

Le changement climatique: ses conséquences pour la viticulture



Bernard Seguin

INRA Avignon

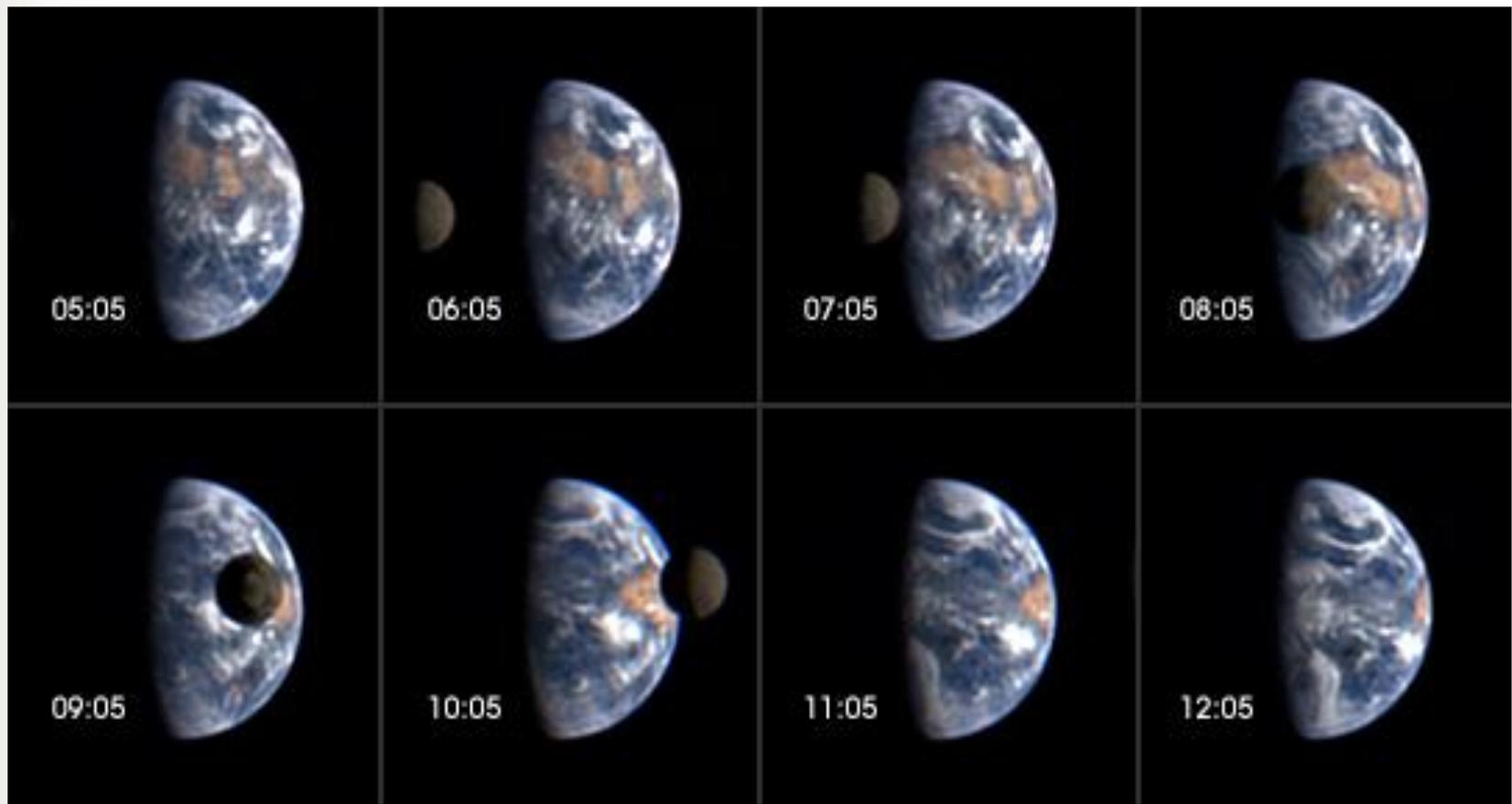
Mission Changement climatique et effet de serre



La planète terre

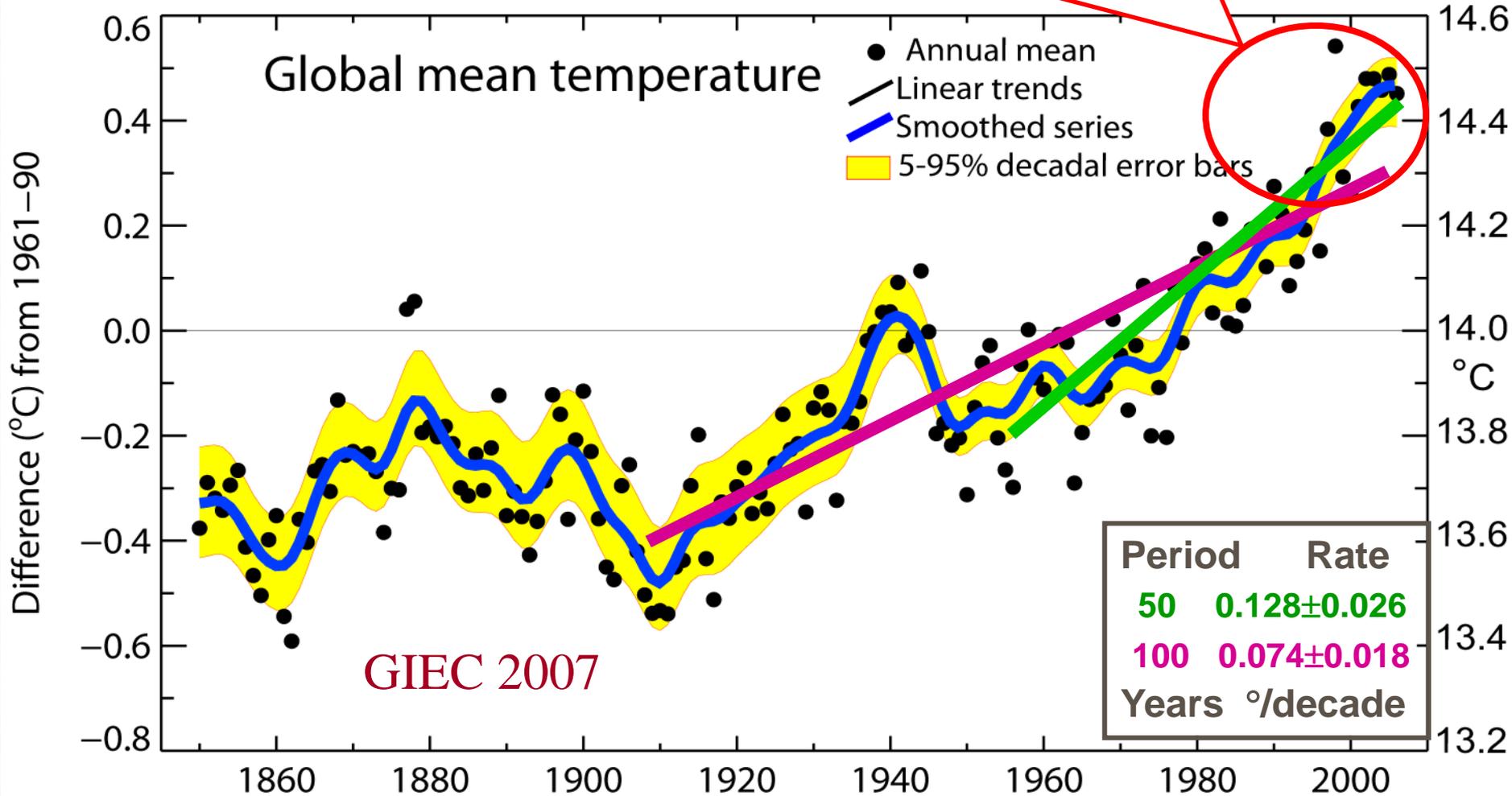
NEWS

NEW IMAGES



Les températures m

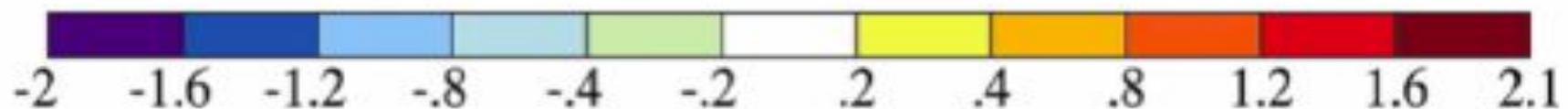
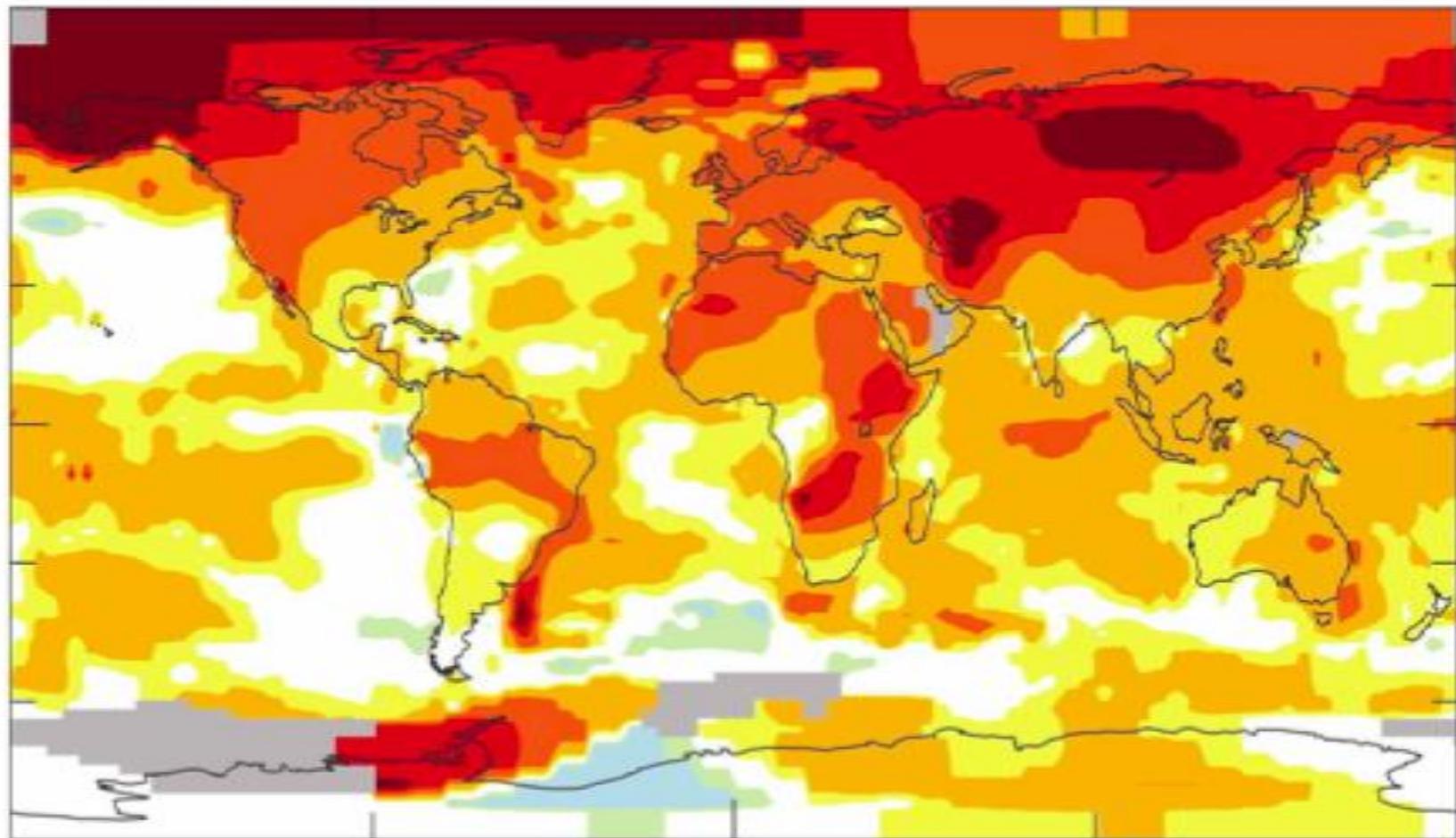
Les 12 années les plus chaudes:
 1998, 2005, 2003, 2002, 2004, 2006,
 2001, 1997, 1995, 1999, 1990, 2000



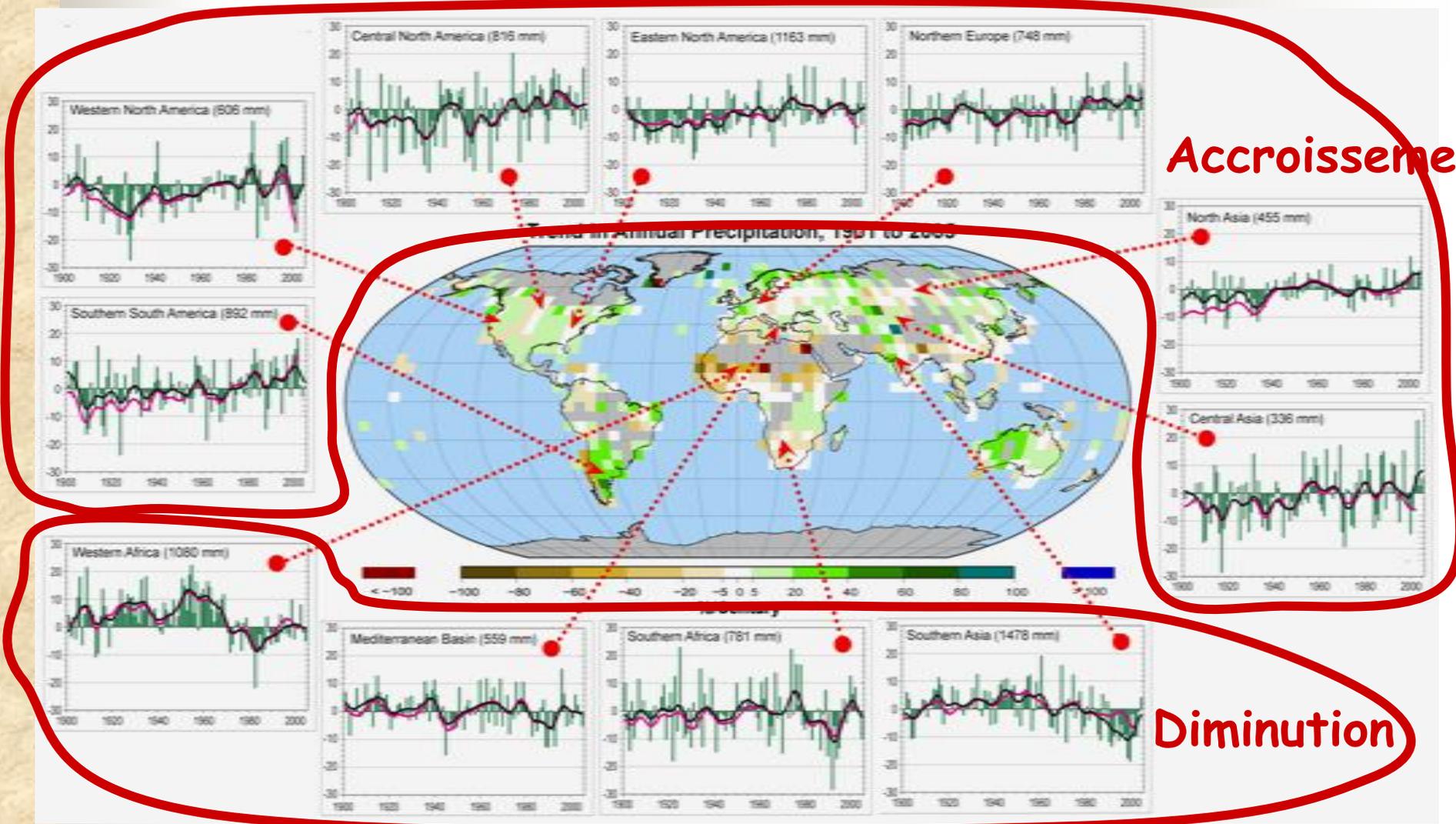
2001-2005 Mean Surface Temperature Anomaly ($^{\circ}\text{C}$)

Base Period = 1951-1980

Global Mean = 0.53

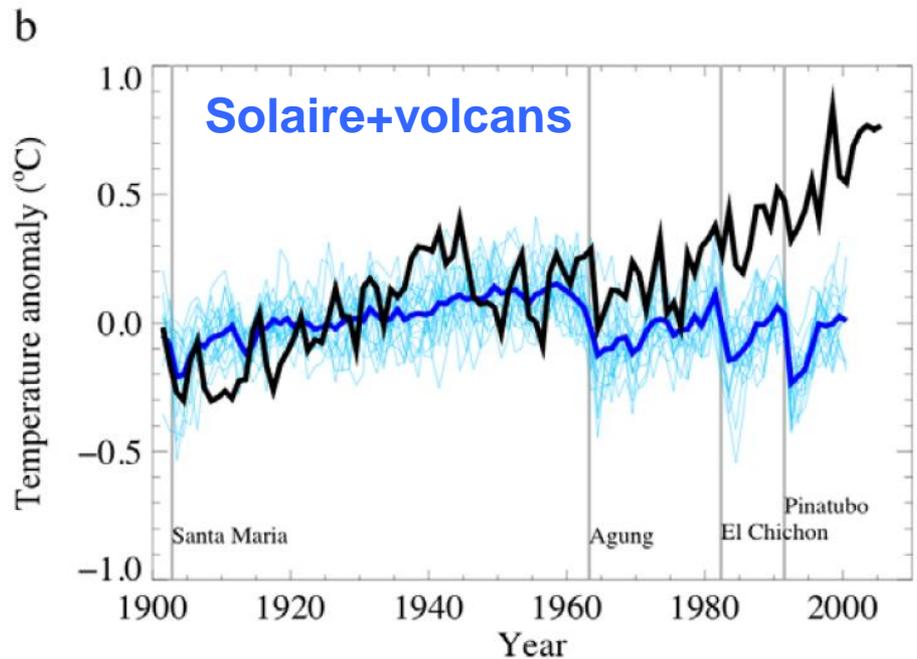
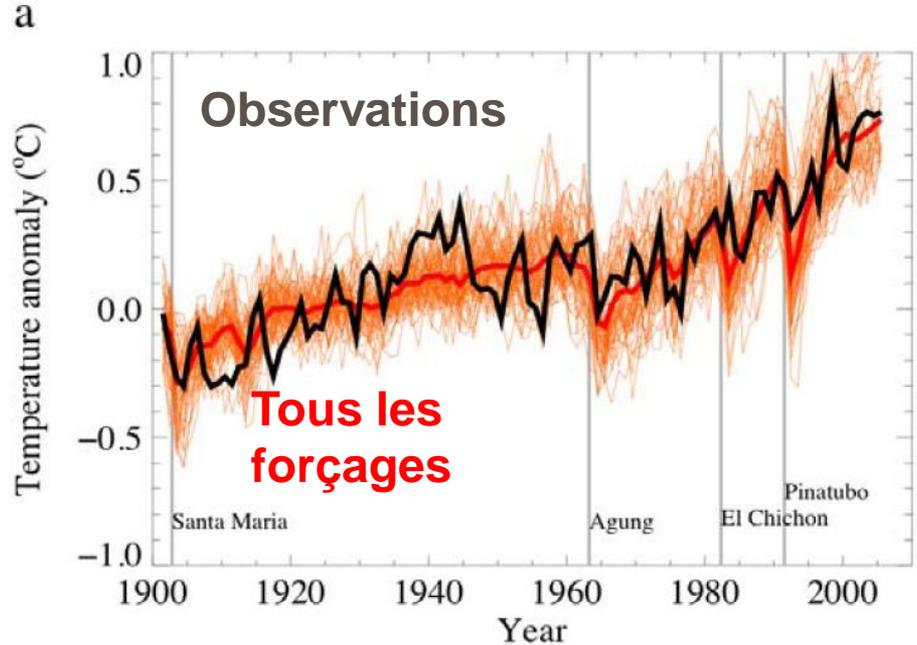


Les précipitations sur les continents changent significativement



GIEC 2007

- Les changements observés sont en accord avec les réponses du forçage par les GES
- Ils sont en désaccord avec d'autres explications



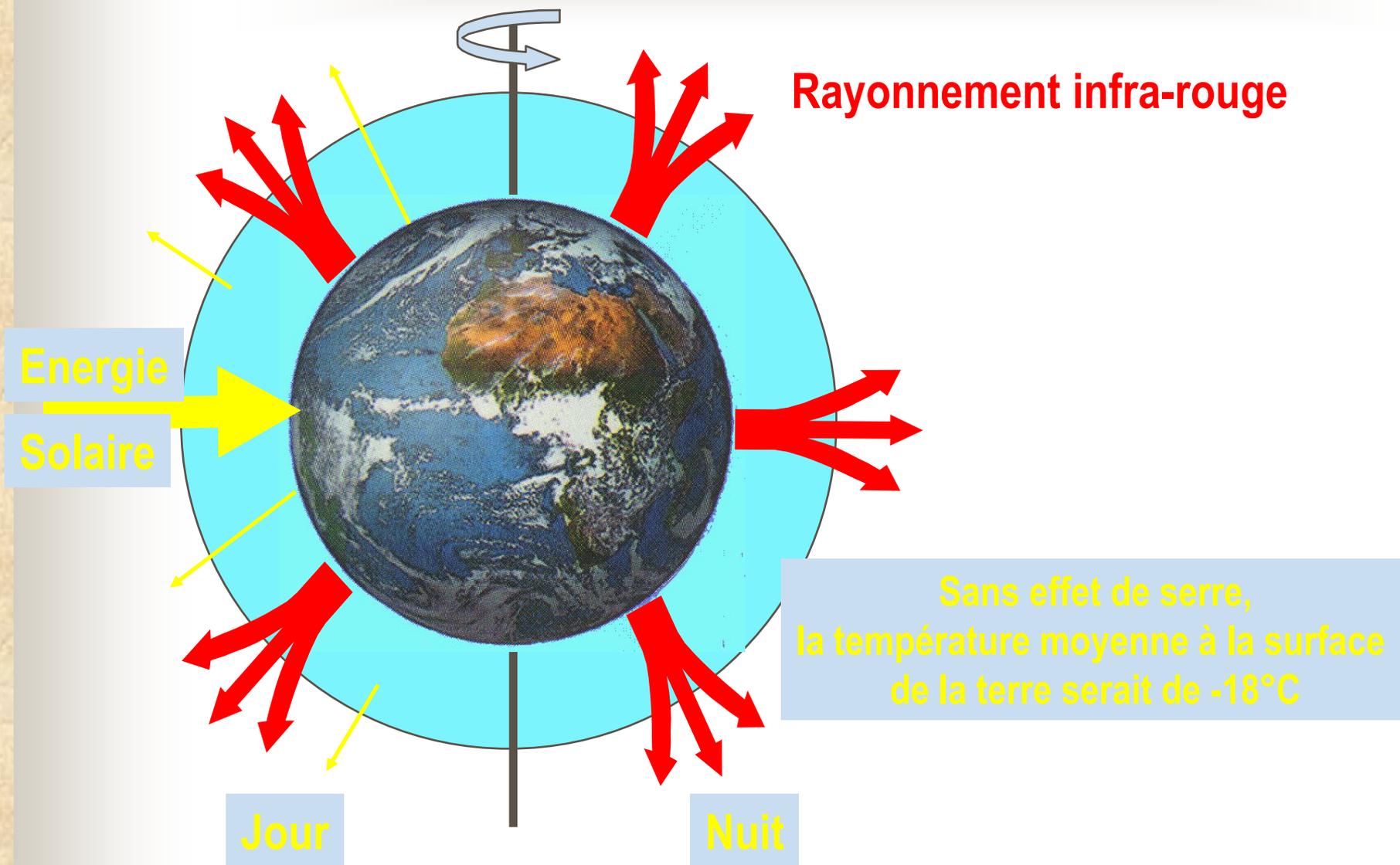


Les activités humaines ont-elles déjà influencé le climat ? (Jouzel 2009)

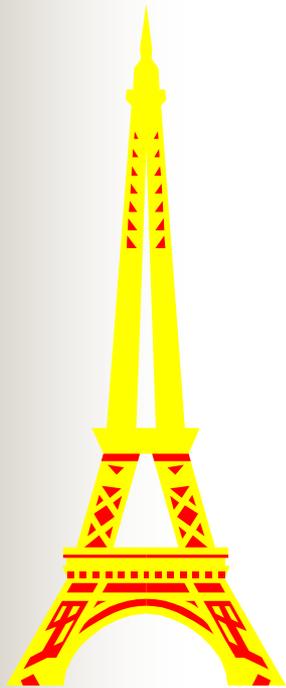
- GIEC 1990 : On ne sait pas
- GIEC 1995 : Peut-être
- GIEC 2001 : Probablement (+ 2/3)
- GIEC 2007 : Très probablement (+ 9/10)

L'essentiel de l'accroissement observé sur la température moyenne globale depuis le milieu du 20e siècle est *très vraisemblablement* dû à l'augmentation observée des gaz à effet de serre anthropiques

Le bilan radiatif de la Terre



Les gaz à effet de serre à l'ère préindustrielle



Ozone



Oxyde nitreux



Méthane



Gaz carbonique



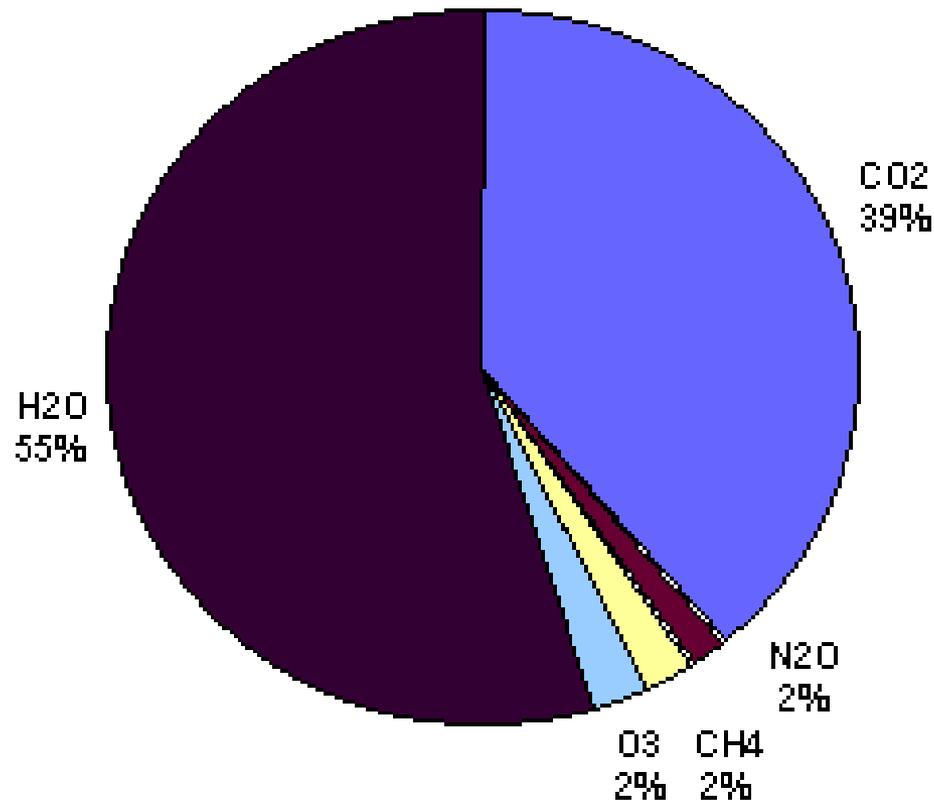
Vapeur d'eau



Efficace mais Fragile !

