

CHANGEMENT CLIMATIQUE et IMPACT SUR L'AGRICULTURE ET LES FORÊTS

Bernard SEGUIN

INRA Avignon

Quelle réaction des plantes au Climat?

Le climat change

↑ Augmentation de la concentration en CO₂

Rayonnement (nuages) ?



Augmentation de la photosynthèse et de la surface foliaire

Impacts sur la végétation

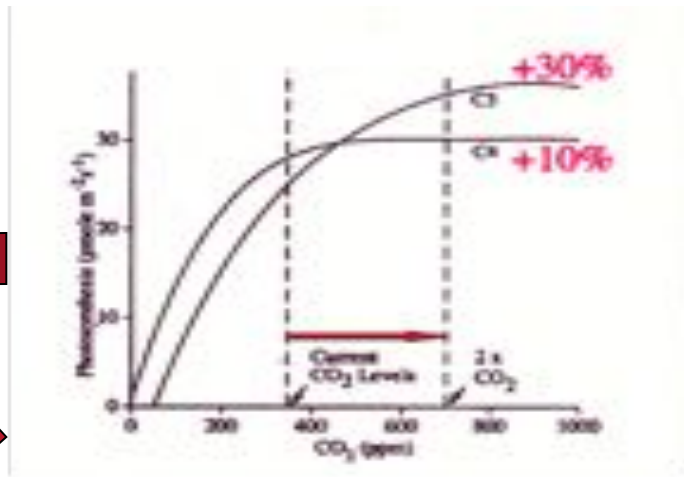
↑ Augmentation de la température de l'air



Pluies ?

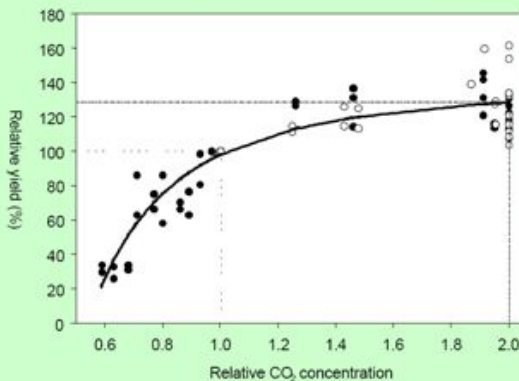
- ?
- * Raccourcissement du cycle
 - * Allongement de la période végétative
 - * Augmentation de la Demande climatique

CO₂ et photosynthèse

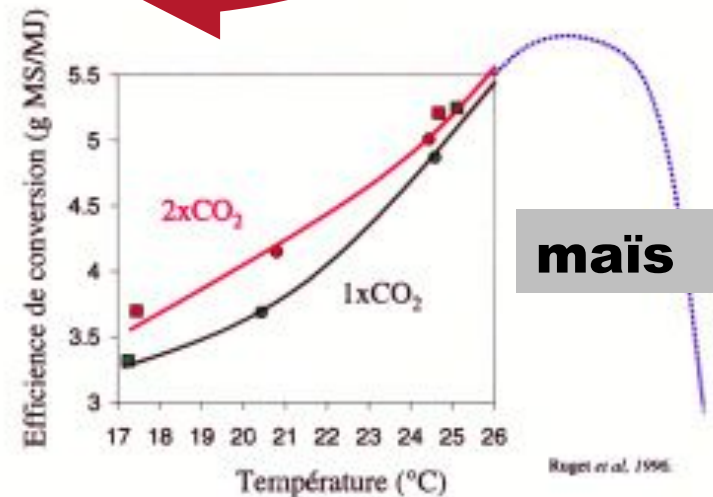


Wheat yields with increasing CO₂ concentration

Danish Inst Agric Sciences

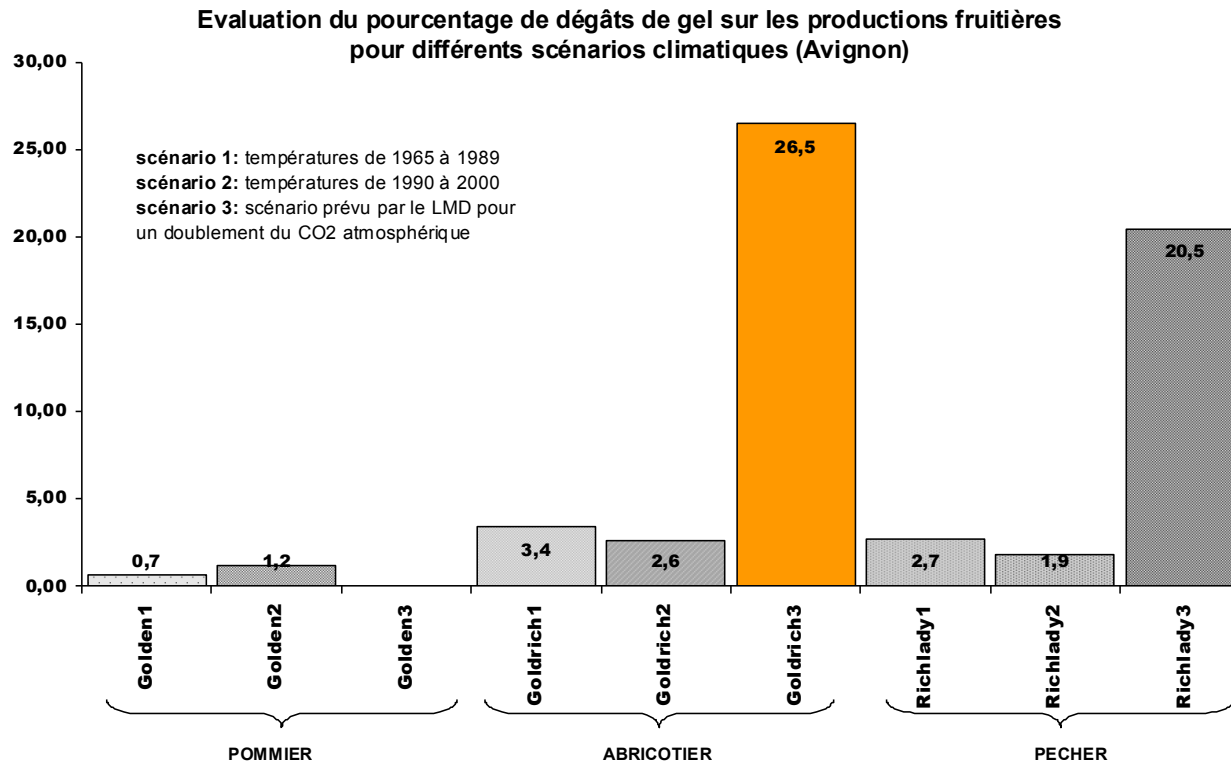


blé



La phénologie des arbres fruitiers

problème des hivers doux (levée de dormance),
avance en phénologie (floraison → risque de gel/faible mise à fruit)



Cas de la vigne : avance de la phénologie et effet sur la qualité

Élévation de la température (°C)

+4.0

+2.0

0.0

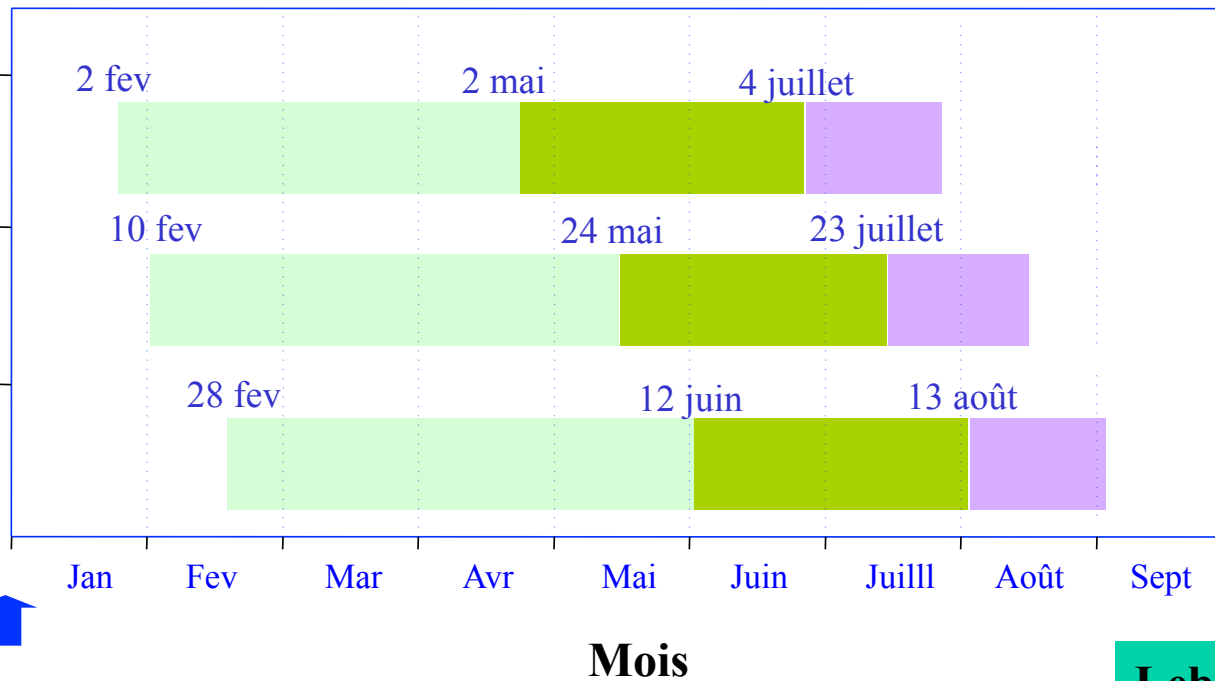
référence 1971-1991



débourrement

floraison

véraison



Lebon (2002)

Prédictions de l'évolution de variables climatiques affectant le fonctionnement des plantes

Teneur en eau du sol

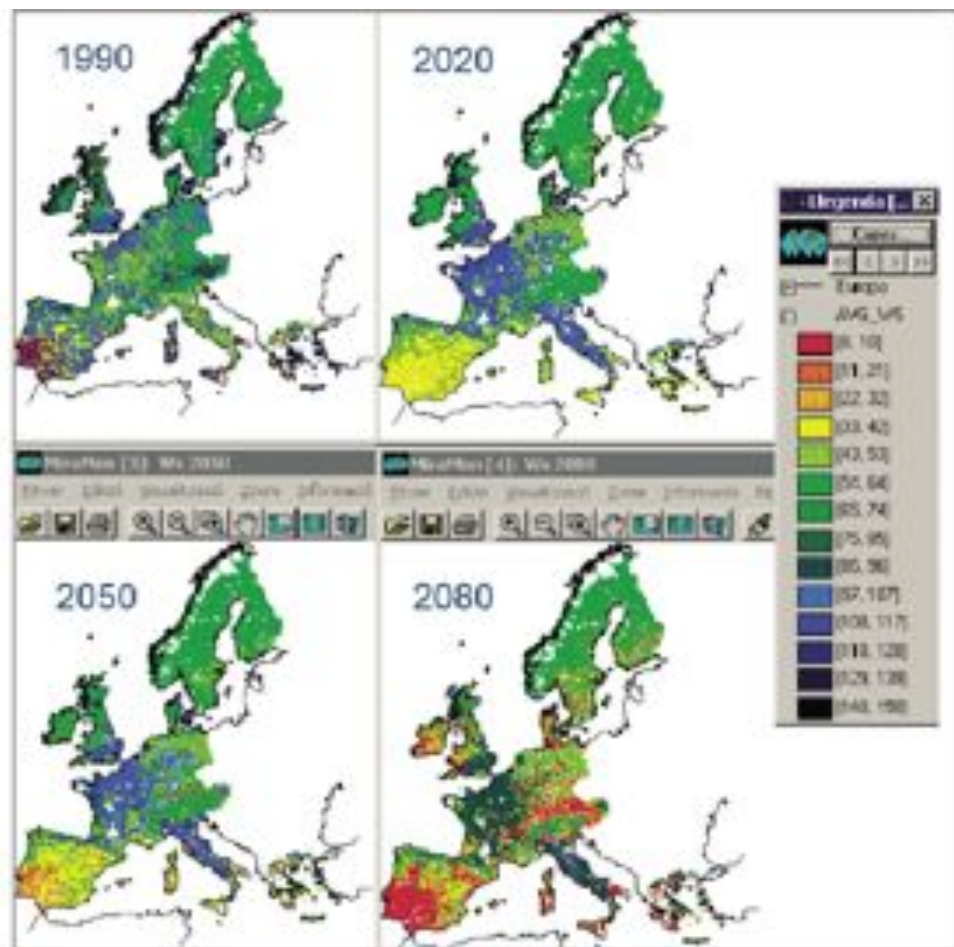


Figure 3. Soil water content in European forest soils simulated with the forest growth process based model Gotilwa+. Simulations use a pixel of 10'x10' combined with climate pre-

Durée de la saison de végétation

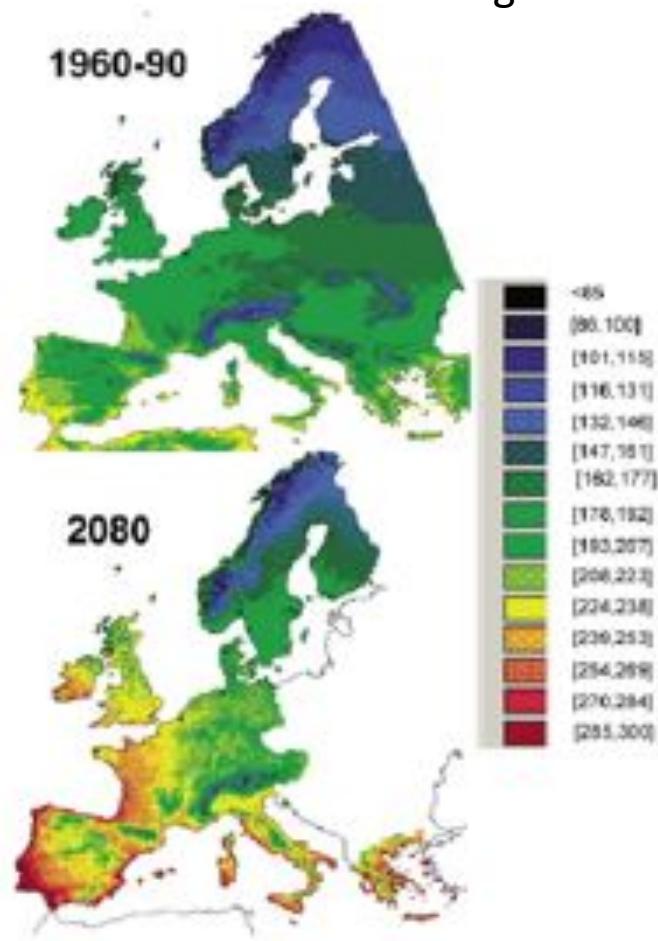
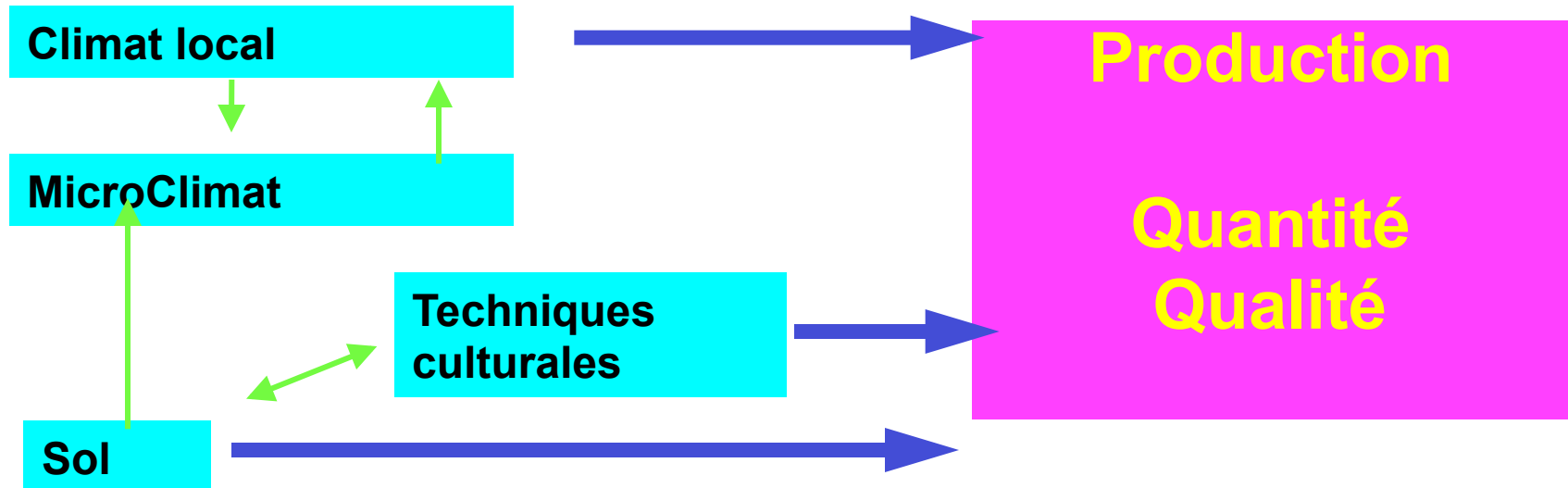
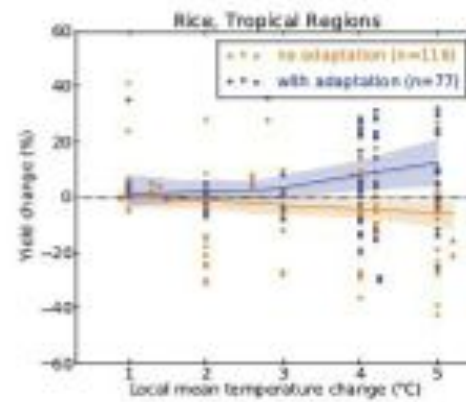
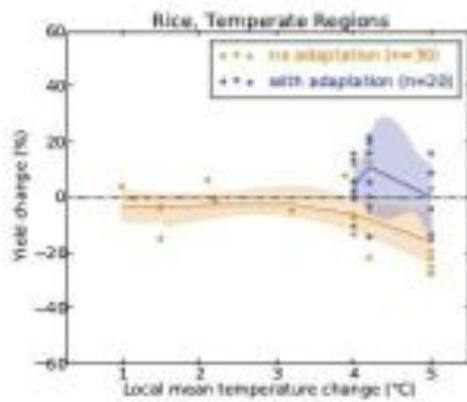
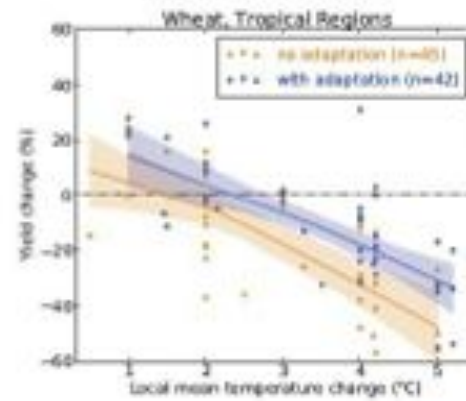
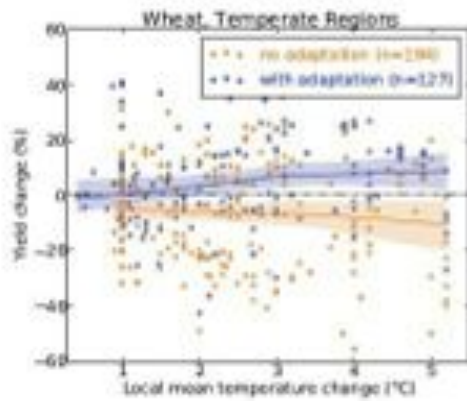
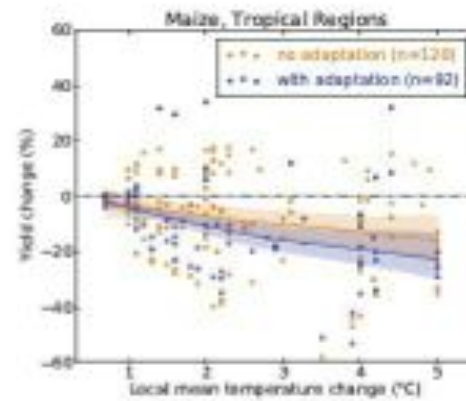
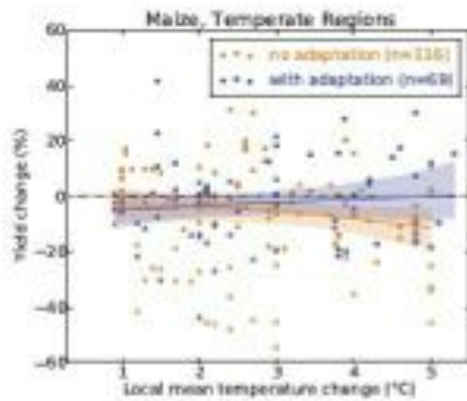


