



Adaptation des forêts au changement climatique

*Séminaire Forêt des Parcs Naturels Régionaux et ONF
6-7 novembre 2013, Parc du Gâtinais français*

Jean-François Dhôte

ONF, chef du département R&D

**collaborations : Myriam Legay, Brigitte Musch, Philippe Dreyfus, Hervé Le Bouler
Pôle National des Ressources Génétiques Forestières**



Les impacts des changements globaux sont déjà observés



Quercus robur, Vierzon
(M. Legay)

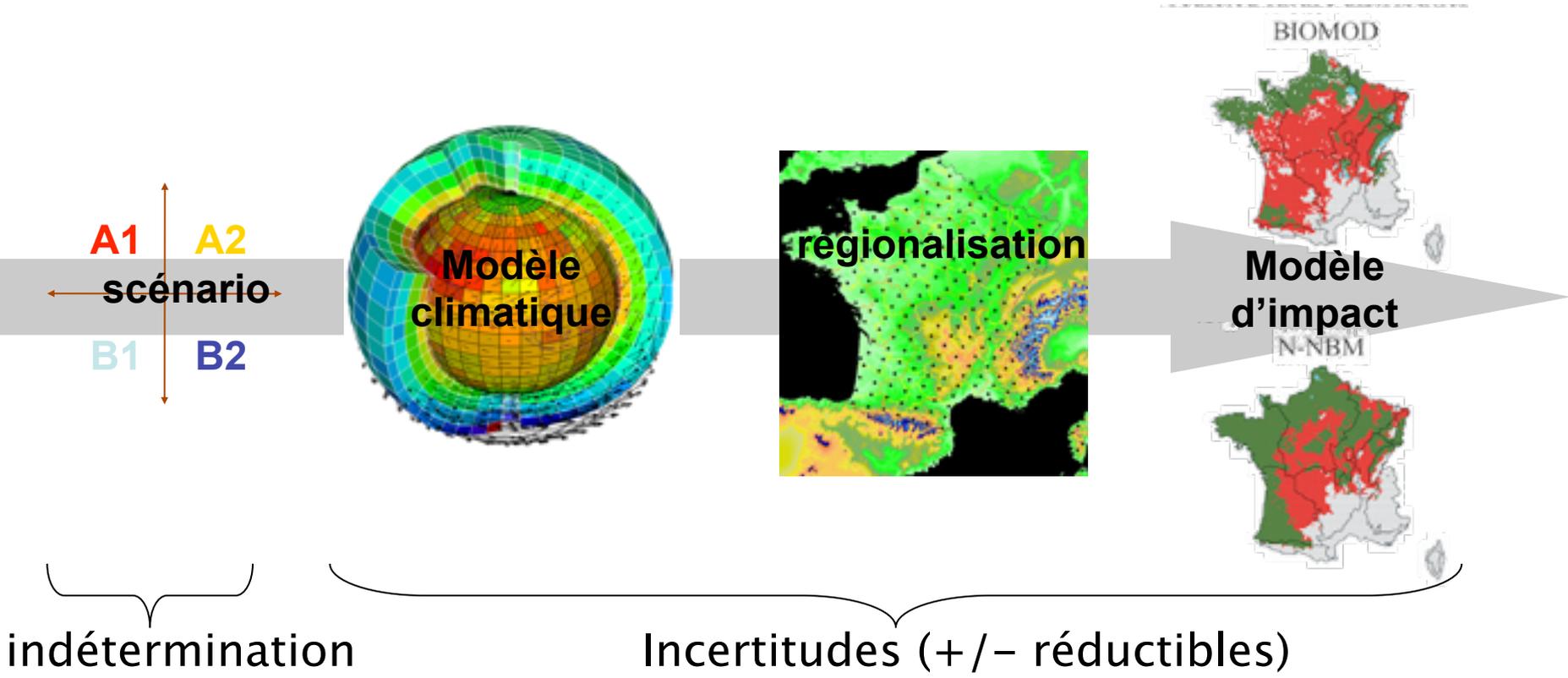
■ Impacts tendanciels

- saison végétation : +10 j. entre 1962 & 1995
- remontée en altitude végé. : + 66 m en 25 ans
- productivité accrue : + 20 à 50% depuis 1900

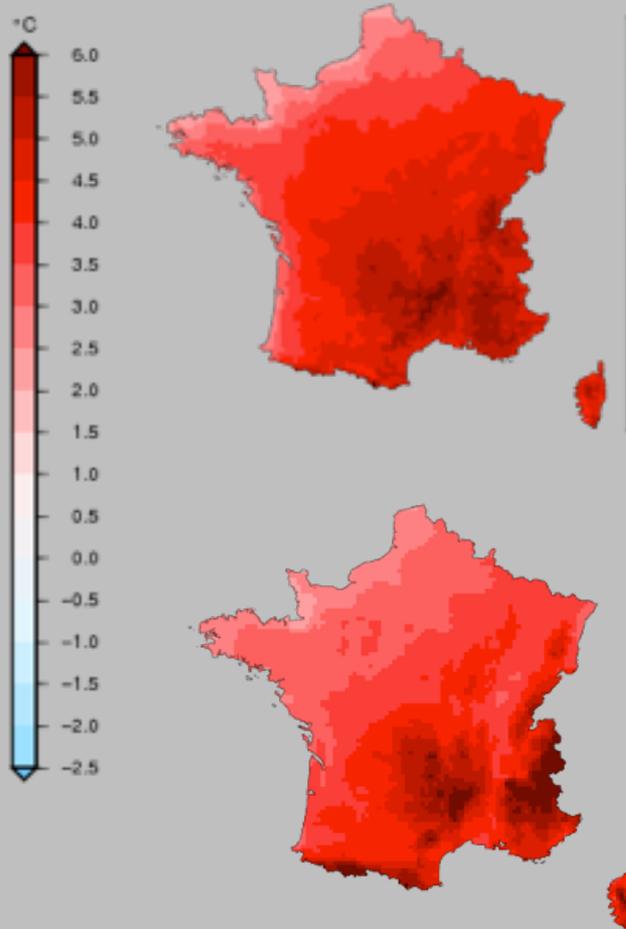
■ Crises sanitaires d'ampleur décennale

- **sécheresse** : *Waldsterben* ; Tronçais, Vosges, Harth, Vierzon, sud Massif Central, sud Alpes
- tempêtes = perturbation dominante \geq 1950
- gravité accrue & étendue des **incendies** : coûts, carbone, biodiversité, sécurité, santé publique (Portugal, Grèce, Russie, Ouest USA, Canada...)
- **séquences de dommages** et vulnérabilité des filières régionales : eg Aquitaine (Martin + Klaus + processionnaire + scolytes)