Contribution des principaux GES

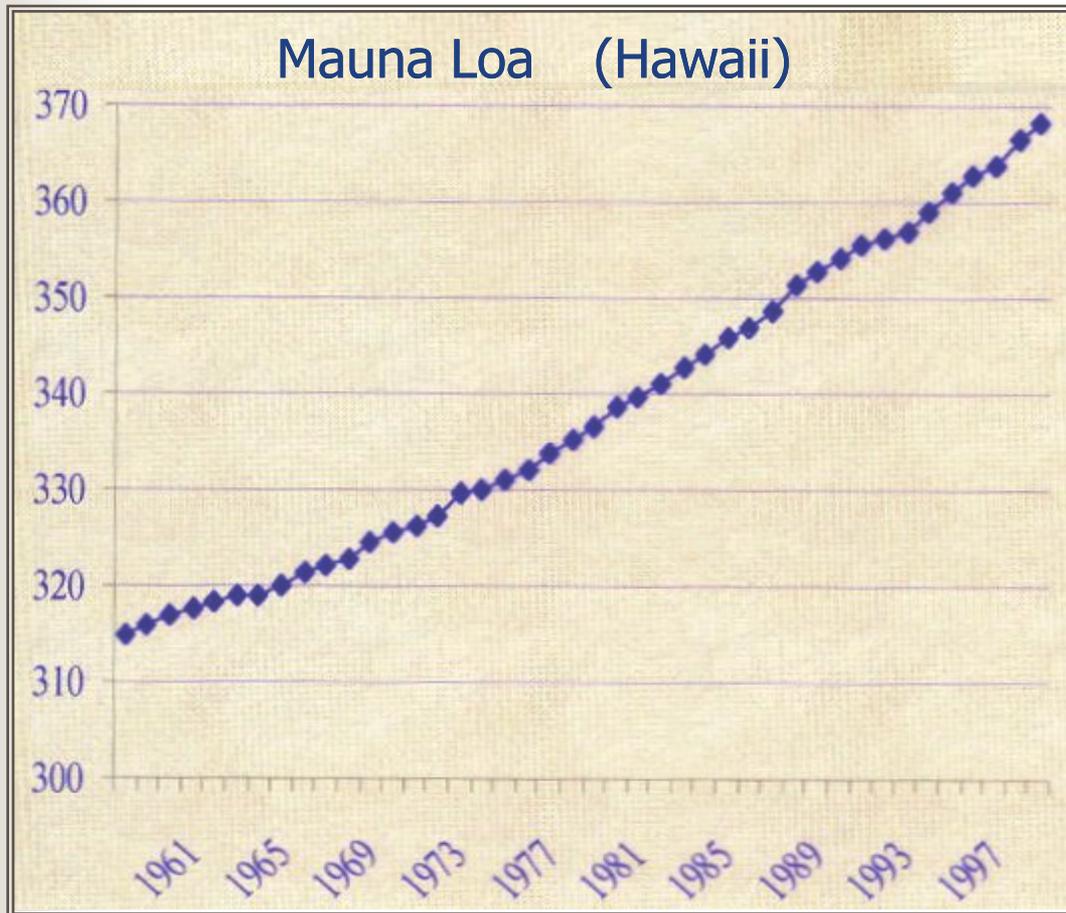
Tous les gaz transparents dans le visible et qui absorbent/ré-émettent des IR lointains (4 à 40 micromètres, domaine du spectre IR terrestre) sont des GES



La vapeur d'eau est le premier des GES, suivi du CO₂
Méthane, oxyde nitreux et ozone jouent un rôle moindre

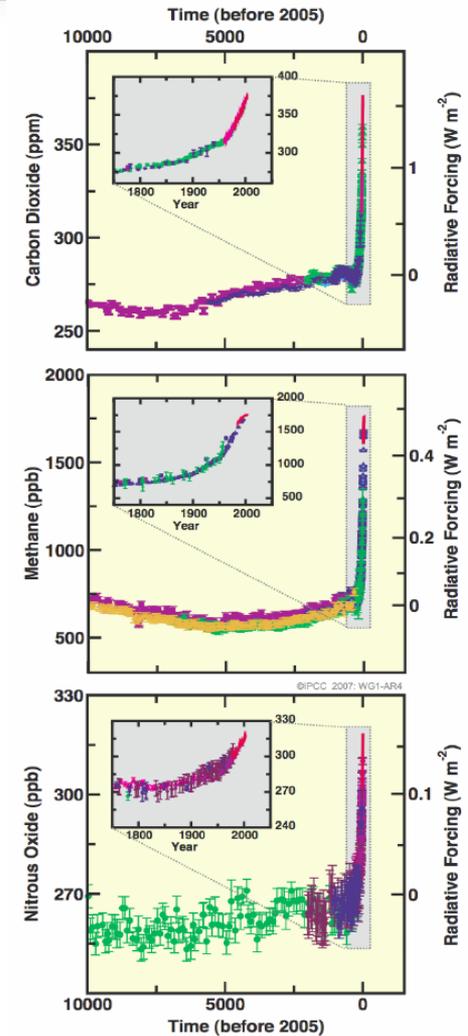
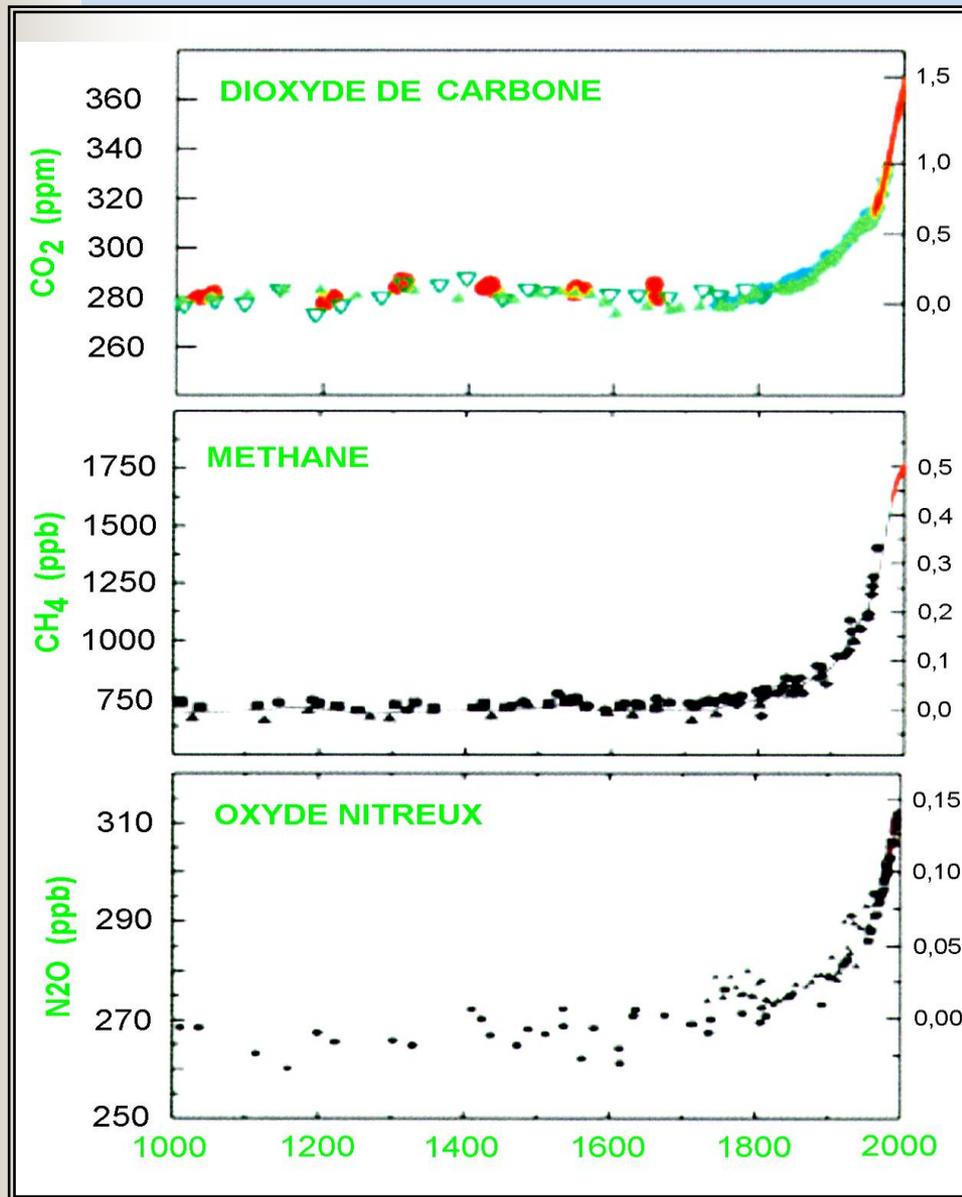
Augmentation de la teneur en CO₂ dans l'atmosphère

[CO₂] ppm

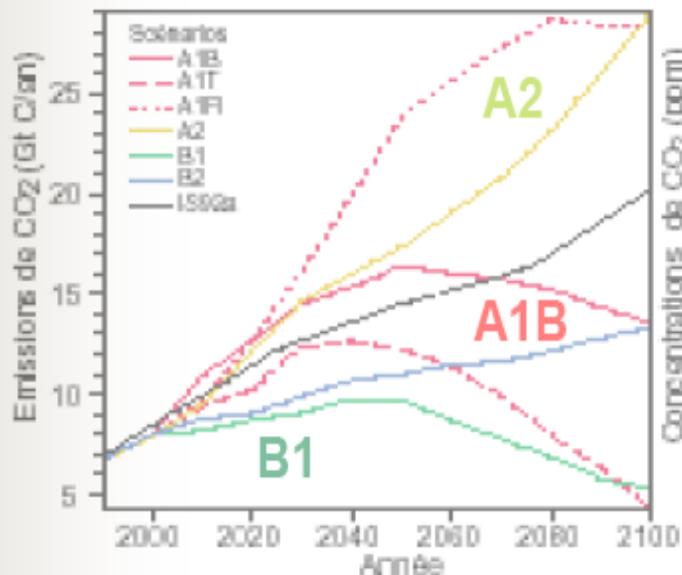


Scénario moyen :
700 ppm en 2100

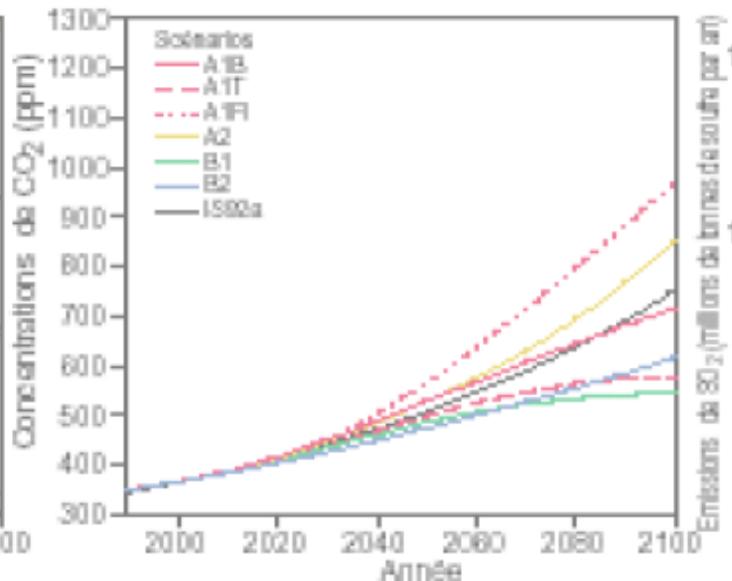
L'effet de serre additionnel met en jeu d'autres gaz que le dioxyde de carbone



a) Emissions de CO₂



b) Concentrations de CO₂



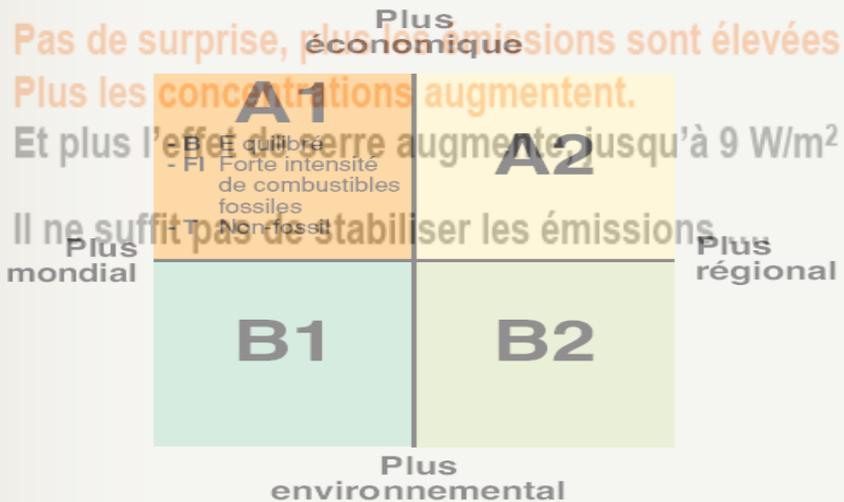
(a)

Pas de surprise, plus les émissions sont élevées

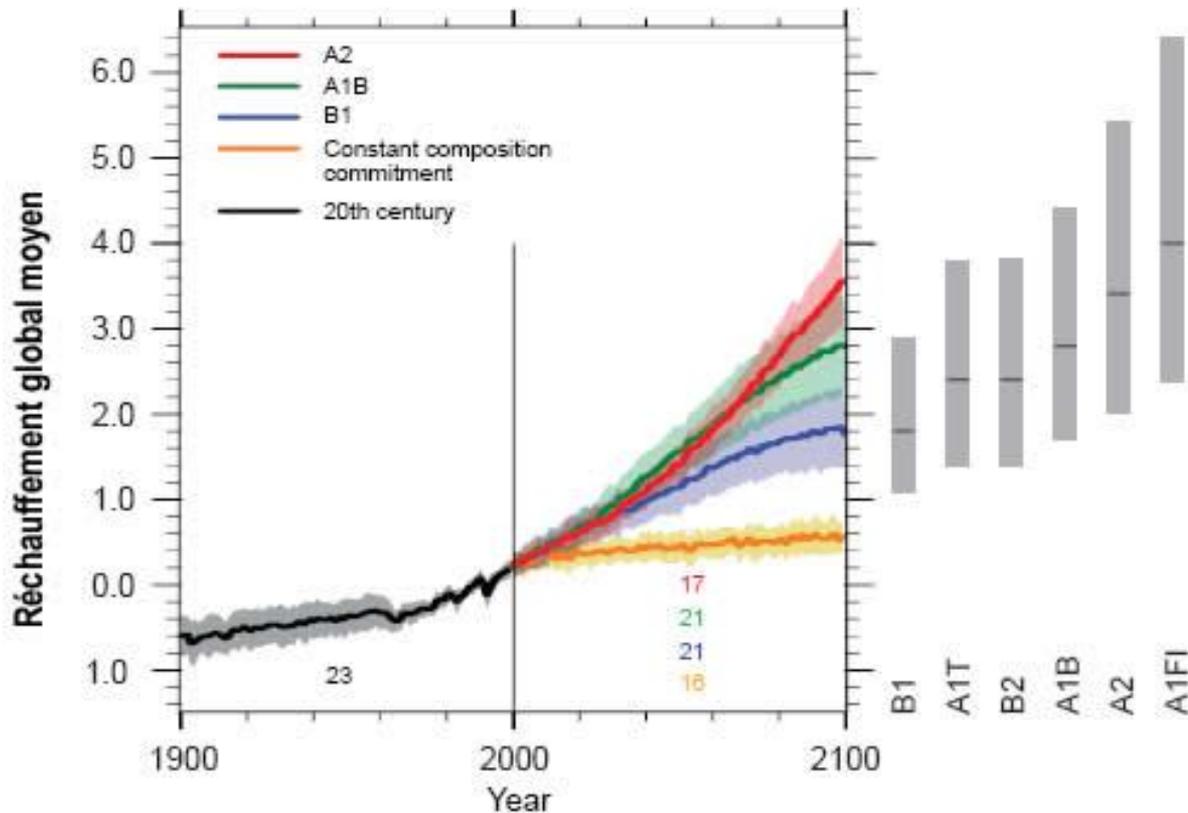
Plus les concentrations augmentent.

Et plus l'effet de serre augmente jusqu'à 9 W/m²

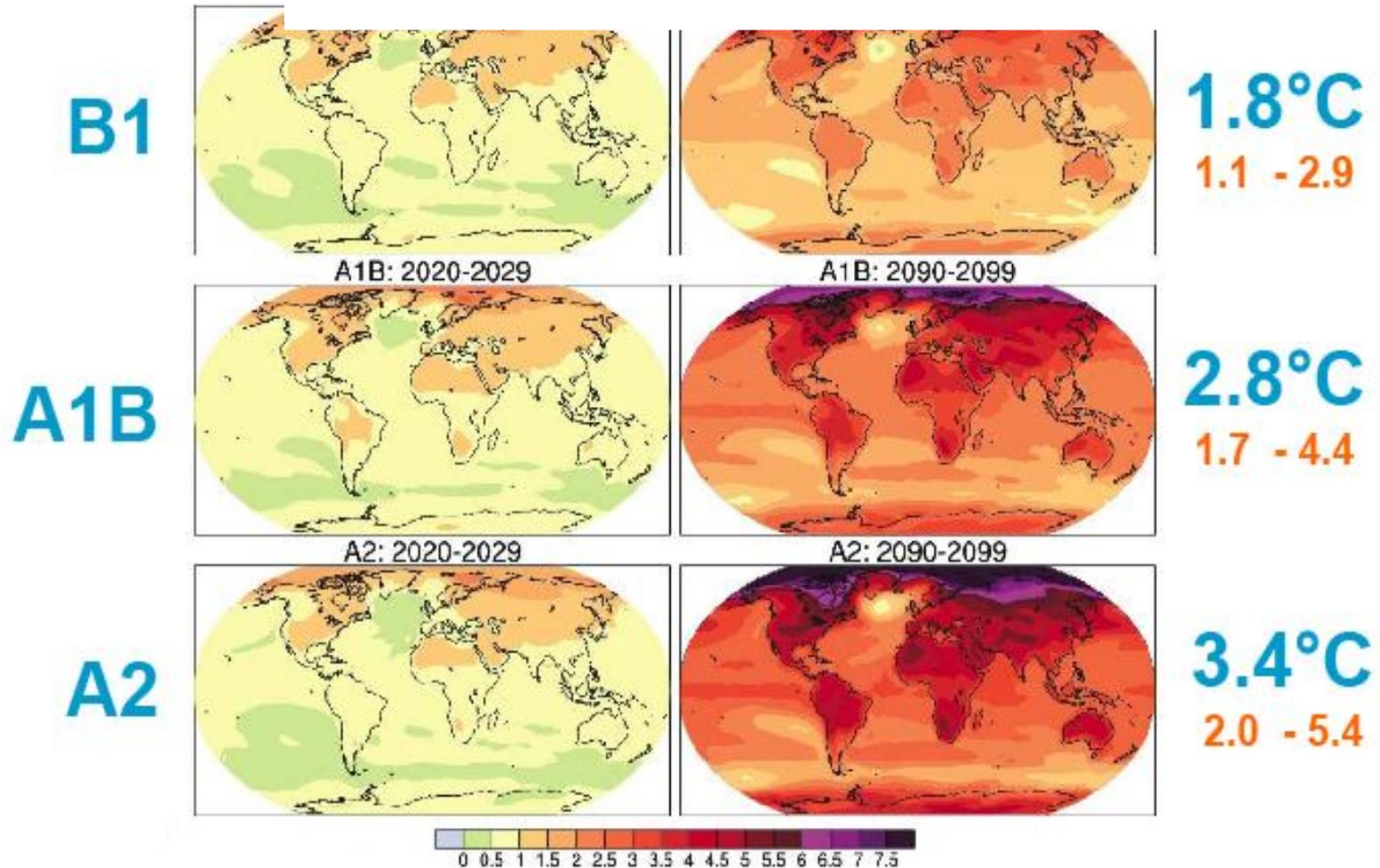
Il ne suffit pas de stabiliser les émissions



Les scénarios climatiques (GIEC 2007)