Figure 4. Simulated length of the growth period (days). Source: Gracia et al. 2002

LES MODELES DE CULTURE



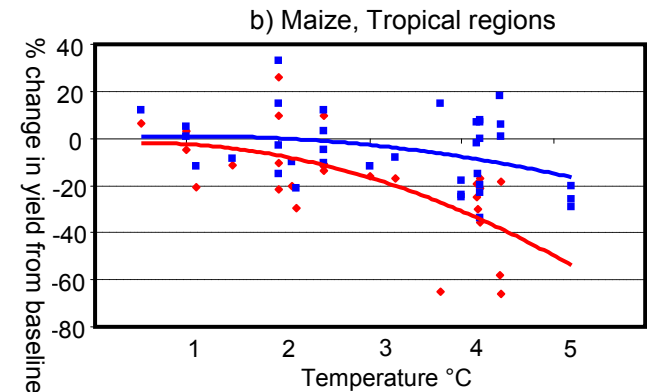
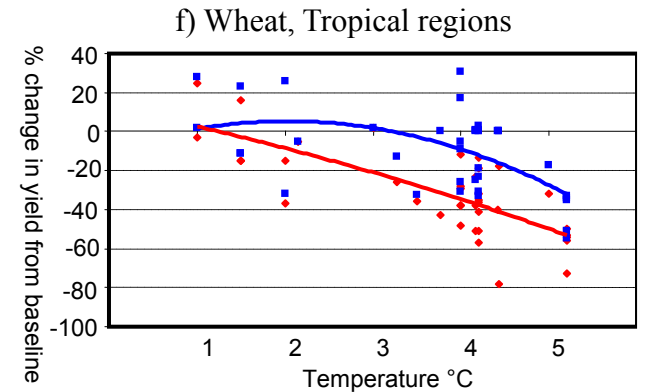
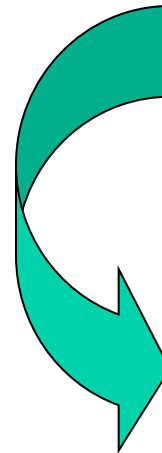
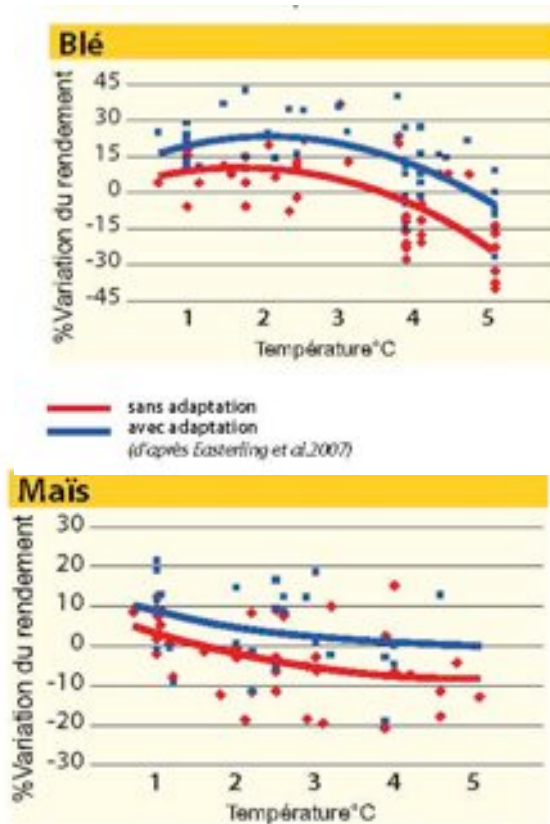
- Intégration des connaissances:
microclimat lumineux, bilan hydrique, bilan d' énergie
- Prise en compte des interactions
« climat x sol x technique culturales »
- À terme: intégration de critères de qualité



IPCC 2014
(WG II, ch 7)

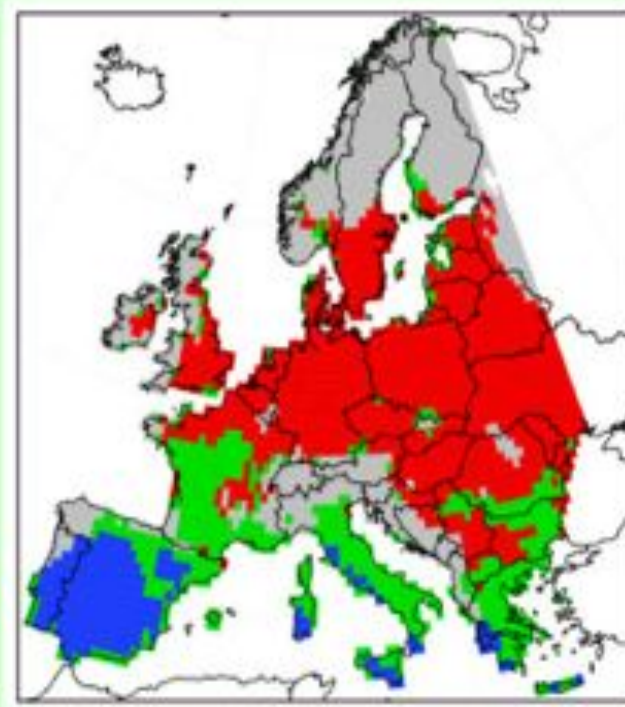
Pour les zones tempérées, si réchauffement limité à 2-3°, conséquences positives, avec un avantage si adaptation. Au-delà?

mais pour les basses latitudes ...



Changes in wheat yield, 2080

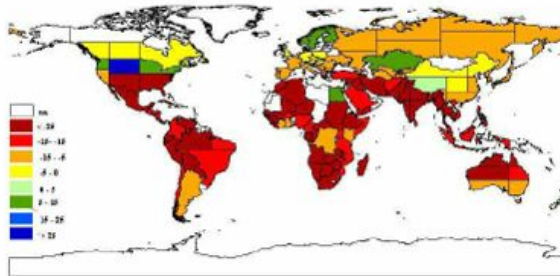
(amount of agreement between 9 regional models, A2)



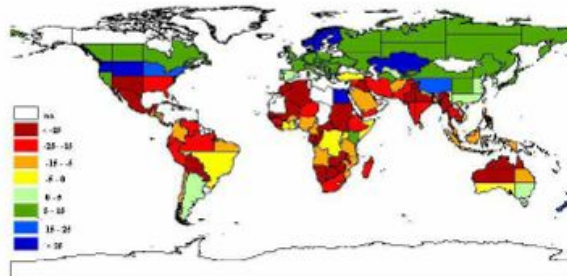
- Reduced yield in all models
- Increased yield in all models
- Models do not agree

Le contraste Nord-Sud accentué

Impact on Agricultural Productivity without Carbon Fertilization (percent)



Impact on Agricultural Productivity with Carbon Fertilization (percent)



