



Projections des impacts du changement climatique sur les forêts : quantification des incertitudes par une comparaison multi-modèles

Paul Leadley *pour l'équipe de modélisation des impacts des changements climatiques sur les forêts de l'ANR "QDiv" :*

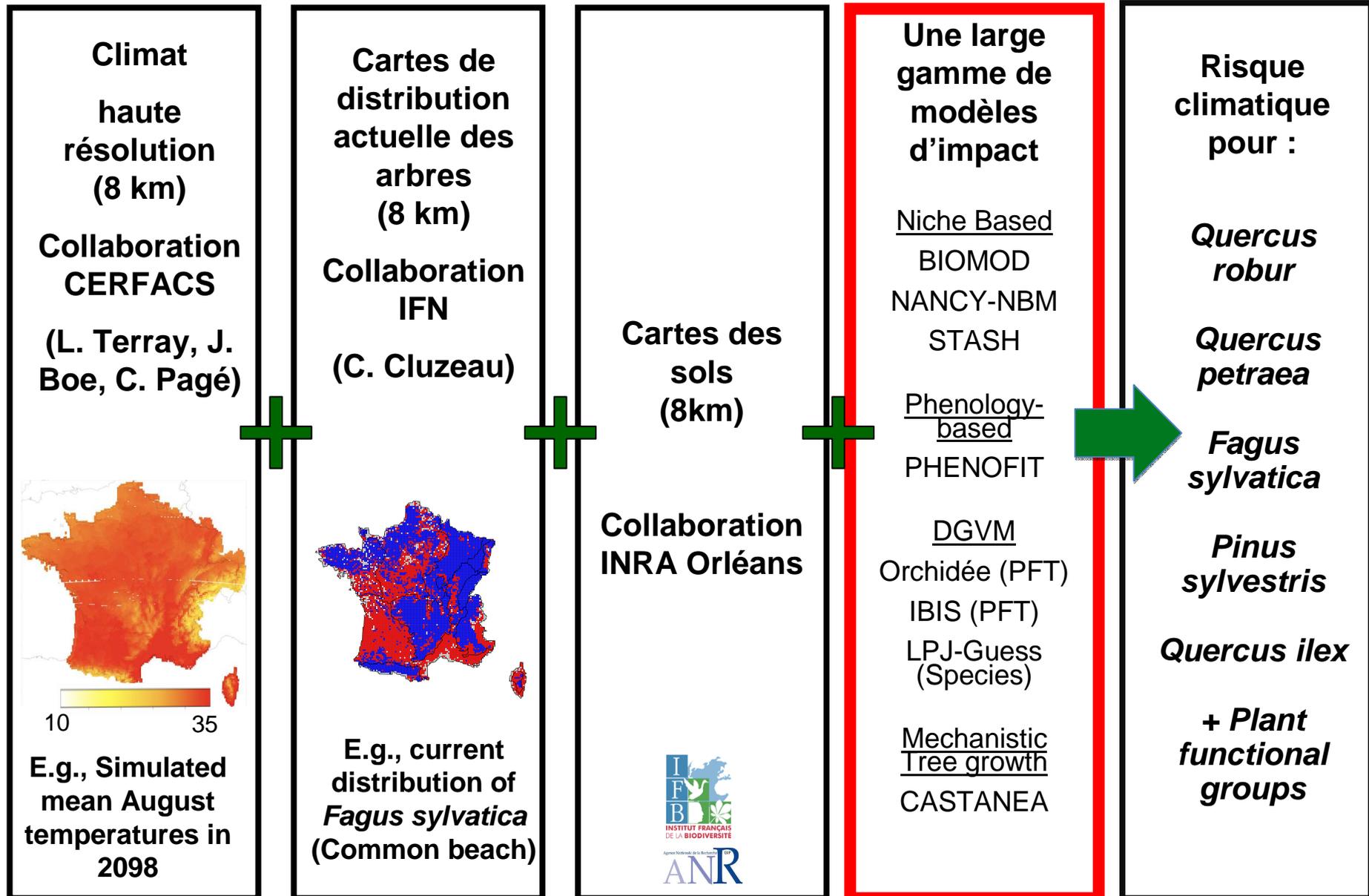
Vincent Badeau, Alissar Cheaib, Isabelle Chuine, Christine Delire, Eric Dufrêne, Christophe François, Emmanuel Gritti, Myriam Legay, Wilfried Thuiller, Nicolas Viovy

ANR QDiv: Quantification des effets des changements globaux sur la diversité végétale



#	<i>Laboratoire</i>	<i>Site</i>	<i>PI</i>
1	ESE, UMR Univ. Paris-Sud / CNRS / ENGREF	Orsay	Paul LEADLEY
2	FGEP, INRA	Clermont-Ferrand	Jean-François SOUSSANA
3	ISEM, UMR Université Montpellier II / CNRS	Montpellier	Christine DELIRE
4	CEFE, UMR CNRS / Univ. Montpellier I,II,III / CIRAD / ENSAM	Montpellier	Isabelle CHUINE
5	BIOGECO, UMR CNRS / Univ. Bordeaux 1	Bordeaux	Antoine KREMER
6	Arboretum National des Barres, ENGREF	Nogent	Stephanie BRACHET
7	LECA, UMR CNRS / Université Joseph Fourier	Grenoble	Sandra LAVOREL
8	Ecologie et Ecophys. Forestières, UMR INRA / Université Nancy	Nancy	Jean-Luc DUPOUEY
9	LSCE, UMR CEA / CNRS	Gif-sur-Yvette	Nathalie DE NOBLET-DUCOUDRE
10	UMR & USM CNRS / MNHN / Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien	Paris	Nathalie MACHON

Quantification des incertitudes par une comparaison multi-modèles project ANR QDiv



Une gamme très étendue de modèles

Approches phénoménologiques

« Niche - Based » Models or « Bioclimate envelope » Models

- ◆ **Nancy NBM** (*V. Badeau, INRA Nancy*)
- ◆ **BIOMOD** (*W. Thuiller, 2003. W. Thuiller, Grenoble*)
- ◆ **STASH** (*Sykes et al, 1996. E. Gritti, CEFE Montpellier*)

Approches mécanistes

« Phenology – Based » Model



◆ **PHENOFIT**

(*Chuine and Beaubien 2001. I. Chuine, CEFE Montpellier*)

Tree C balance and Growth



◆ **CASTANEA**

(*E. Dufrêne et al, 2005. C. François and A. Cheaib, ESE Orsay*)

Dynamic Global Vegetation Models (DGVMs)



◆ **ORCHIDEE**

(*Krinner et al, 2005. N. Viovy CEA*)



◆ **IBIS**

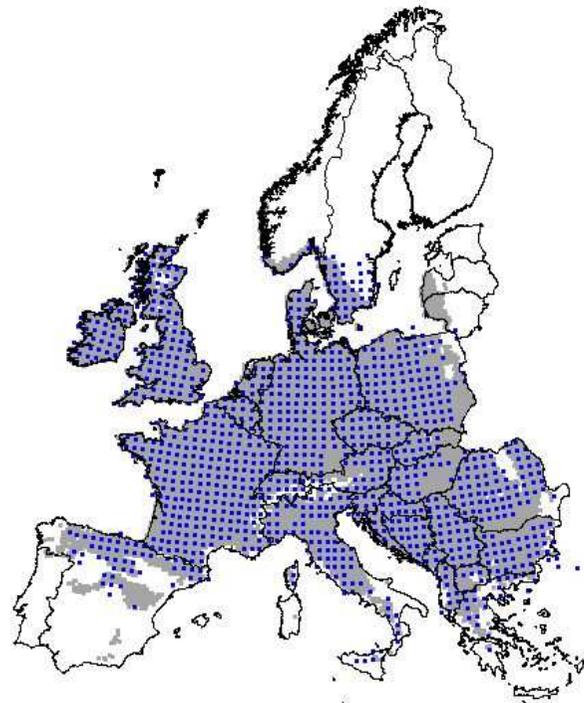
(*Kucharik et al, 2000. C. Delire Météo France*)