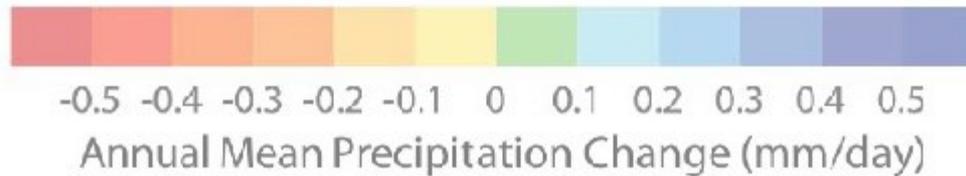
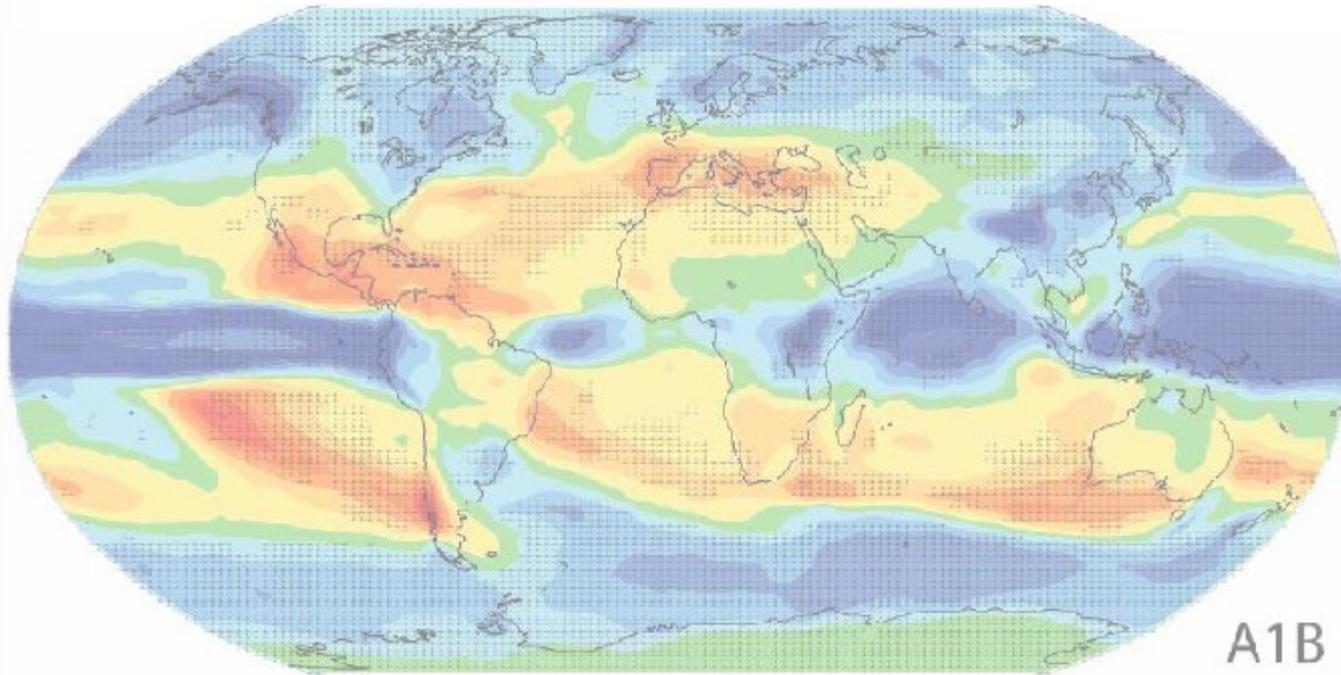
Le climat des 20 prochaines années est joué



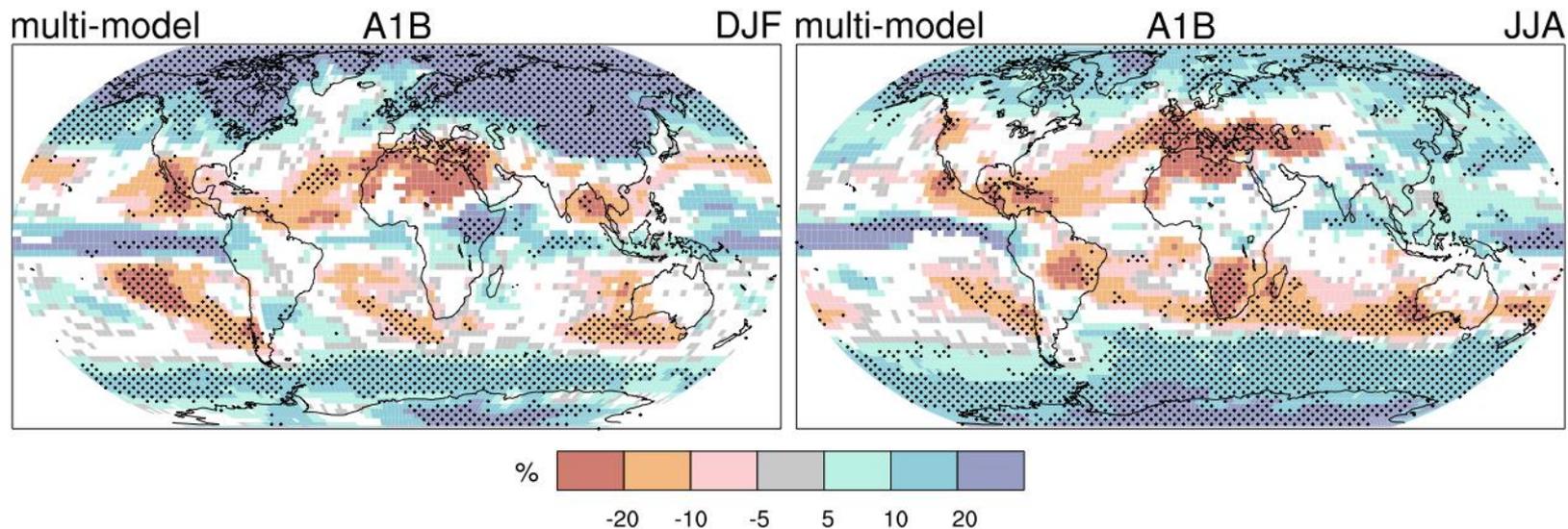
Mais celui de la fin du siècle dépend de nous

Les scénarios climatiques (GIEC 2007)

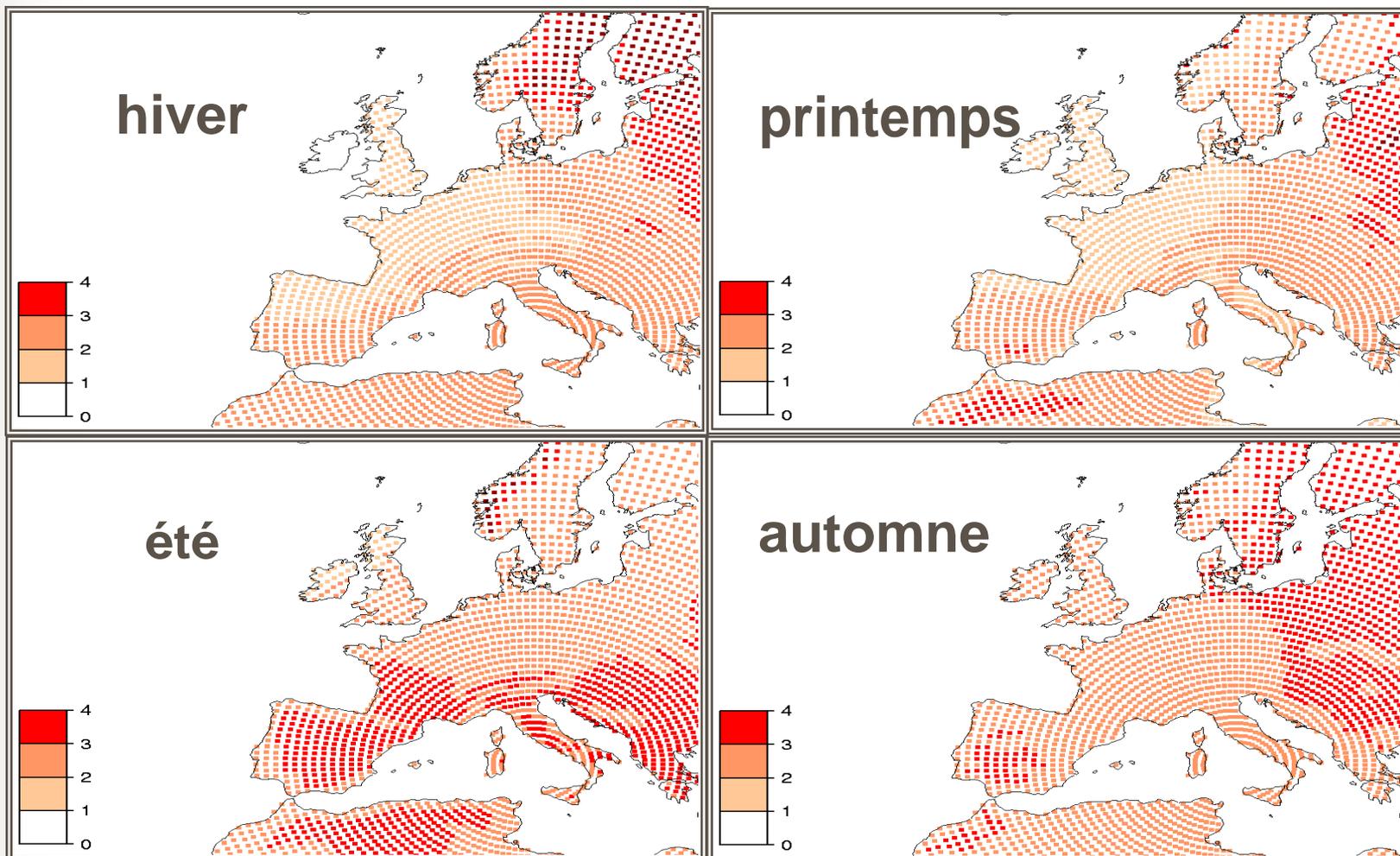
2080-2099



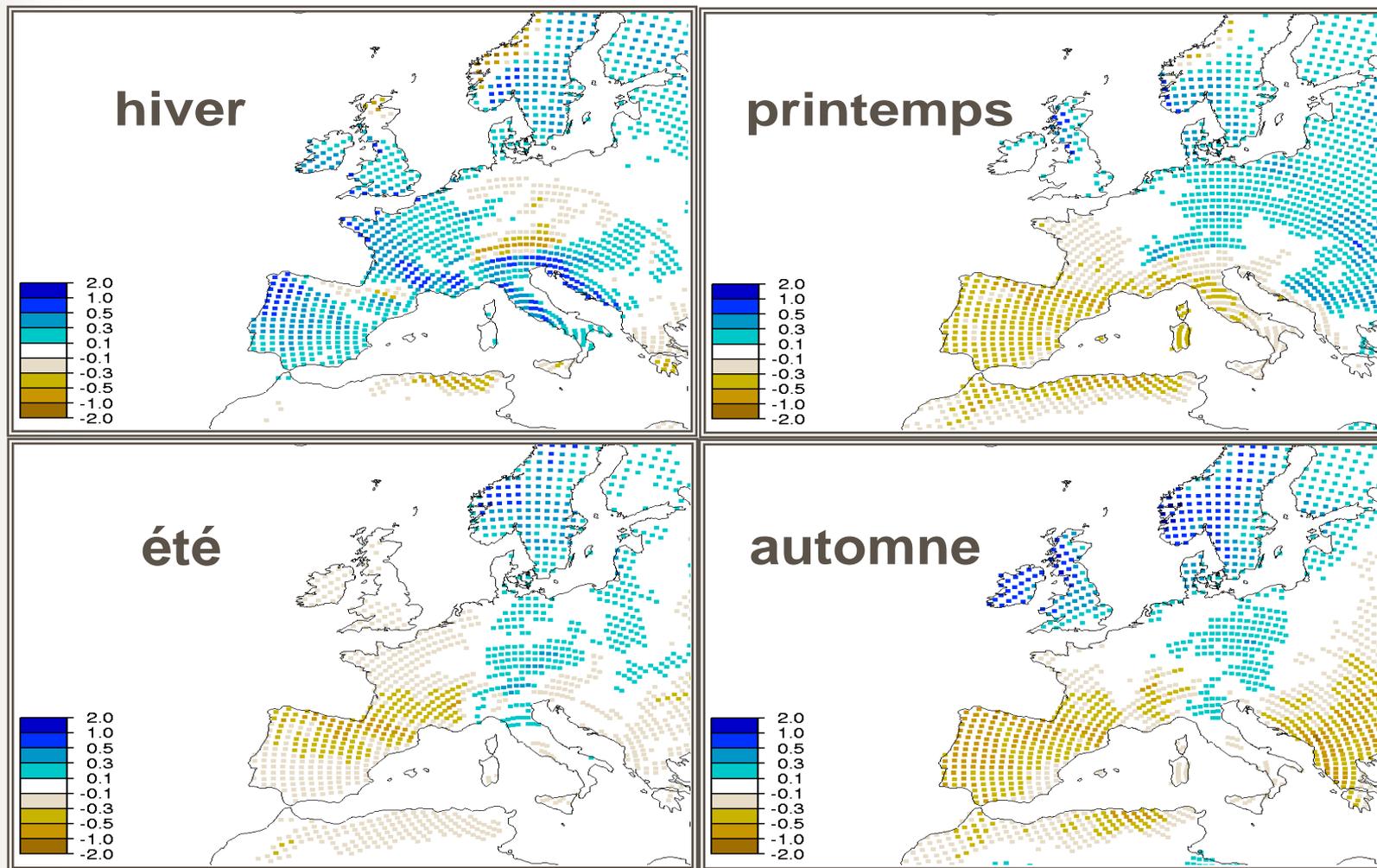
Les scénarios climatiques (GIEC 2007)



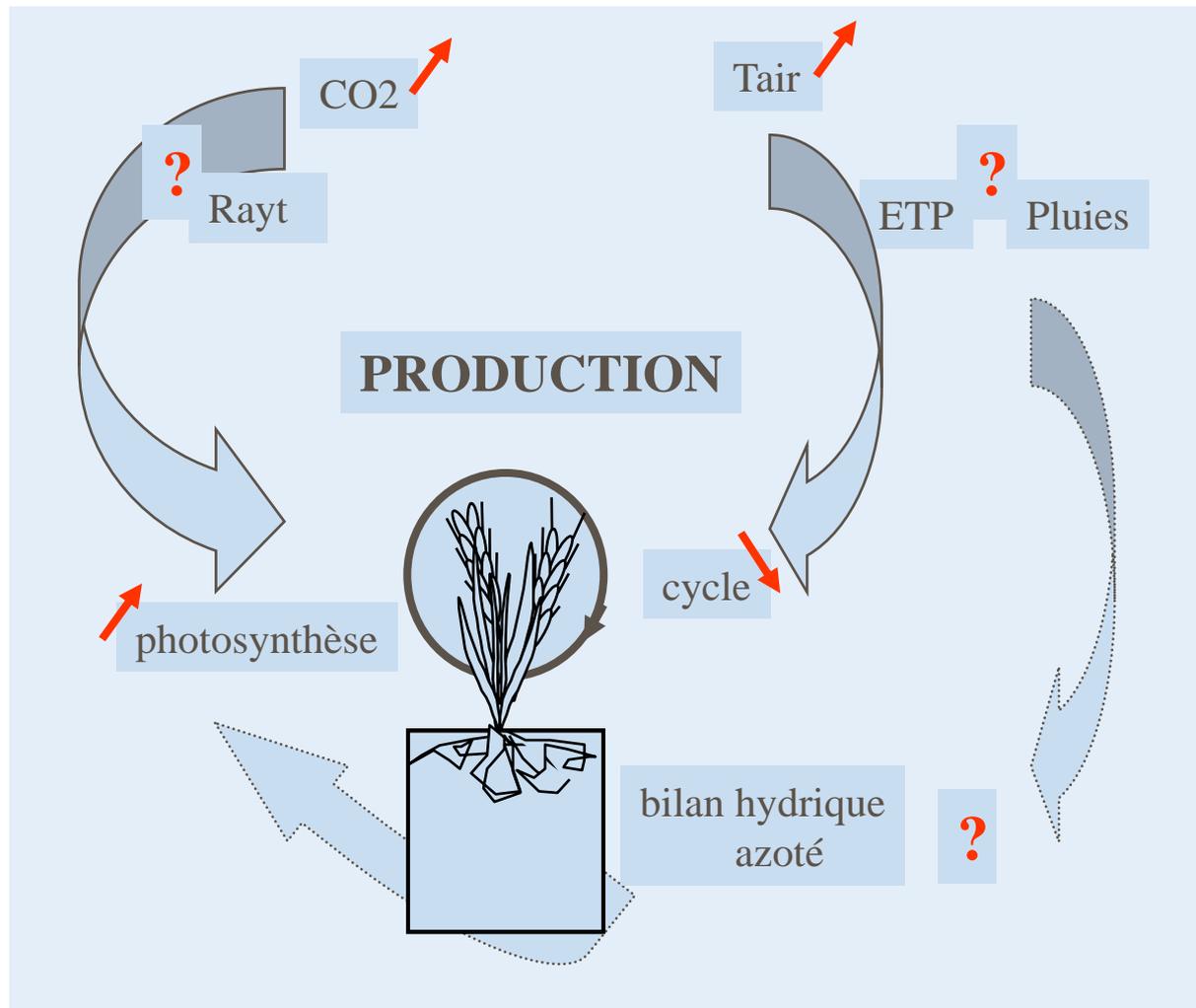
Changement de température à la fin du siècle (°C)



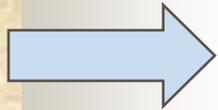
Changement de précipitations à la fin du siècle (mm/jour)



Les impacts sur la production végétale



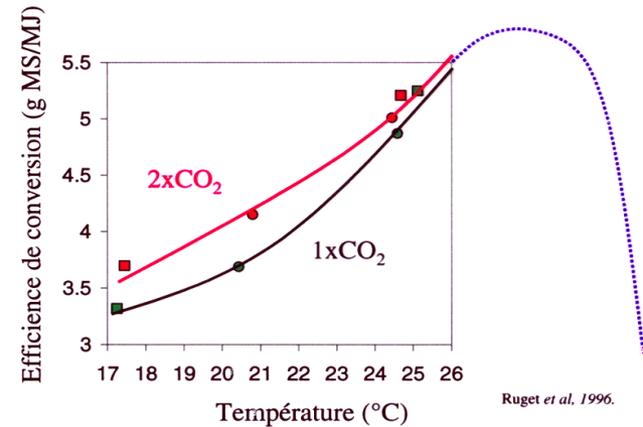
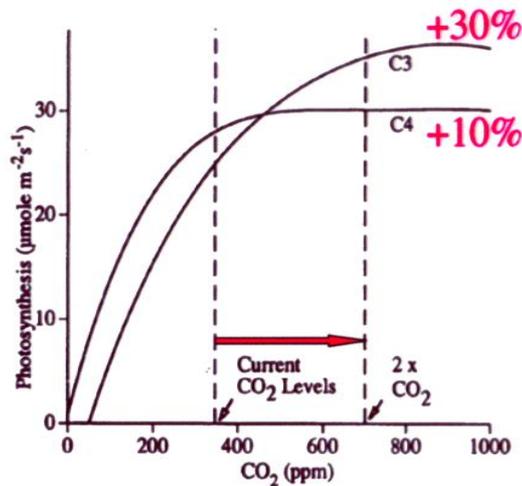
Quel effet du changement climatique sur la production agricole?



Augmentation du potentiel de production primaire

Des effets positifs...

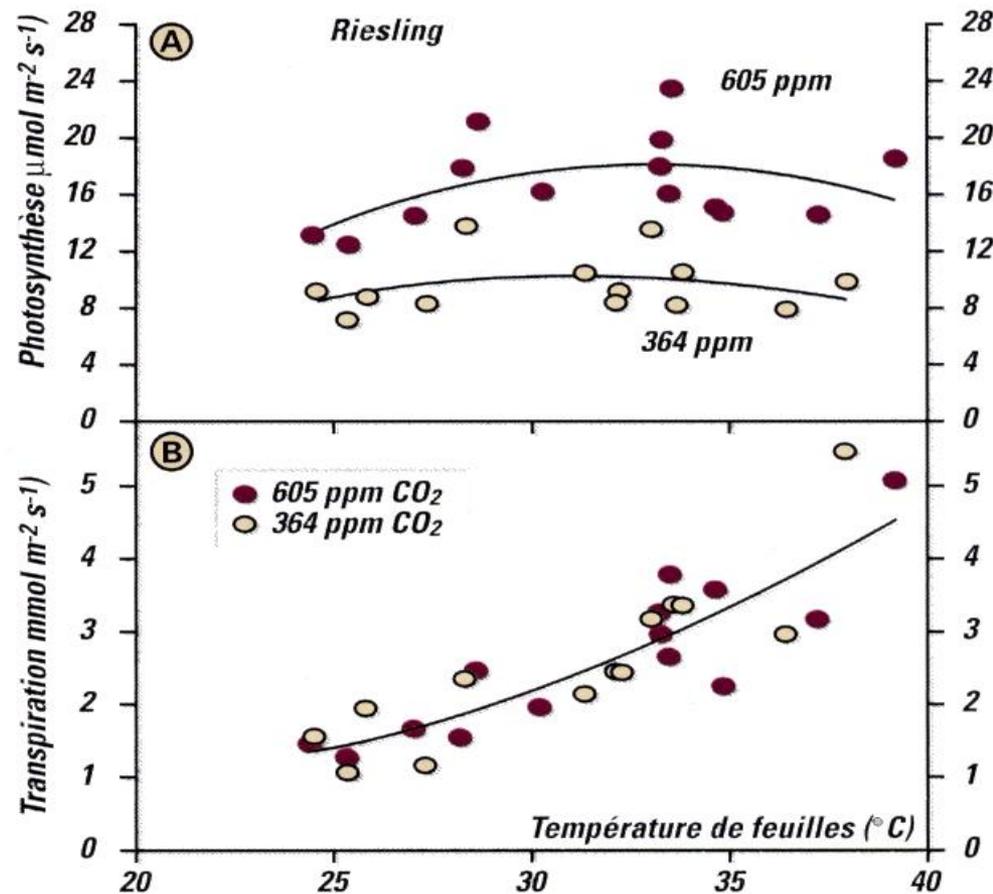
- Augmentation de la photosynthèse
- Baisse de la transpiration



Des effets négatifs !

Durée des phases réduite, températures-seuils dépassées
Une inquiétude pour l'eau, facteur encore plus limitant ?