Décisions de gestion sous changement climatique : la chaîne des incertitudes

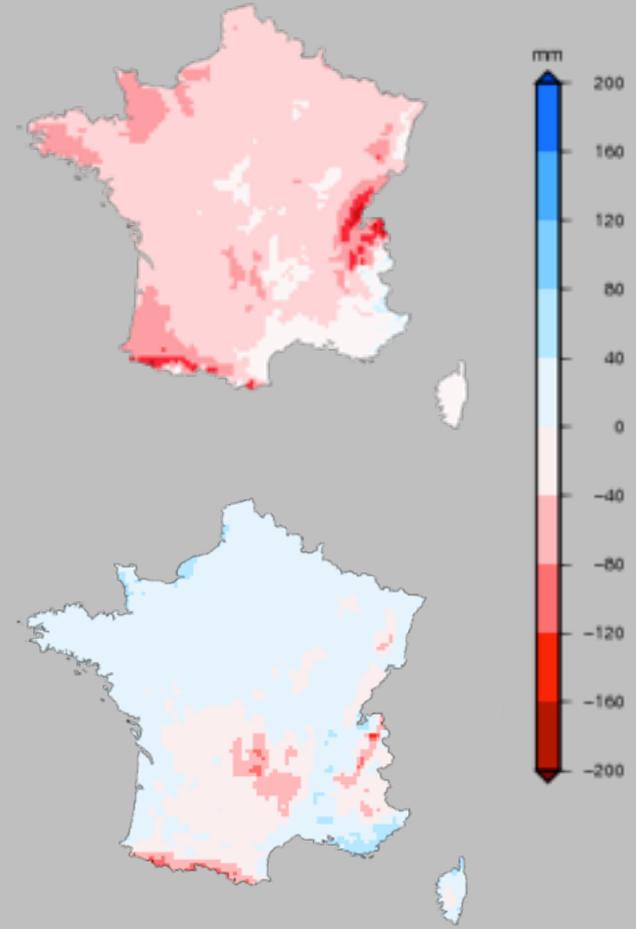


Pronostics contrastés / 2 modèles climatiques pour les précipitations → bilan hydrique



Aladin

LMDz1

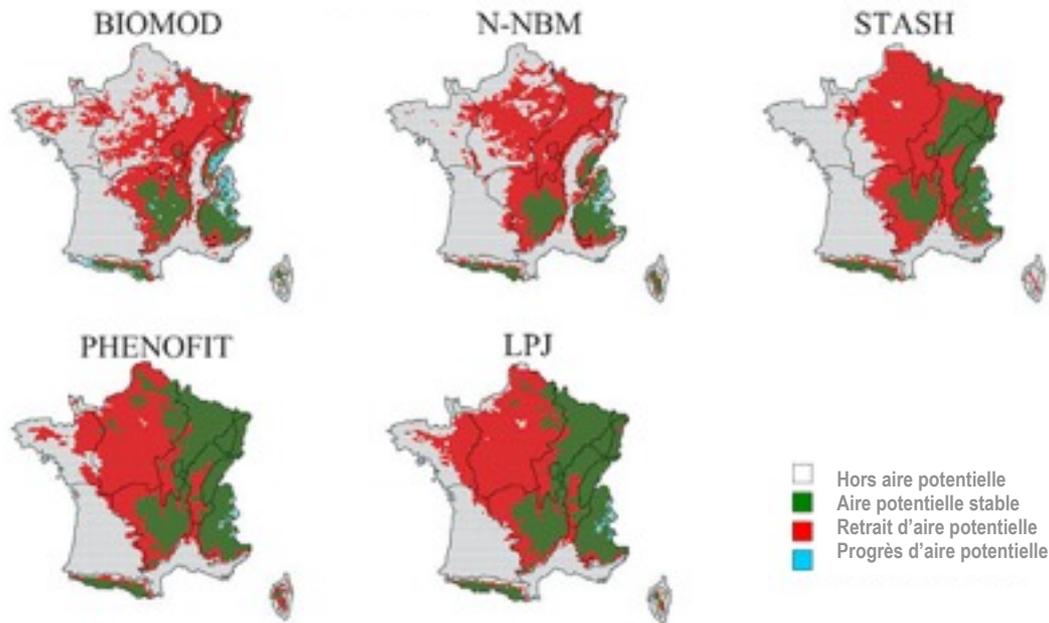


Anomalie de **température d'été** simulée en fin de siècle par deux modèles : Aladin et LMDz (delta IPSL) pour le scénario A1B



Anomalie de **cumul de précipitations d'été** simulées en fin de siècle par deux modèles : Aladin et LMDz (delta IPSL) pour le scénario A1B

Un exemple de pronostic convergent pour \neq modèles : impact / Pin sylvestre, projet ANR QDIV



Pin sylvestre

- L'ensemble des modèles prédisent une régression importante en plaine
- Le facteur qui prime est le réchauffement

Évolution de la distribution du pin sylvestre 2055 vs présent,
scénario A1b – Arpège
Cheaib et al., Ecology letters, 2012

Positionnement face aux incertitudes

- ❑ Utiliser ≠ modèles à chaque étape (GES, climat, impacts)
- ❑ Aucune des incertitudes associées ne peut être négligée
- ❑ Il n'existe pas de scénario moyen : se situer dans le référentiel des futurs possibles
- ❑ Quel usage faire de notre connaissance empirique du comportement des espèces ?

- ❑ Accepter pleinement l'incertitude :
 - L'occulter ? Risque de mal-adaptation
 - L'exagérer ? Risque de démobilisation
 - La gérer : de nouvelles approches à imaginer, axées sur la recherche de robustesse

Anticiper les bioclimats avec le modèle IKS (projet Nomades, RMT AFORCE)

→ **Modèle le plus simple**
16 biomes/types de
végétation

□ 3 critères principaux:

- La somme des températures
- Le froid hivernal
- Le bilan hydrique

□ 2 critères secondaires:

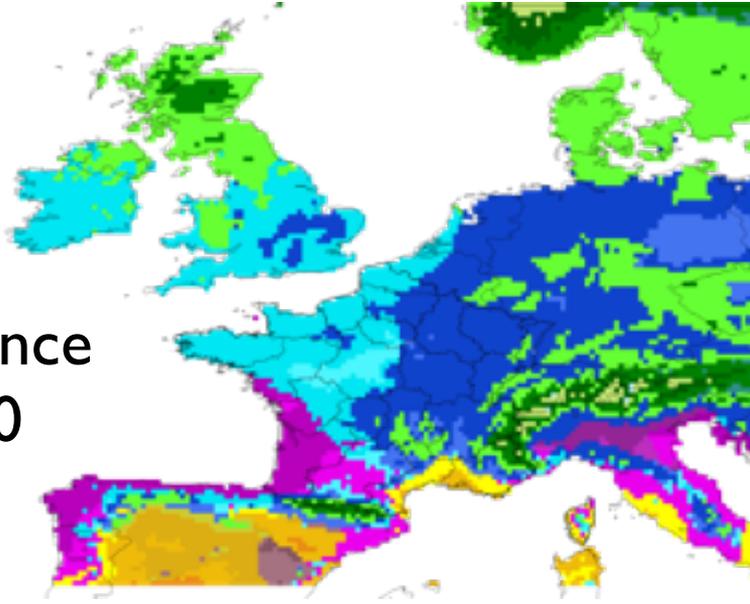
- Indicateur de climat méditerranéen
- Indicateur de climat tropical

	BIOME VEGETATION
	Nival Alpin tundra
	Subalpin Taïga
	Montagnard Humide
	Montagnard Aride et Méditerranéen
	Tempéré froid humide
	Tempéré froid sec
	Tempéré doux humide
	Tempéré doux sec
	Thermotempéré froid humide
	Thermotempéré froid sec
	Thermotempéré doux humide
	Thermotempéré doux sec
	Méditerranéen sec
	Méditerranéen subaride
	Méditerranéen aride
	Sub désertique

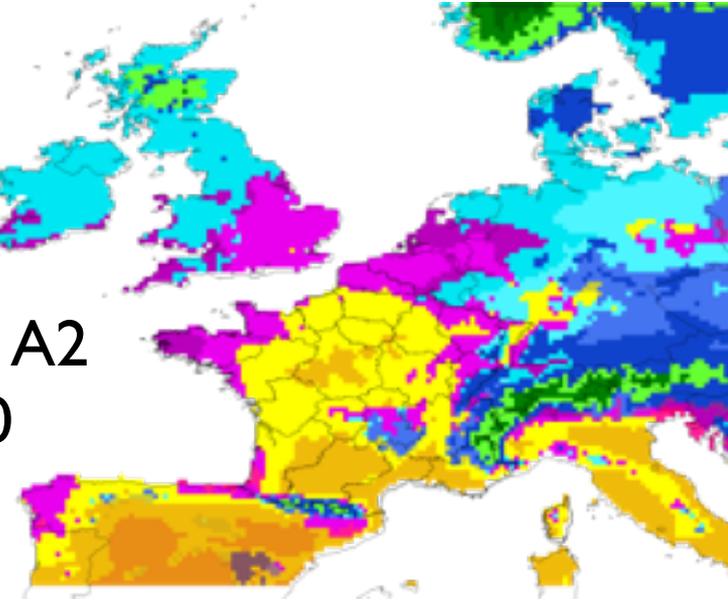


Raisonner la vulnérabilité, choisir les essences-objectifs en explorant la gamme des bioclimats possibles

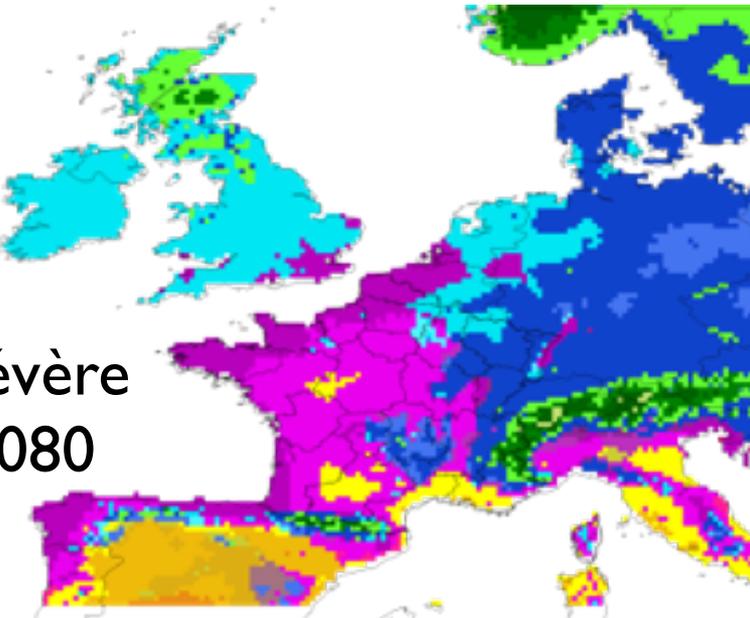
Référence
1980



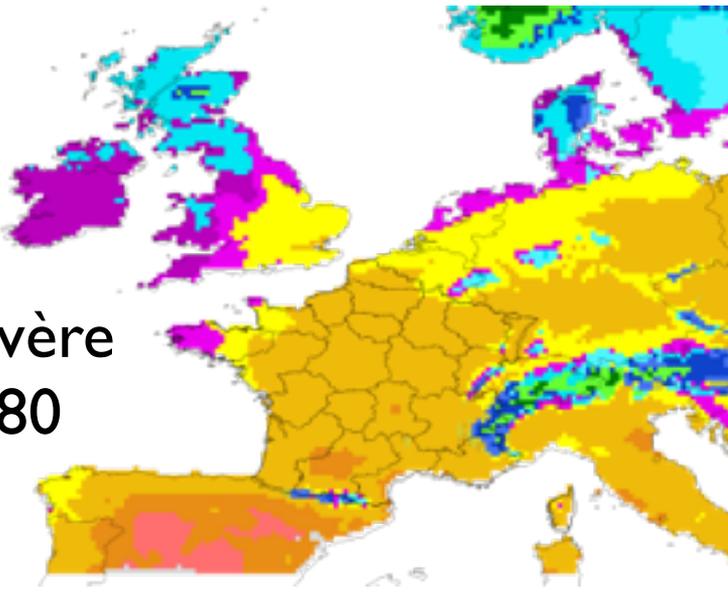
Médian A2
2080



Le - sévère
A2 2080



Le + sévère
A2 2080



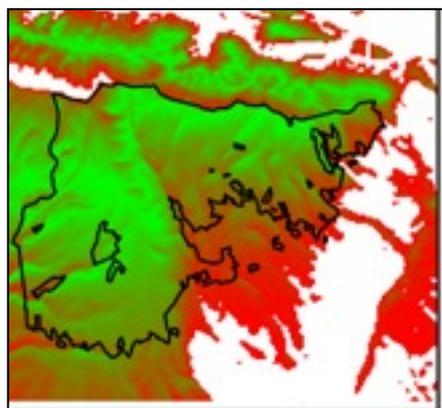
Localiser à haute résolution les potentialités attendues, pour adapter le choix des essences