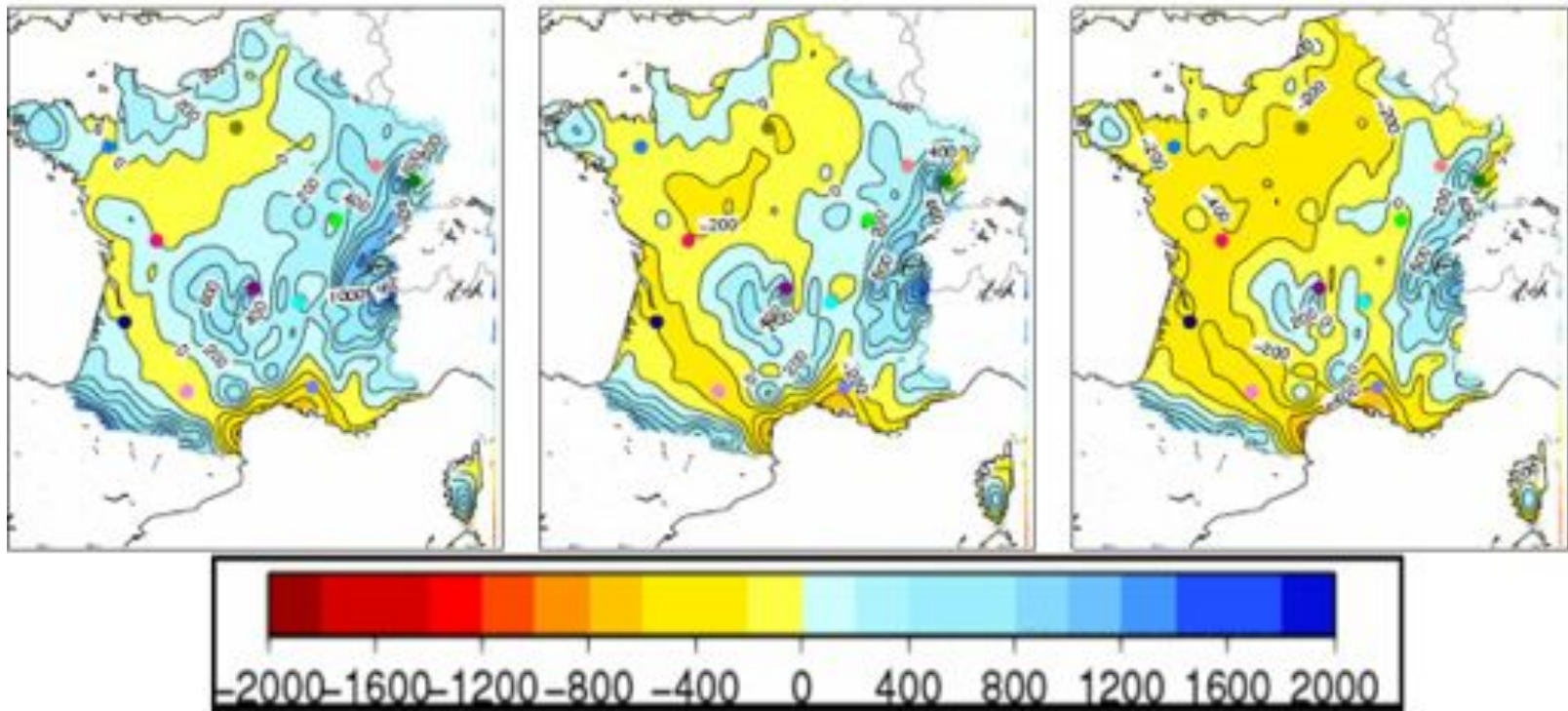
Cline 2007

Le climat du 21 eme Siecle(A1B, Arpège,): P-ET₀

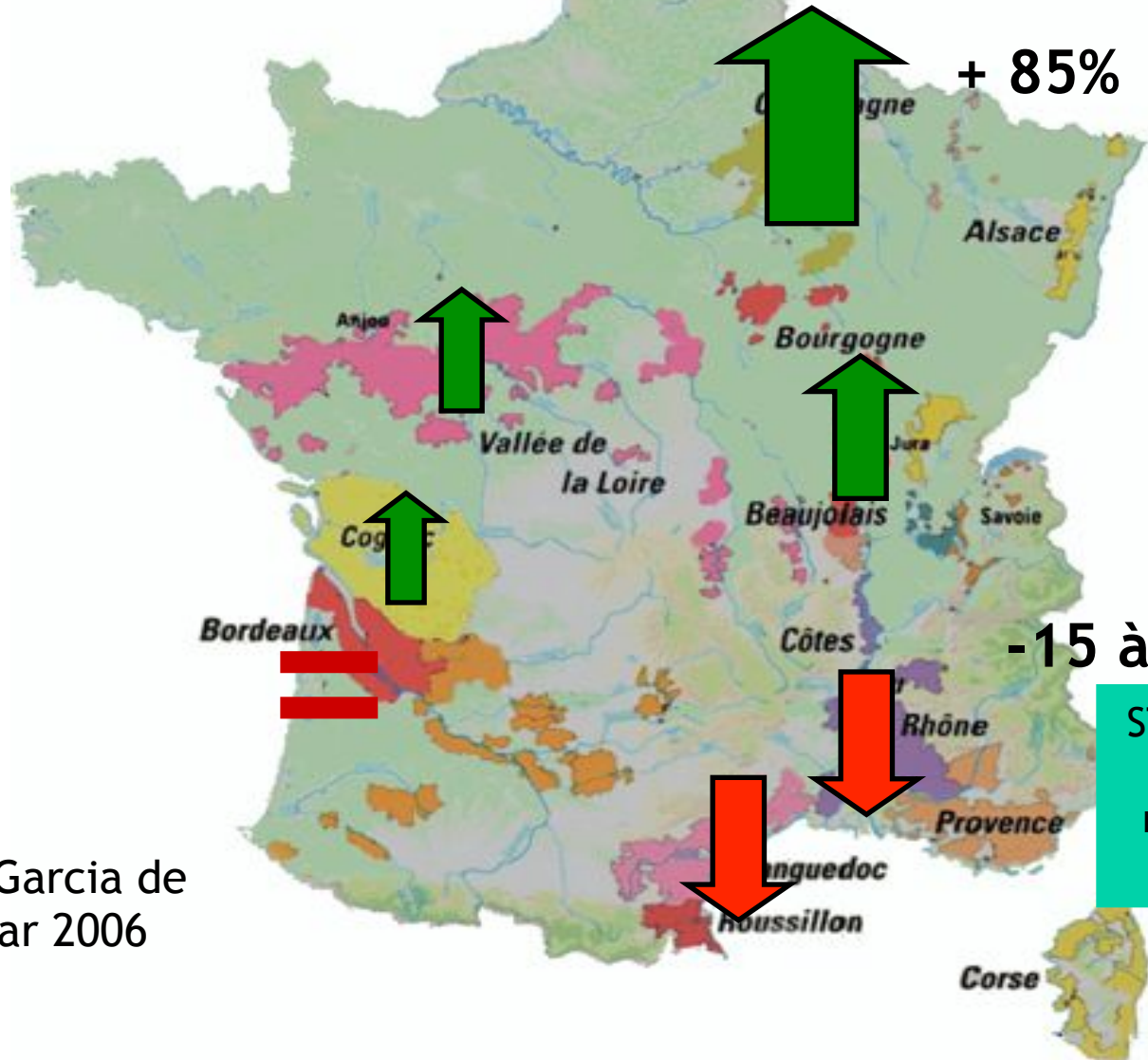
1971-1999

2021-2049

2071-2099



Rendement

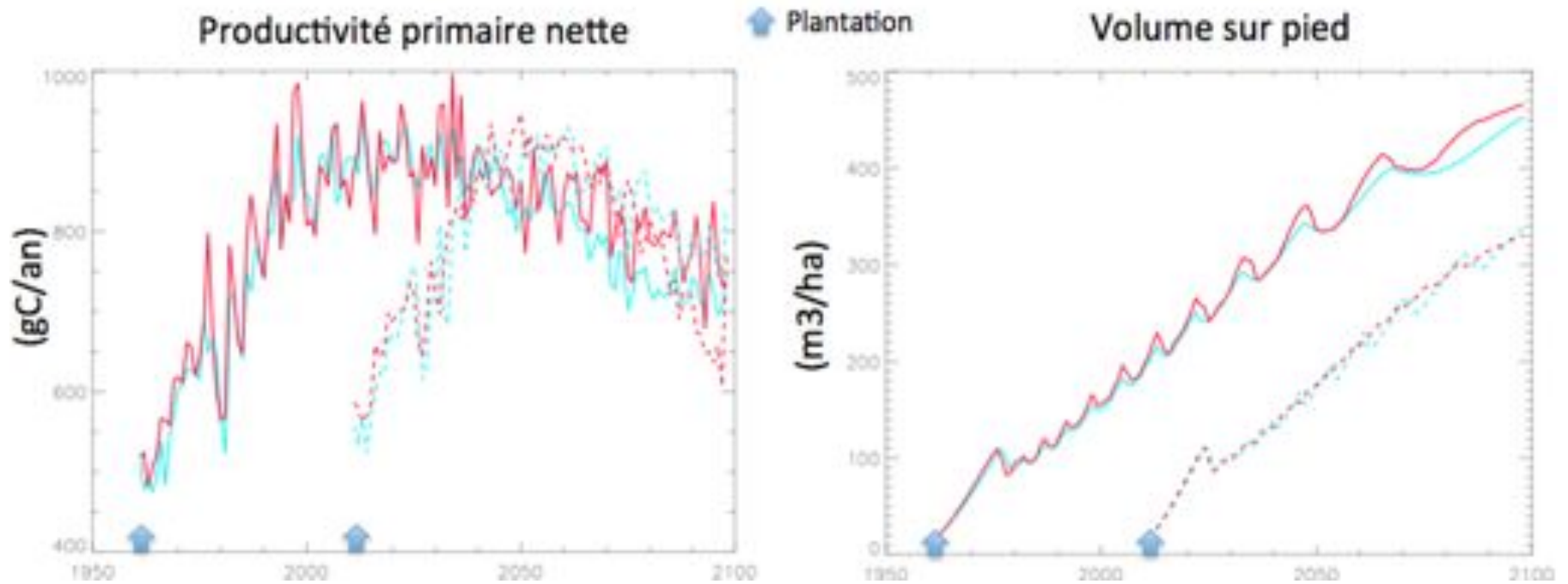


STRESS Thermique, hydrique et raccourcissement du cycle

Thèse I.Garcia de Cortazar 2006

Intensité dépend du type du sol

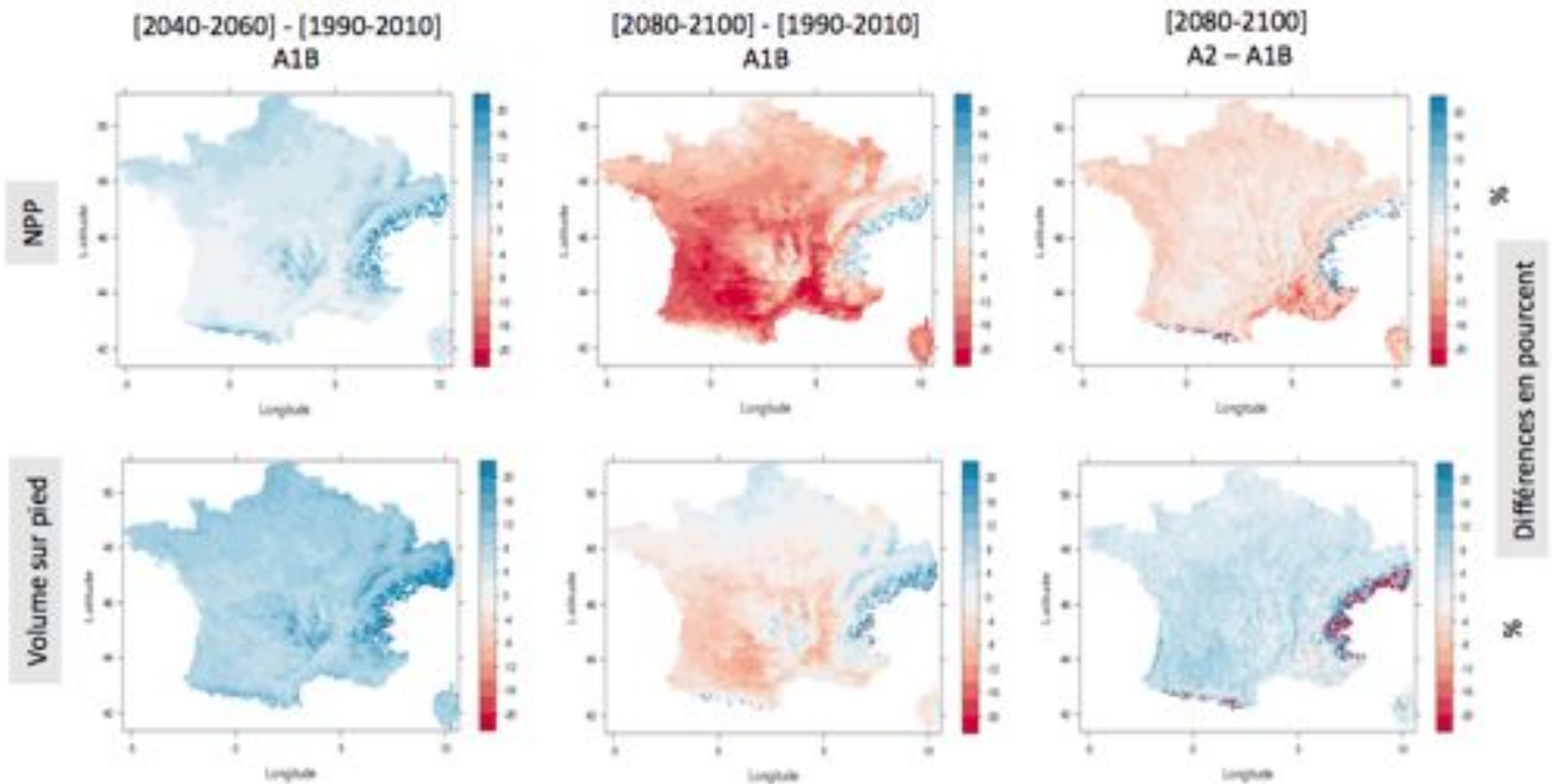
La productivité forestière



Rapport FAST 2013

La productivité forestière

Forêt de type "feuillus décidus"; âge moyen: 40 ans



Evolution du confort hydrique des plantes pour le blé et le tournesol

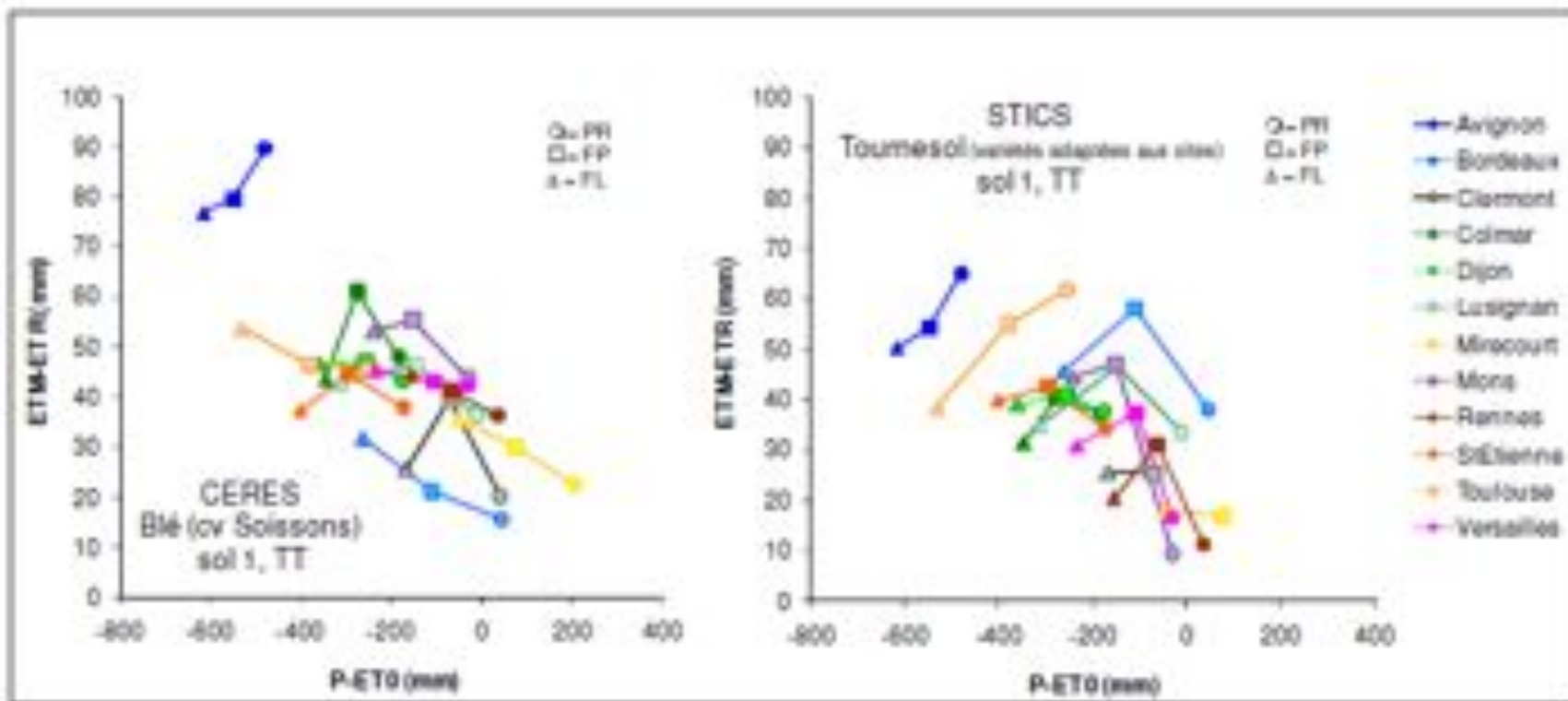
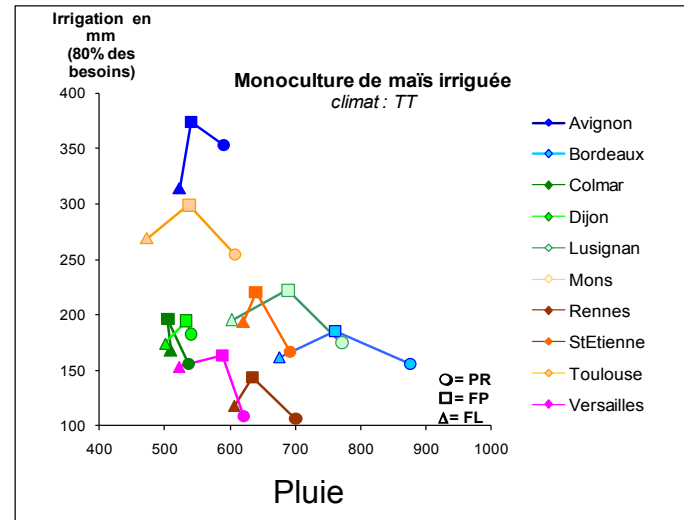
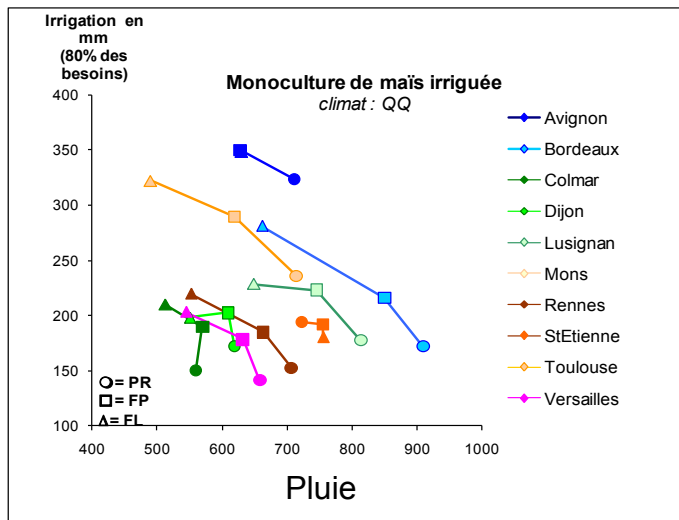


Figure 5 : Evolution de la différence ETM-ETR sur blé (CERES) et Tournesol (STICS) en fonction de l'indice agroclimatique P-ET0 : ● passé récent, ■ futur proche, ▲ futur lointain

Adaptation des systèmes de culture

- . **matériel génétique et choix variétal:**
précocité, durée du cycle, optimum thermique,
besoins en froid, sensibilité au gel .
- . **ajustement des techniques culturales:**
dates de semis et jours disponibles pour implantation,
fertilisation/irrigation,
jours disponibles pour la récolte
- . **prise en compte des effets sur la santé des plantes**

Evolution des besoins d'irrigation



Evolution de l' irrigation moyenne par période d' une monoculture de maïs pour le sol à RU confortable (226 mm) en fonction de la pluviométrie annuelle

- + 40 mm d'irrigation en moyenne dans le FP
- + incertain en FL

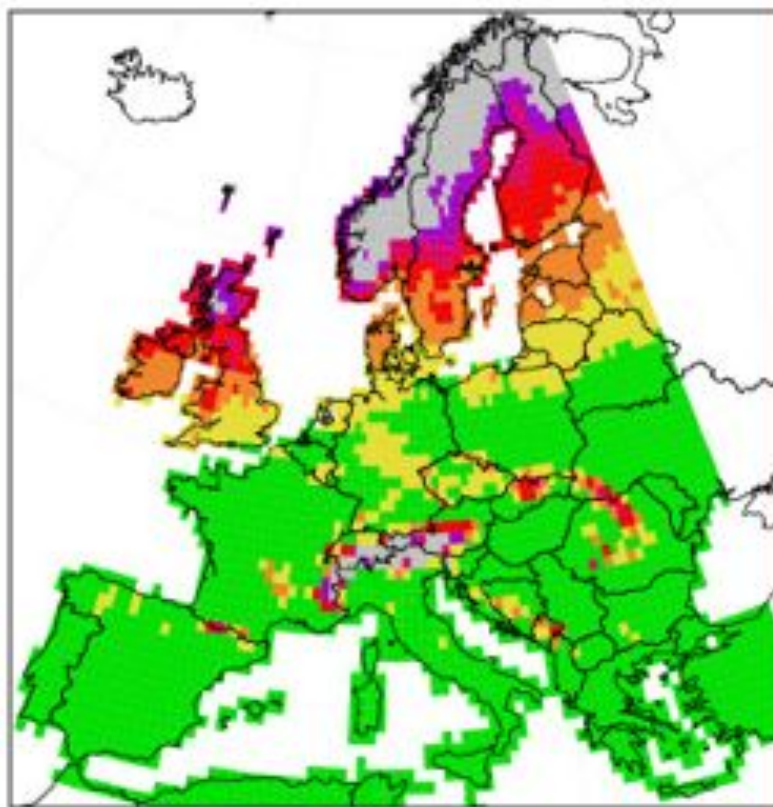
Adaptation par déplacement géographique ?

- +1° ~ 200km vers le nord ou 150m en altitude
- encore peu d'évidences d'évolution récente..
- mais pour le futur nécessité d'envisager le déplacement des zones de production (révision des potentialités , introduction de nouvelles cultures)..

quid du contexte économique ?
et les terroirs....



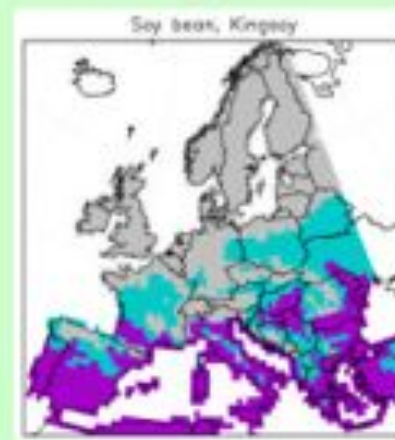
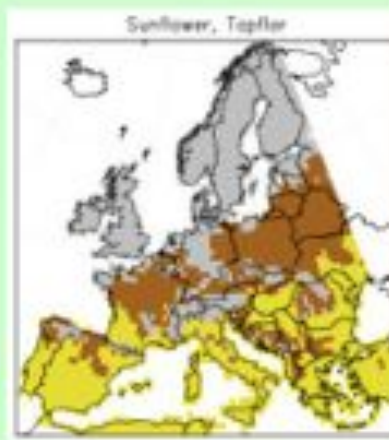
Suitability for grain maize cultivation with increasing temperature