◆ **LPJ**

(*Stich et al, 2003. E. Gritti, CEFE Montpellier*)

Modèles de niche : exemple de BIOMOD



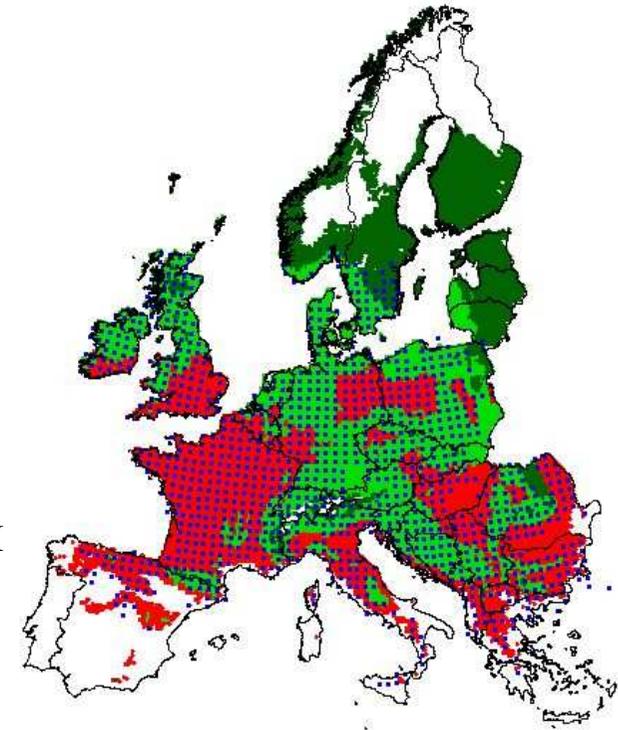
Aire de Distribution Actuelle
BIOMOD

- **Observation**
- Simulation

Ex : Quercus petraea
sessile oak
chêne sessile



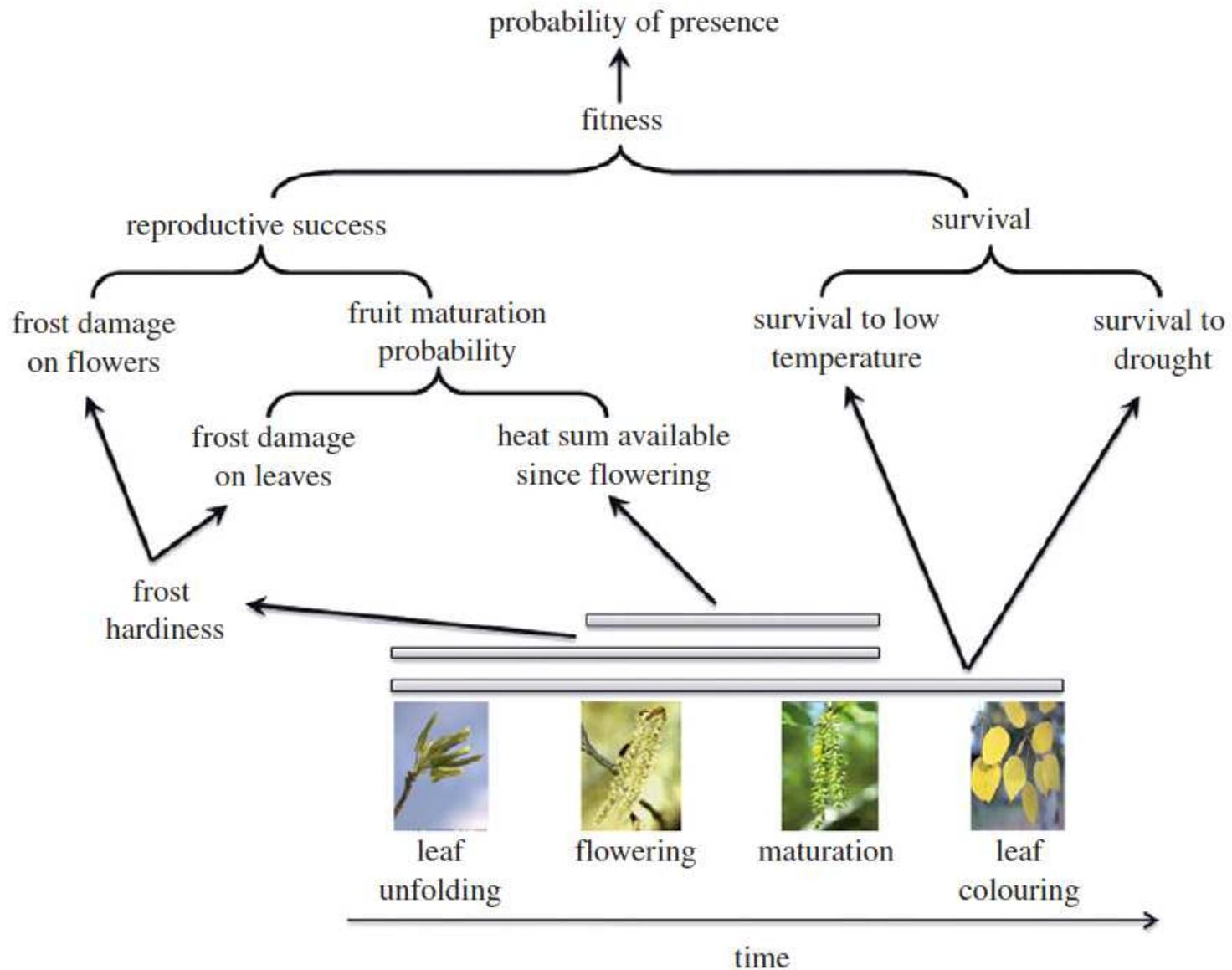
Modèle du climat
Climate model - HadCM3
Greenhouse gas emissions model - A1FI



Distribution Future: 2080
BIOMOD

- **Le climat devient défavorable**
- **Le climat reste favorable**
- **Le climat devient favorable**