0 : Vert
= optimal

0.5 : Rouge
= limite

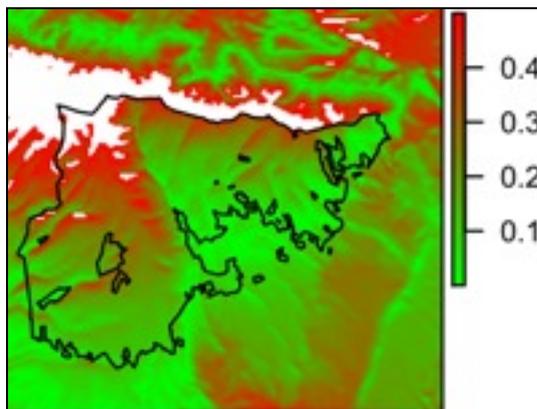
Blanc
= non viable

HÊTRE

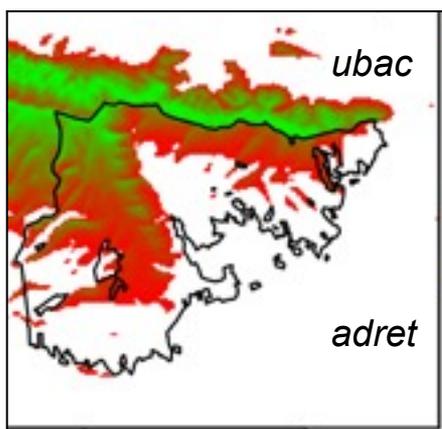


2010

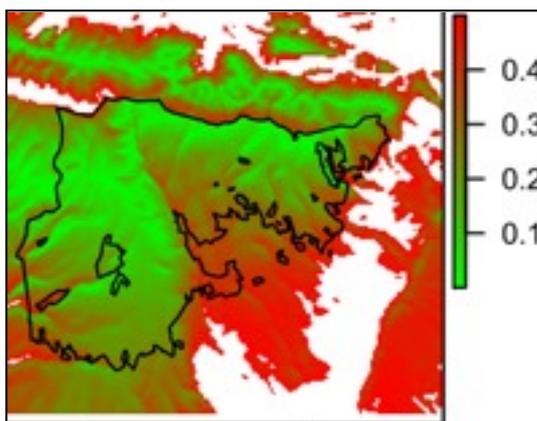
PIN NOIR



2010

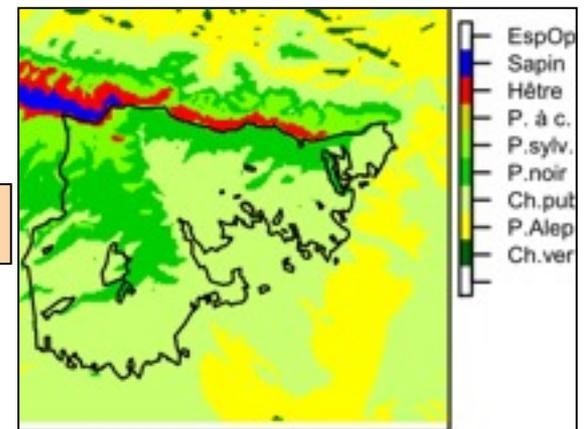
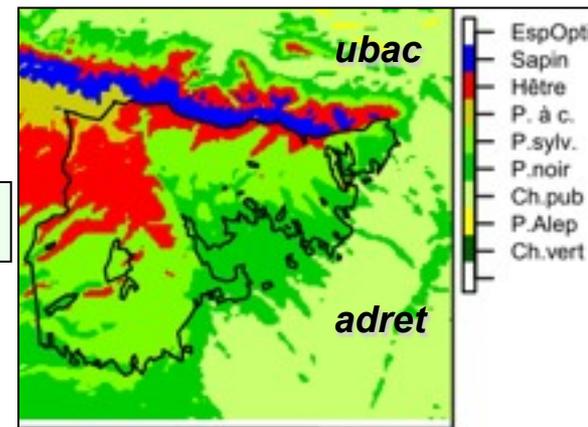


2045



2045

Espèce la + proche de son optimum



← 5 km →

Alti : 850 à 1500 m - Env. 2700 ha

Adaptation des populations au changement climatique

- Réchauffement **très rapide** (cf histoire évolutive récente)
 - levée de pression anthropique : **migration du chêne vert** dans la pinède landaise à **30m/an** sur 120 ans
 - colonisation post-glaciaire (données paléoécologiques) : maximum **500 m/an** (progression par sauts et introgression)
 - vitesses actuelles + faibles (occupation du sol, compétition)
 - ?? capacités adaptatives, chgt de hiérarchie entre espèces
- Processus écologiques
 - limite nord de l'aire : **migration**
 - maintien / adaptation & **plasticité phénotypique**
 - limite sud : **extirpation** de populations

(Sources : ONF & comm. S. Delzon, 2012)

Réaction attendue de ≠ provenances de *P. maritime* & sylvestre (Espagne)