CO₂ et photosynthèse

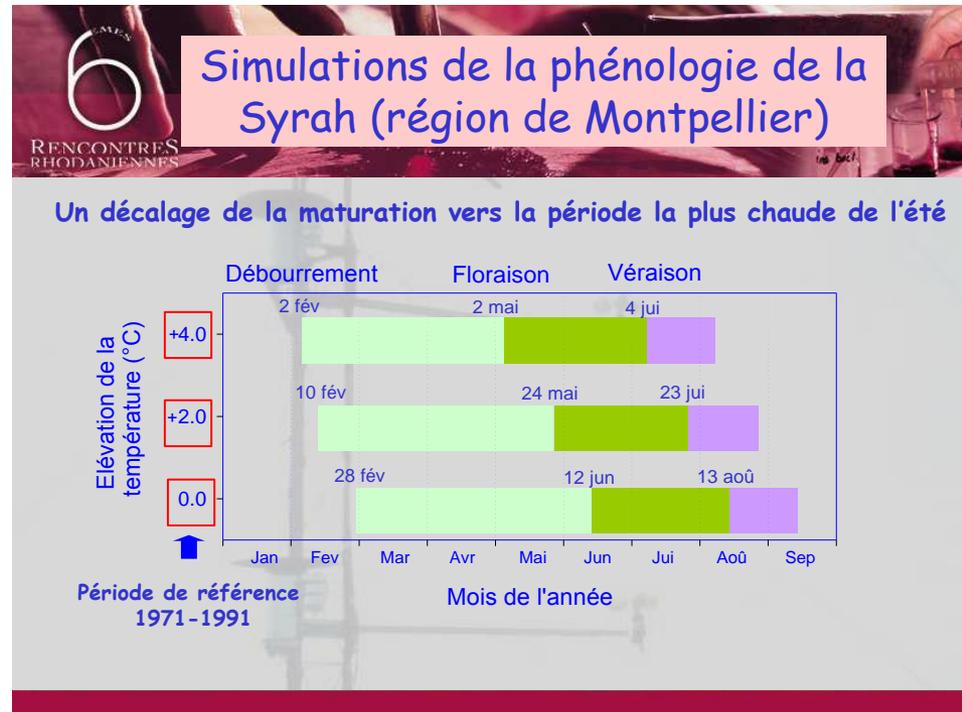


Source

Hans Schultz Geisenheim

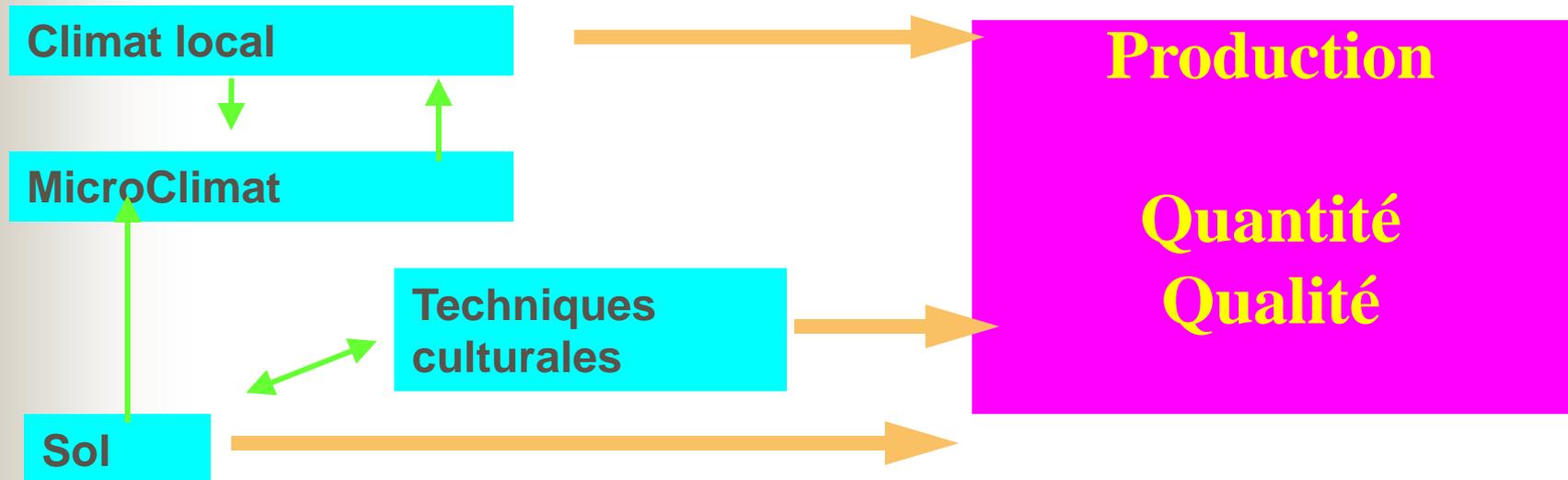
Eric Lebon INRA-ENSA Montpellier

Phénologie de la vigne



Lebon (2002)

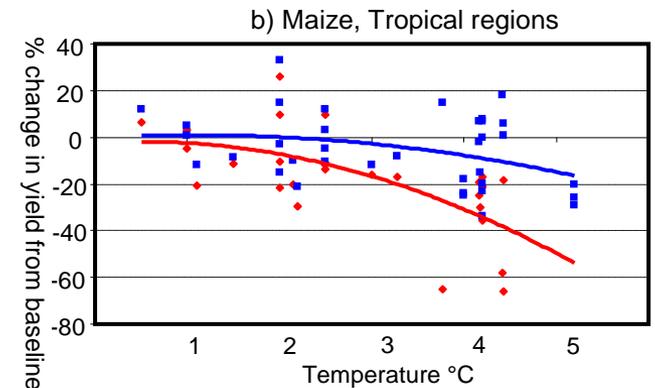
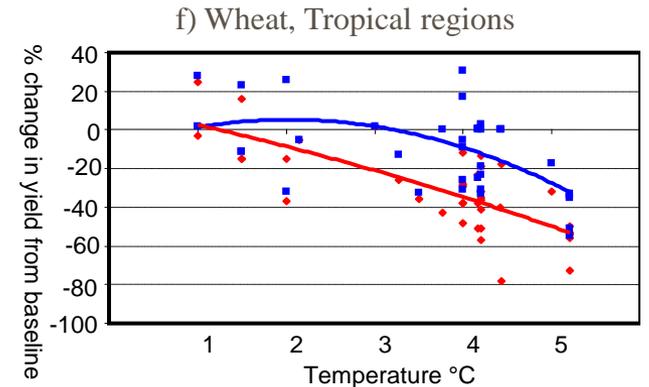
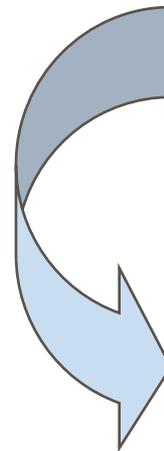
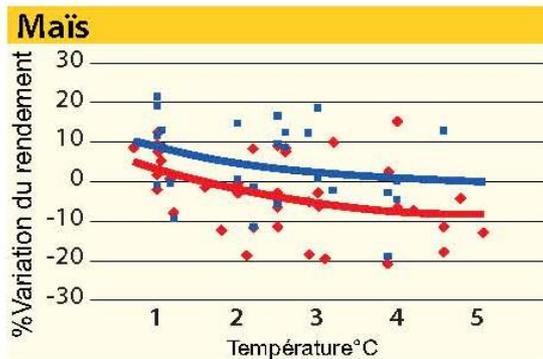
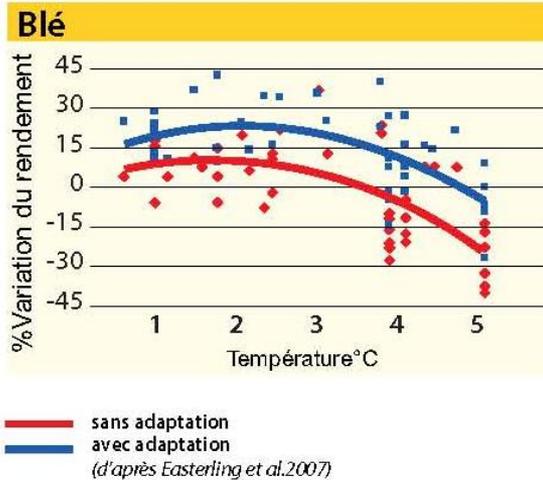
LES MODELES DE CULTURE



- **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** (composants biochimiques) en plus des critères classiques (sucre, acidité)

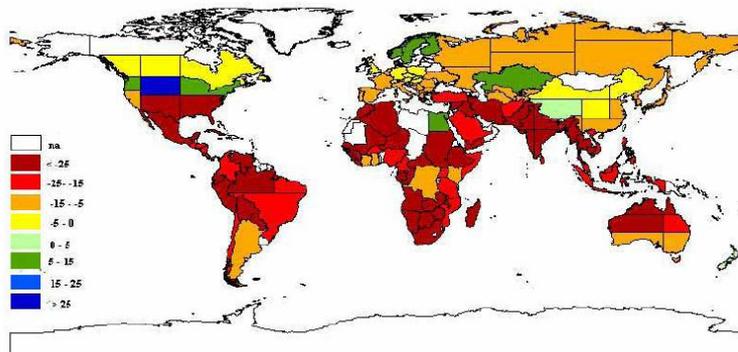
■ Pour les zones tempérées, si réchauffement limité à 2-3°, conséquences positives, avec un avantage si adaptation. Au-delà ???

mais pour les basses latitudes

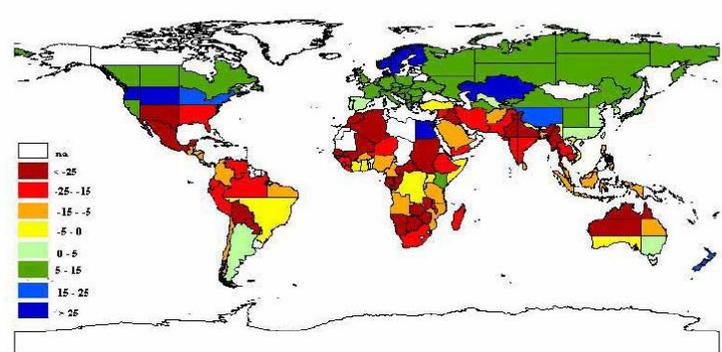


Le contraste Nord-Sud accentué

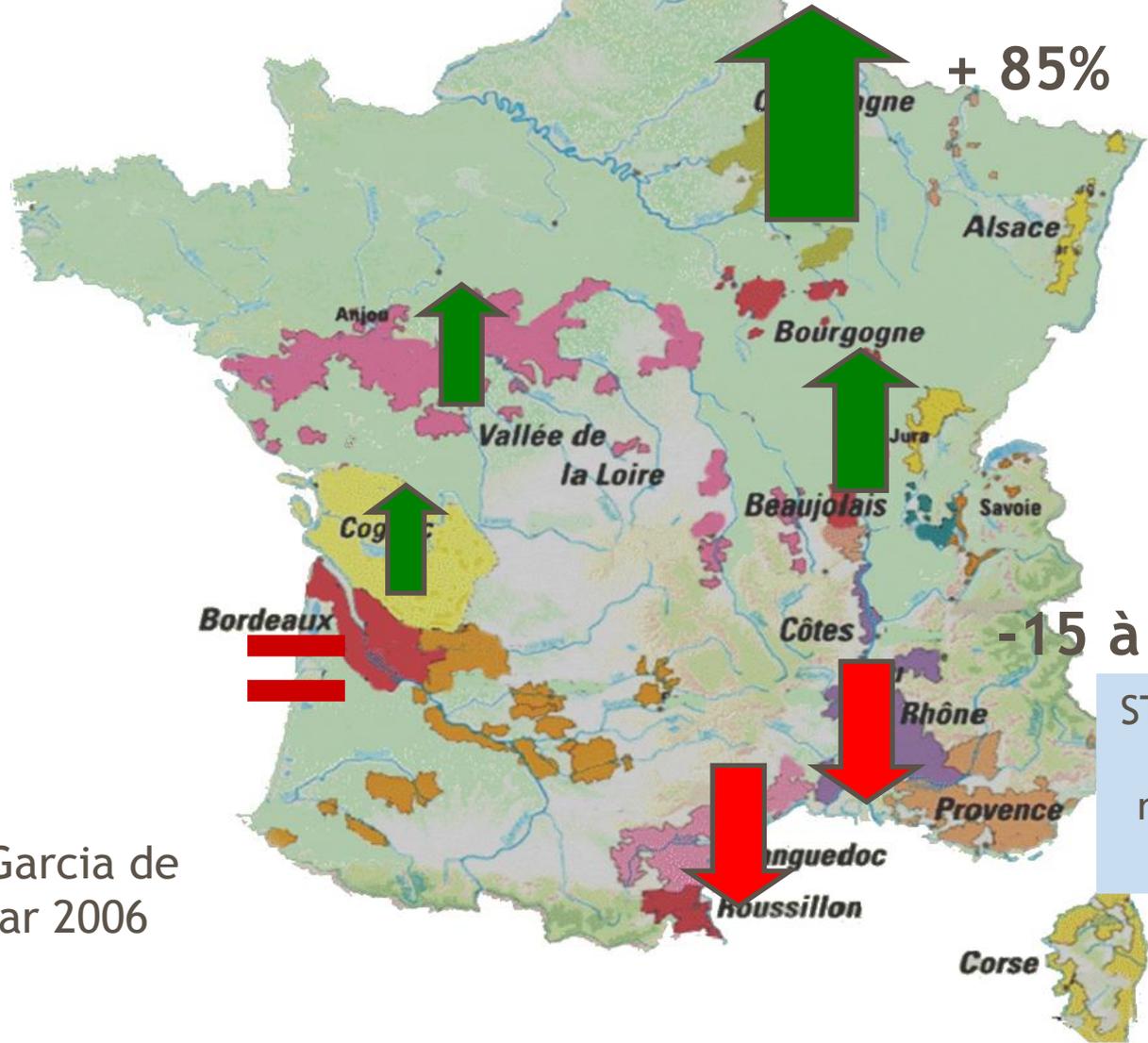
Impact on Agricultural Productivity without Carbon Fertilization (percent)



Impact on Agricultural Productivity with Carbon Fertilization (percent)



Rendement



STRESS Thermique, hydrique et raccourcissement du cycle

Thèse I.Garcia de Cortazar 2006

Intensité dépend du type du sol



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**



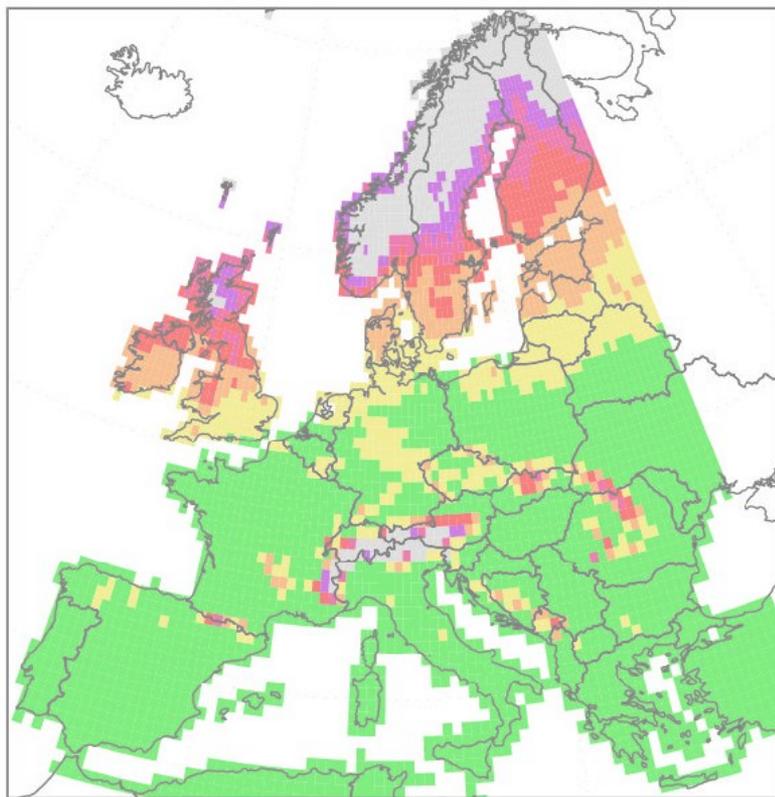
Adaptation par déplacement géographique ?

- +1° ~ 200km vers le nord ou 150m en altitude: 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)..

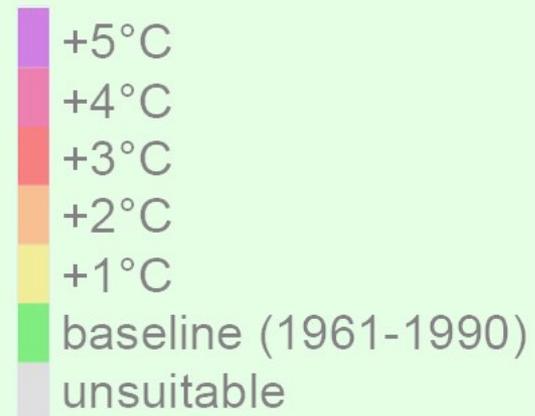
quid du contexte économique ? et les terroirs !!!



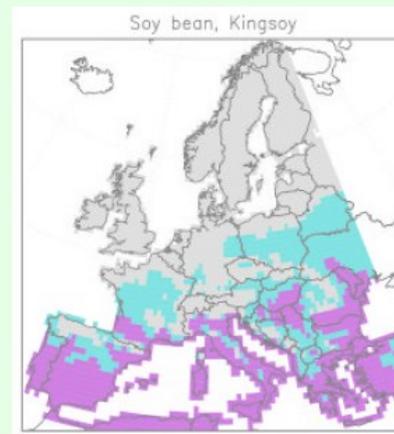
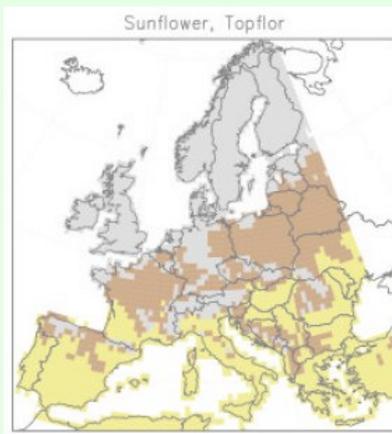
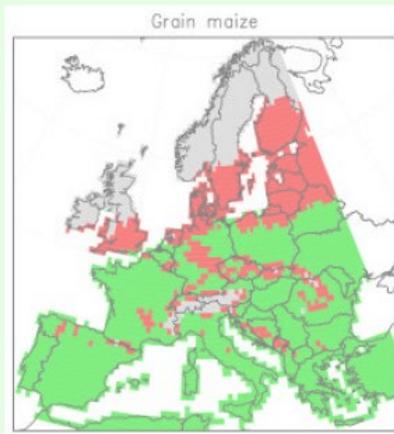
Suitability for grain maize cultivation with increasing temperature



Expansion of suitable
area with increased
temperature



Suitability for grain maize, sunflower and soya, 2050s

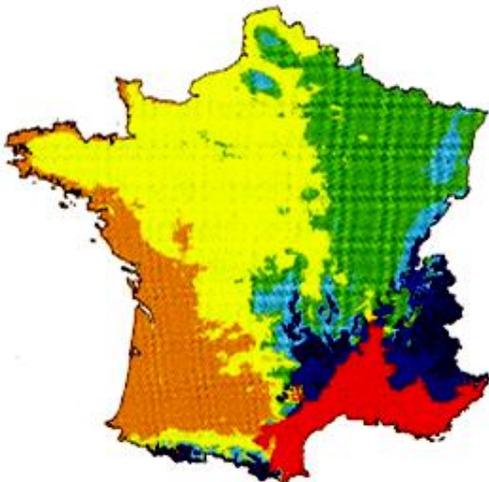


red/brown/blue: suitability extension
 green/yellow/purple: Baseline 1961-90

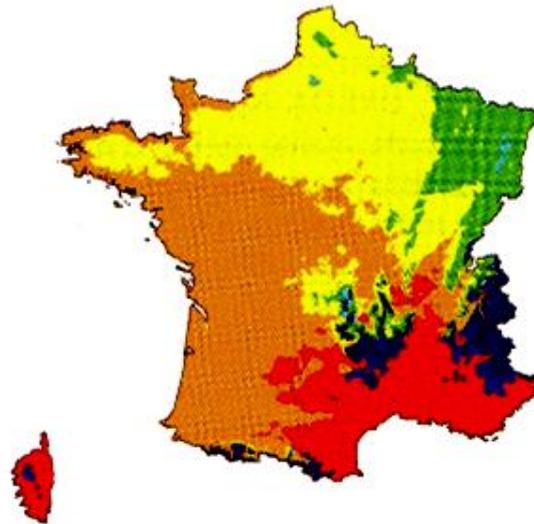
La forêt : impacts prédits

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

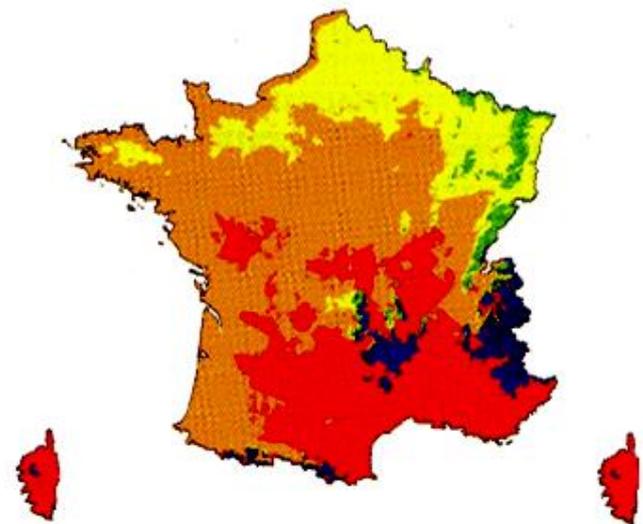
A – climat actuel



B – climat 2050

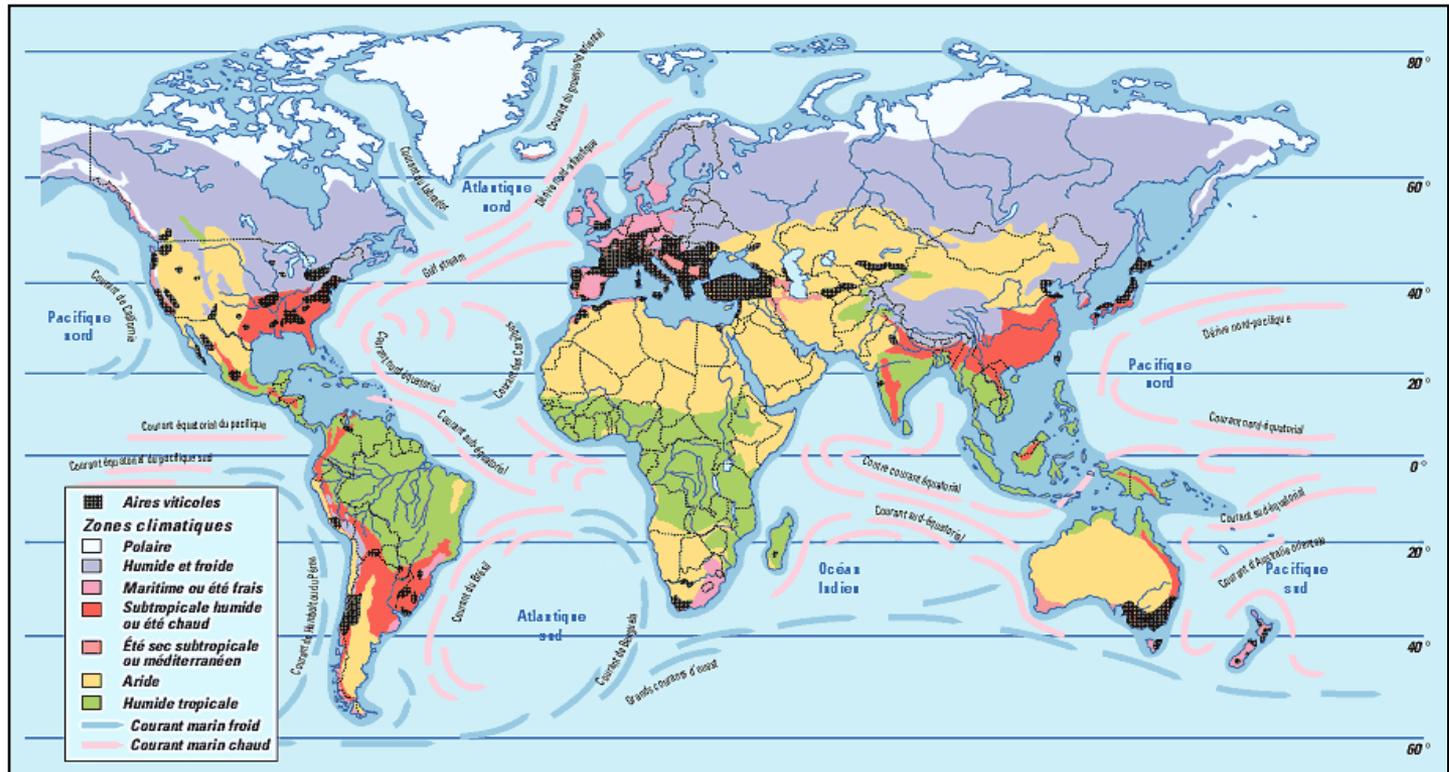


C – climat 2100



Badeau et al, 2007

Zones climatiques et distribution du vignoble mondial



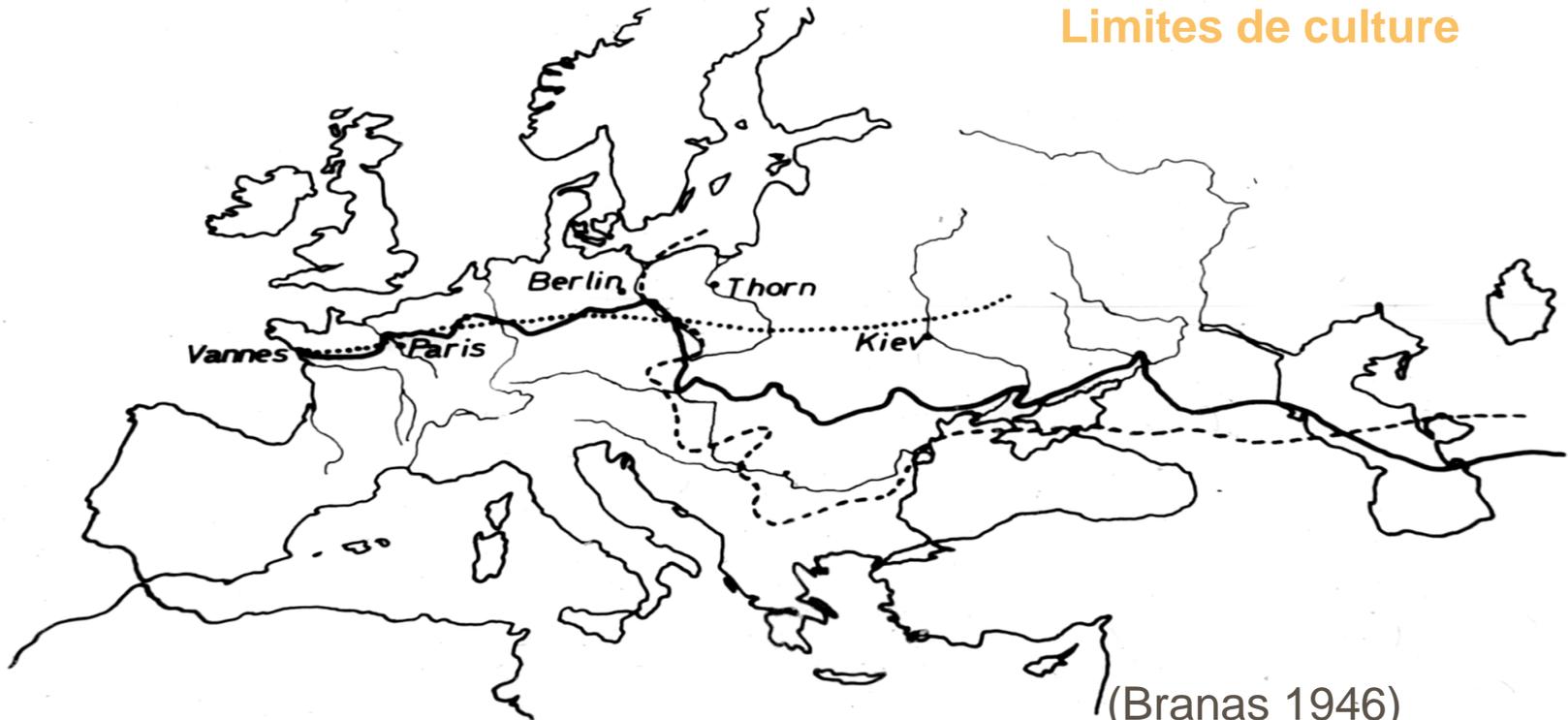
Source : Revue des œnologues, n°96, juillet 2000