Expansion of suitable
area with increased
temperature

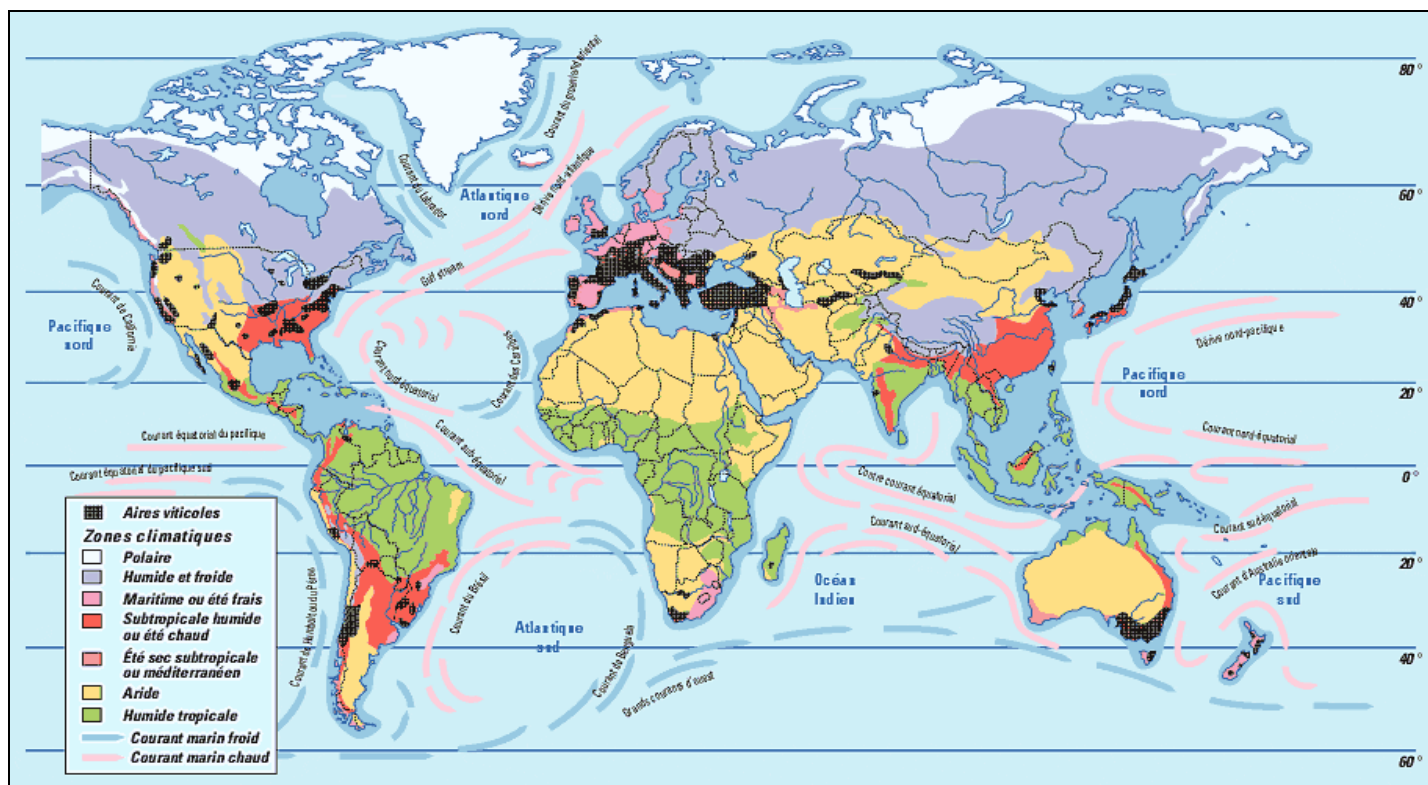


Suitability for grain maize, sunflower and soya, 2050s



red/brown/blue: suitability extension
 green/yellow/purple: Baseline 1961-90

Zones climatiques et distribution du vignoble mondial



Source : Revue des œnologues, n°96, juillet 2000

CLIMAT ET PRODUCTION VITICOLE

LIMITE SEPTENTRIONALE DE LA VIGNE EN EUROPE

- Limite Nord de la culture de la vigne
- Isohéliotherme 2.6
- - - - Isotherme -1°C en janvier



Limites de culture

(Branas 1946)



CLimate Change Adaptability of WINE

FOCUS 43/2002 & other NEWS



IPCC TAR WG 2

Grapevine:

- suitable area expands northwards into central and northern England and eastwards into parts of eastern Poland, Romania, Belorussia and the Ukraine.
- Increasing yield in southern England and Brandenburg

FORSCHUNG & TECHNIK

Die Weinbau in Europa
Berechnung des Klimawandels

CBS News

Britain: Great New Wine Region?

• *A Change In Climate Could Make It Happen*



„Tell a Frenchman that you're growing wine in England, and he thinks it's a bit of a joke.“

Ian Berwick,
Brusyard Vineyards

SAXMUNDHAM, England, April 06, 2000

Vinologische Globalisierung

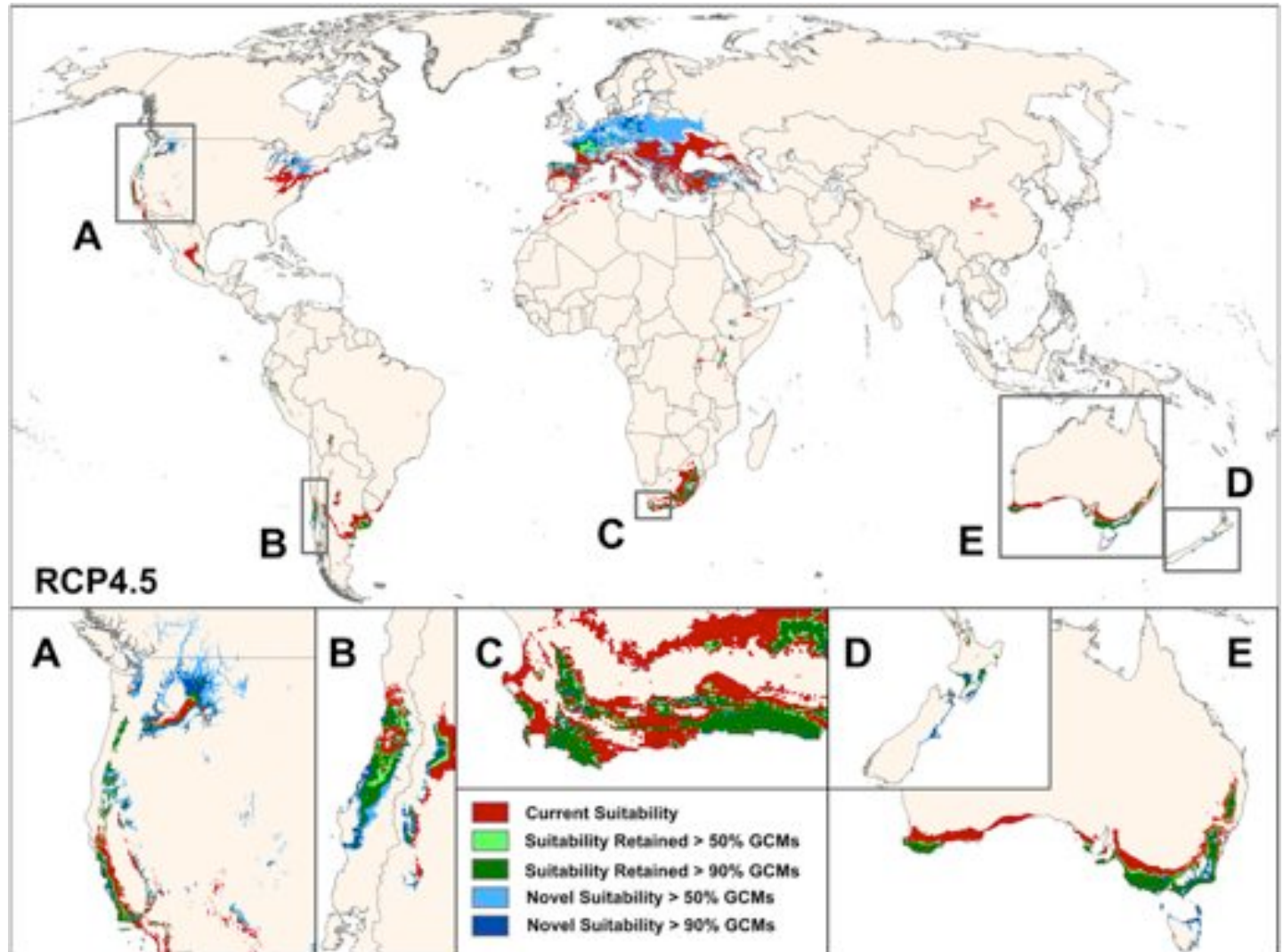
Wenn die Sonne im
Sommerhitze, die im Winter
in den Nächten 20 oder 40
Jahren in ganz Deutschland

und pedales, im mittleren
Bereich werden die
Sonne und die Wärme oder
Sonne und die Wärme

Paris 4 April 2003

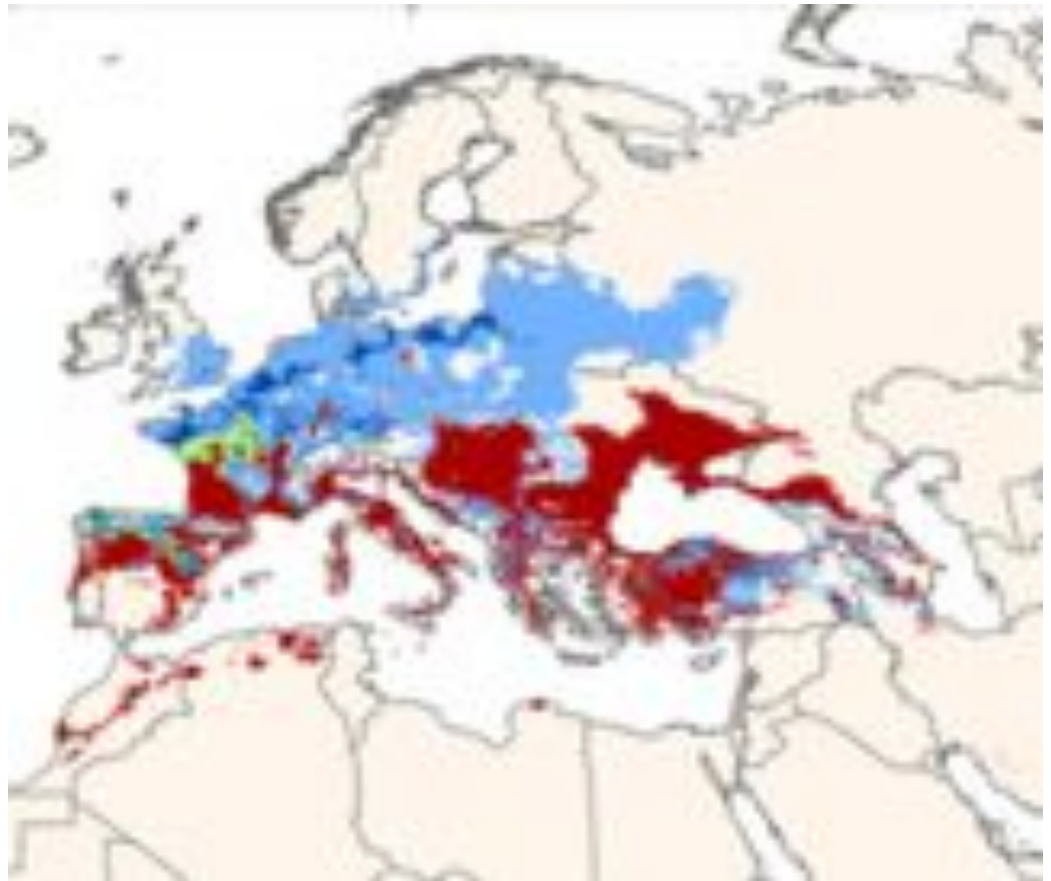


L'avenir de la vigne?

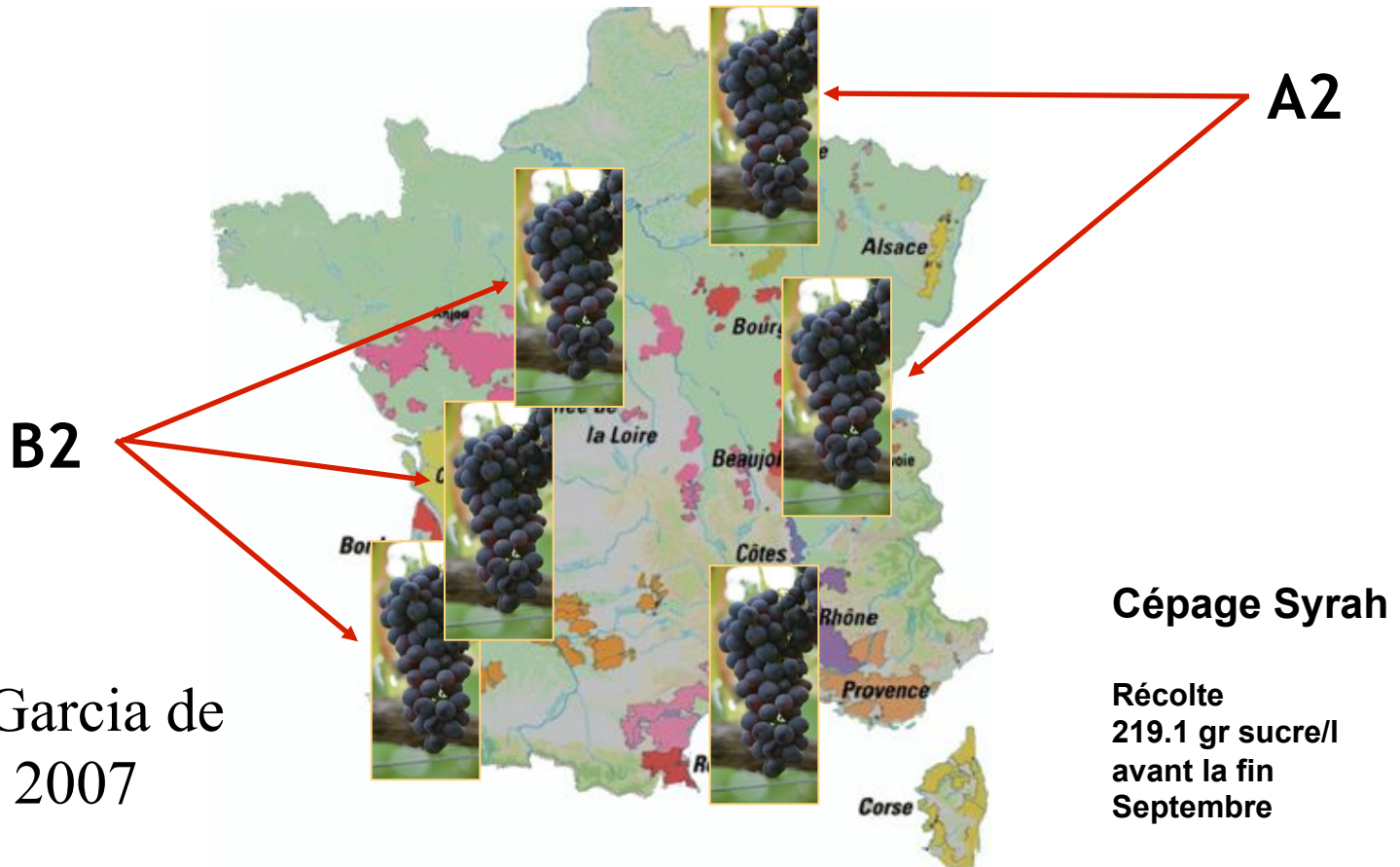


Hannah et al
(2013)

Les limites de l'approche



Quelle mobilité pour la vigne?



Thèse I.Garcia de
Cortazar 2007

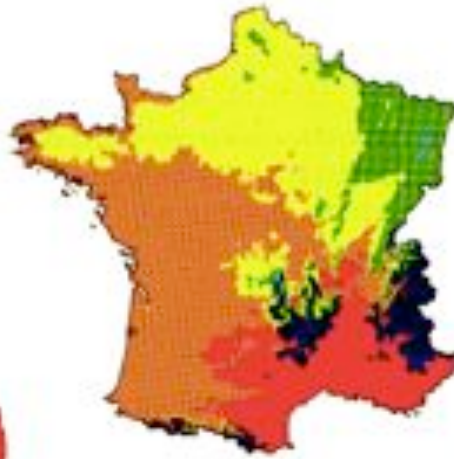
La forêt : impacts prédits

- Aire potentielle des espèces, des biomes
aire potentielle de 8 groupes biogéographiques

A – climat actuel



B – climat 2050



C – climat 2100

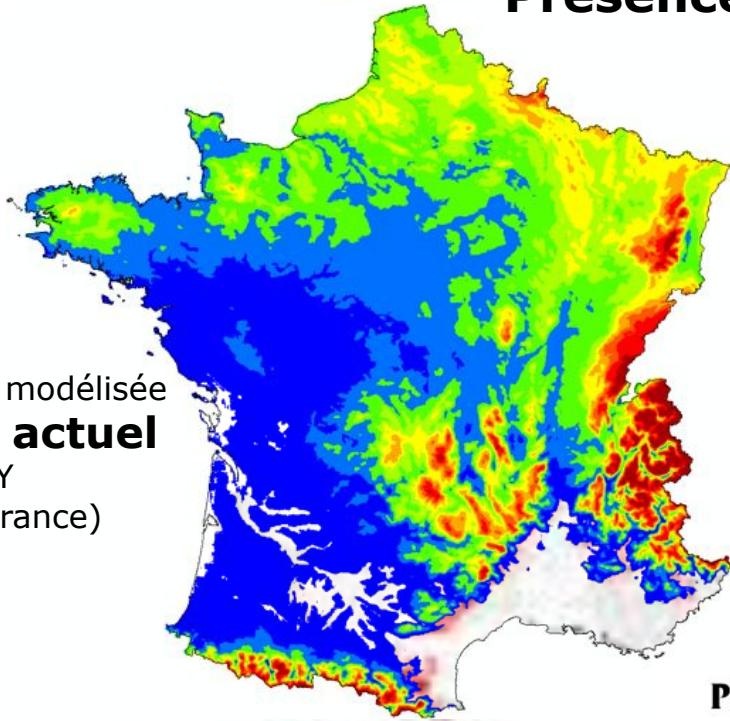


Badeau et al, 2007

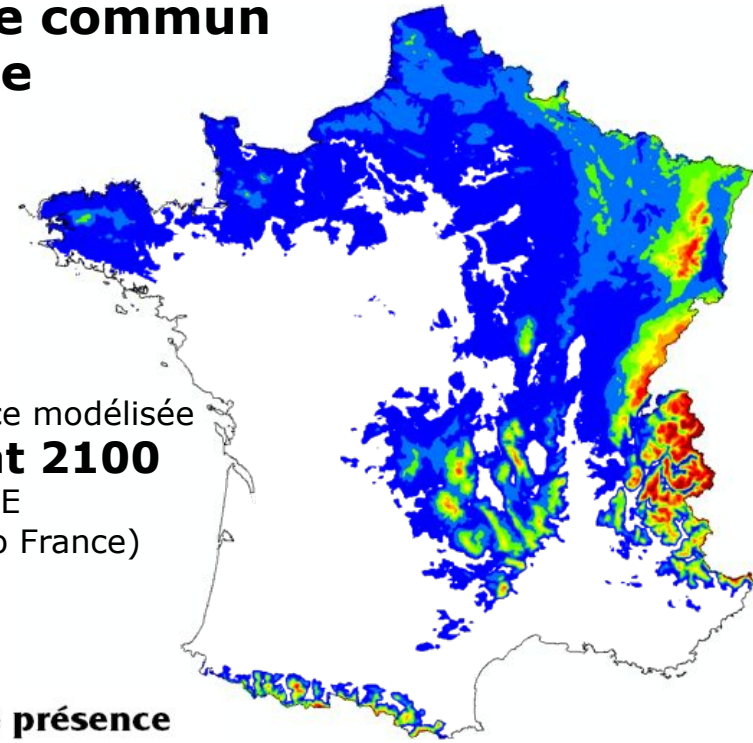
Impact CC → Déplacement des aires de distribution des arbres –prédictions (modèles de niches bioclim.)

