sur des données et des processus différents.

Difficulté de prédiction des habitats des espèces : le cas du hêtre



Modéliser pour simuler la capacité à s'adapter génétiquement : le modèle PDG



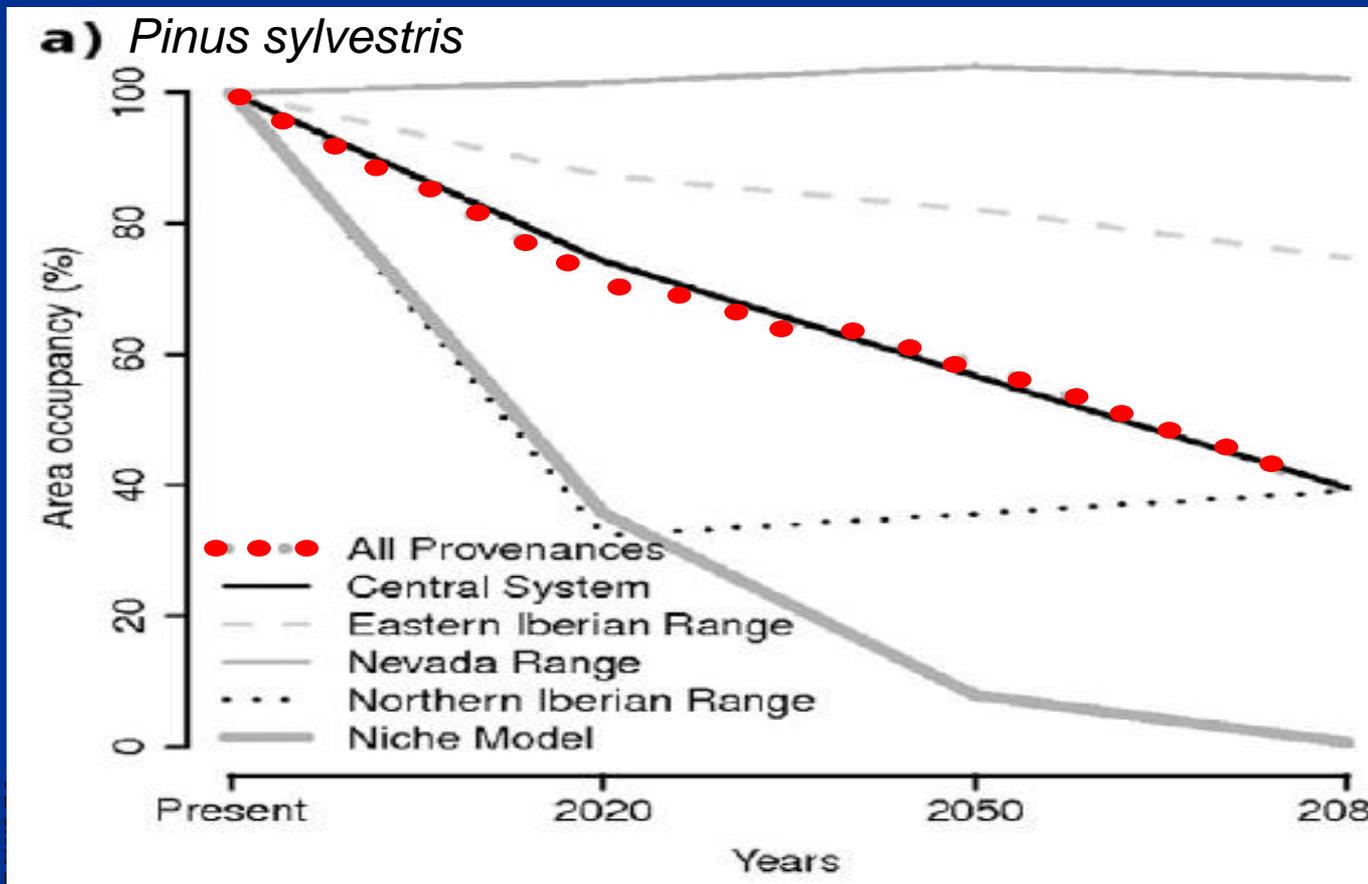
Evolution génétique sur cinq générations d'un caractère déterminant la date de débourrement entre des populations situées à cinq niveaux altitudinaux le long d'un gradient altitudinal.