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

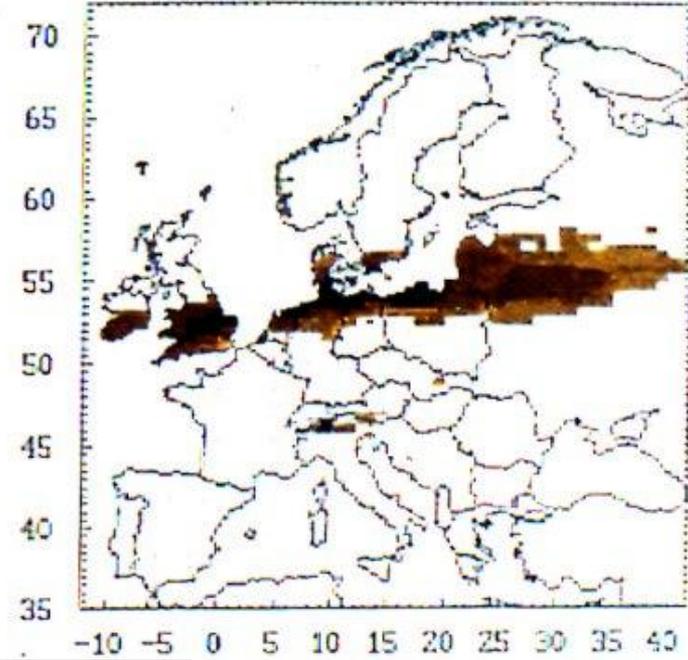
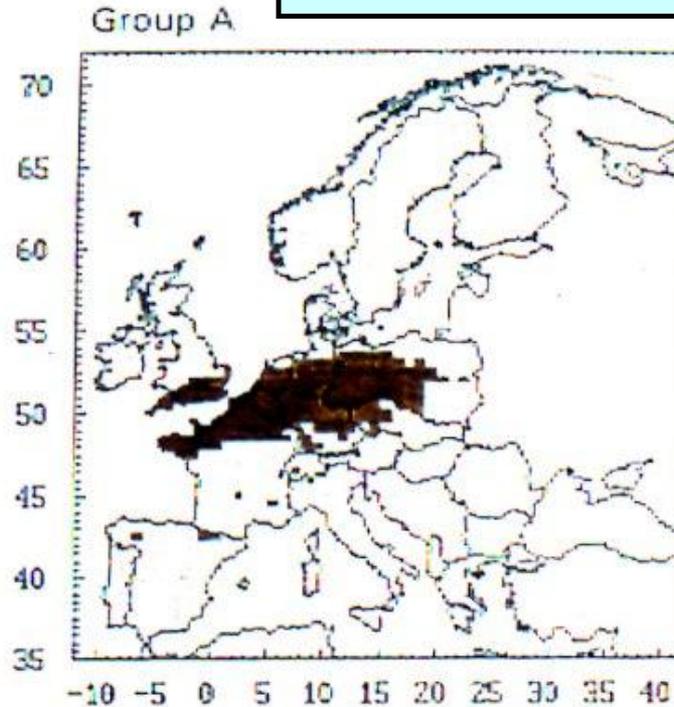


(Branas 1946)

Aptitude géographique des cépages

maintenant

L'avenir



Müller-Thurgau



aptitude

haut

moyenne

bas

Kenny and Harrison (1993)



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

Der Weinbau in Europa beschränkte sich bisher weit



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,
Bruisyard Vineyards

SAXMUNDHAM, England, April 06, 2000

Vinologische Globalisierung

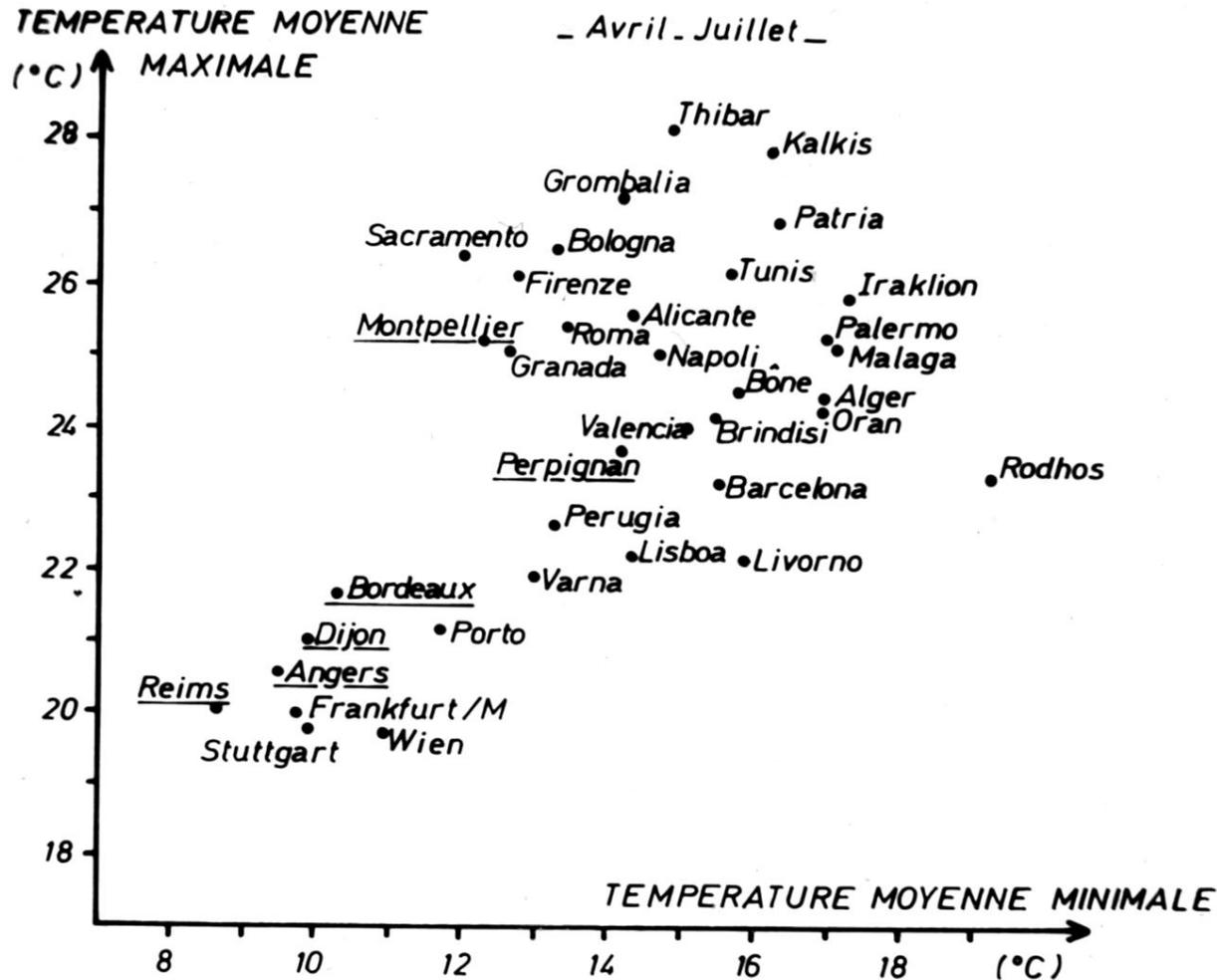
Stimmt das Szenario der Klimaforscher, könnten Reben in den nächsten 30 oder 40 Jahren in ganz Norddeutsch-

land gedeihen. Im mittleren Europa würden südliche Spezialitäten wie Merlot oder Syrah Standards werden.



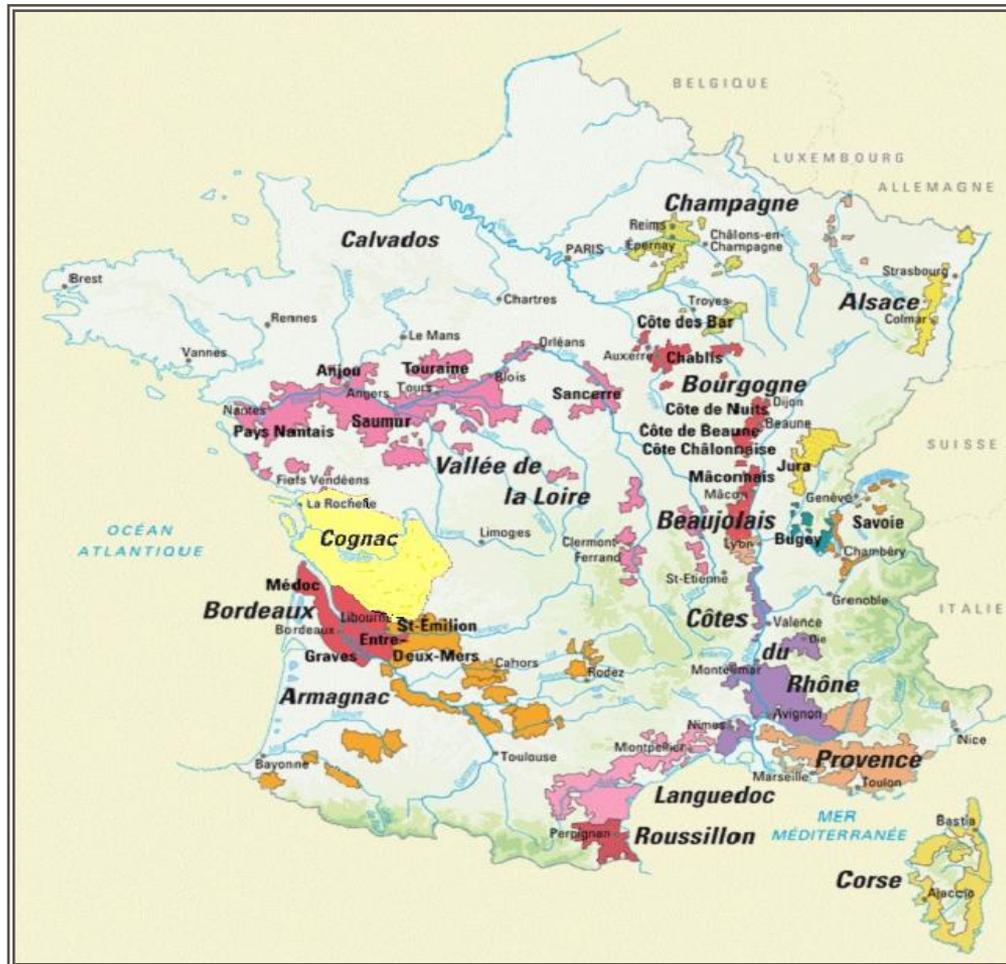
Paris 4 April 2003

Et les terroirs ?



Nigond (1972)

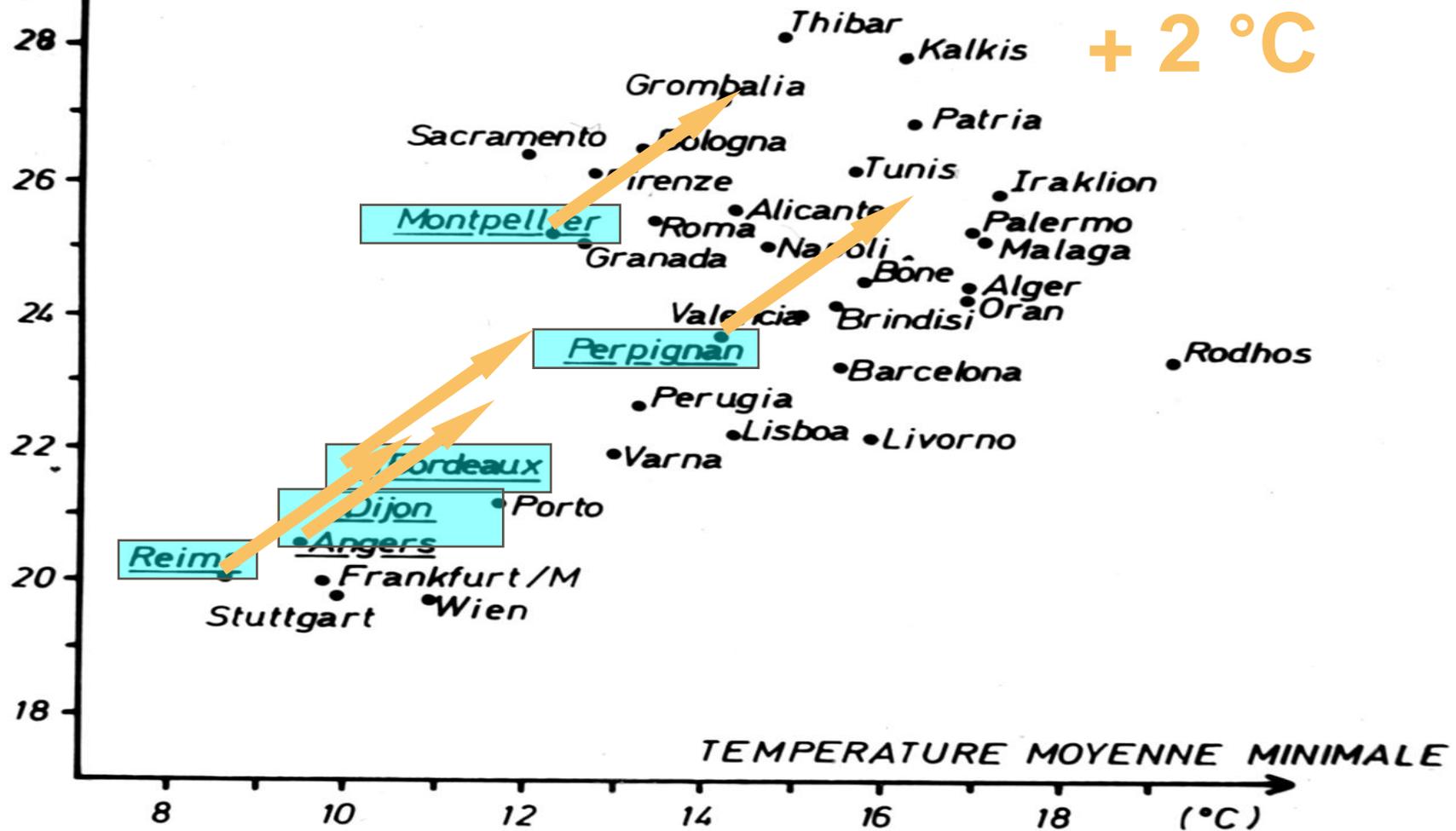
La France viticole



TEMPERATURE MOYENNE
(°C) MAXIMALE

— Avril - Juillet —

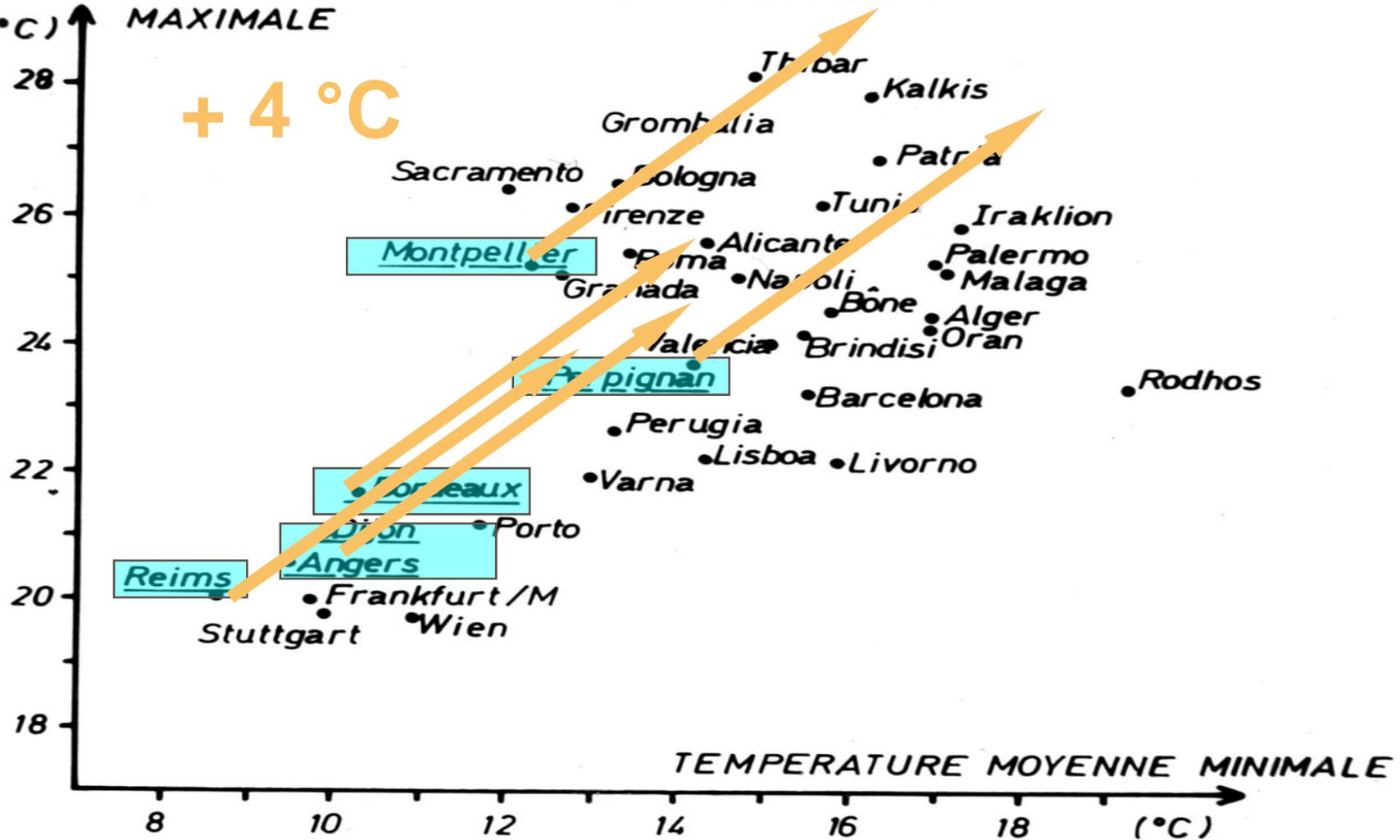
+ 2 °C



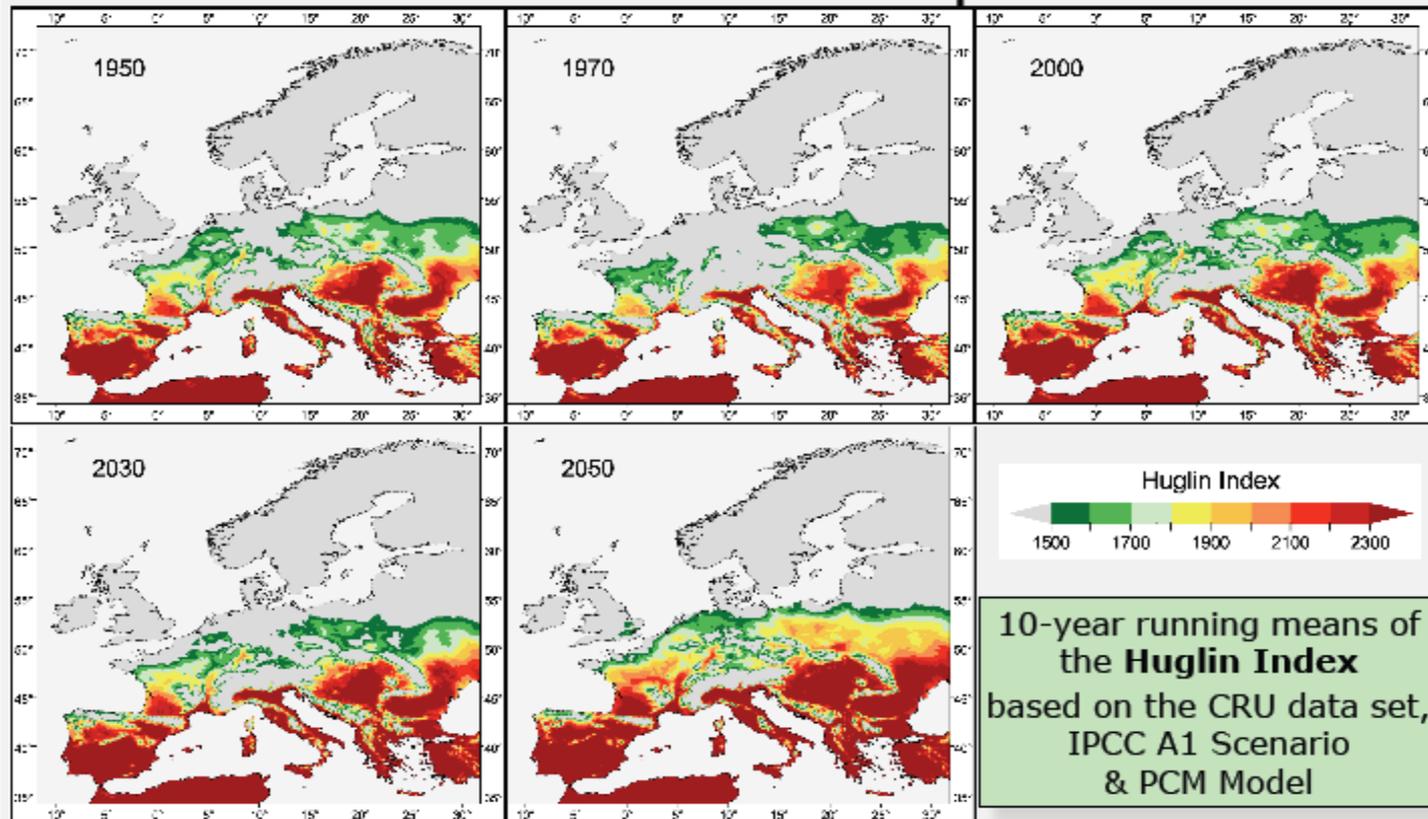
TEMPERATURE MOYENNE
(°C) MAXIMALE

- Avril - Juillet -

+ 4 °C



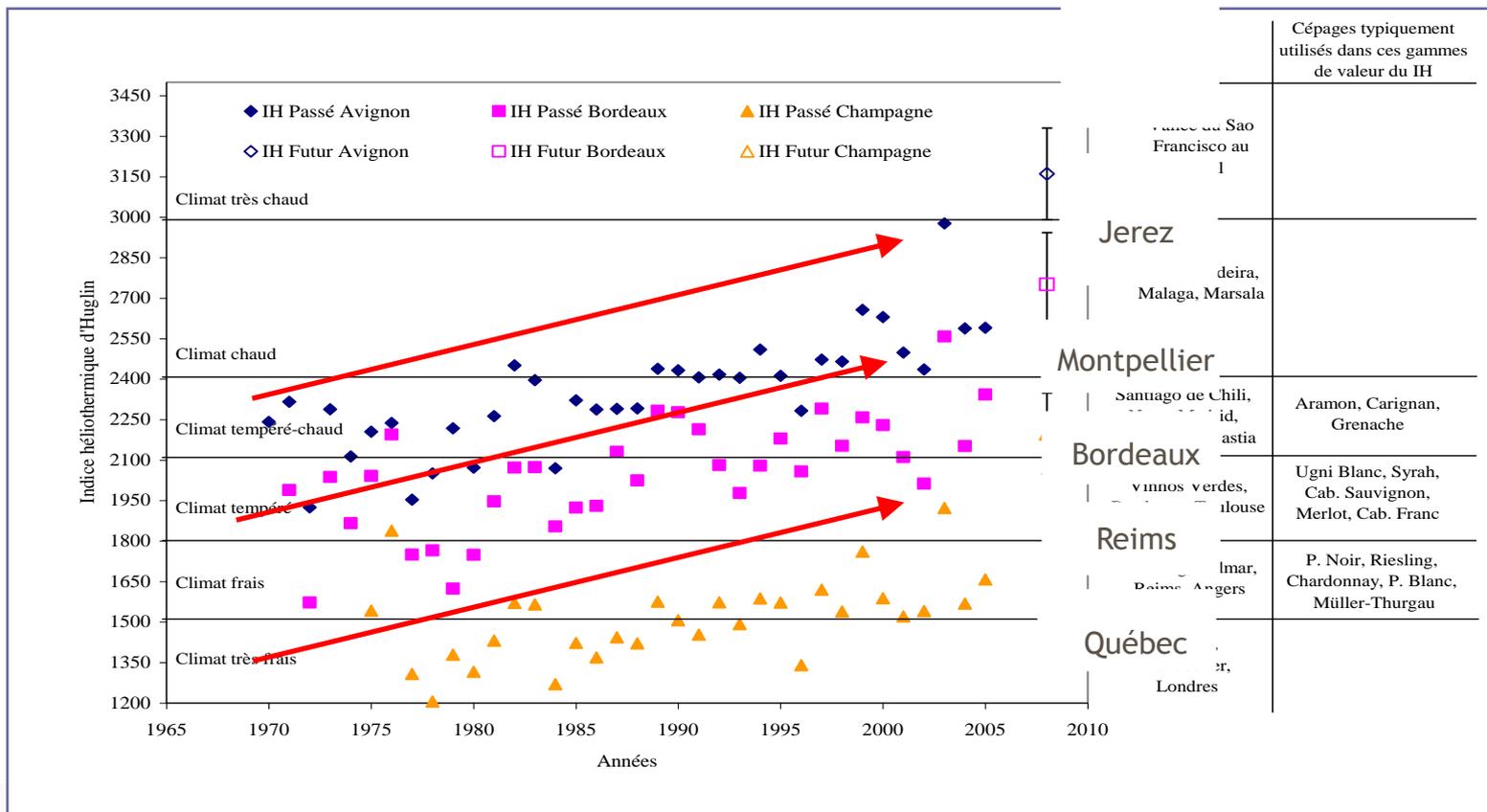
Climate Change Impact Assessment for Viticulture in Europe