Présence du hêtre commun en France

Présence modélisée
climat actuel
(AURELHY
Météo France)



Présence modélisée
climat 2100
(ARPEGE
Météo France)



Probabilités de présence

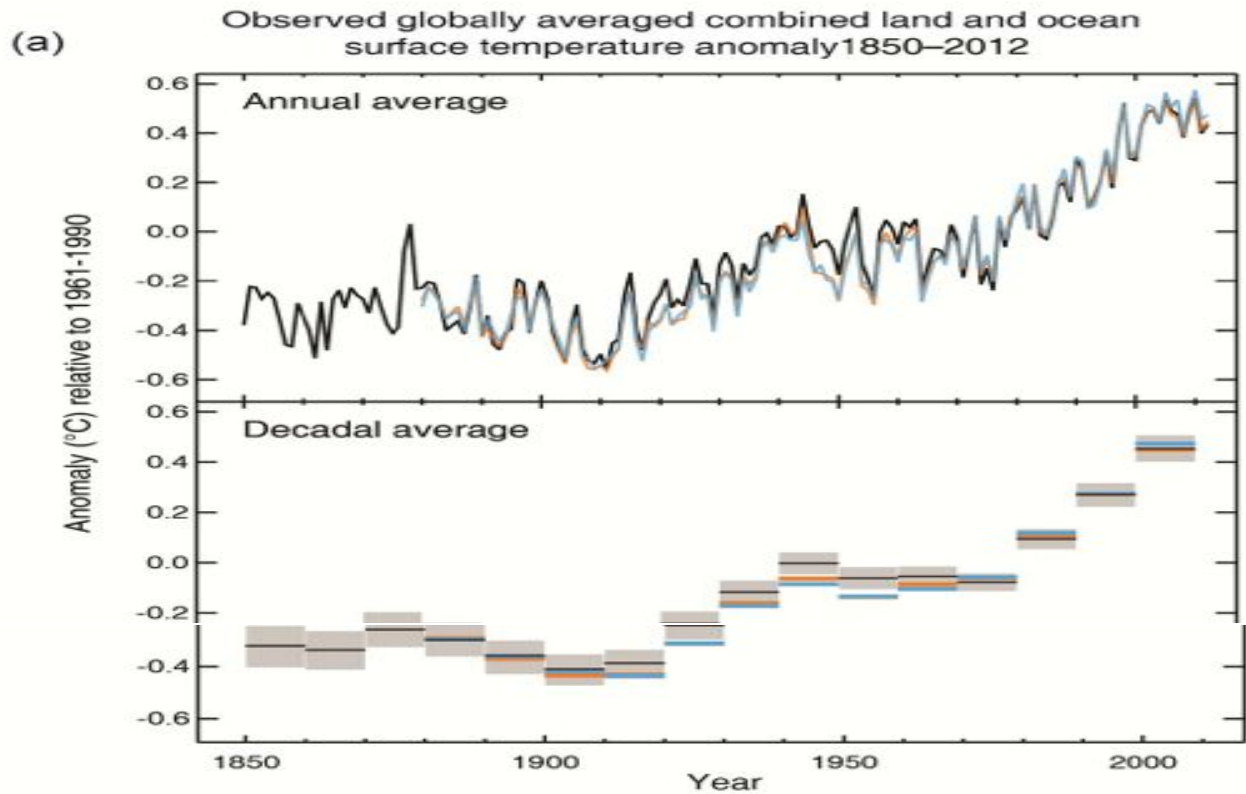


Badeau V., Dupouey J.L., Cluzeau C., Drapier J., 2005.
Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100.
Forêt-Entreprise n°162 - Avril 2005, pp 25-29.

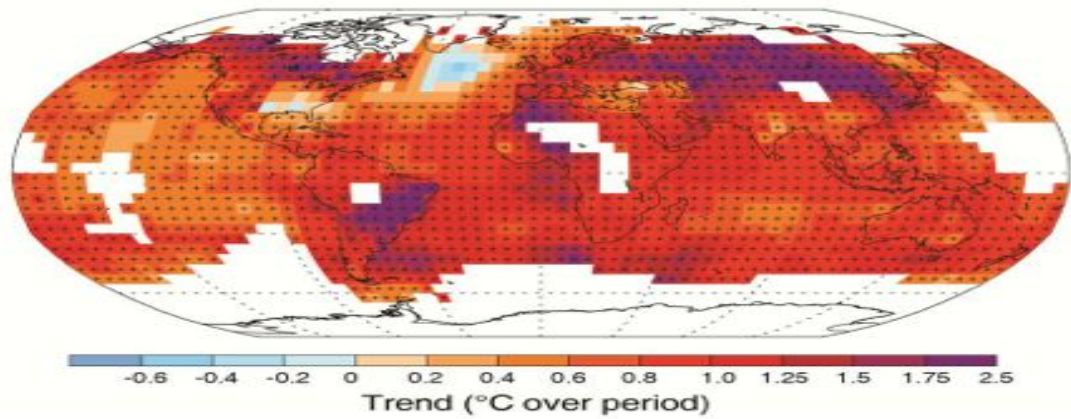
INRA Nancy + IFN

Source Badeau, rapport Carbofor (2004)

Fagus sylvatica

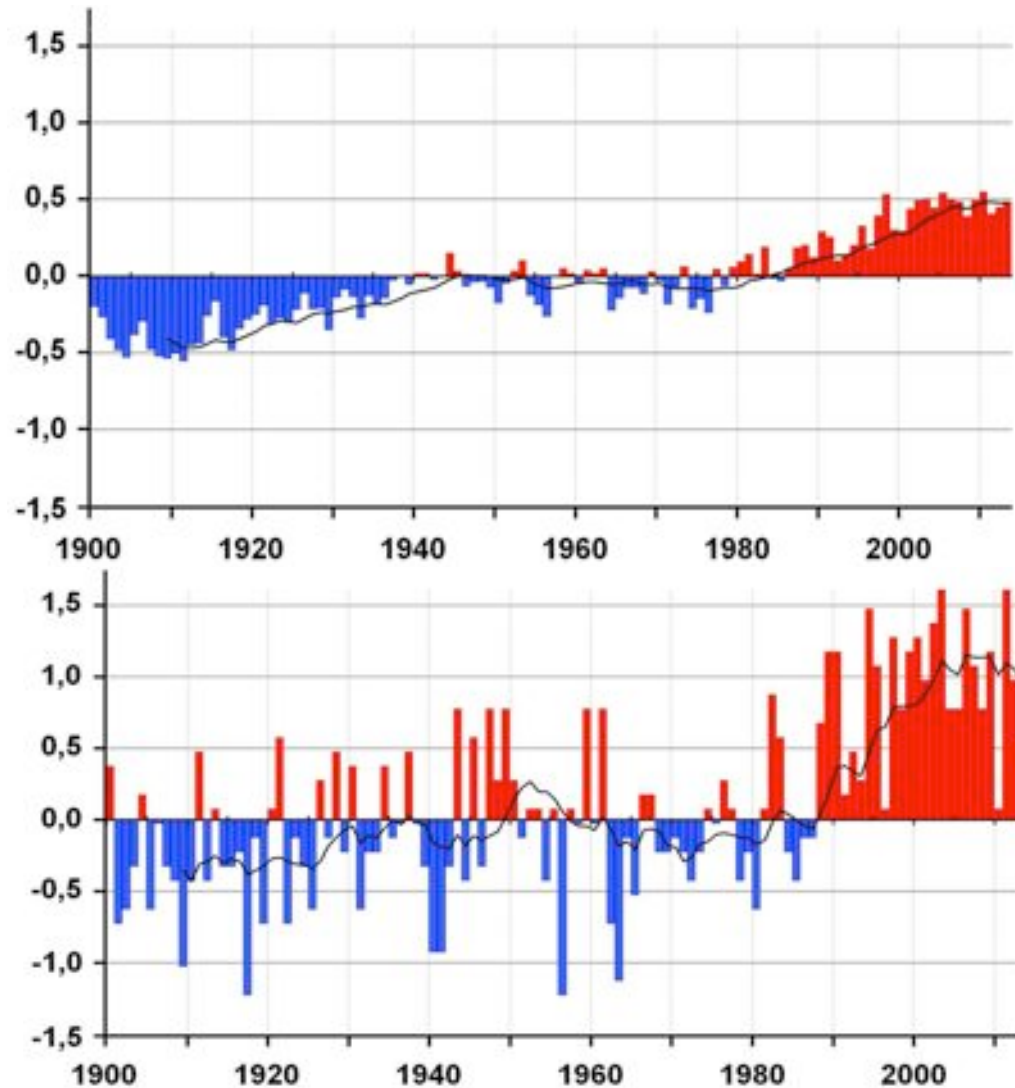


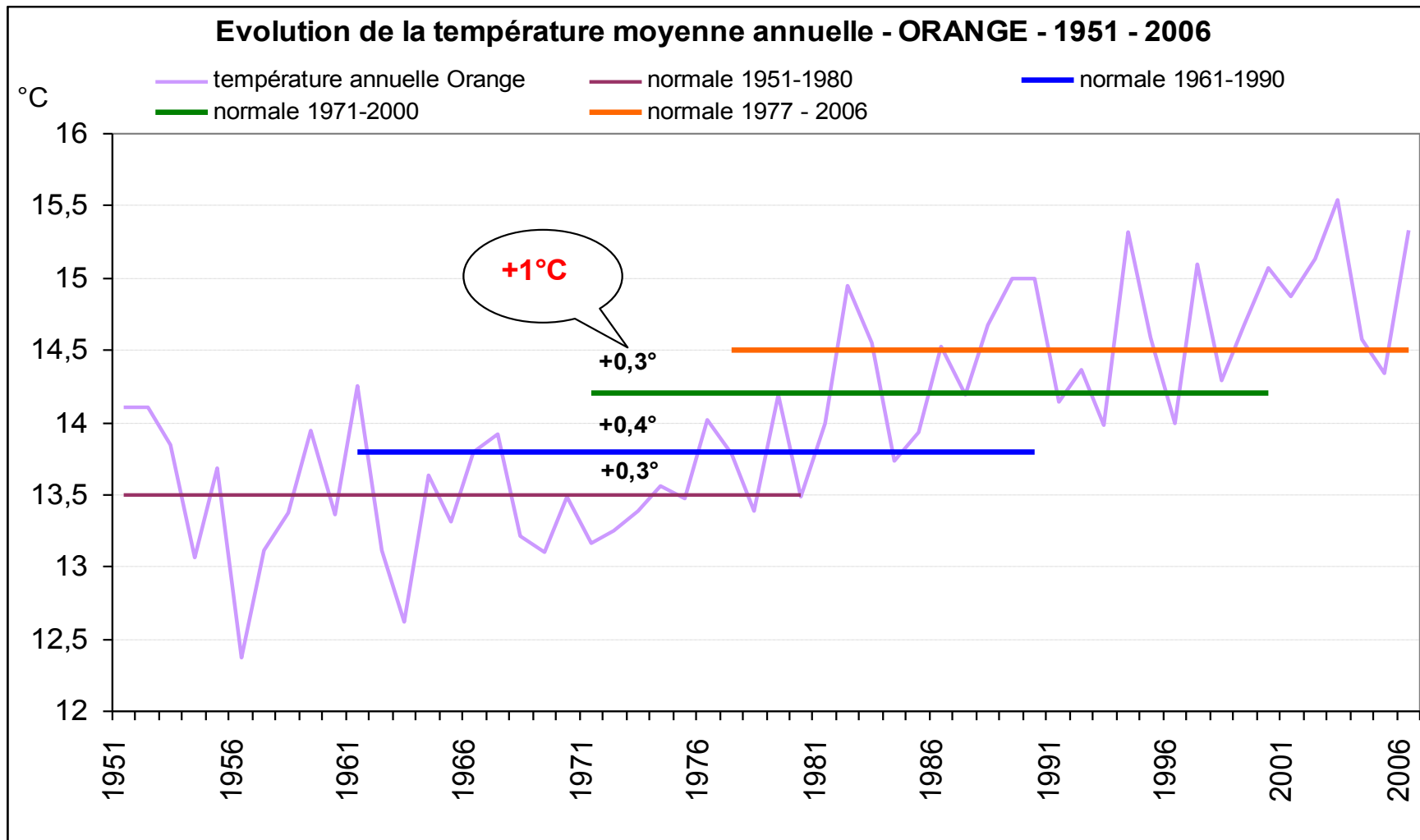
(b) Observed change in average surface temperature 1901–2012



Le climat stationnaire...c' est fini !!!

échelle
globale

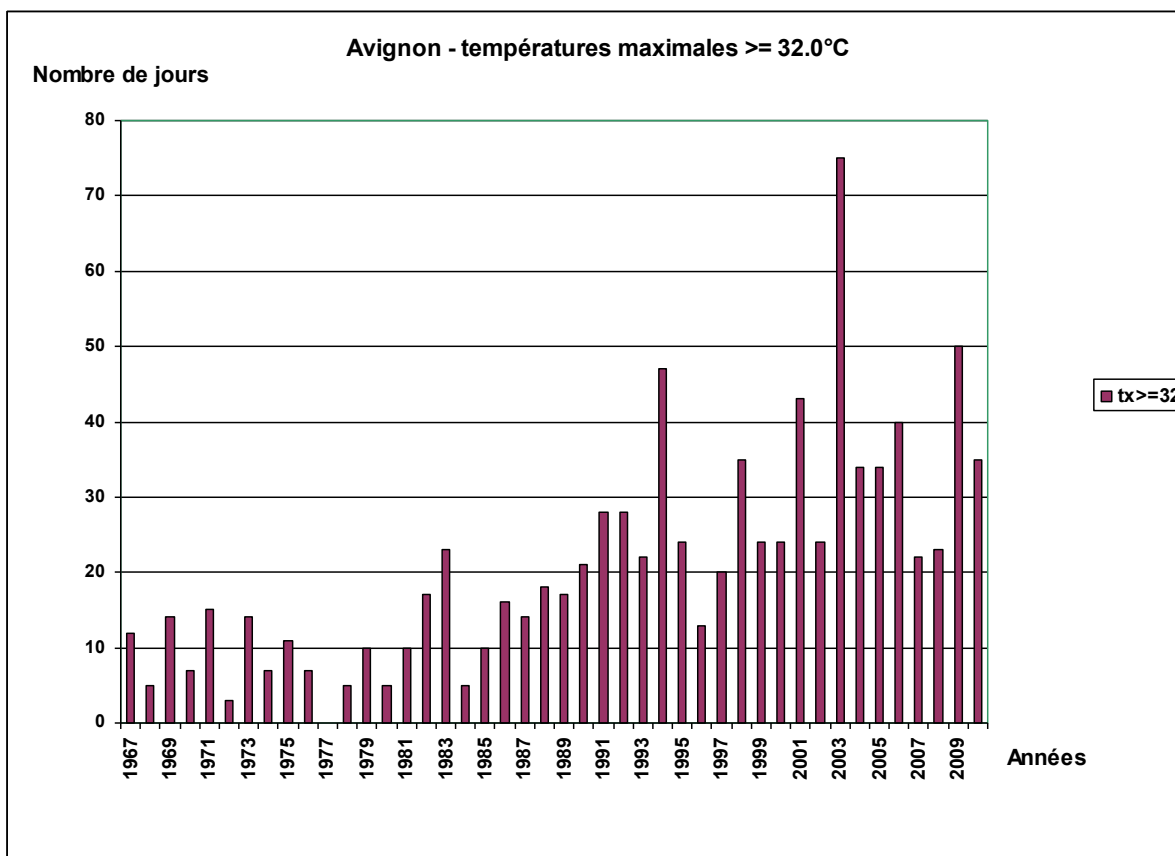




En comparant l'évolution des normales (30 ans) à la fin de chaque décennie, donc avec un recouvrement de 20 ans entre deux normales successives, on obtient une élévation de 1°C sur la période 1951 -2006.