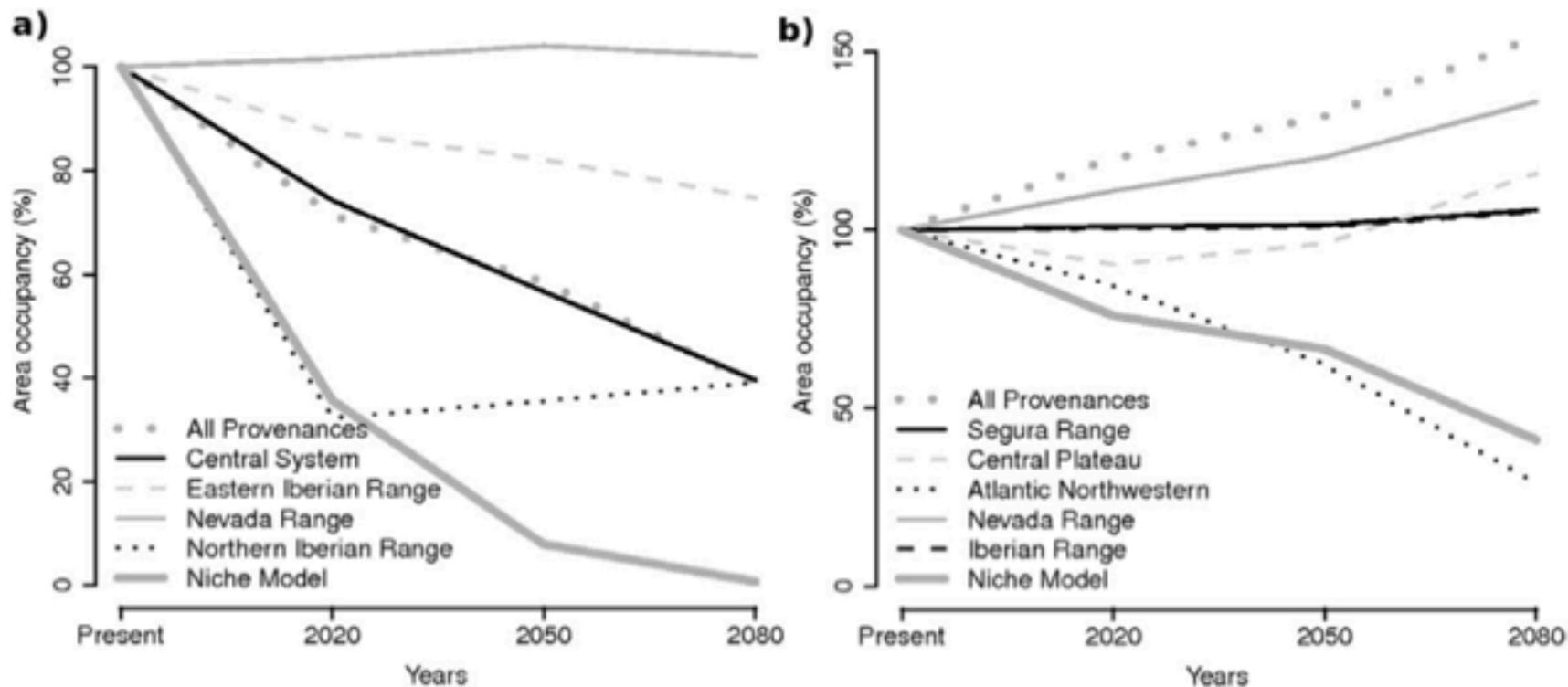
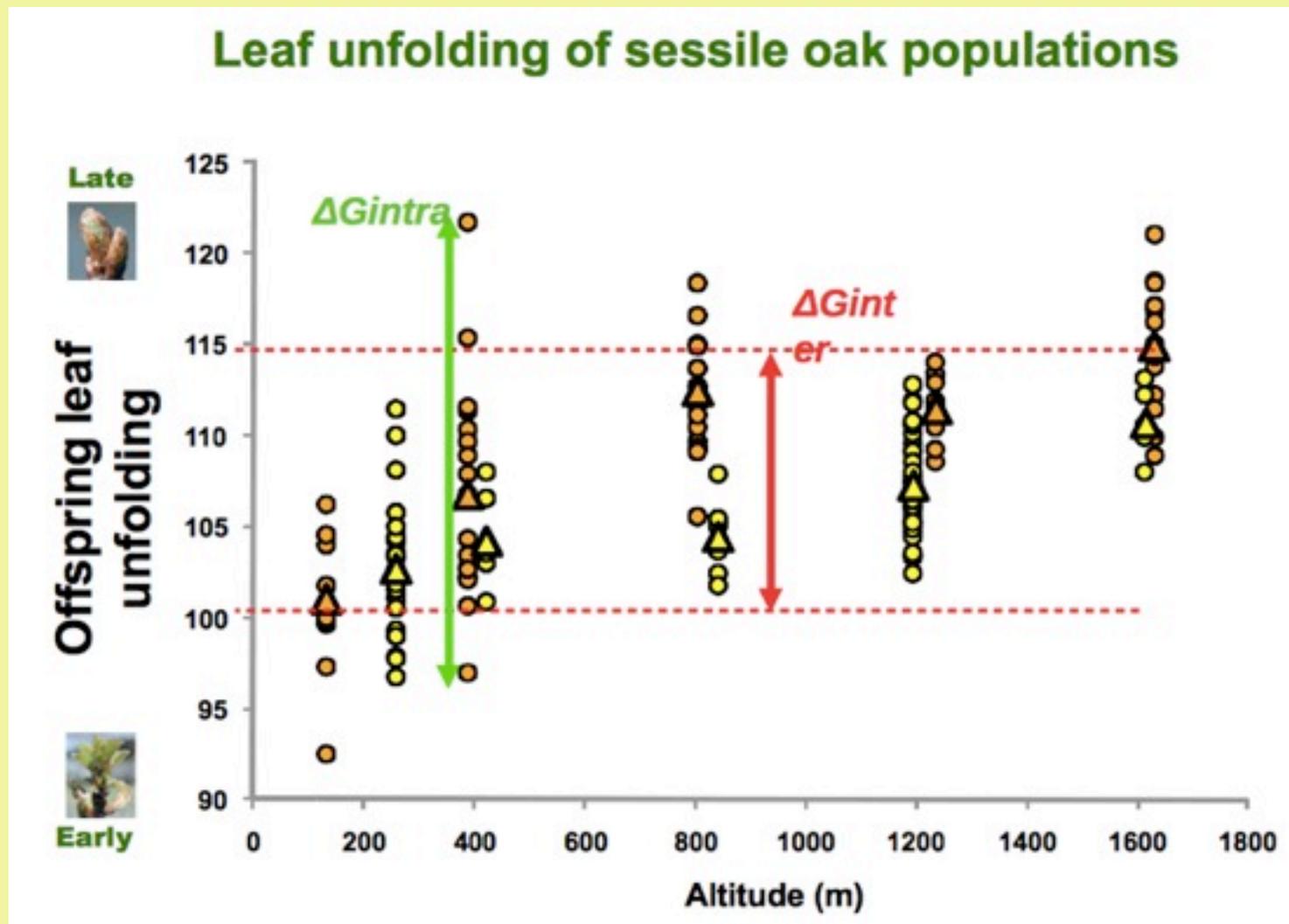


Figure 2 Percentage of occupancy area for *Pinus sylvestris* (a) and *P. pinaster* (b) from current (100% of its potential area occupied) to 2080 under the A2 HadCM3 scenario. The area is shown for all the provenances together, for each of the groups, and for niche modelling using presence-absence of the species to calibrate the model (Benito Garzón *et al.*, 2008).