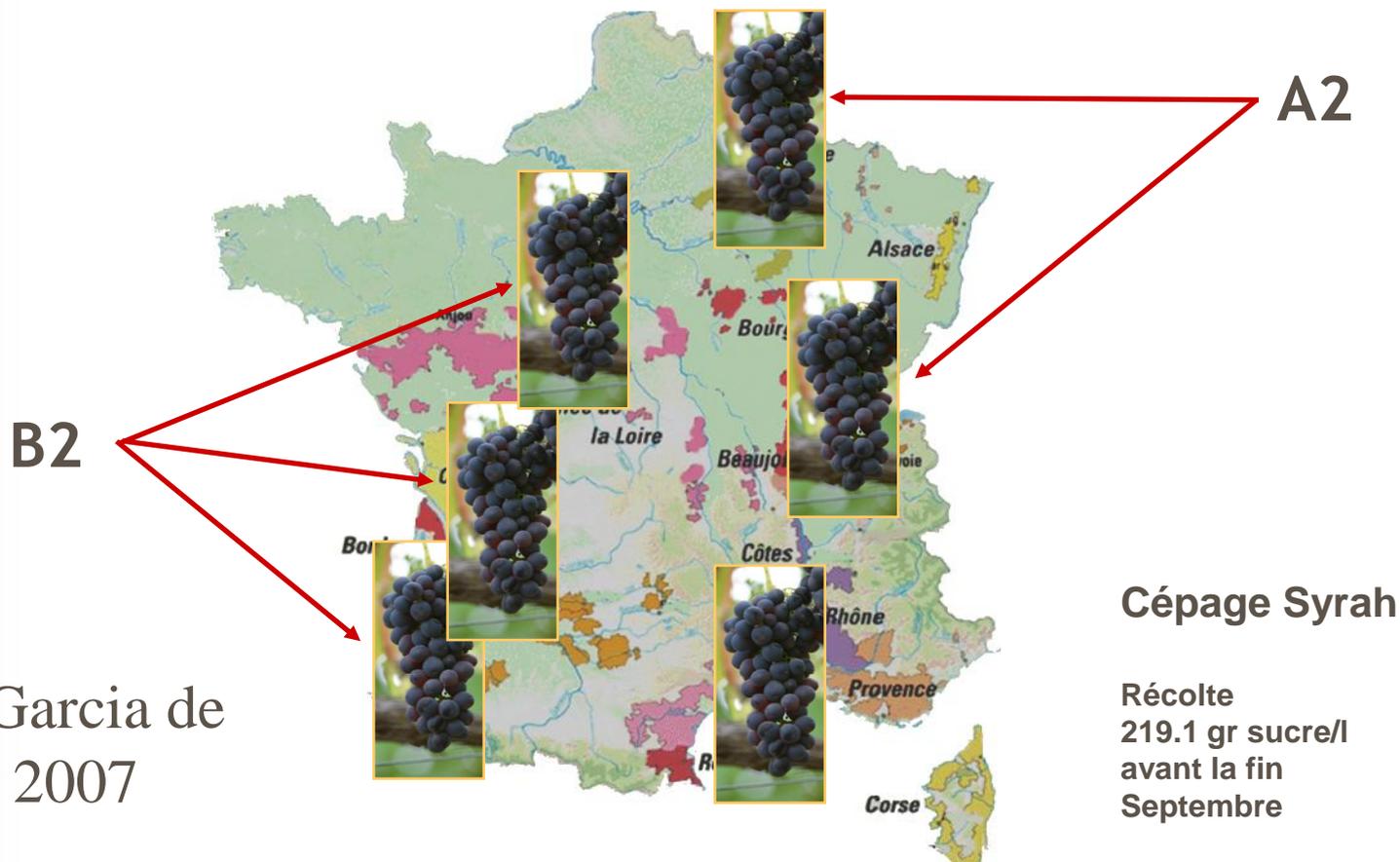
Stock, PIK

Les impacts sur la distribution des régions viticoles

Utilisation des Indices Agroclimatiques : l'Indice d'Huglin

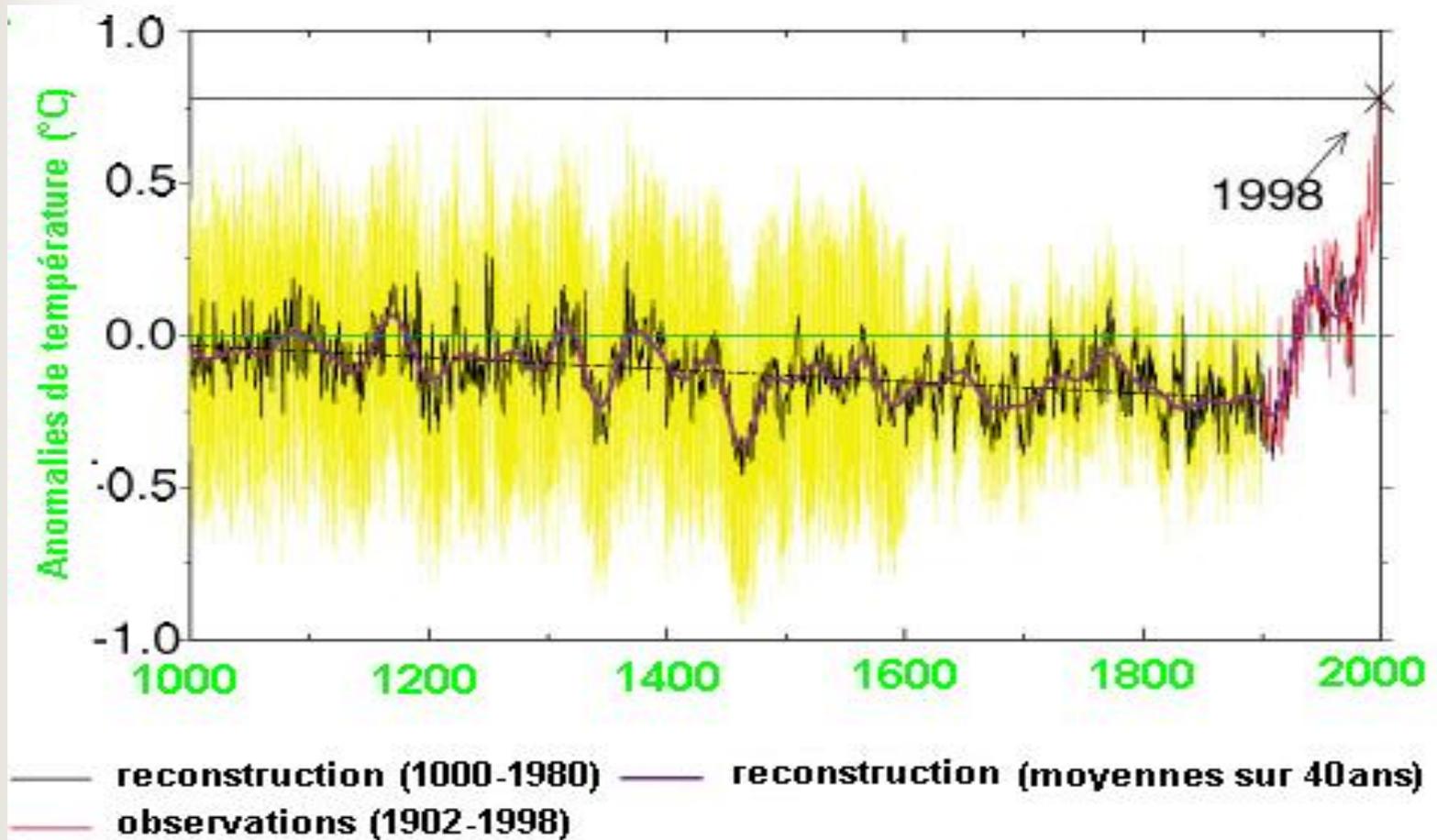


Quelle mobilité pour la vigne?



Thèse I.Garcia de
Cortazar 2007

Température moyenne de l'hémisphère nord (Mann et al, 1999)



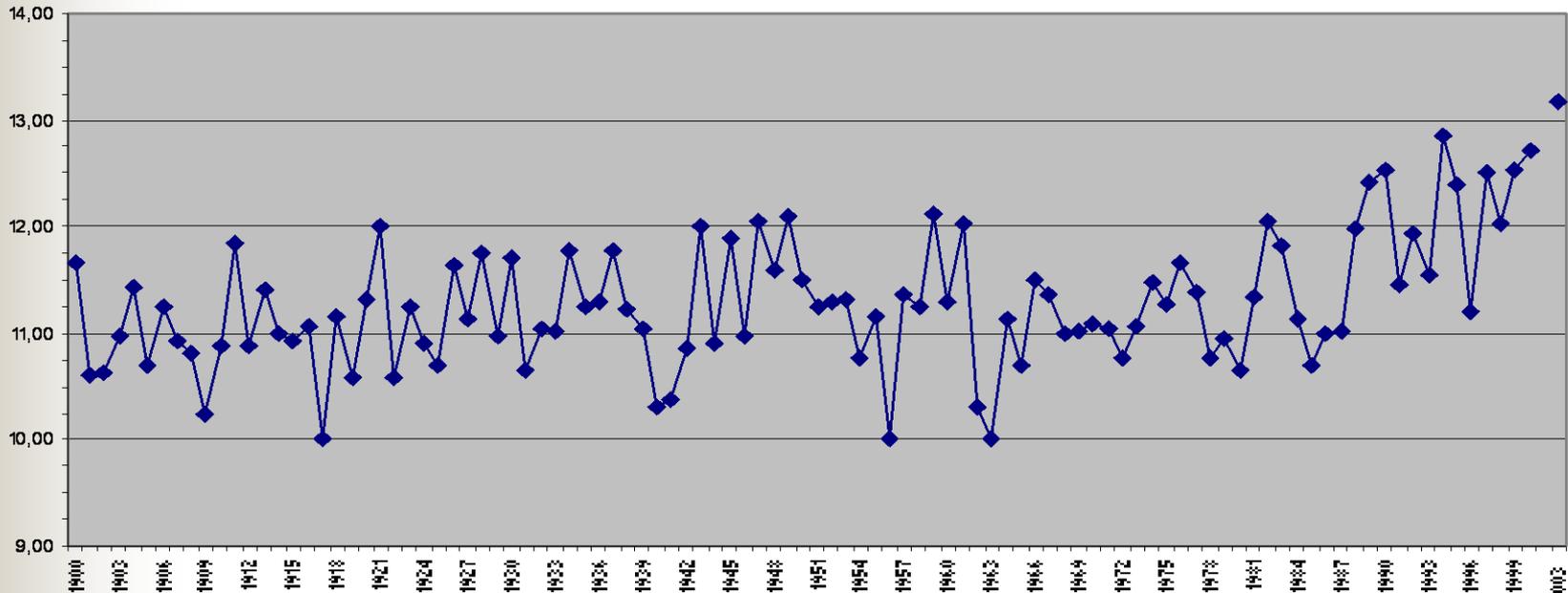
TEMPERATURE OVER THE PAST 1000 YEARS

Reconstructions of northern hemisphere temperature vary but all suggest it is warmer now than at any time in the past 1000 years



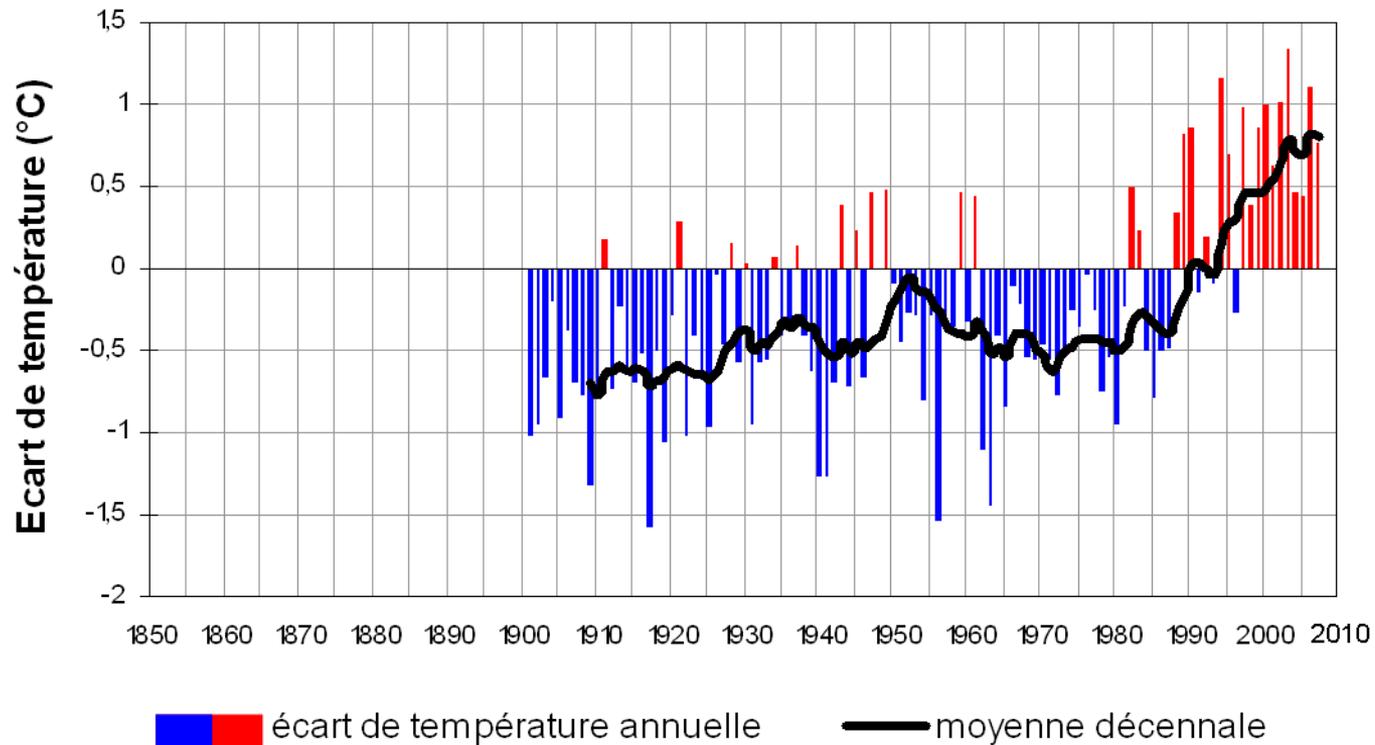
Le climat stationnaire...c'est fini !!!

Figure 1 Température moyenne annuelle sur la France métropolitaine (°C)

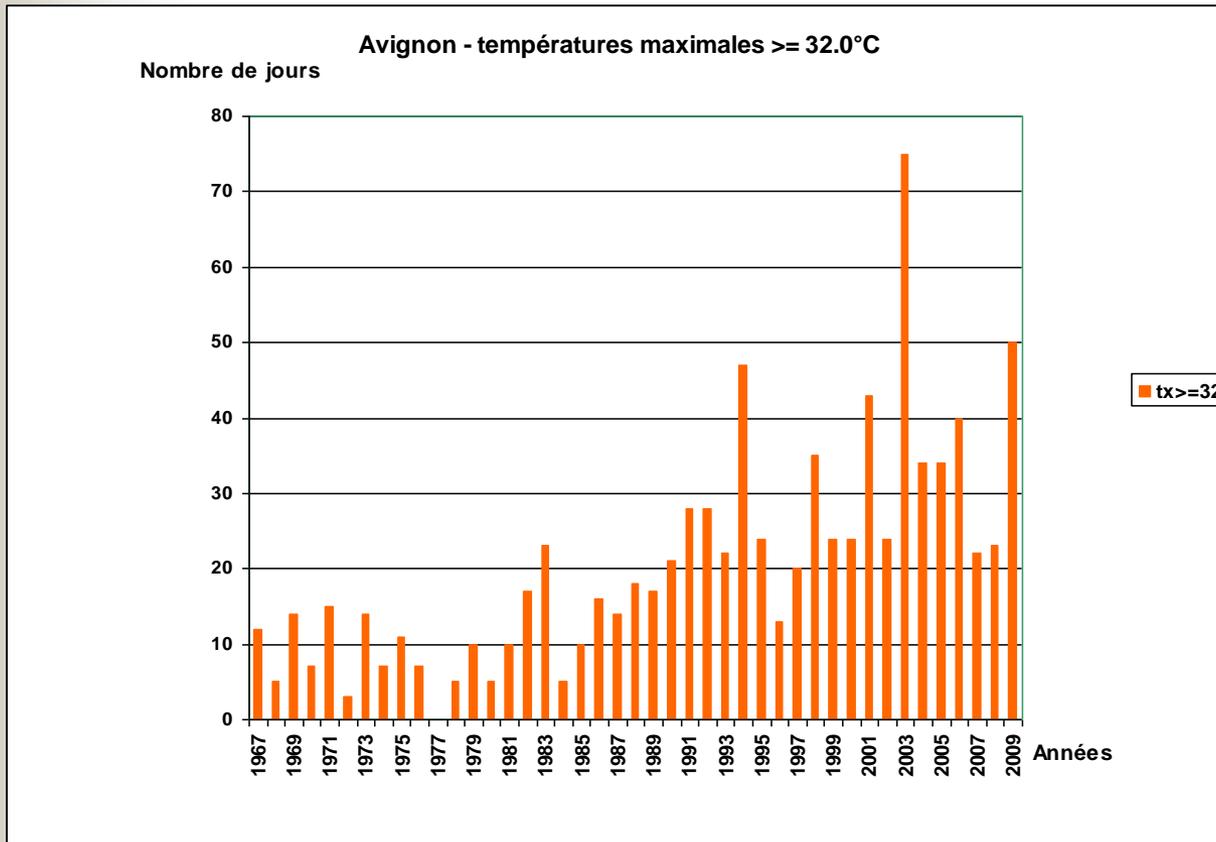


1992002-31/03/2003

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



La durée de l'été augmente

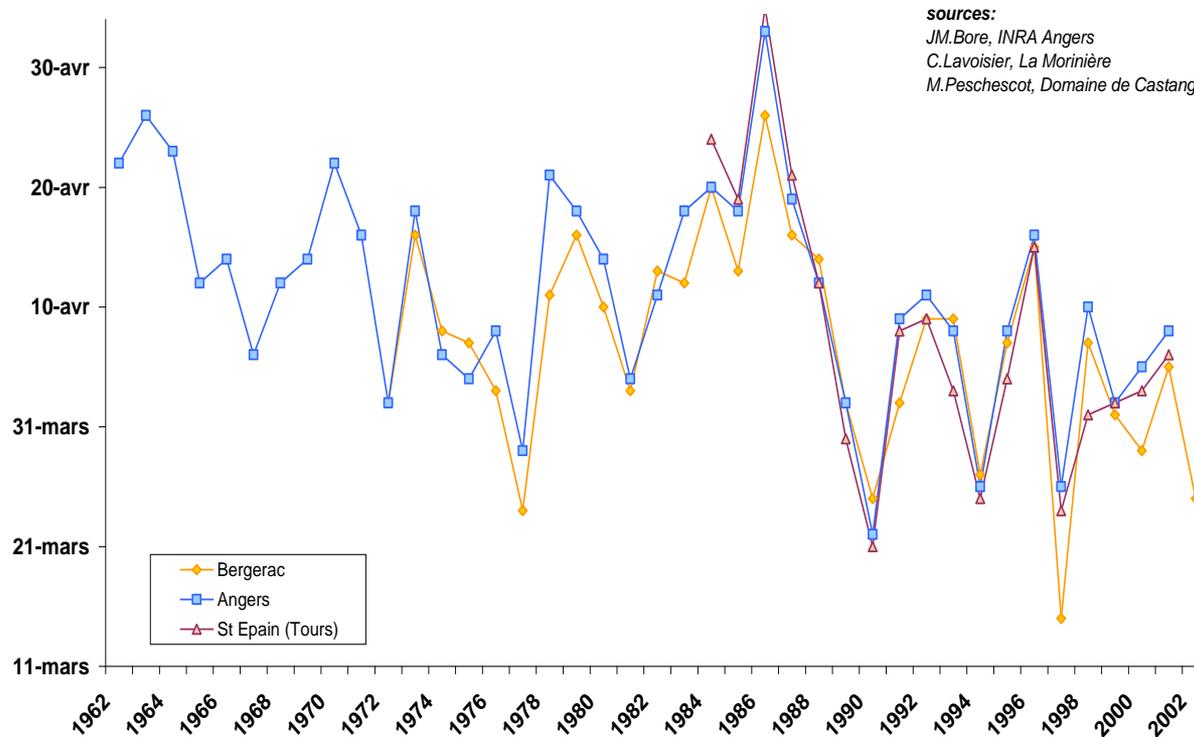


Source: B.Baculat
(Agroclim Avignon)