D'après JP Ramel CIRAME Carpentras

La durée de l'été augmente



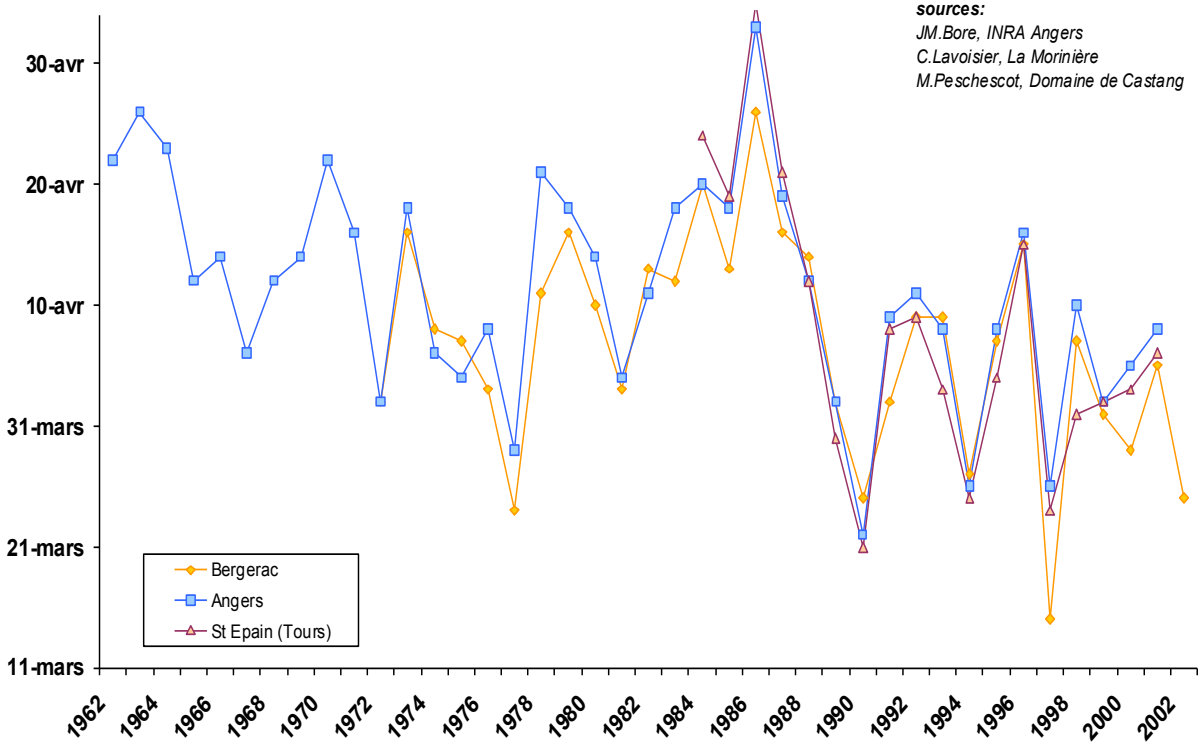
Source: B.Baculat
(Agroclim Avignon)



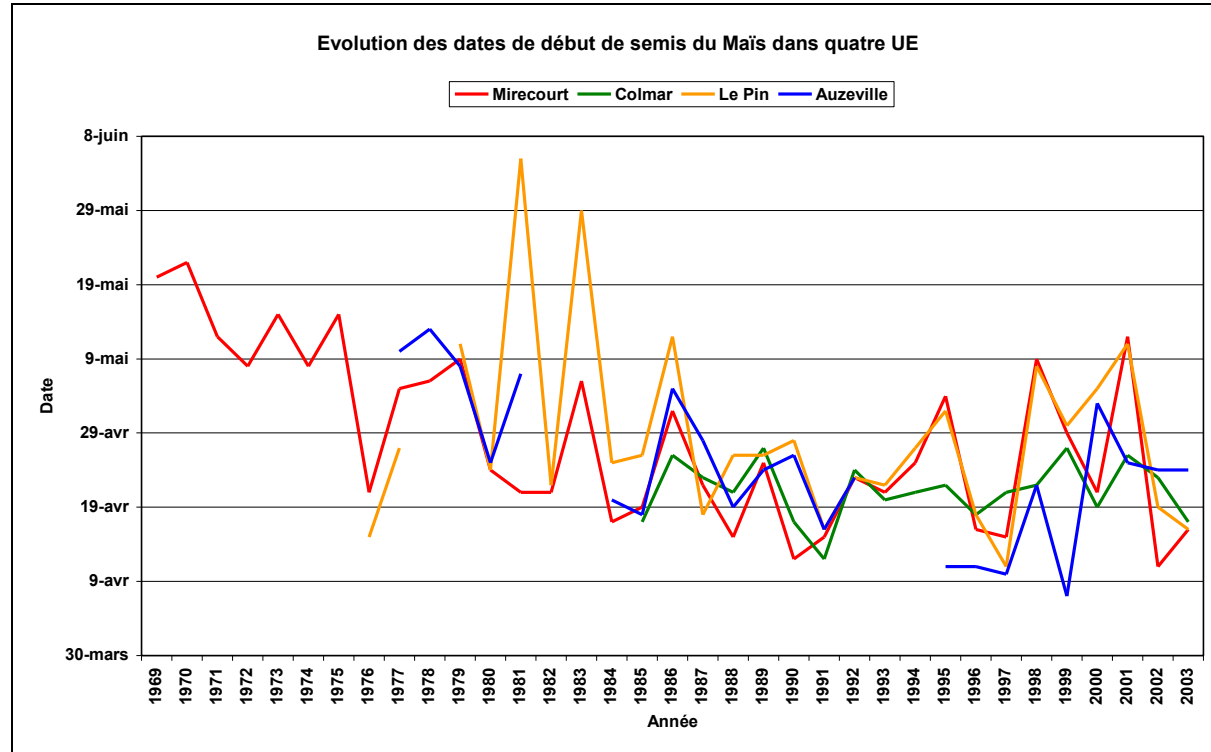
Données Agroclim (réseau INRA) traitement B.Baculat

La floraison des arbres fruitiers

Evolution de la période de floraison (F2) de la poire Williams depuis 1962

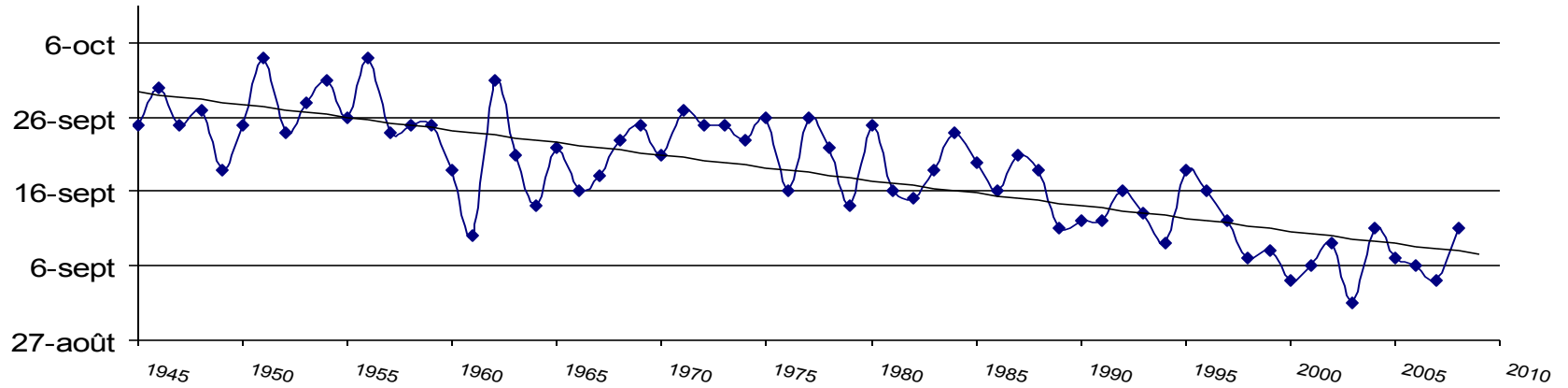


Les pratiques culturelles



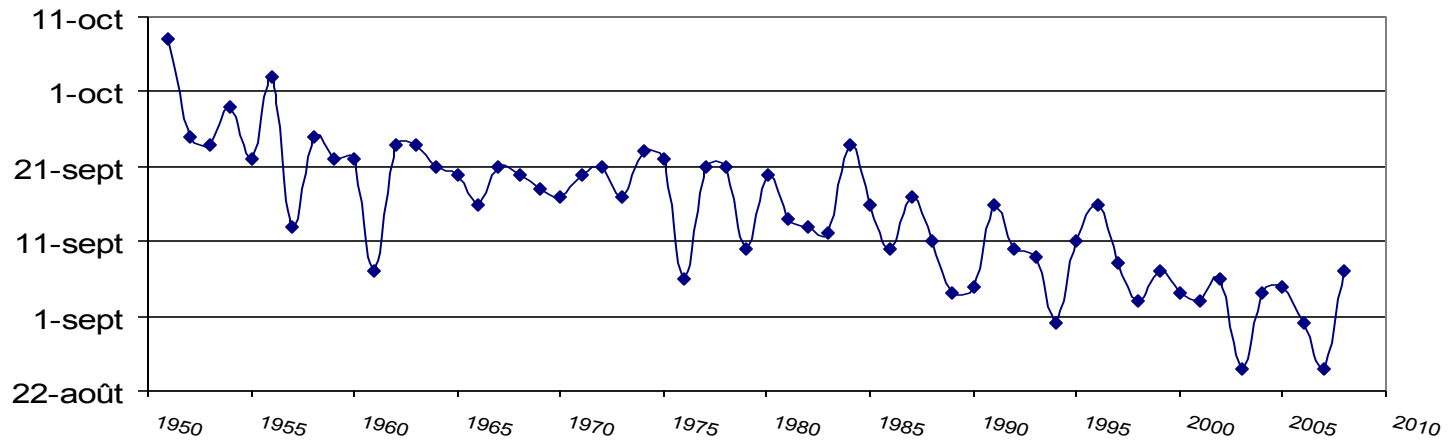
DATE DE DEBUT DES VENDANGES A CHATEAUNEUF DU PAPE depuis 1945

Source : Service technique Inter Rhône



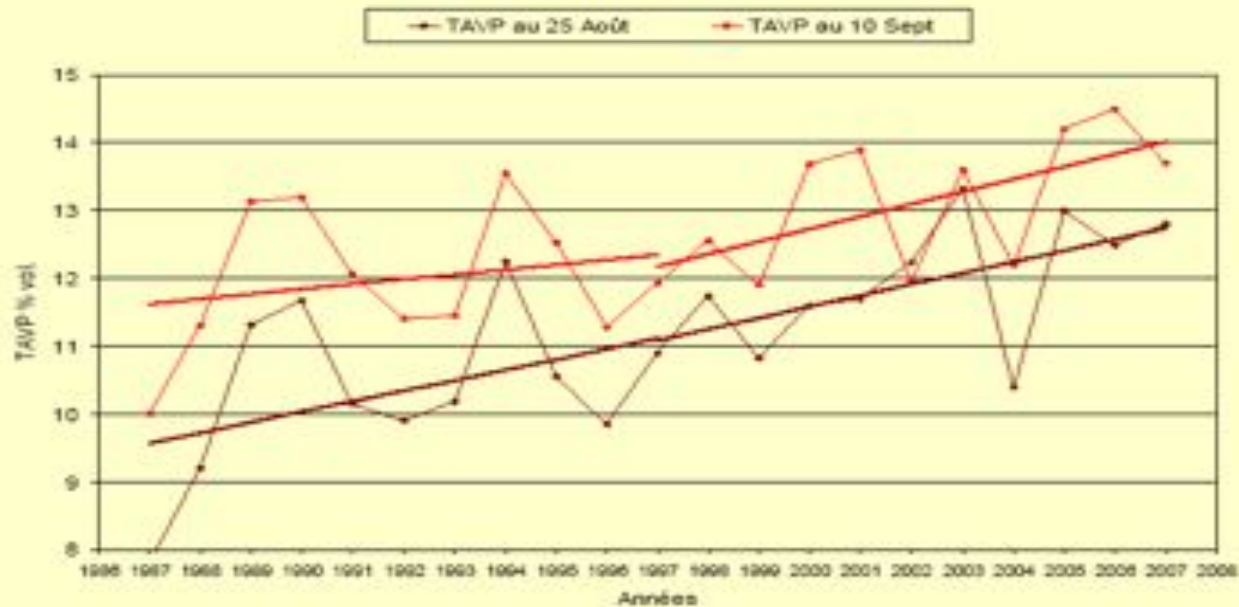
EVOLUTION DE LA DATE DU DEBUT DES VENDANGES A TAVEL DEPUIS 1951

Source : Service technique Inter Rhône

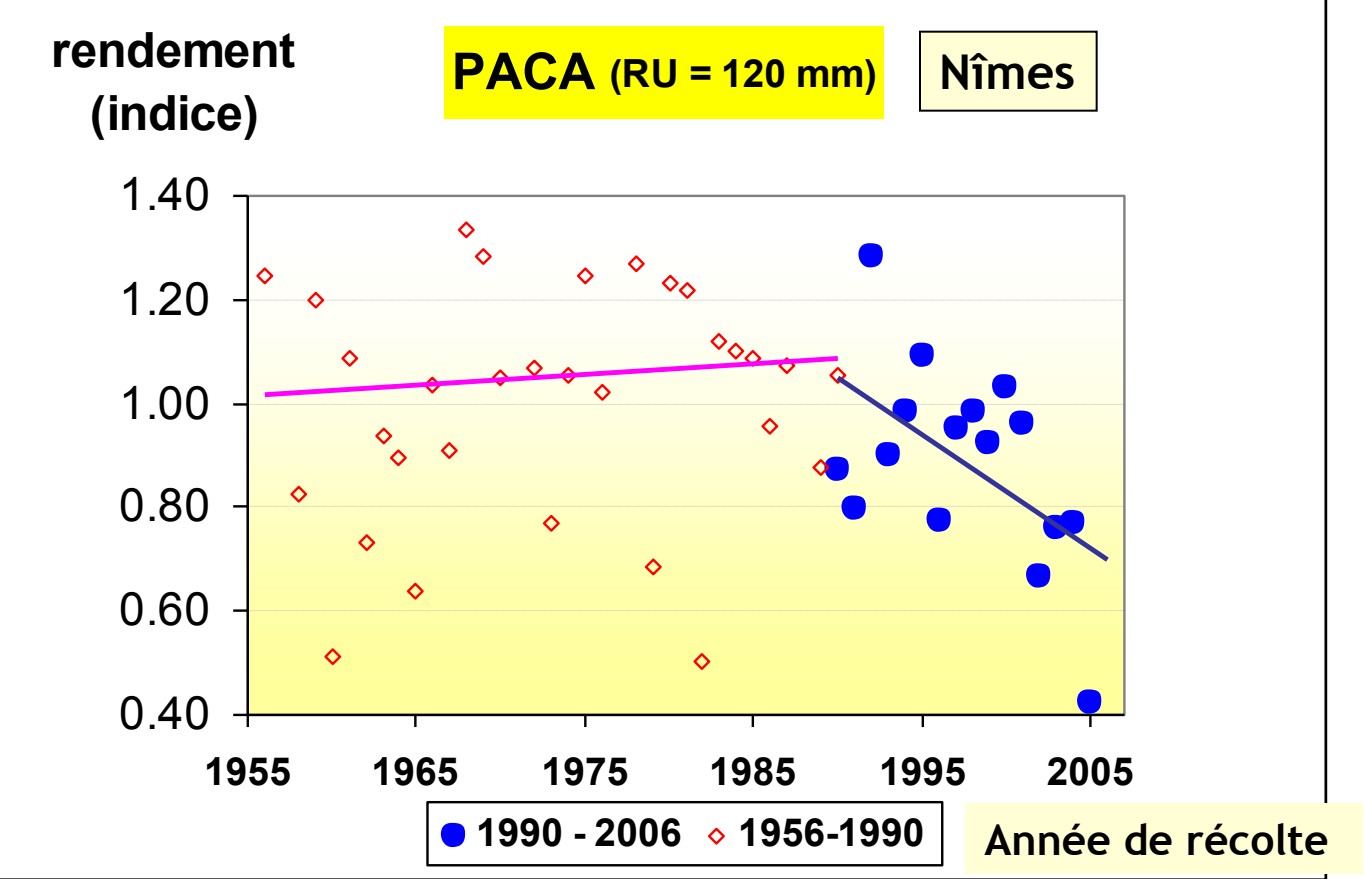


Evolution dans les Côtes-du-Rhône

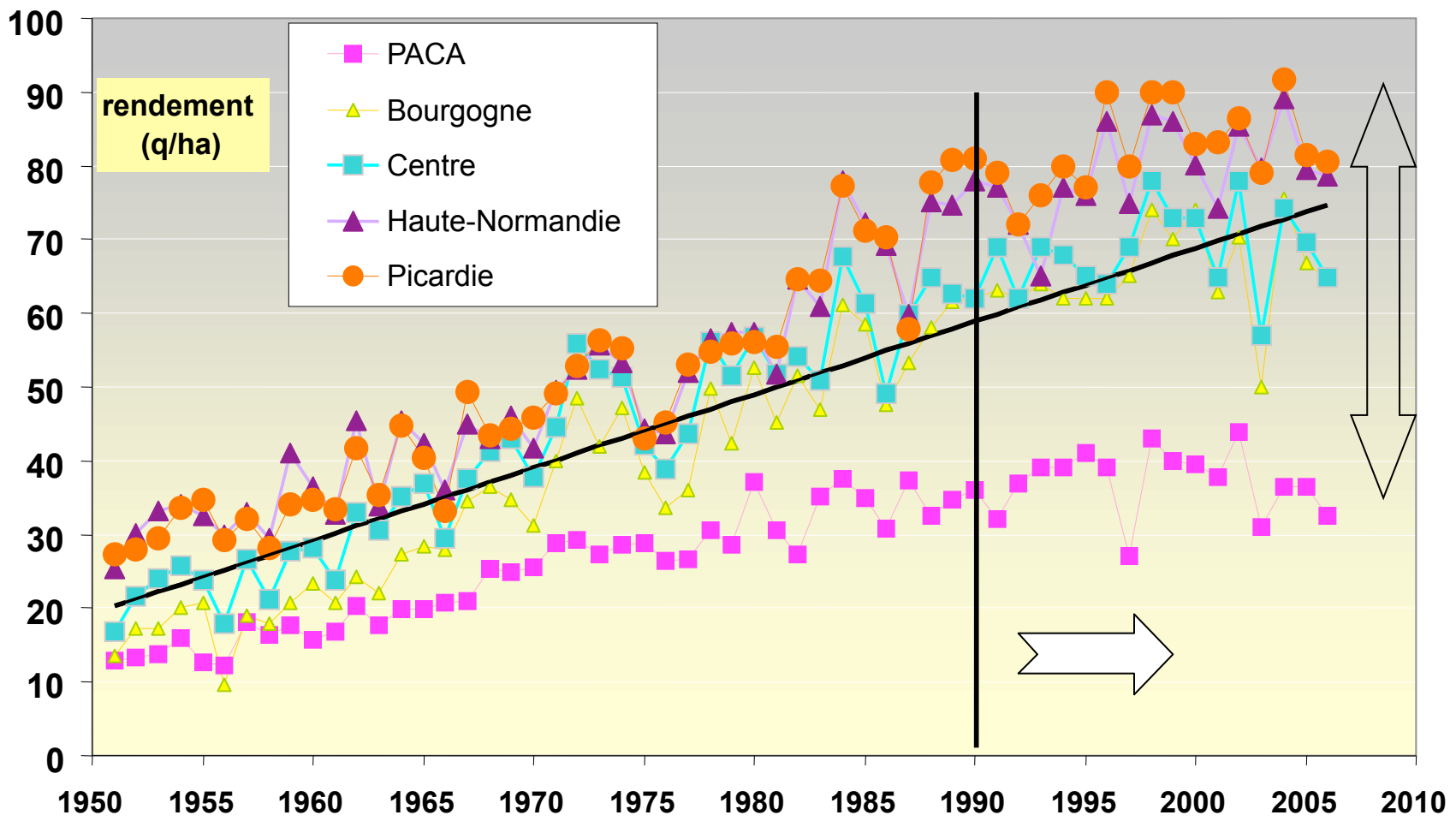
Évolution du TAVP au 25 Août et 10 Sept (1987 – 2007)
Syrah – Châteauneuf du Pape



Le climat ?