Oddou-Muratorio et Davi (Evol Applic) 2014

Mécanismes adaptatifs (génétiques) : les enjeux de gestion

- Prendre en compte les changements climatiques dans la gestion des forêts. C'est un enjeu majeur notamment dans le sud de la France.
- Considérer les incertitudes et les extrêmes. La diversité intra-spécifique est une des solutions.
- Gestion des risques et anticipation : vision à court (plasticité) et long (diversité) termes.
- Préserver la diversité tout en favorisant l'adaptation
- Conserver les ressources génétiques forestières

Prendre en compte la diversité génétique dans l'élaboration de scénarios de changement d'habitats



Mécanismes adaptatifs (génétiques) : les enjeux de gestion

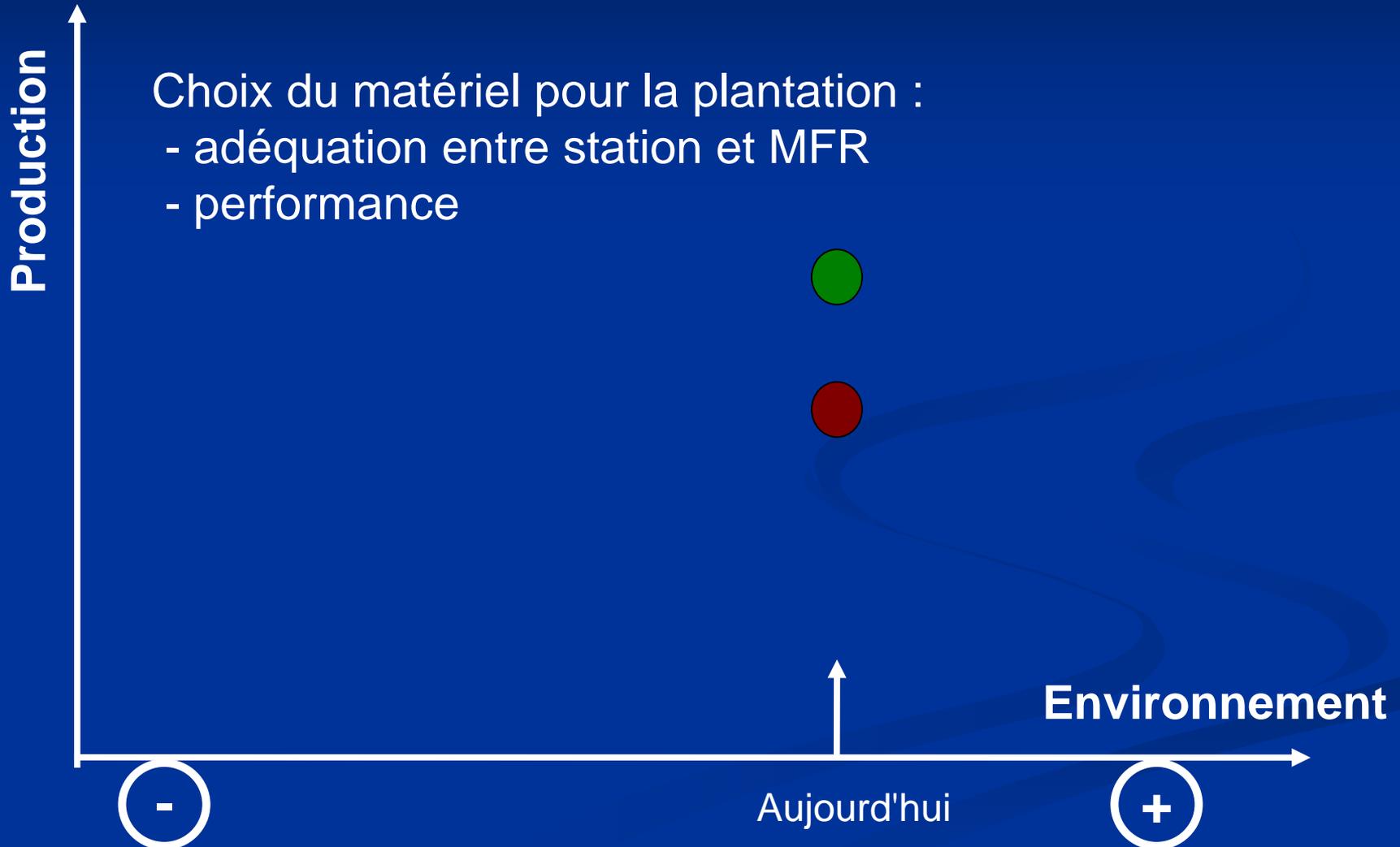
- Gérer pour **augmenter la diversité** (le local n'est pas toujours le meilleur).
- Laisser place à la **sélection naturelle** tout en favorisant le brassage génétique (flux de gènes **naturels ou assistés** à l'échelle locale ou globale)
- Préserver et utiliser les **populations marginales** : sélection naturelle dans des conditions «extrêmes».