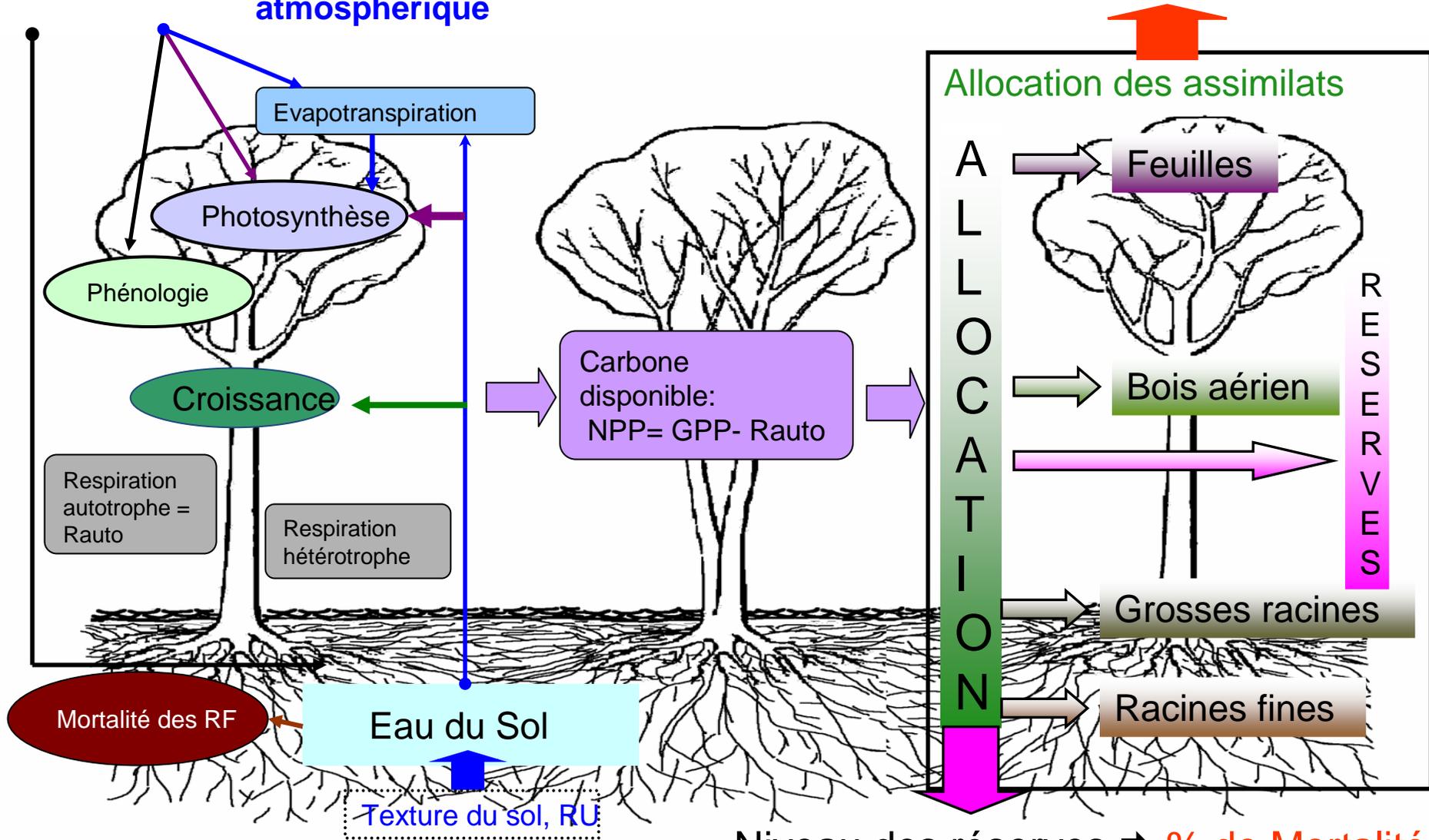
Modèles mécanistes : PHENOFIT



Modèles mécanistes : exemple de CASTANEA

Climat: T°C, Rayonnement, précipitations, humidité de l'air, réserve utile du sol, CO₂ atmosphérique

Volume de bois récolté sur une révolution sylvicole

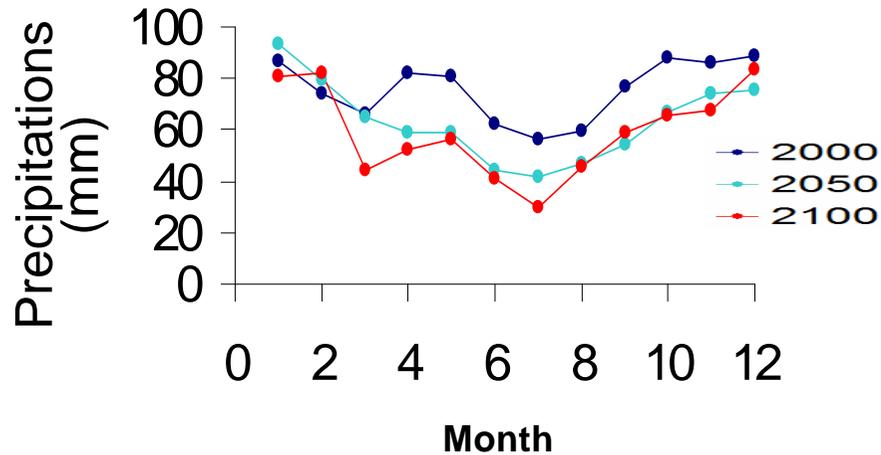
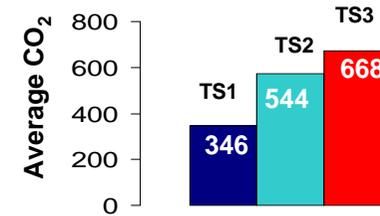
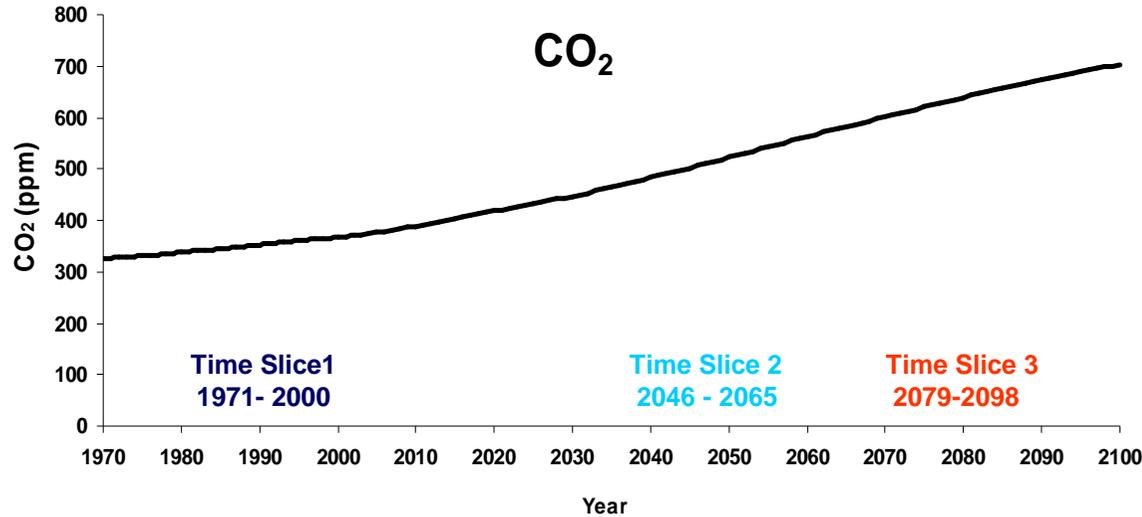


(Dufrêne et al., EM, 2005)

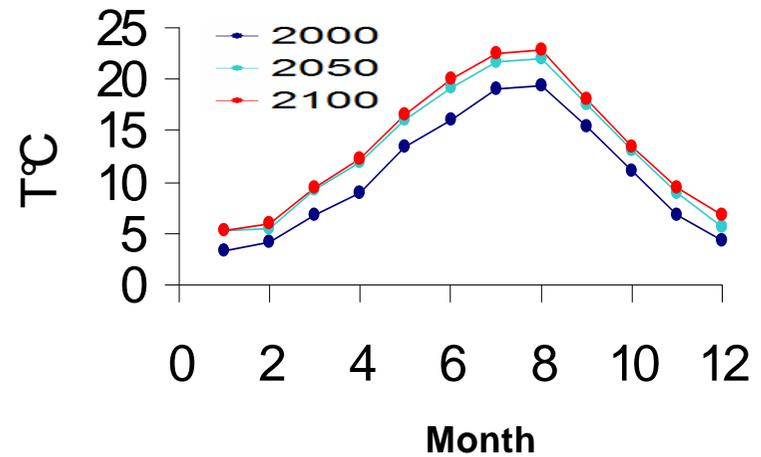
Niveau des réserves ➔ % de Mortalité

Scénario climatique régionalisé

Modèle climatique - Arpège Scénario d'émissions de GES - A1b SRES
Régionalisation ($\approx 8 \times 8$ km) - L. Terray, J. Boé, C. Pagé, CERFACS