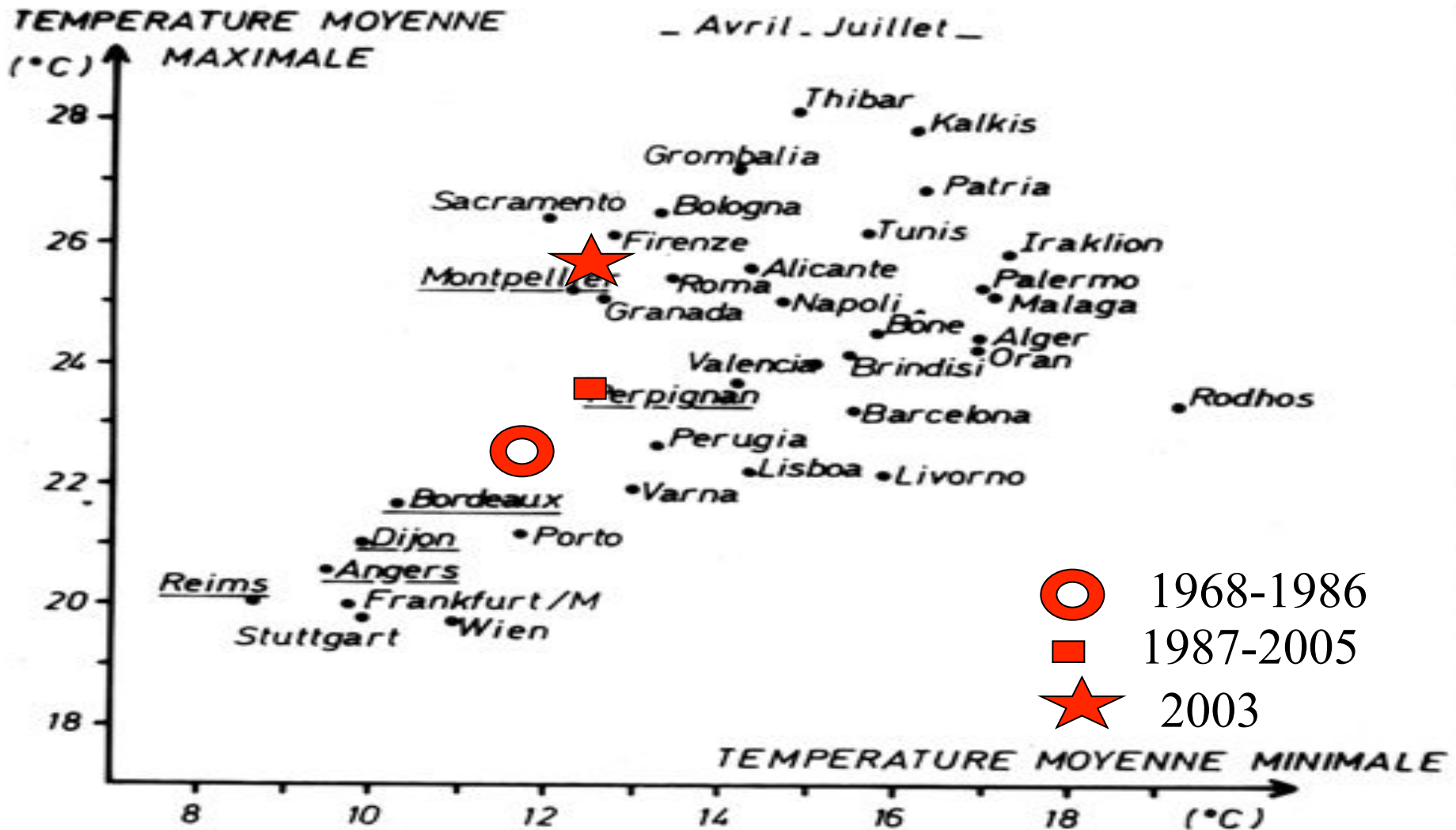


Le climat ?



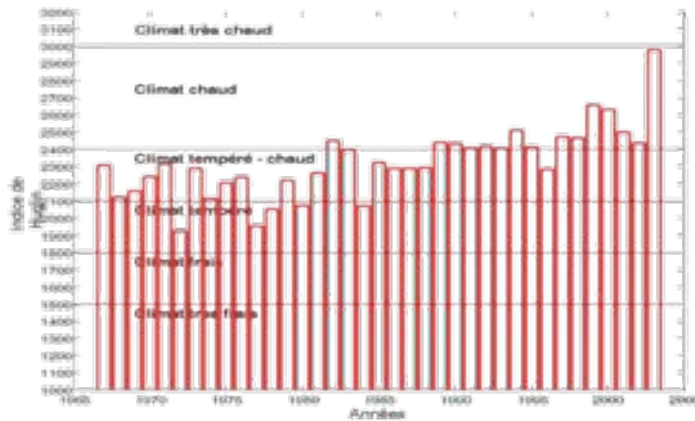
Explication de la variabilité par 2 conditions climatiques :
sécheresse et Fortes T° C

Les changements récents

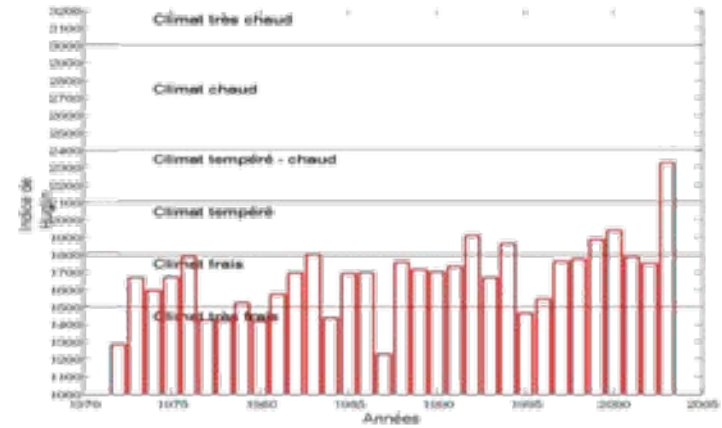


Effets sur l'indice de Huglin (1970 à 2003)

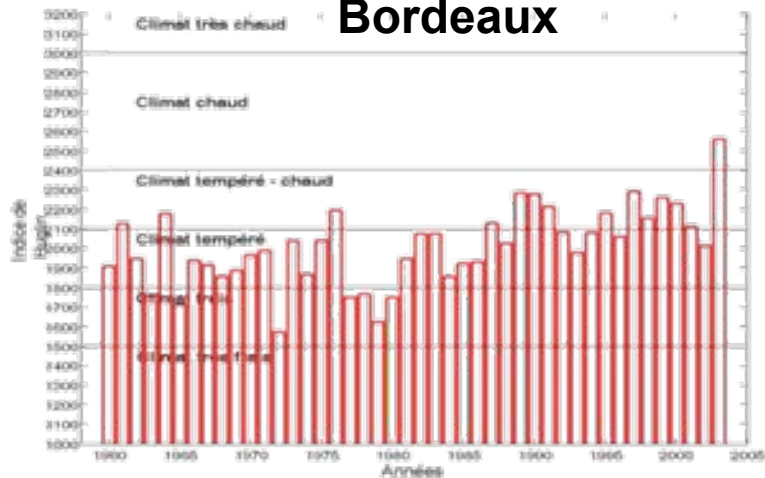
Avignon



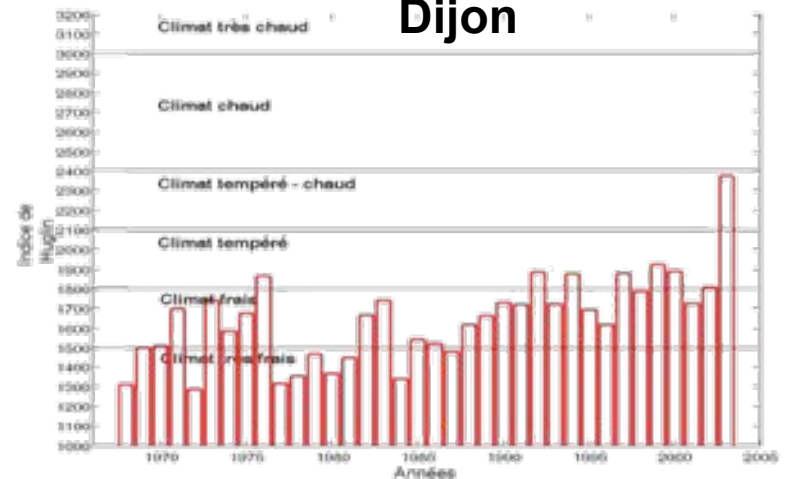
Colmar



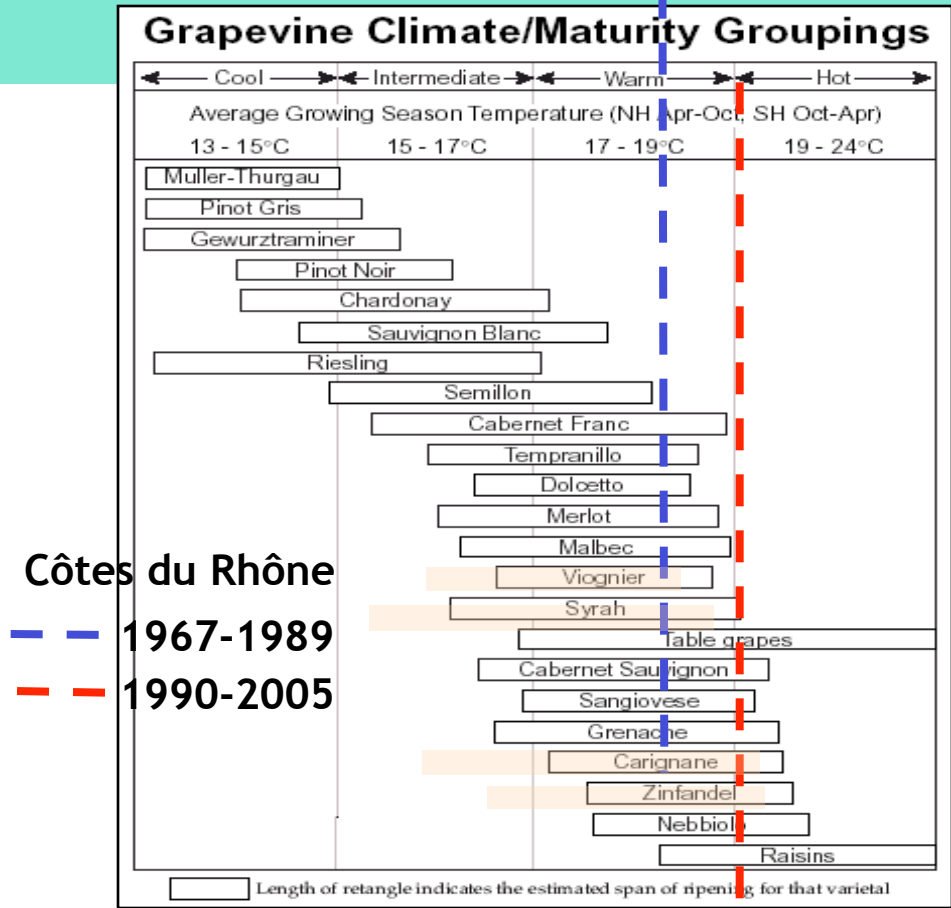
Bordeaux



Dijon



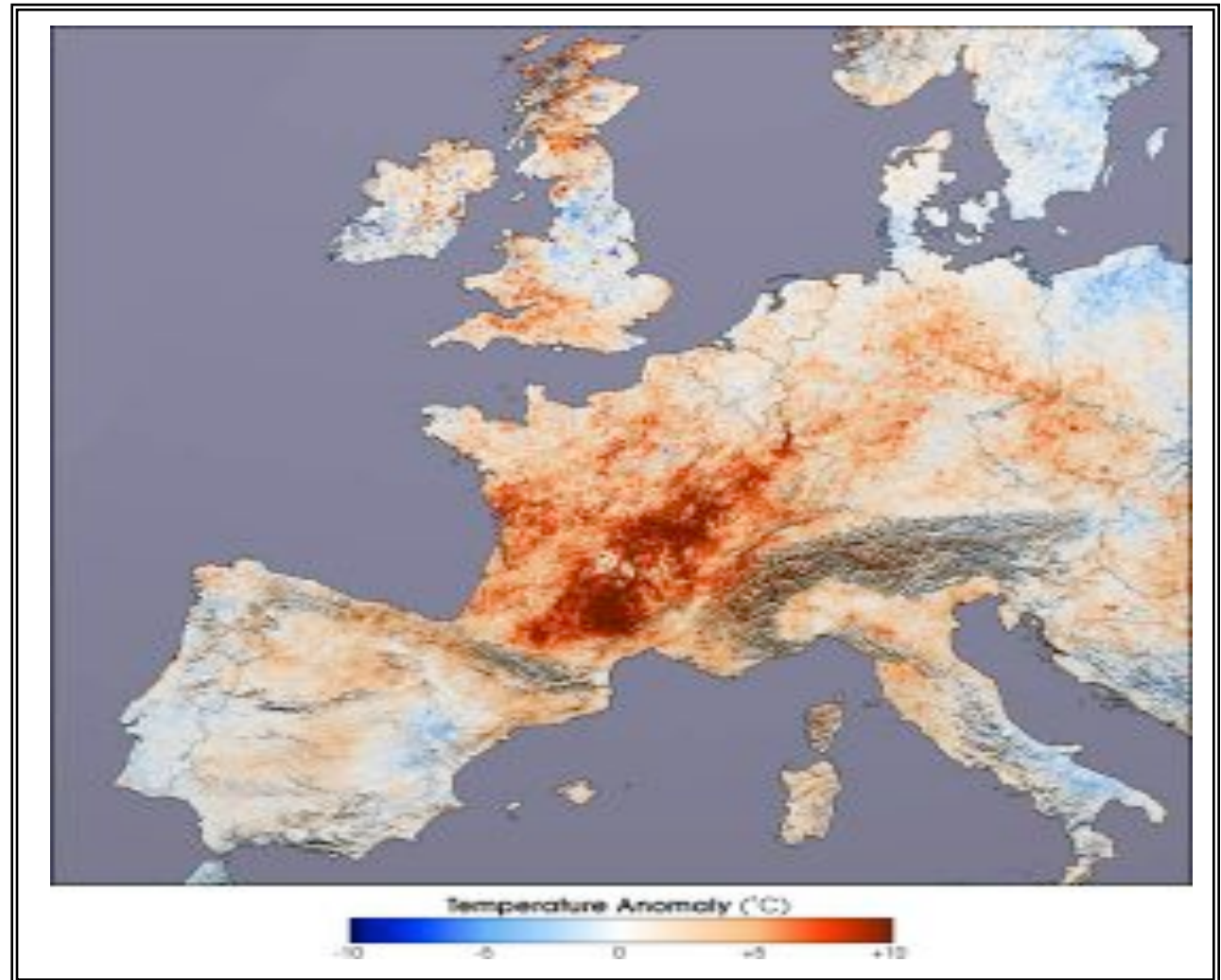
Températures de maturation pour les différents cépages