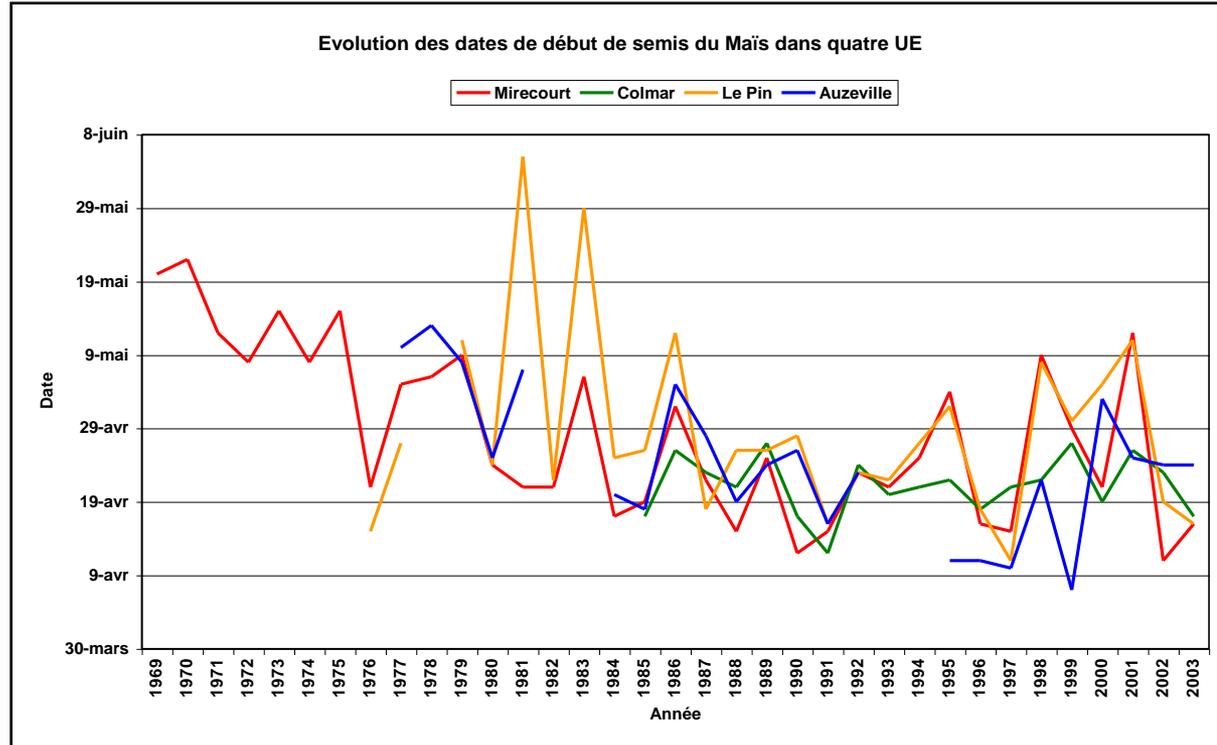


La floraison des arbres fruitiers

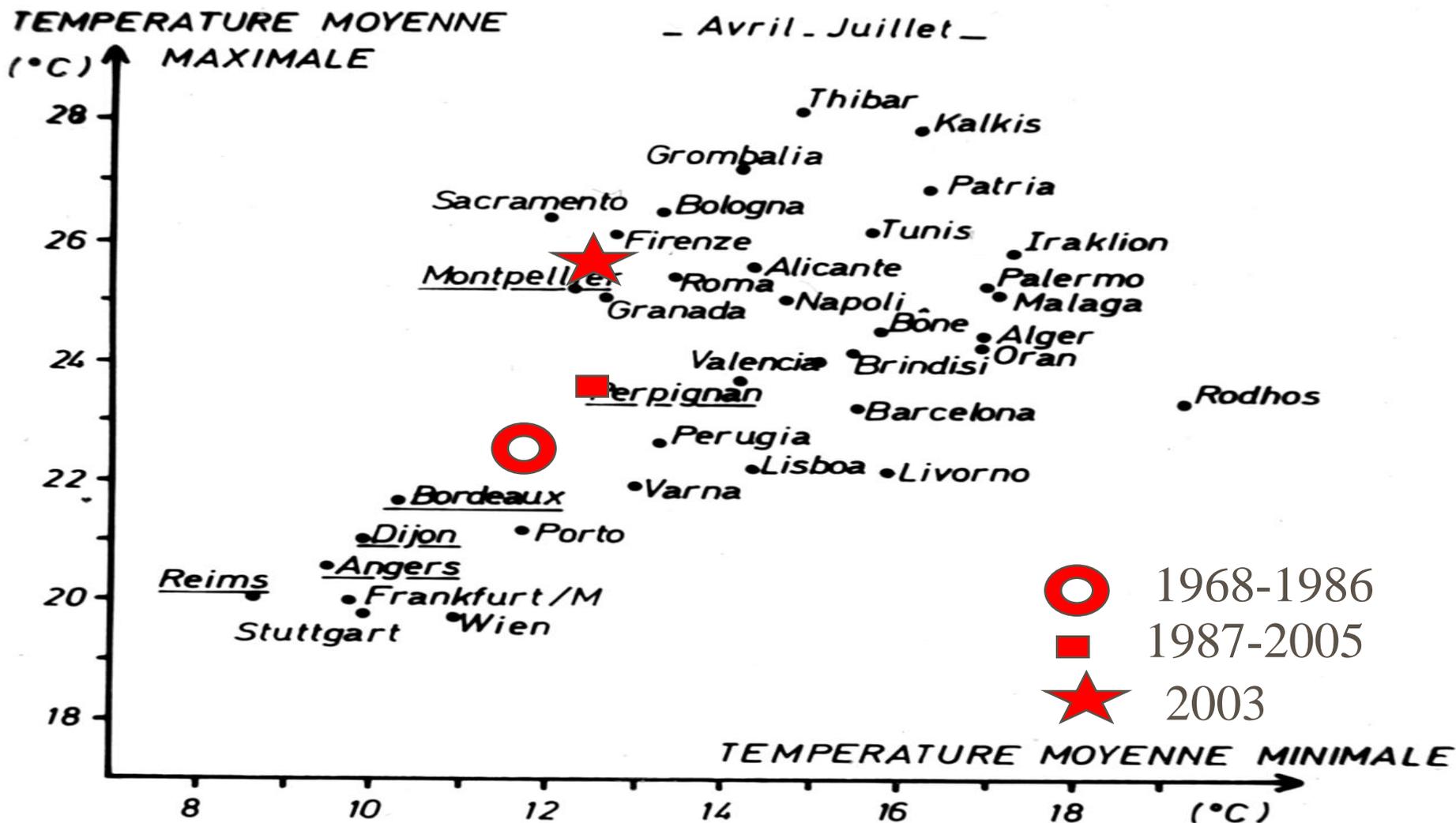
Evolution de la période de floraison (F2) de la poire Williams depuis 1962



Les pratiques culturales



Les changements récents

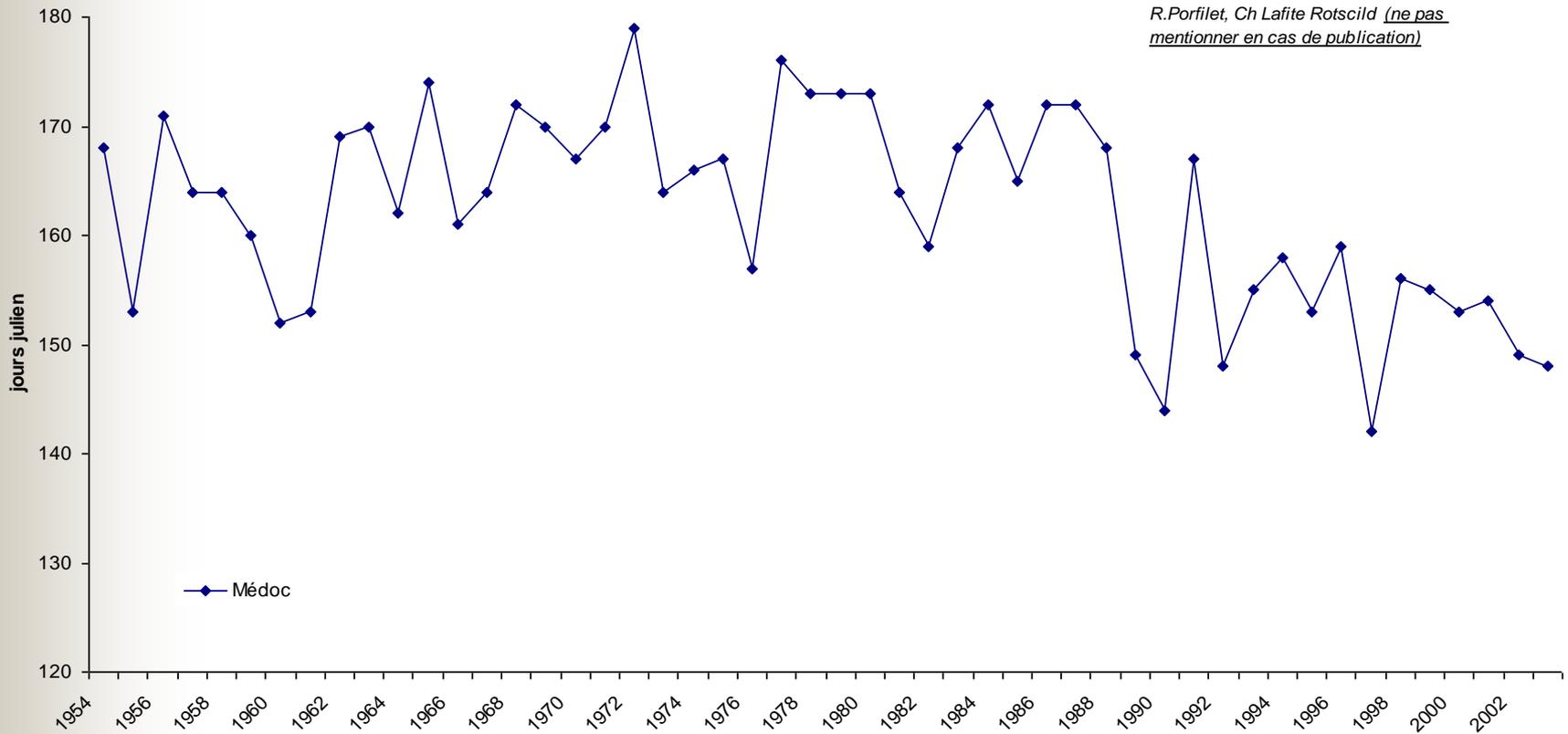


Phénologie de la vigne

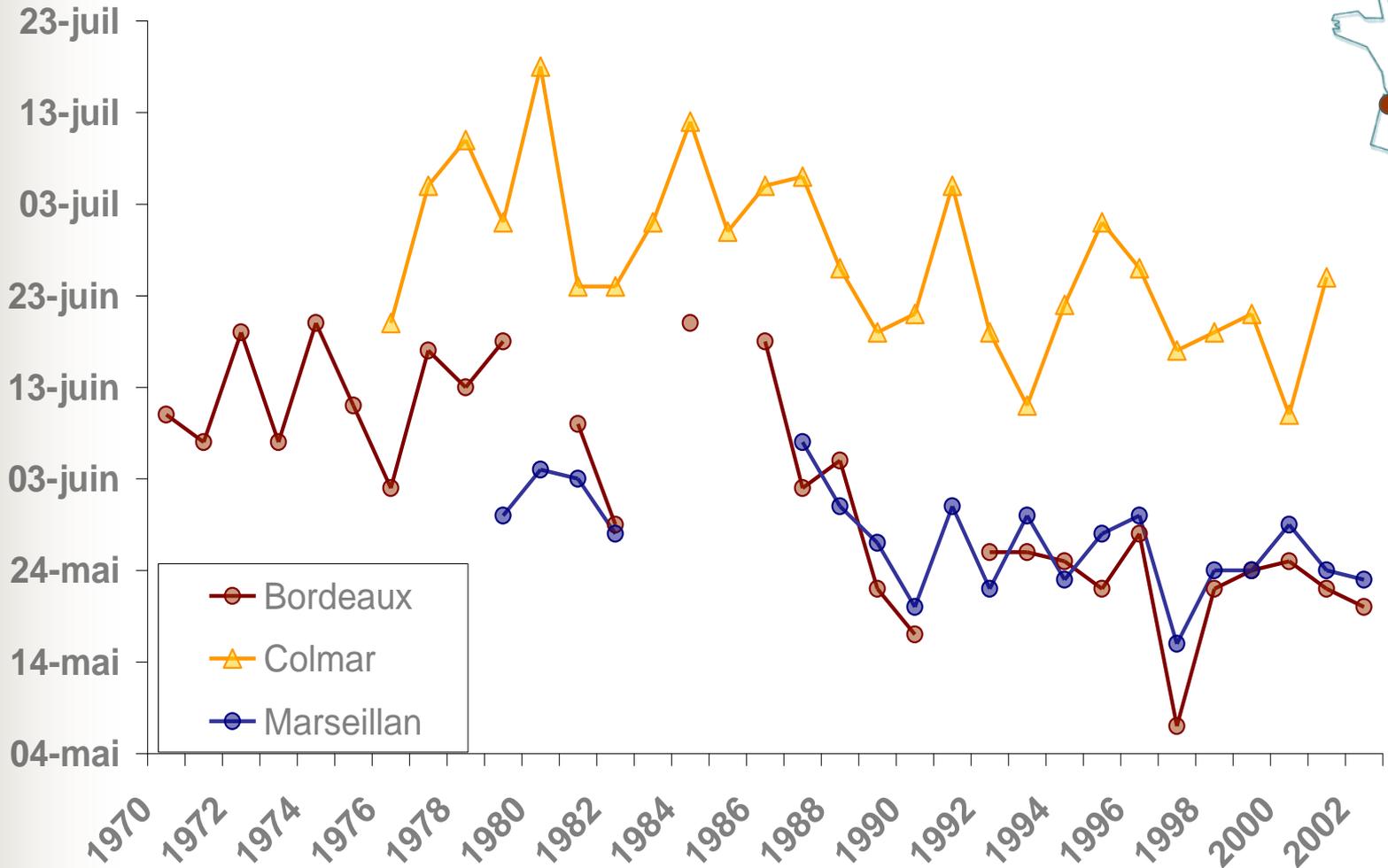
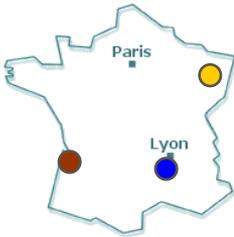
Figure 6: Dates de début floraison du Merlot

Sources:

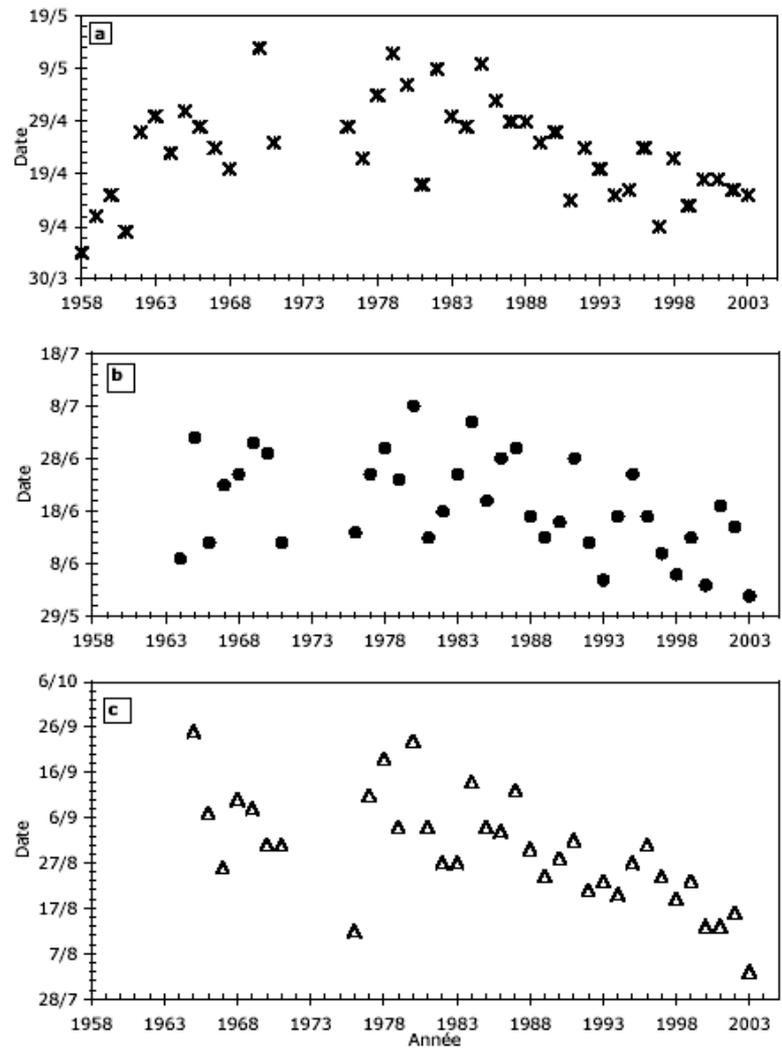
R.Porfilet, Ch Lafite Rothschild (ne pas mentionner en cas de publication)



Les évolutions de la phénologie



Flowering of Chasselas



(d'après Duchêne 2004)

Figure 4 : Dates de débourrement (a), mi-floraison (b) et véraison (c) du riesling à Bergheim (68). Données INRA.

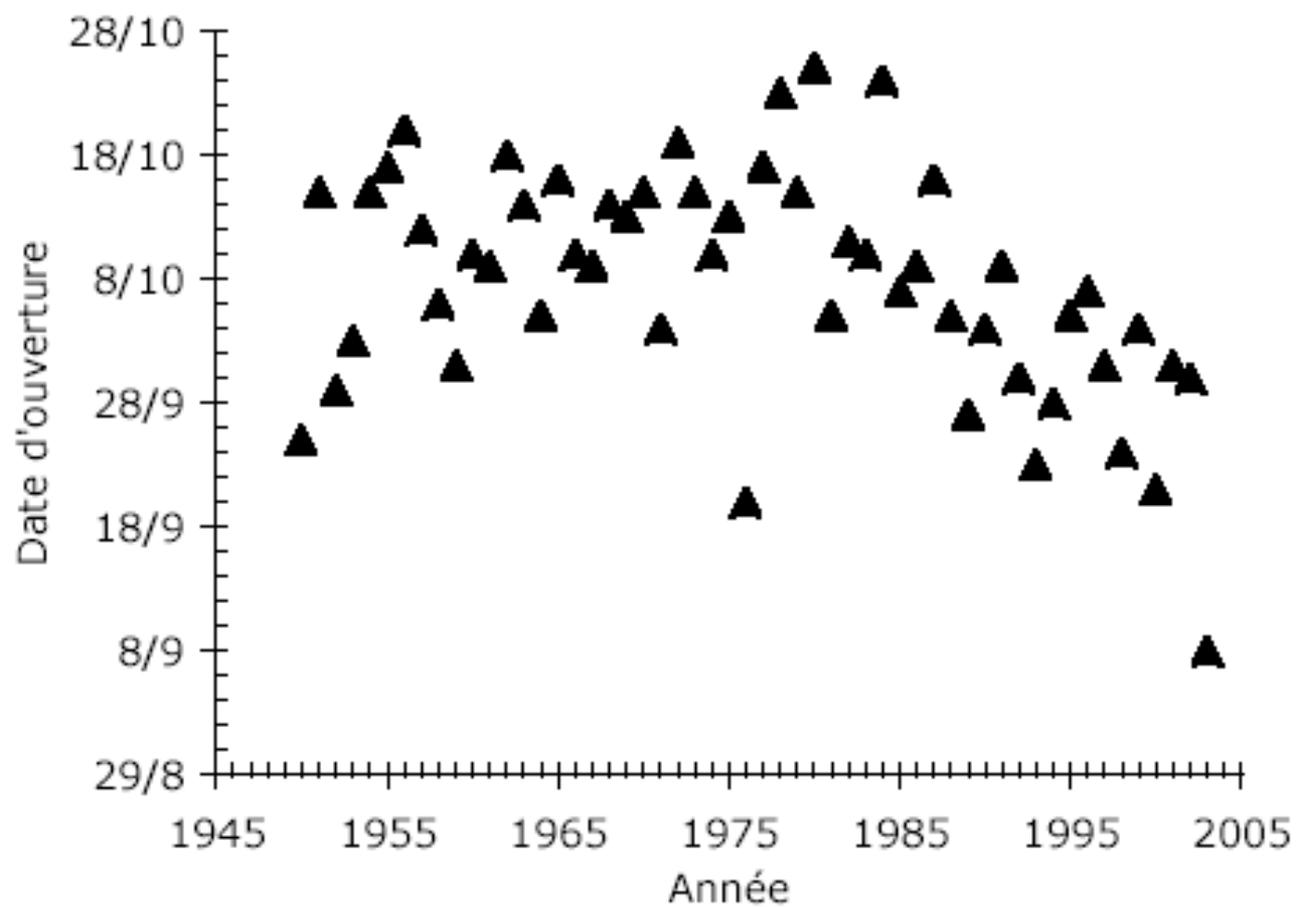


Figure 5 : Date d'ouverture des vendanges en Alsace. Source ITV Alsace.

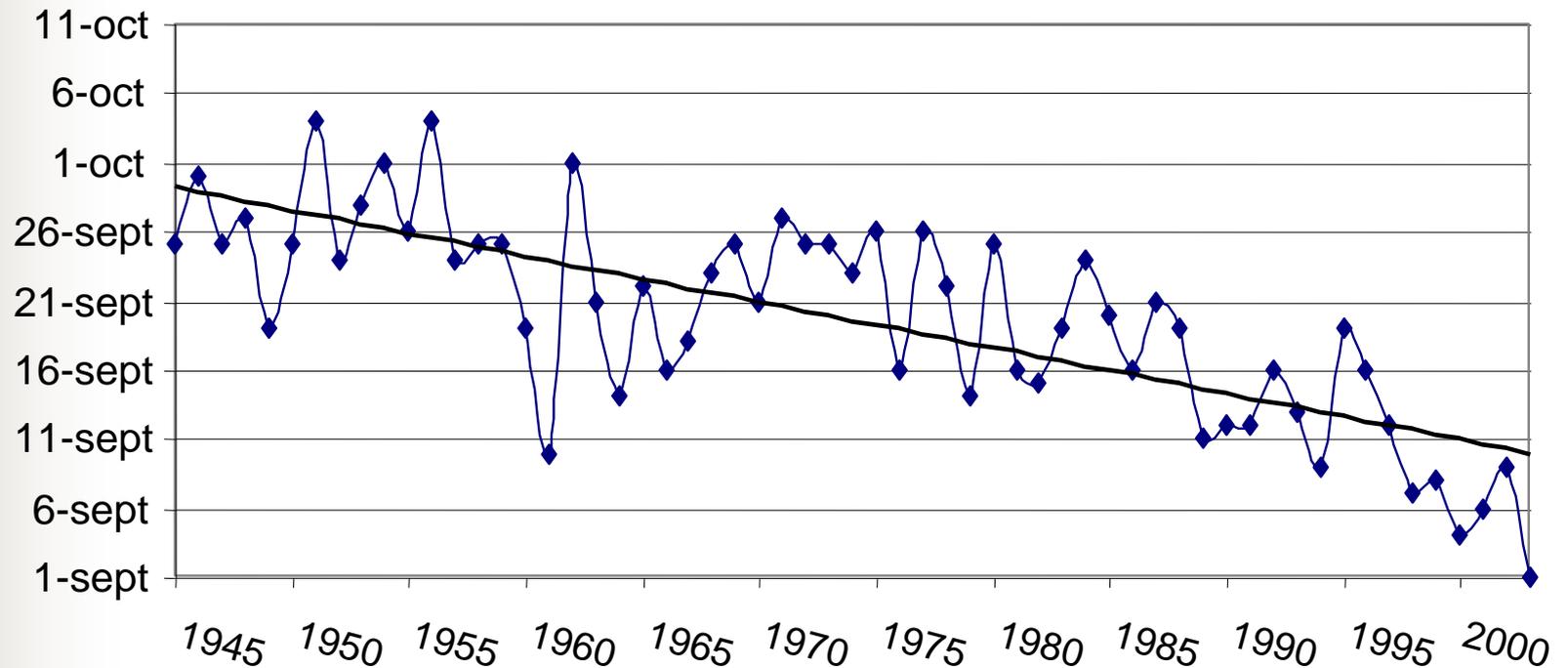
(d'après Duchêne 2004)