2050
↘ 200 mm/year decrease in precipitation



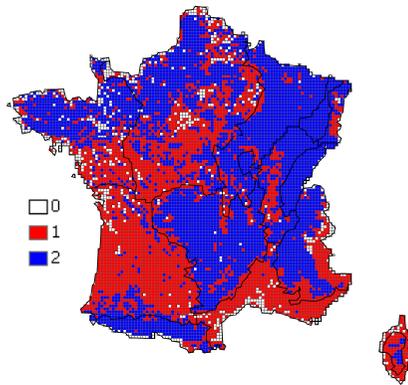
2050
↗ 2.85°C mean temperature increase

Fagus sylvatica

hêtre commun

Distribution actuelle et évaluation des modèles

Fagus sylvatica



Distribution actuelle(IFN)

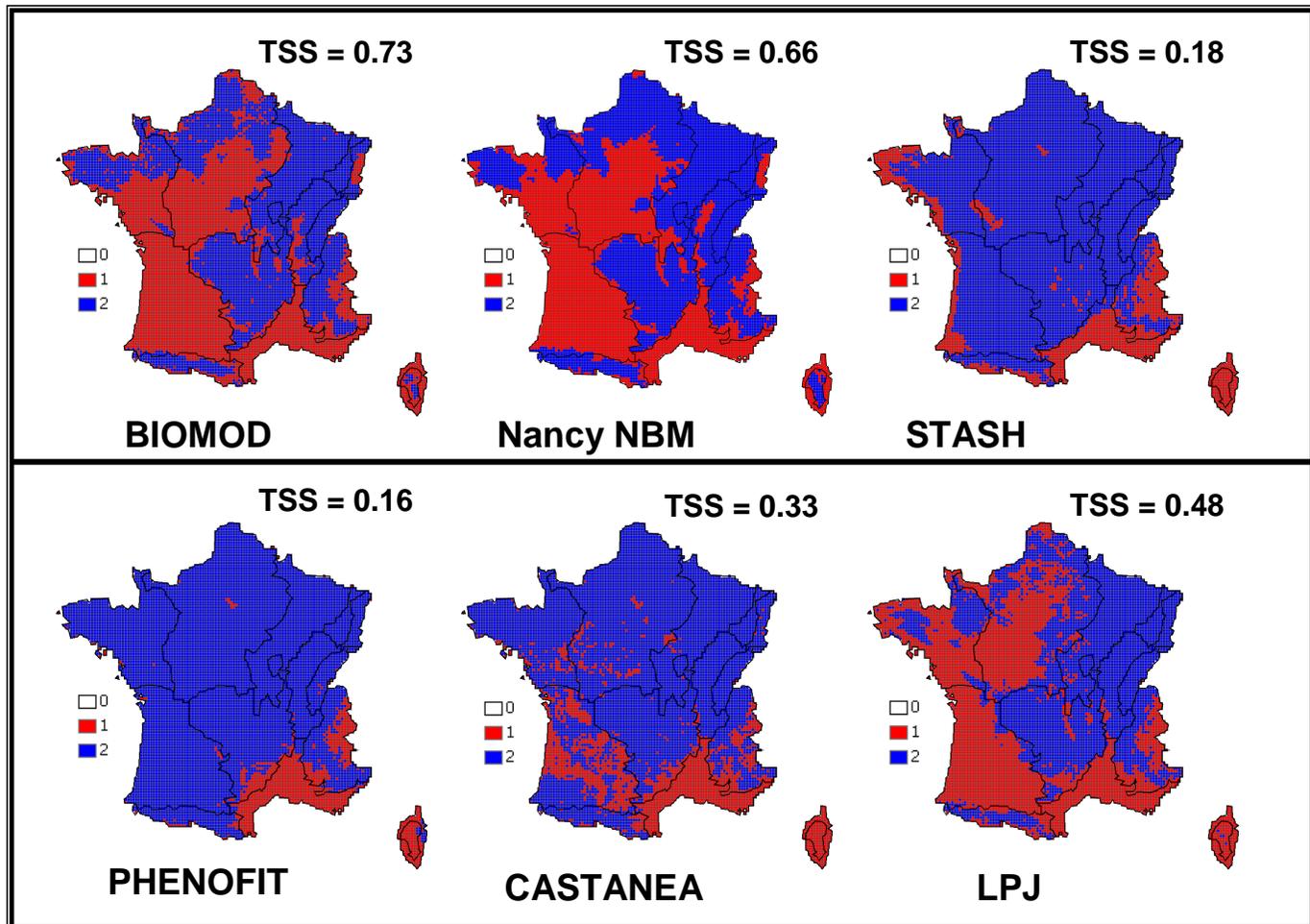
■ = absence
■ = présence

Models Evaluation: True Skill Statistic (TSS) method (*Allouche et al, 2006*)

$$\text{TSS} = \text{Sensitivity} + \text{Specificity} - 1$$

Sensitivity = True presence / (True presence + false absence)

Specificity = True absence / (True absence + false presence)