Source: Jones, 2002, 2004, 2005

La canicule à l'échelle européenne

Juillet 2003/
Juillet 2002
Données MODIS



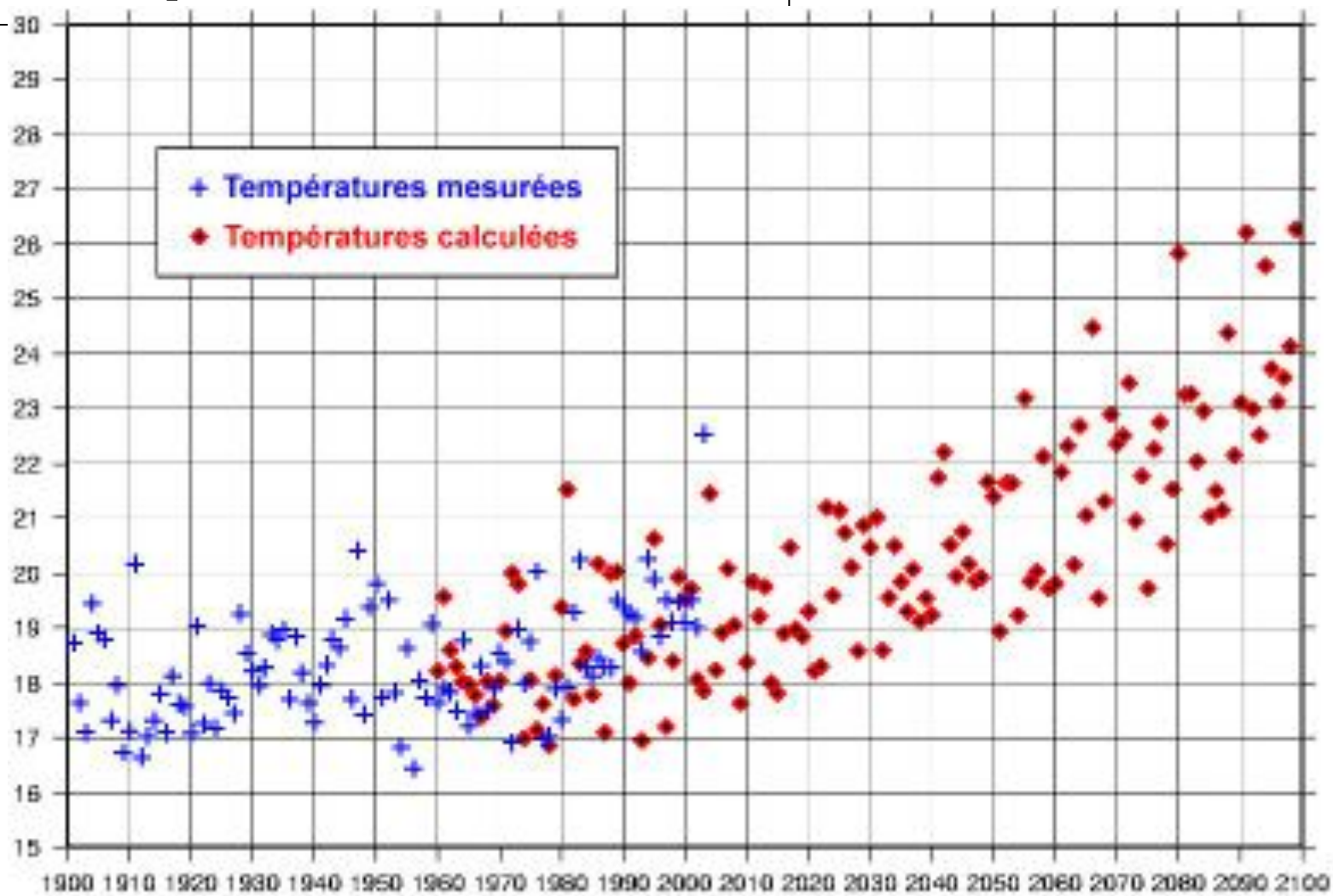


Lorraine, France, August 2003

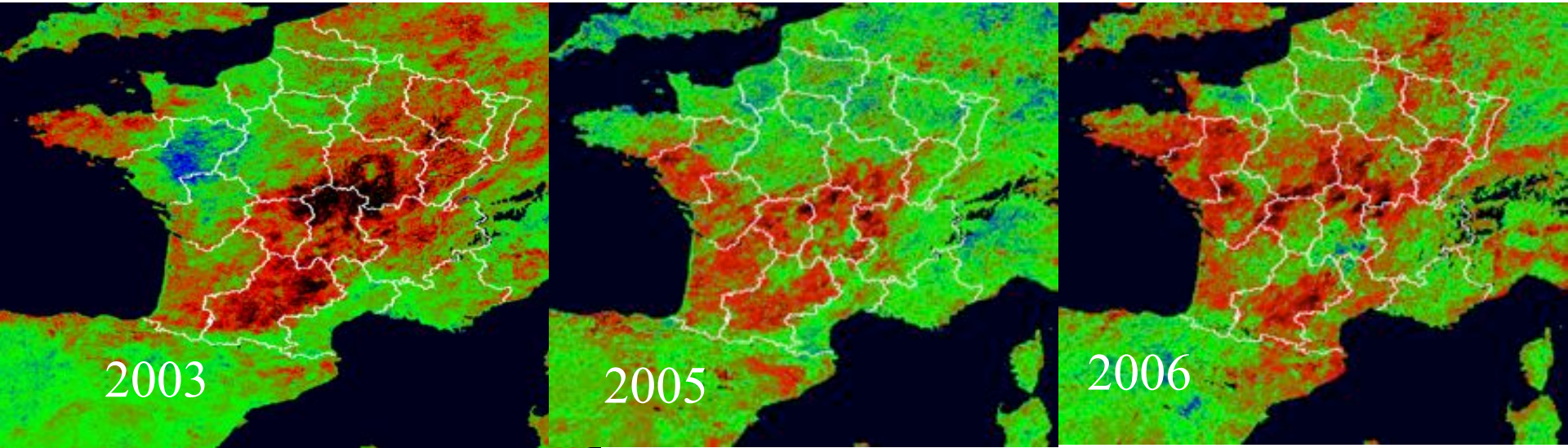
Et en France ?

Un phénomène irrégulier, qui va s'accentuer

Température estivale en France



Les sécheresses (2003, 2005, 2006)

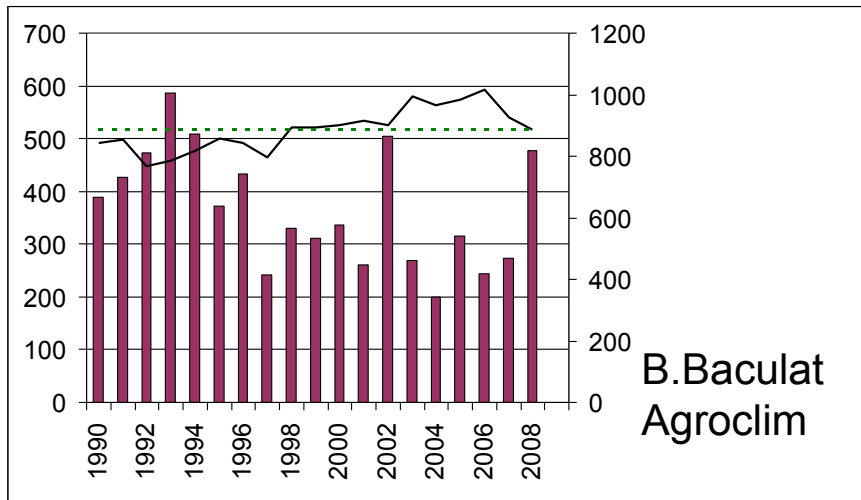


Ecart au 01 Août du NDVI / moyenne 2002-2004

VEGETATION/Spot5

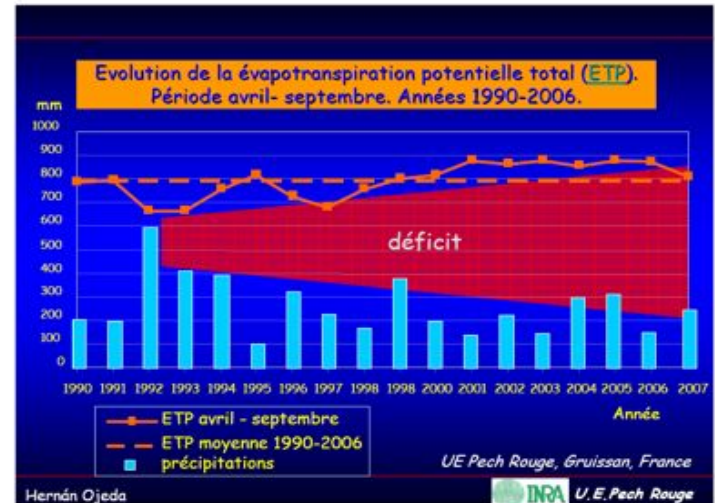


Des années sèches dans le sud



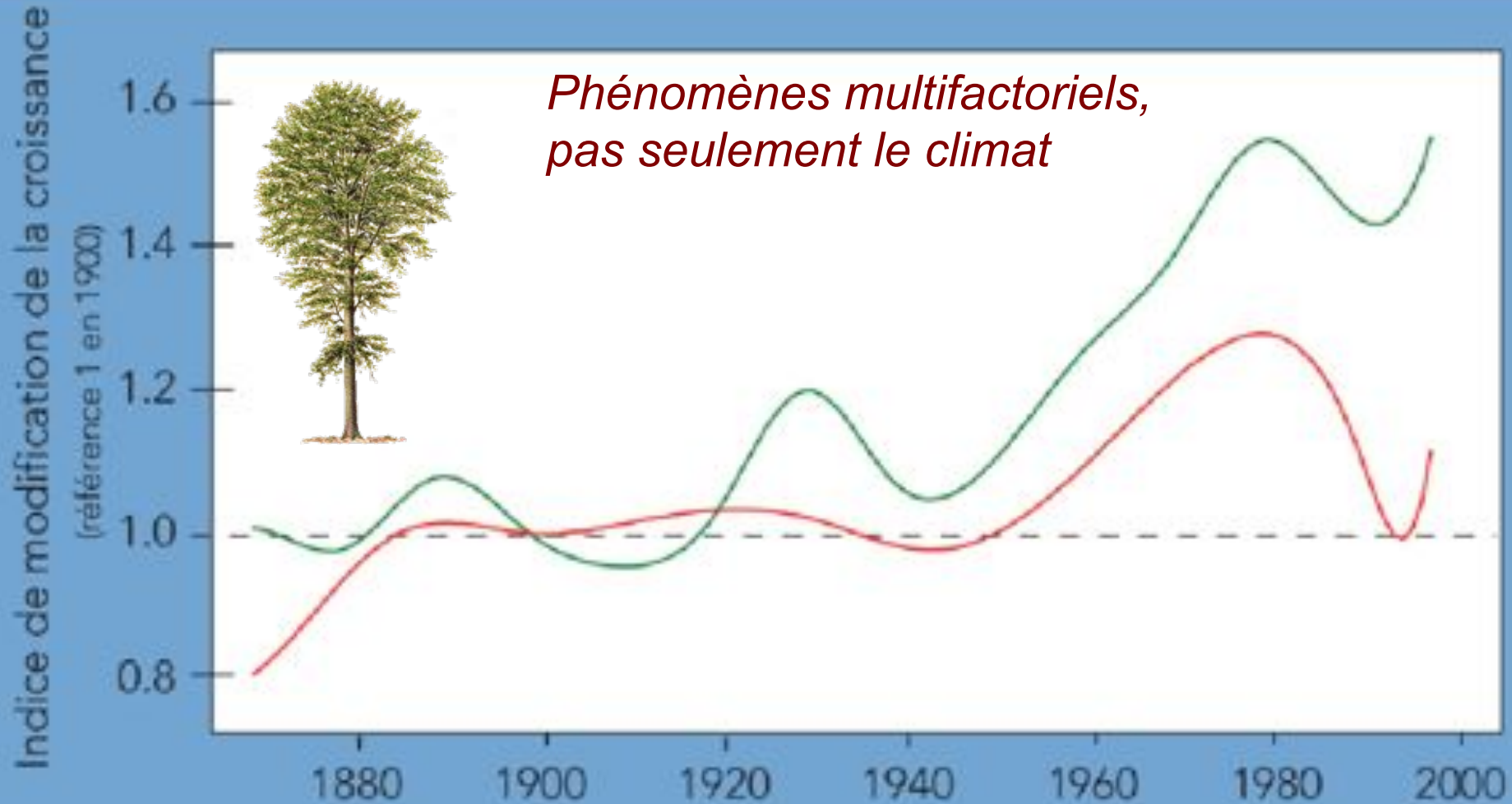
Avignon

Narbonne



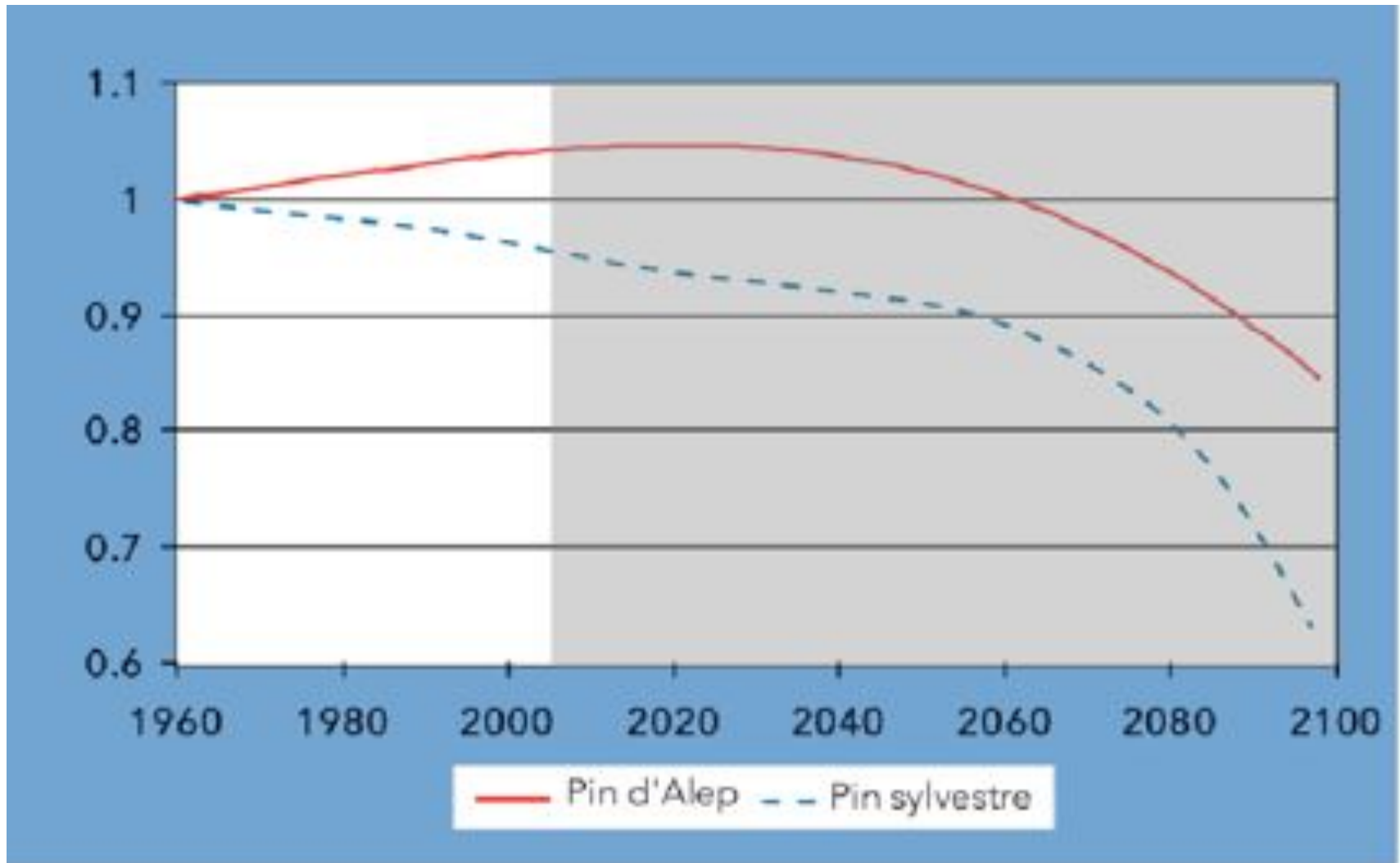
Impact CC → Croissance des forêts - observations

Accroissement de l'indice de croissance des hêtraies au Nord-Est et Nord-Ouest de la France



Impact CC → Croissance des forêts - observations

Variation de productivité des pineraies au Sud de la France



Vennetier et al, 2007

Le dépérissement des sapins



Ventoux



Cime d'Alberas

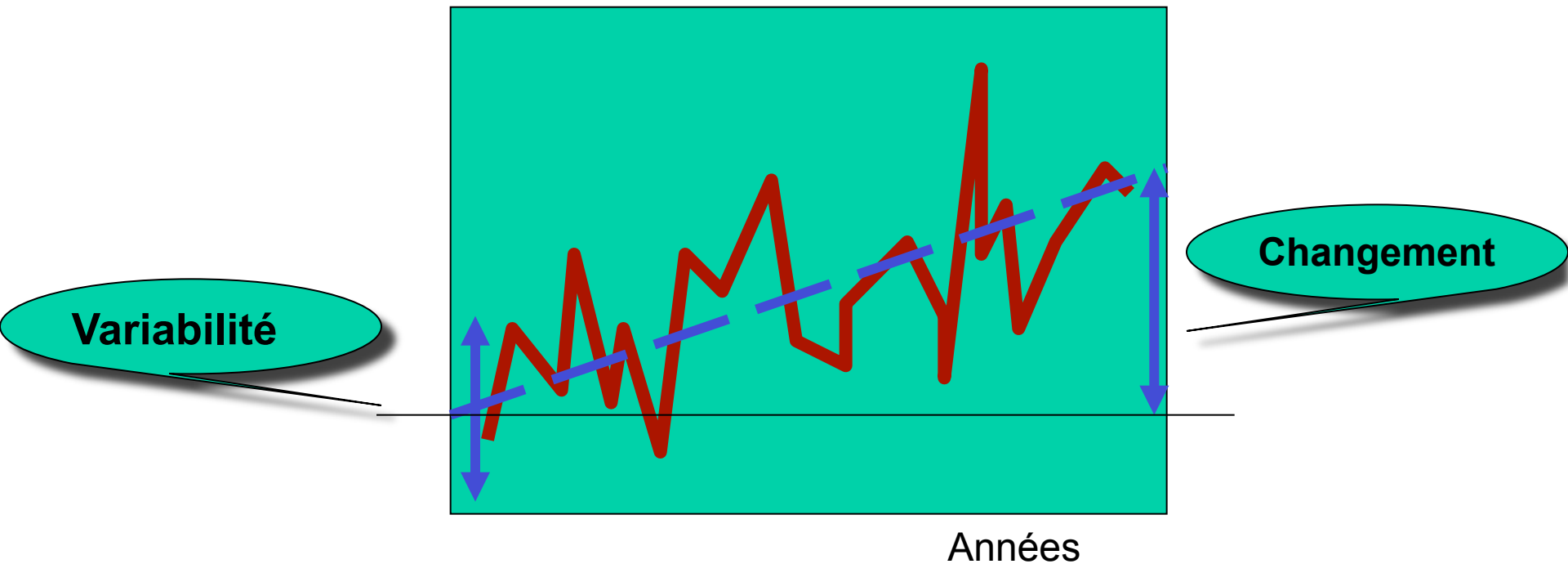
Photos
Ph. Dreyfus
M.Bariteau
INRA
Avignon

Haut-Verdon



Variabilité climatique vs changement climatique

Variable du climat



Augmentation de la variabilité climatique et de la fréquence des événements extrêmes