Diversité, sélection naturelle et populations forestières marginales

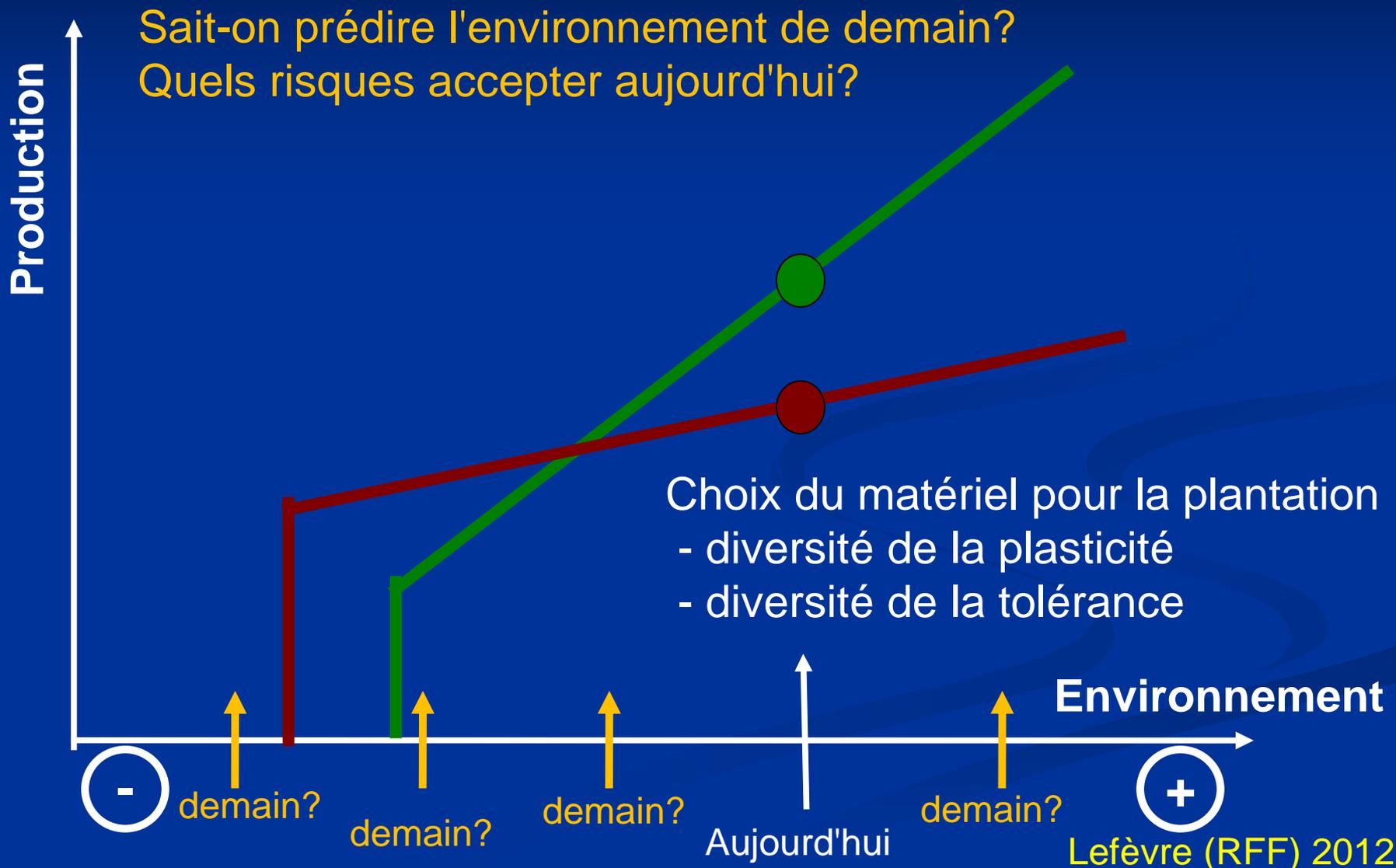
Dépérissement dans la sapinière (*Abies alba*) du Mont Ventoux (Vaucluse) après la canicule de 2003



Utiliser en plantation des ressources adaptées pour aujourd'hui



Utiliser en plantation des ressources adaptées pour demain : plasticité



***Préserver la diversité tout en favorisant
l'adaptation : favoriser la résilience et
résistance des forêts au changement
climatique***