Forte variabilité intra-population : une réserve pour l'adaptation

Travaux de
A. Kremer,
R. Petit,
S. Delzon
et coll.
(INRA
Bordeaux)

*Alberto et al.,
J. Evol. Biol. (2011)*



Position des populations par rapport à leur optimum climatique

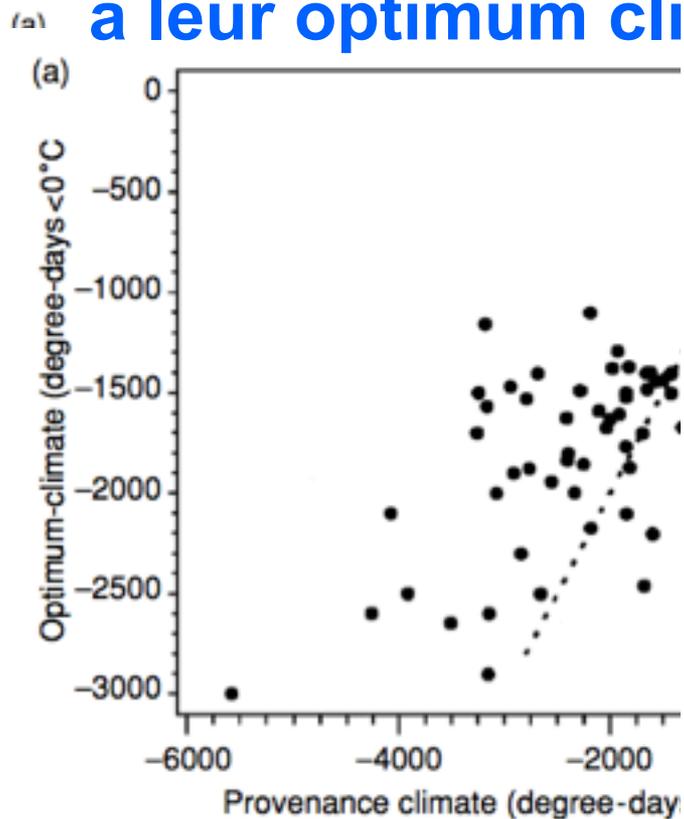


Fig. 5 Relationship between the optimum climate at both (a) and (b) the hashed line (-) indicates equality climates colder than their optima while those to the ri

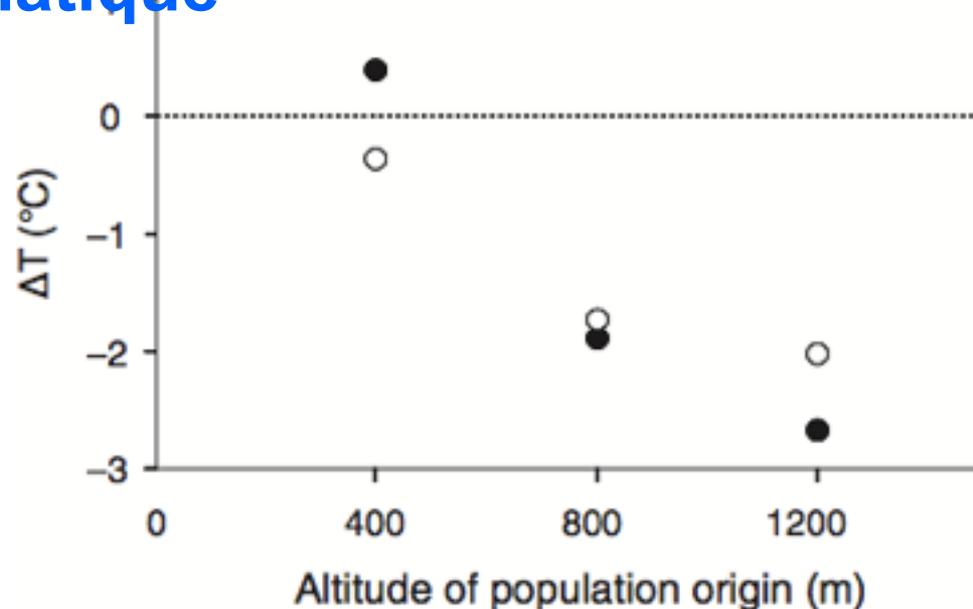


Fig. 3. Relationships of population altitude with the difference between optimal climate and inhabited climate for the growing season length (ΔT , $^{\circ}\text{C}$) for each species. Annual mean temperature was used for assessing inhabited temperature and minimum derivative of the curve on Fig. 2 for each transplanted populations for assessing optimal temperature. Dark circles correspond to beech populations and open circles to oak populations.

Différentes stratégies de régénération pour renouveler les peuplements

■ Choix des essences, choix du matériel végétal

- régénération naturelle : utiliser les processus d'adaptation spontanée
- plantation de provenances + méridionales
- plantation d'espèces interfécondes (ex. chênes pubescent et sessile)
- faire évoluer les régions de provenance et la base génétique de sélection pour les espèces acclimatées à large aire de répartition (douglas)
- introduire des espèces mieux adaptées aux bioclimats attendus

■ Conservation des ressources génétiques → à suivre...

■ Autres actions d'adaptation coordonnées

- réduction risques : révolutions + courtes, éclaircies + fortes, équilibre forêt-gibier
- répartition des risques : mélanger des espèces + adaptées et complémentaires
- amendements ciblés : sols les + désaturés



Diversité et conservation des ressources génétiques

■ Pourquoi ?

- mesure-phare du PNACC pour la forêt
- valeur actuelle : adaptations et usages (RG ciblées)
- valeur d'option : besoins futurs (??), maladies émergentes (RG potentielles)

■ Conservation *in situ*

- Maintenir la diversité des populations en évolution (pression sélective du milieu et reproduction sexuée) :
 - Les réseaux de conservation *in situ*
 - La diversité génétique comme enjeu de gestion ordinaire

■ Conservation *ex situ*

- Sauvegarder une ressource menacée ou difficile à conserver dans son milieu naturel
- Mettre à disposition du matériel pour la recherche et l'amélioration génétique
 - Les réseaux d'arboretums
 - Les conservatoires *ex situ*
 - Tests génétiques d'espèces et de provenances

Importance de la diversité génétique pour faire face au changement climatique



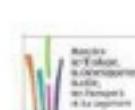
La CRGF: un lieu de coordination des actions de conservation des RGF en France

Fédérer les acteurs :

la CRGF rassemble pouvoirs publics, recherche, gestion des forêts publiques et privées, associations, conservatoires



Charte signée par 25 organismes (1999)