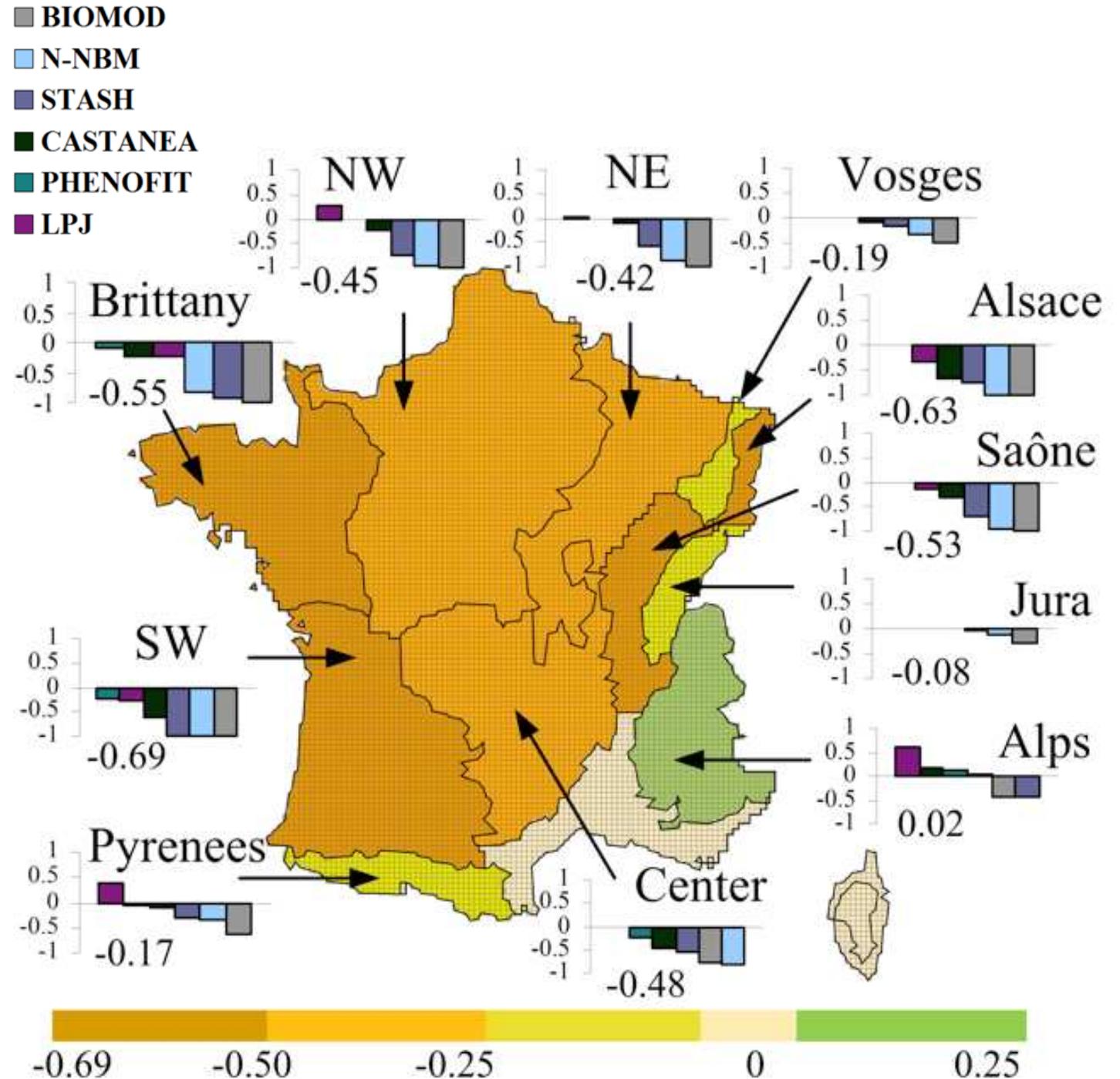
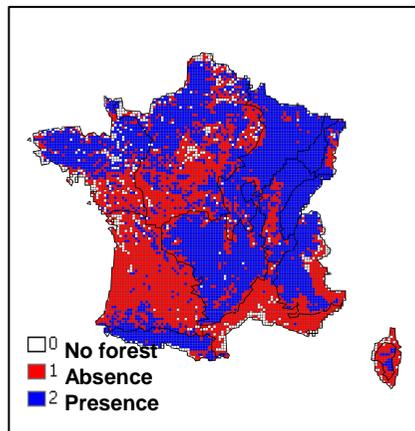


Fagus sylvatica Hêtre

Distribution prévue en 2055

Valeurs =
diminution (-) ou
augmentation (+)
de la présence de
hêtre

Rappel de la distribution
actuelle

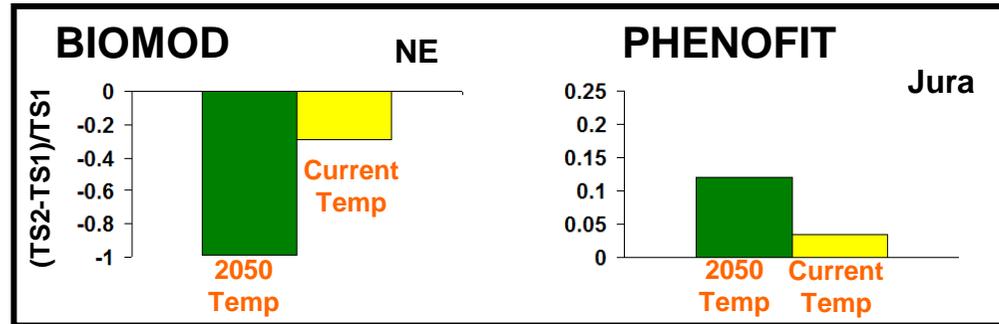
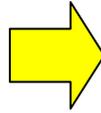


Fagus sylvatica / hêtre

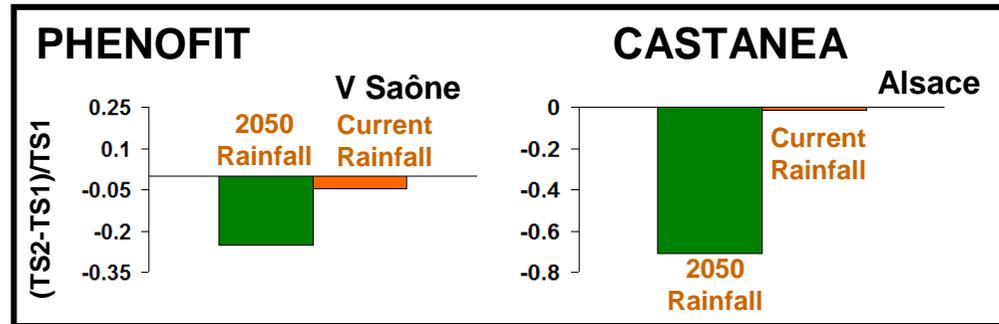
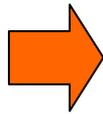
Tests de mécanismes

Exemples

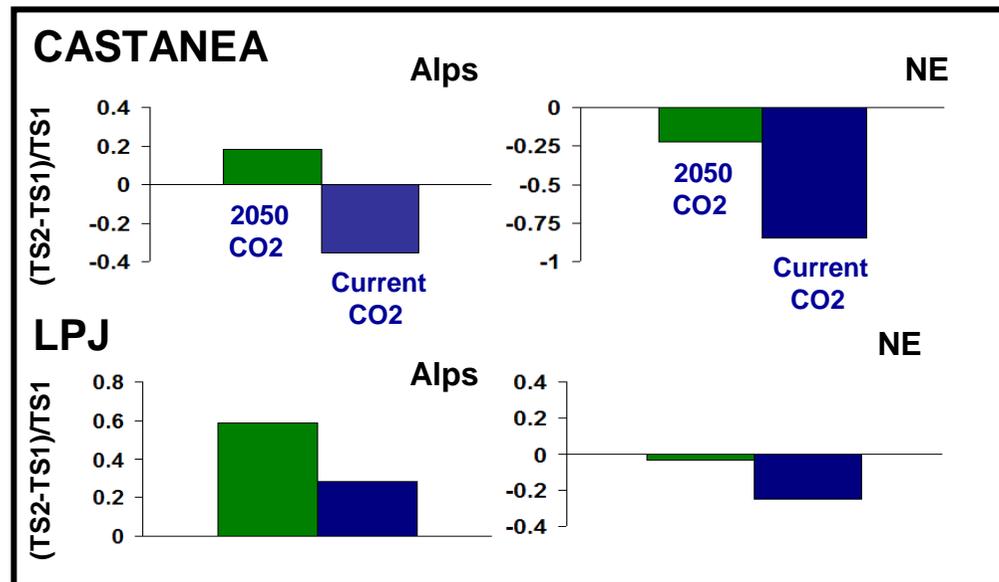
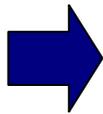
1 Les modèles de niche répondent négativement à l'augmentation de la température, cette réponse est plus faible ou inversée dans les modèles mécanistes.