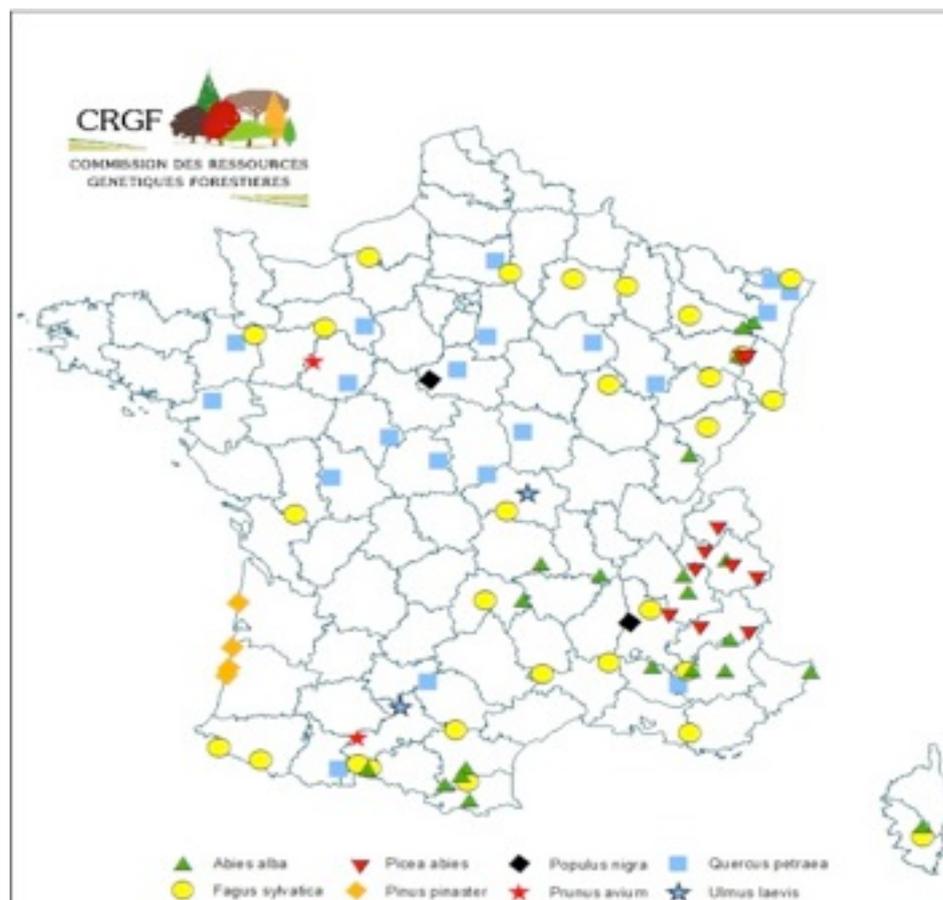
2011 : premières actions de sauvegarde pour les ressources génétiques menacées

Préserver des ressources :

- Application d'IKS pour détecter les zones vulnérables au CC
- Diagnostic des réseaux d'unités de conservation
- Plantation *ex situ* (en pépinière)

Préciser les capacités d'adaptation de ces populations à la sécheresse

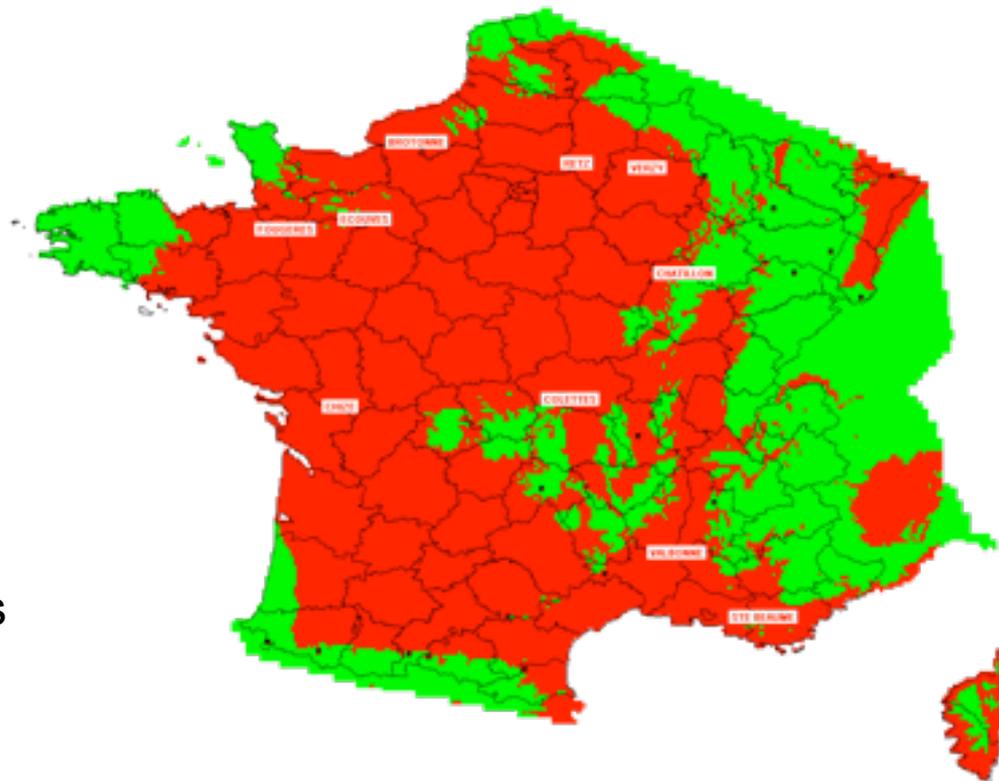
- Test de différents niveaux de stress en pépinière



Vulnérabilité des unités conservatoires de hêtre

Modélisation IKS pour 2080,
scénario sévère :

seules les unités
conservatoires
du Nord-Est et des Pyrénées
gardent un climat adapté

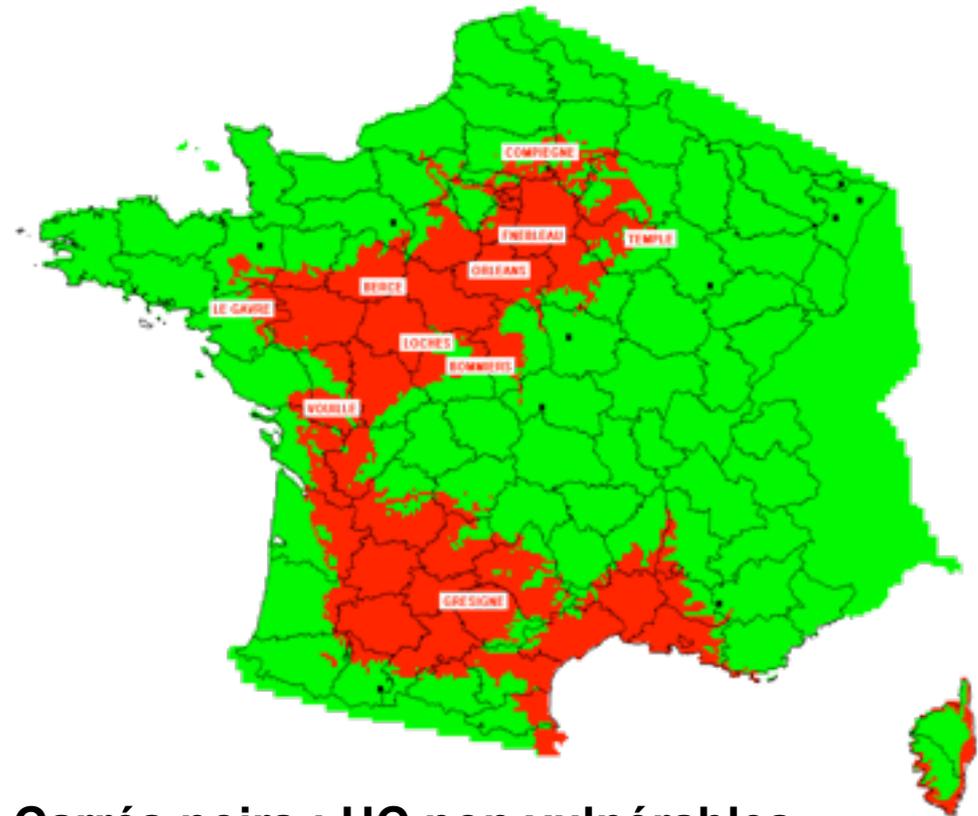


Carrés noirs : UC non vulnérables
Zone rouge : vulnérable
Zone verte : climat adapté au hêtre

Vulnérabilité des unités conservatoires de chêne sessile

Modélisation IKS pour 2080,
scénario sévère :

toutes les unités
conservatoires
situées dans les vallées de
Seine, Loire et Garonne
sont vulnérables

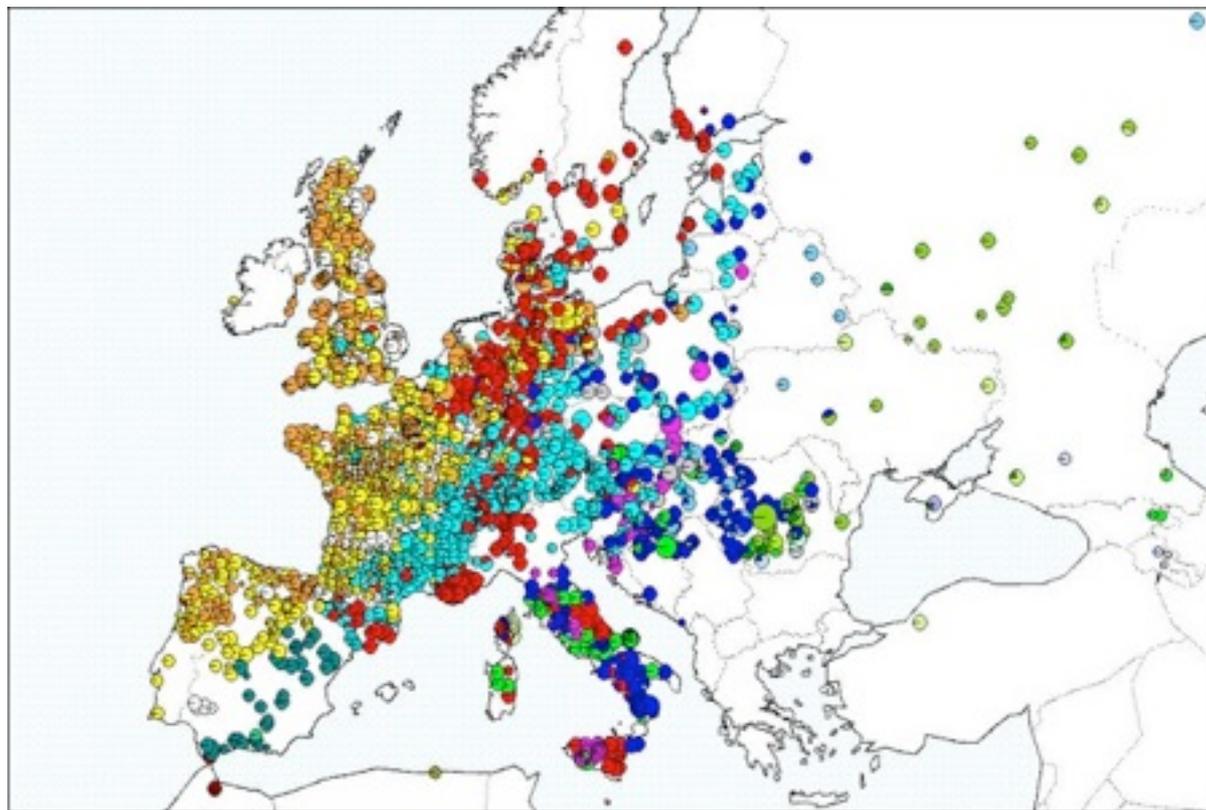


Carrés noirs : UC non vulnérables
Zone rouge : vulnérable
Zone verte : climat adapté au chêne sessile

Impact national et européen de la conservation des populations vulnérables

- Populations originales génétiquement et / ou écologiquement
- Récoltées, élevées préservées dans des lieux favorables
- Source potentielle de matériel génétique pour des reboisements

Chêne sessile, ADN chloroplastique, lignée maternelle



■ Connaître les marges d'adaptabilité des populations en limite sud d'aire

- 2 niveaux de stress appliqués et un témoin
- Des mesures de germination, de débourrement et de croissance

➔ Une connaissance de la résistance potentielle des peuplements



Pour conclure...

■ Les enjeux élevés du changement climatique

- fournir davantage de services malgré des contraintes accentuées
- trouver des réponses conjointes aux défis de l'adaptation et de l'atténuation
- décider dès maintenant sous forte incertitude

■ Gestion des ressources génétiques forestières

- recours à une large palette de méthodes de régénération (de la RN «ordinaire» à l'introduction d'essences extra-européennes)
- articulation entre conservation des ressources, R&D et gestion ordinaire

■ Cohérence entre soutien industriel à la filière-bois et orientations vis-à-vis du changement climatique

- financer, planifier et réaliser à bon escient la palette des options d'adaptation
- favoriser résilience et robustesse dans le système de gestion
- la performance industrielle de la filière est une condition de la viabilité/durabilité