2 Les modèles mécanistes sont très sensibles aux réductions de pluie.



3 Les effets du CO₂ minimisent les impacts de sécheresse dans les modèles mécanistes.



Hêtre - conclusions

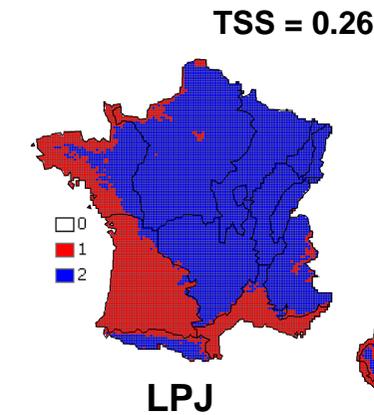
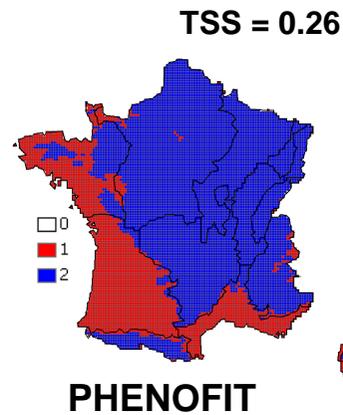
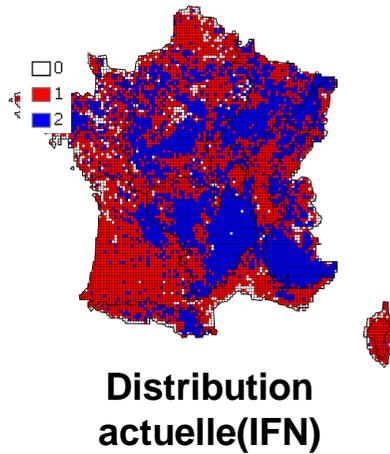
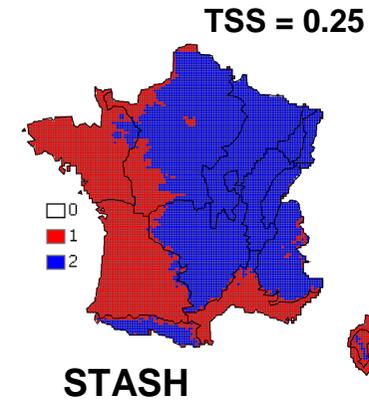
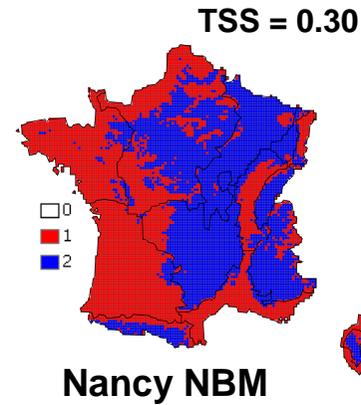
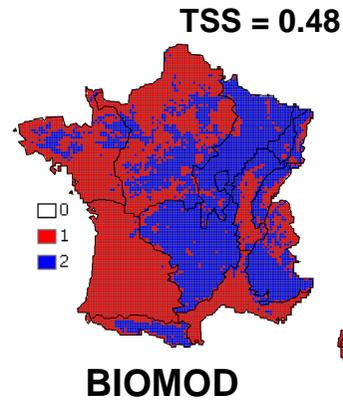
- **Les modèles de niche simulent bien la répartition actuelle du hêtre.**
- **Les modèles de niche prédisent la régression du hêtre en plaine en France pour la période 2055 pour ce scénario climatique (Arpège, A1b). Cette régression est pilotée par l'augmentation de la température.**
- **Les modèles mécanistes prédisent une régression faible ou modérée du hêtre en plaine, et une augmentation importante en montagne. Ces modèles prédisent aussi une augmentation de la productivité dans le nord et en montagne. L'augmentation du CO₂ atmosphérique contrebalance les effets négatifs du changement climatique.**

Pinus sylvestris

pin sylvestre

Distribution actuelle et évaluation des modèles

Pinus sylvestris



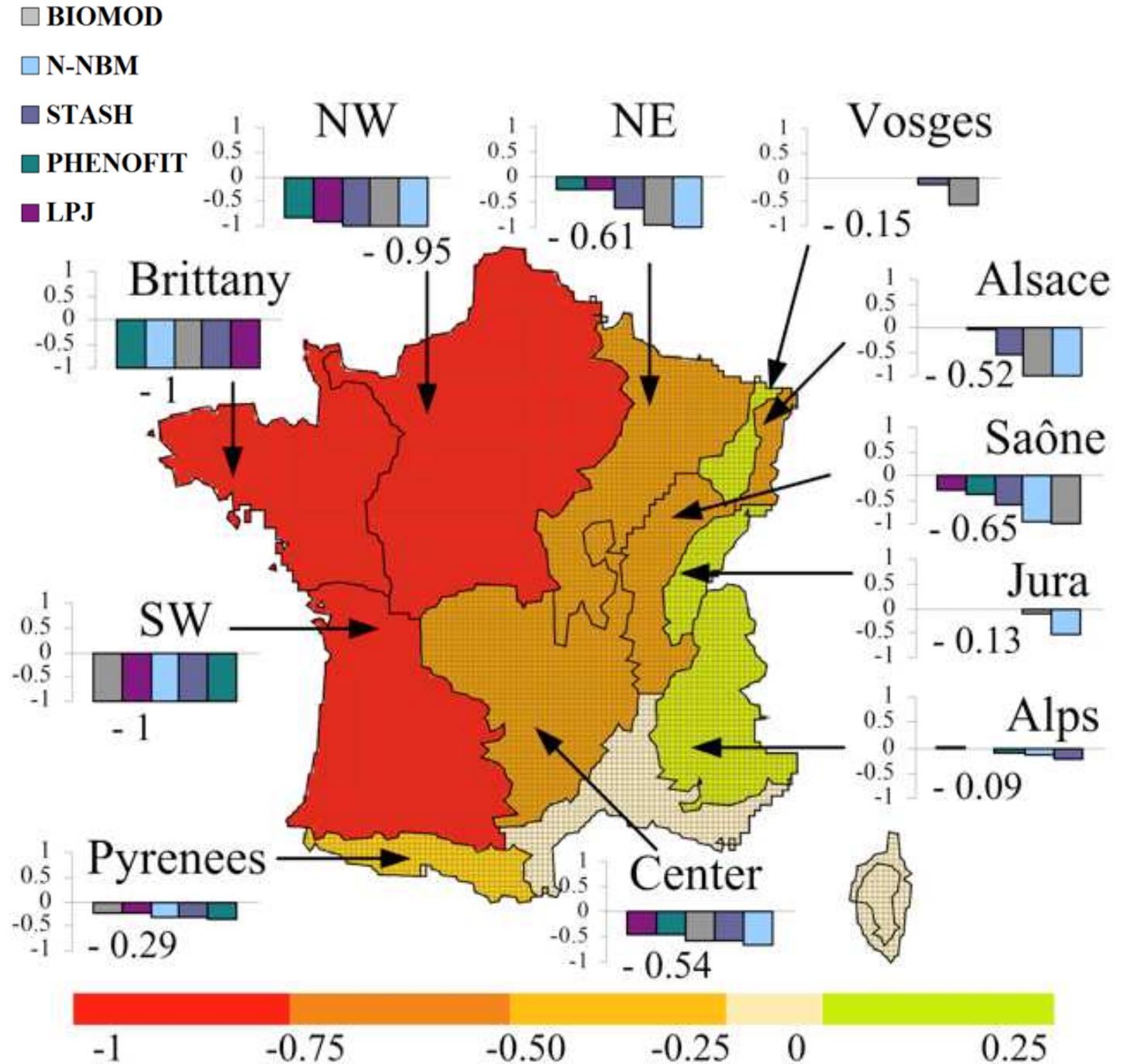
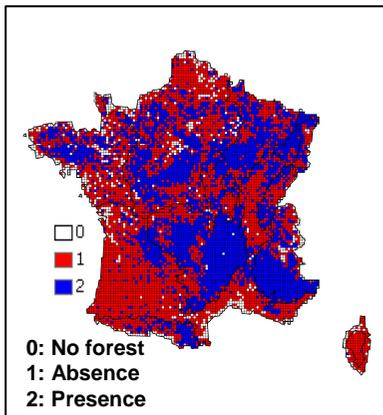
■ = absence
■ = présence

Pinus sylvestris pin sylvestre

Distribution prévue en 2055

Valeurs =
diminution (-) ou
augmentation (+)
de la présence de
pin sylvestre

Rappel de la distribution
actuelle

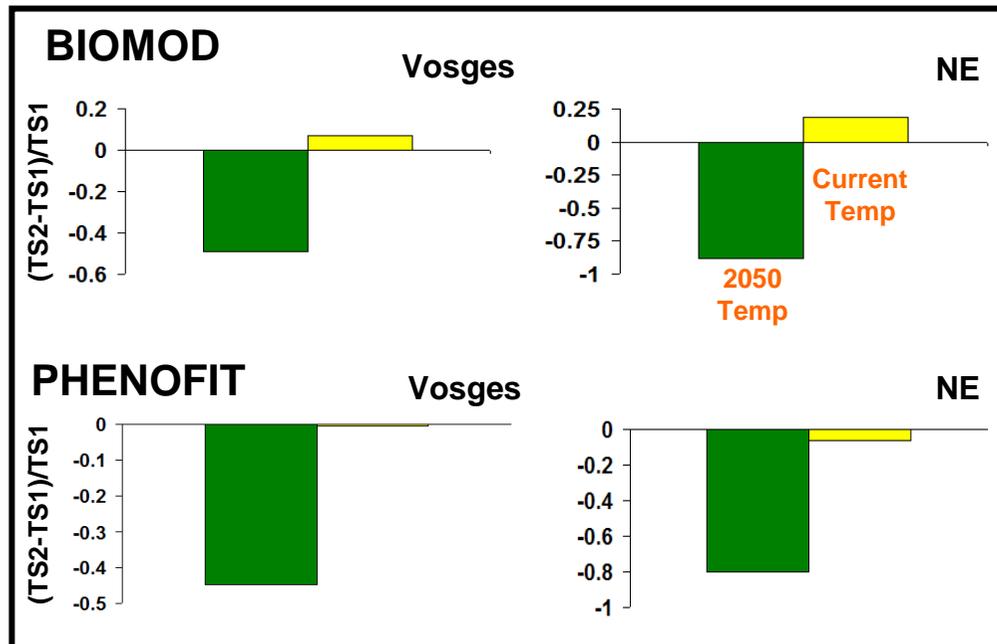
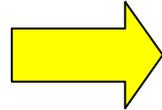


Pinus sylvestris / pin sylvestre

Tests de mécanismes

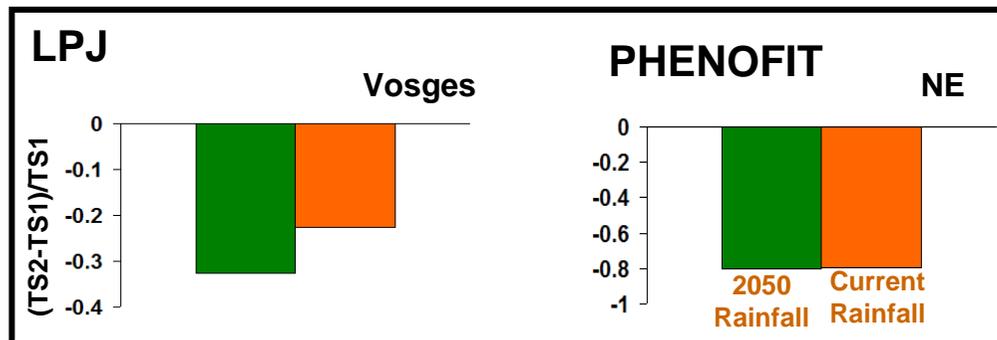
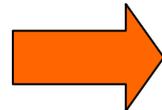
1

L'ensemble des modèles sont sensibles au réchauffement



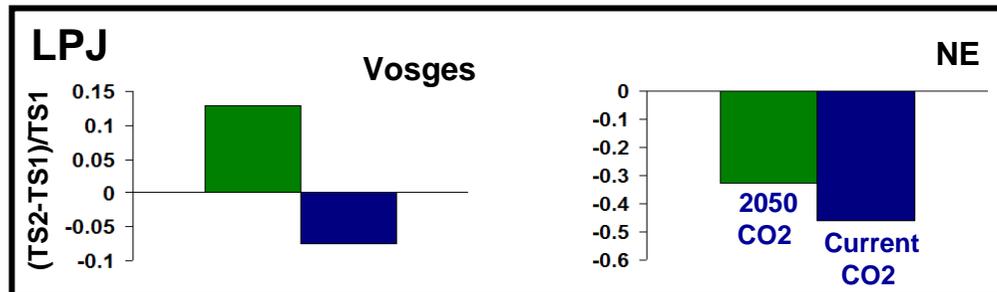
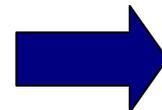
2

L'ensemble des modèles sont peu sensibles aux modifications des précipitations



3

Les effets de CO₂ atténuent les effets du réchauffement



Pin sylvestre - conclusions

- Les distributions actuelles du pin sylvestre sont difficiles à reproduire, probablement en partie à cause de son implantation en dehors de son aire de répartition naturelle.
- L'ensemble des modèles prédisent une régression importante en plaine en France pour ce scénario climatique (Arpège, A1b). Cette sensibilité est pilotée par l'augmentation de la température.

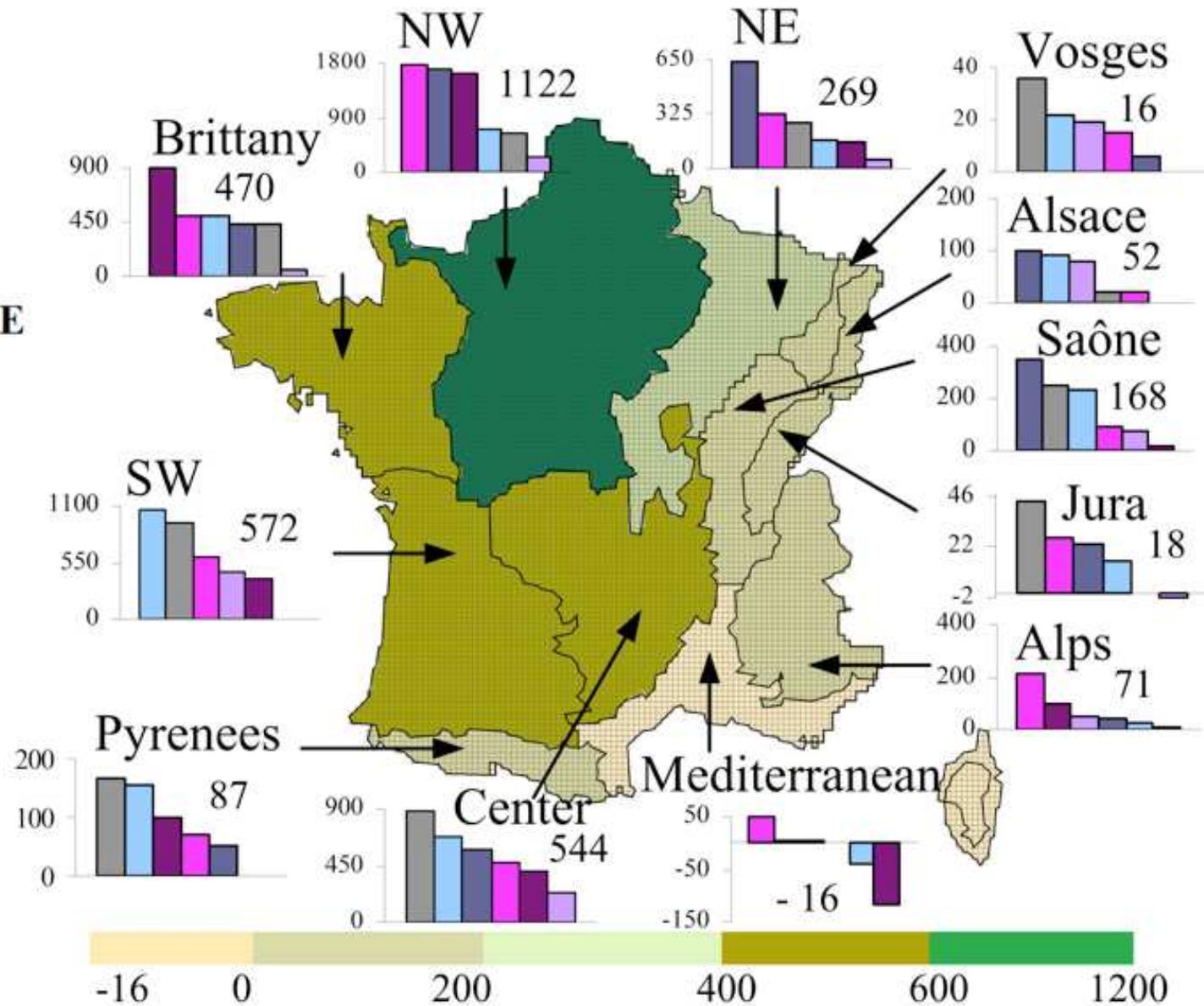
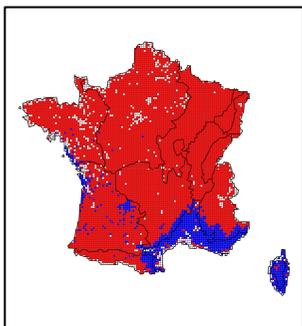
Quercus ilex chêne vert

Quercus ilex / chêne vert ou "Temperate Broadleaf evergreens" en 2055

- BIOMOD
- N-NBM
- STASH
- LPJ
- ORCHIDEE
- IBIS

- = absence
- = présence

Rappel de la distribution actuelle

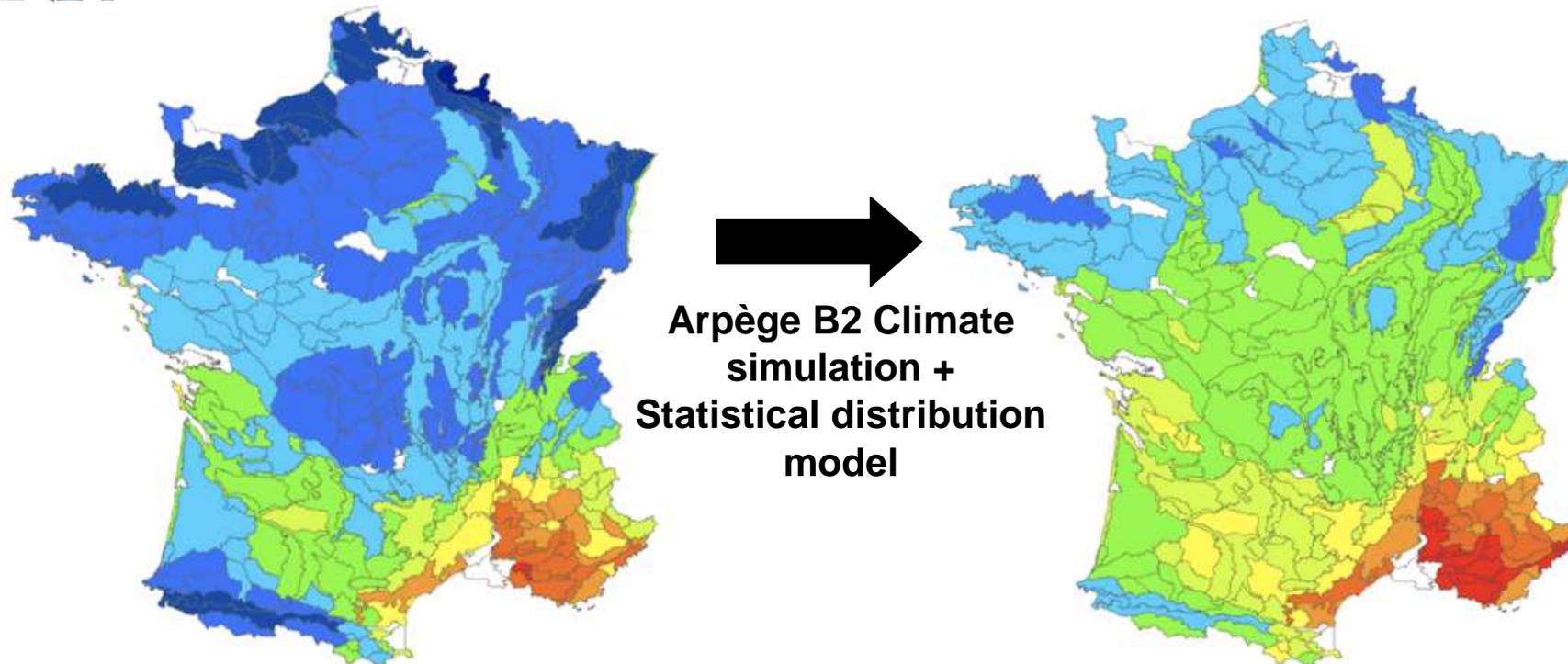


A vertical banner on the left side of the slide. It features a collage of nature-related images: autumn leaves at the top, a blue sky with clouds, a green field, a close-up of a flower, a body of water, and a weather station on a tower. A semi-transparent white box with a grid pattern is overlaid on the banner, containing the text.

Laboratoire d'Ecologie, Systématique et Evolution
RMT AFORCE – 17 Novembre 2011

Diversité des plantes forestières

Evolution de la composante méditerranéenne de la végétation forestière entre 1990 et 2100 selon le scénario climatique Arpège B2 de Météo-France.



Current

Statistical model based on IFN
and AURELHY climate data

2100

Projected distribution

Adaptation: Comment réagir face à d'importantes incertitudes ?

Colloque "Forêt et enjeux d'avenir"

La forêt, une question d'avenir



[Accueil](#) [Informations pratiques](#) [Programme](#) [Les acteurs](#)

Palais du Luxembourg
VENDREDI 24
et
SAMEDI 25 SEPTEMBRE
2010



**UNIVERSITÉ
PARIS-SUD 11**



AgroParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET INDUSTRIES DU VIVANT ET DE L'ENVIRONNEMENT
AND INSTITUTE OF TECHNOLOGY FOR LIFE, FOOD AND ENVIRONMENTAL SCIENCES



Fagus Sylvatica

0 : Absence
1 : Presence



Current
distribution

Current



BIOMOD



N-NBM



STASH



CASTANEA



PHENOFIT



LPJ



2055

Quercus robur

0 : Absence
1 : Presence



Current
distribution



BIOMOD



N-NBM



STASH



PHENOFIT



LPJ

Current



2055

Pinus sylvestris

0 : Absence
1 : Presence



Current
distribution



BIOMOD



N-NBM



STASH



PHENOFIT



LPJ



2055