Figure 7: Dates de vendanges du Merlot dans le Médoc depuis 1954



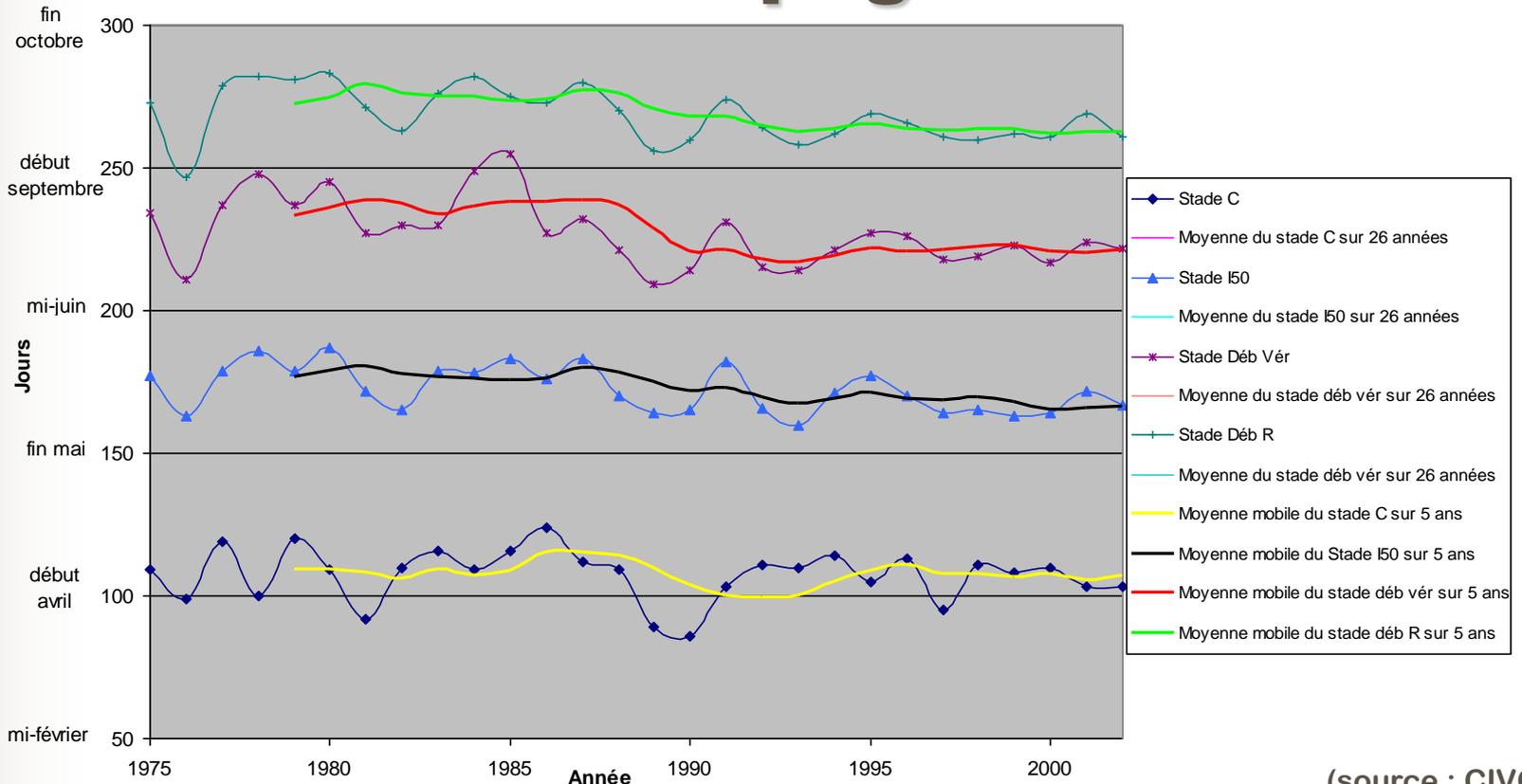
Phénologie de la vigne

DATE DE DEBUT VENDANGES A CHATEAUNEUF DU PAPE depuis 1945



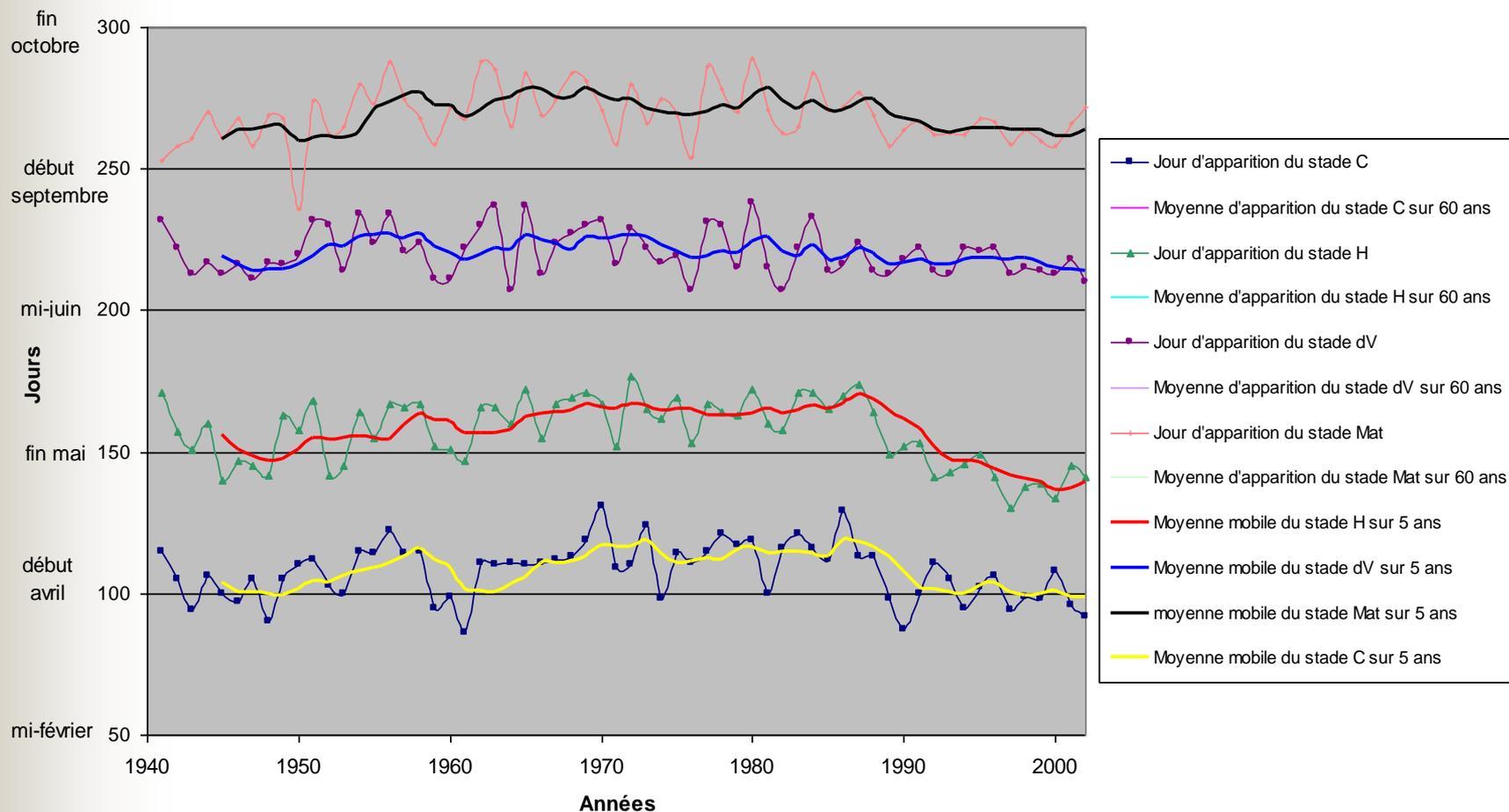
Données de B. Ganichot Institut Rhodanien Orange

Evolution des stades phénologiques du pinot noir en champagne



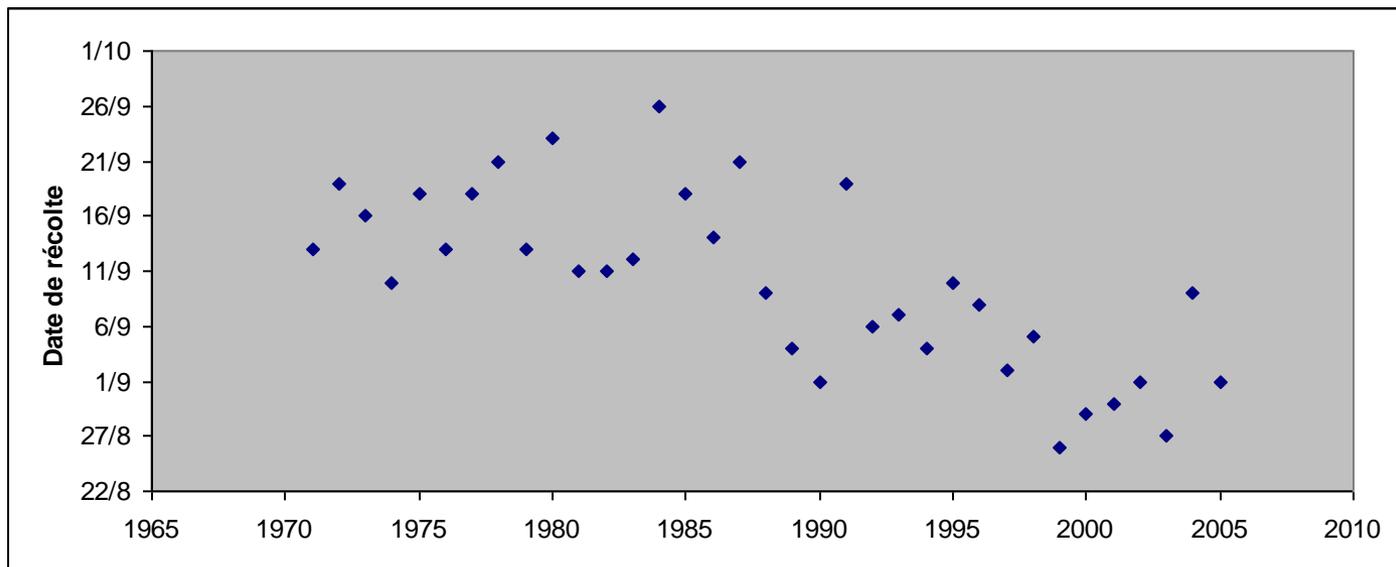
(source : CIVC)

Evolution des stades phénologiques en Bourgogne



(Source : Cécile PERRUCHOT domaine Latour Bourgogne)

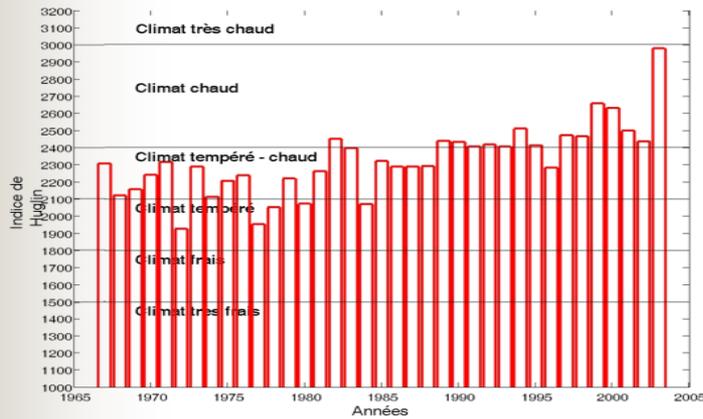
L'évolution récente avec le modèle STICS-vigne (date de vendange)



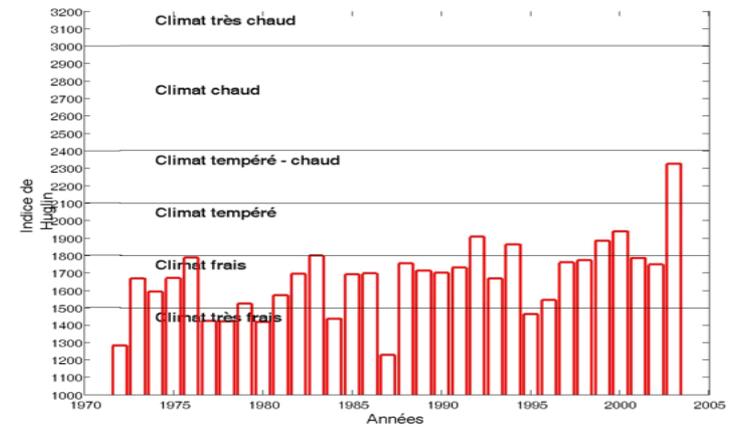
Resultats pour Avignon
(Garcia de Cortazar
2008)

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

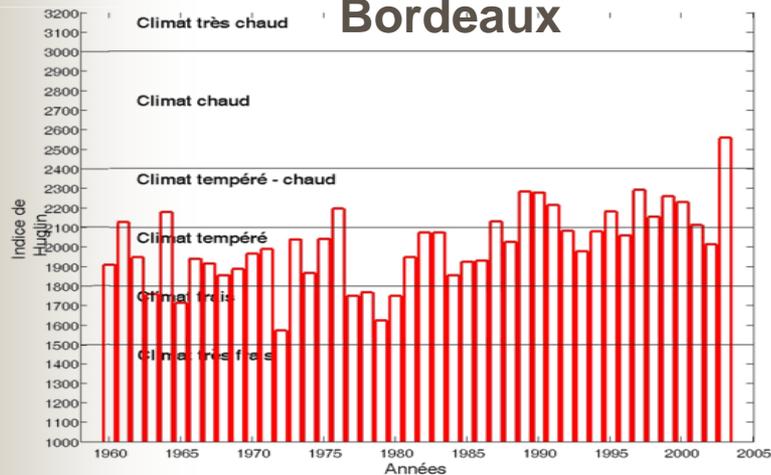
Avignon



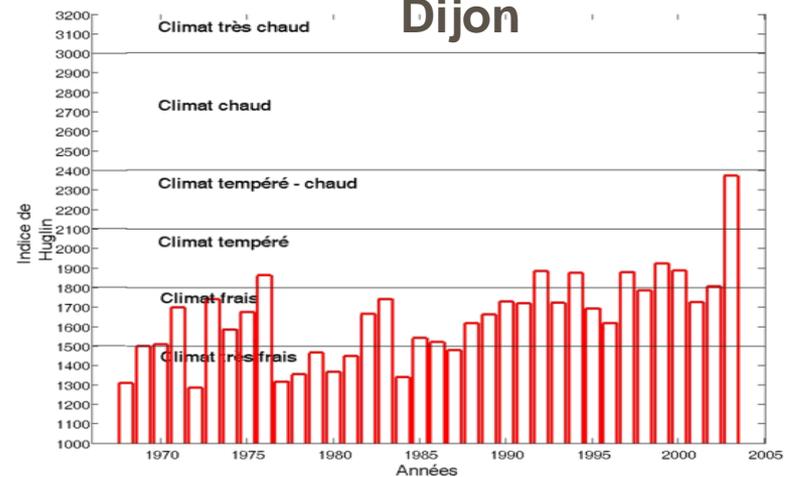
Colmar



Bordeaux



Dijon



Le potentiel de qualité à la vendange évolue

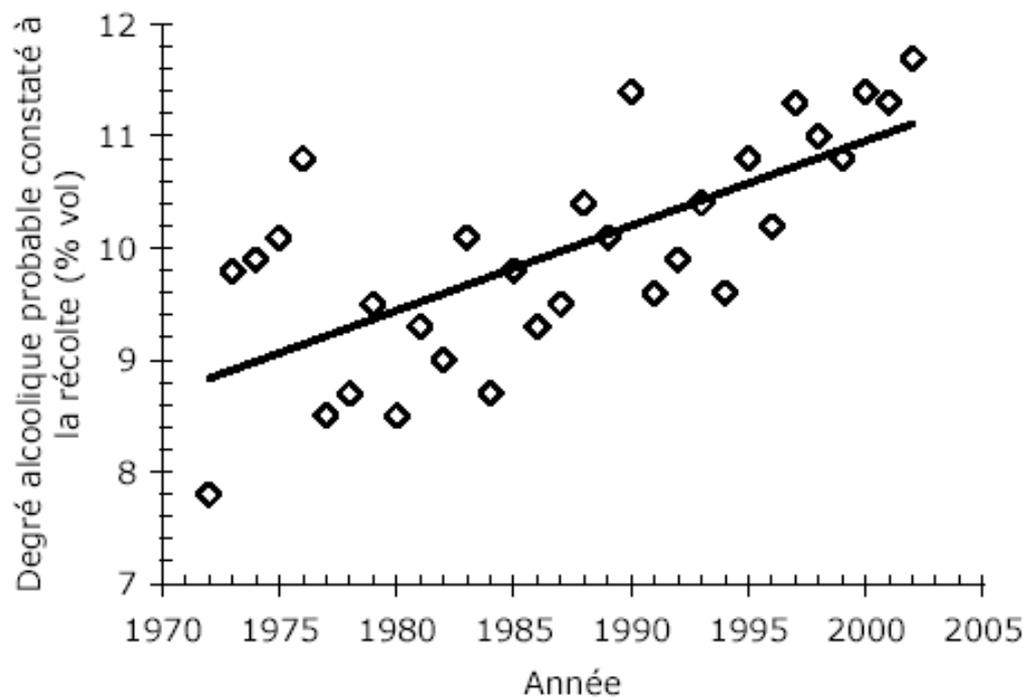
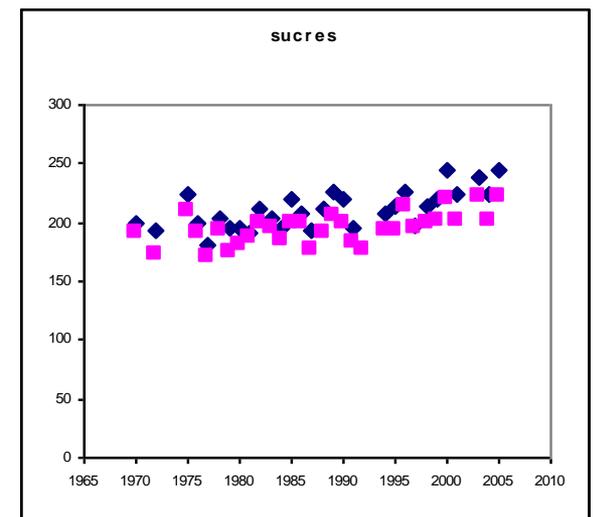
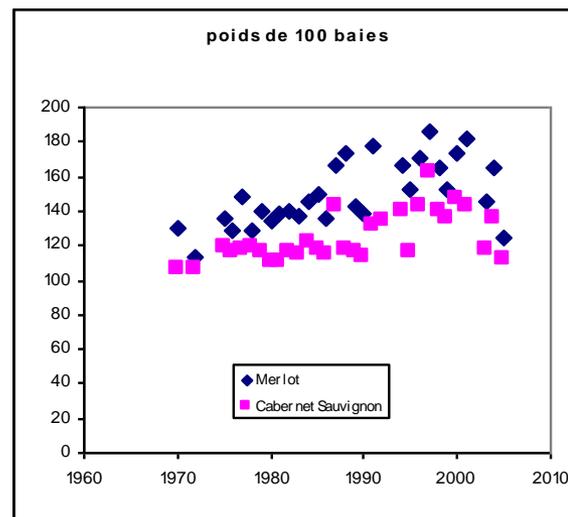
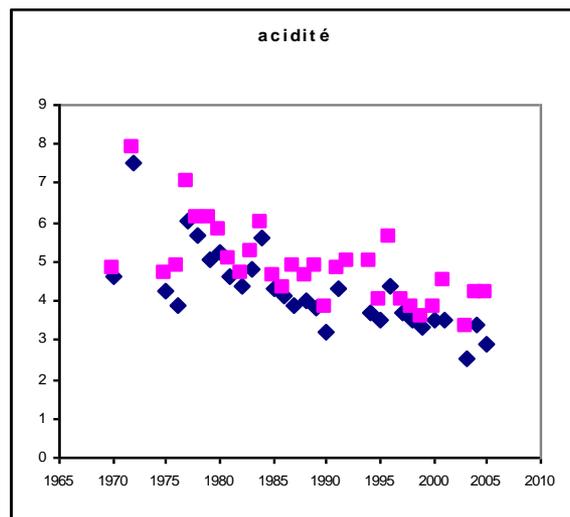


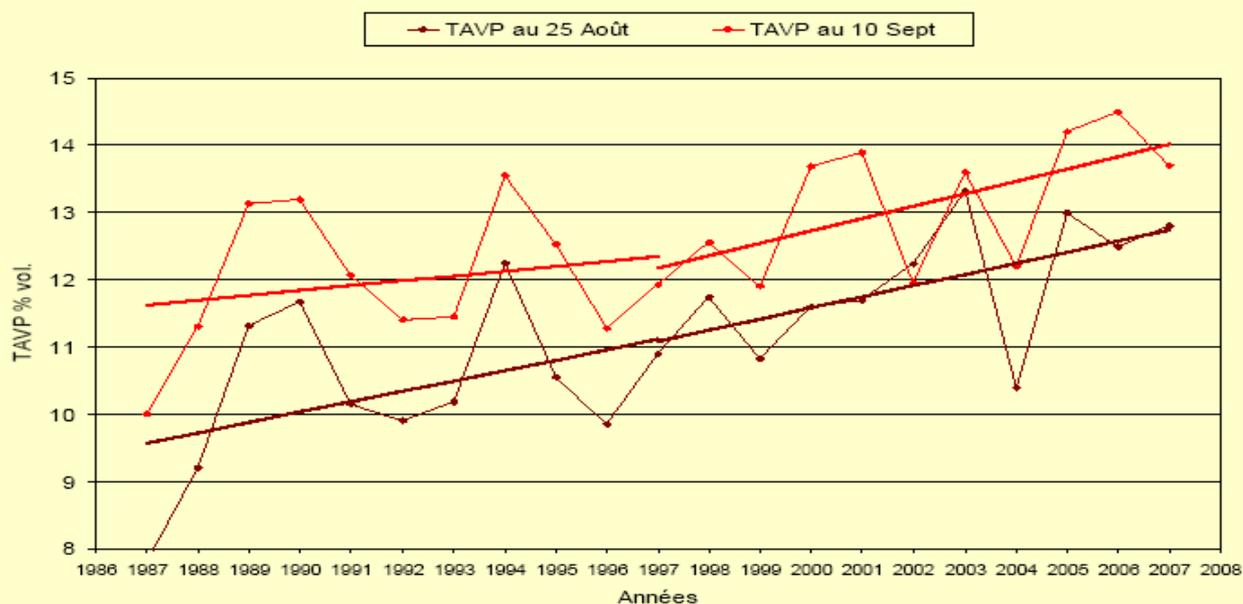
Figure 8 : Evolution des degrés moyens constatés à la récolte en Alsace pour le riesling. Source CIVA. Le gain moyen est de 0,08 % vol. par an.

Evolution à Saint-Emilion

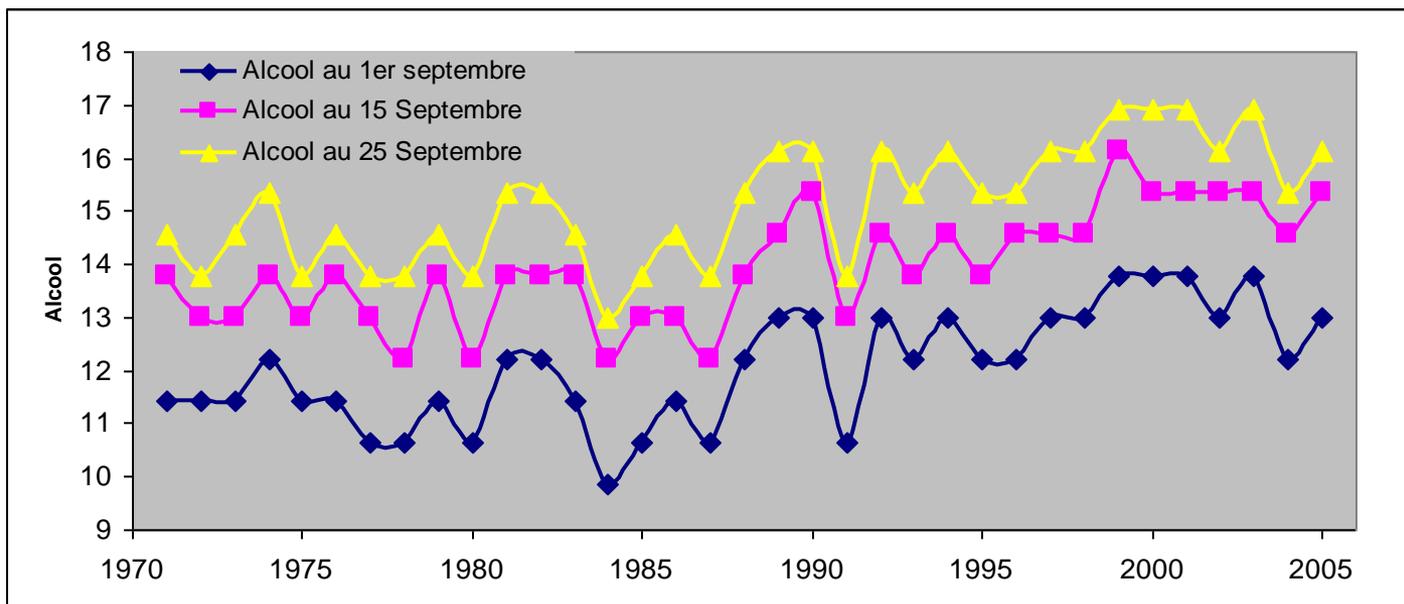


Evolution dans les Côtes-du-Rhône

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



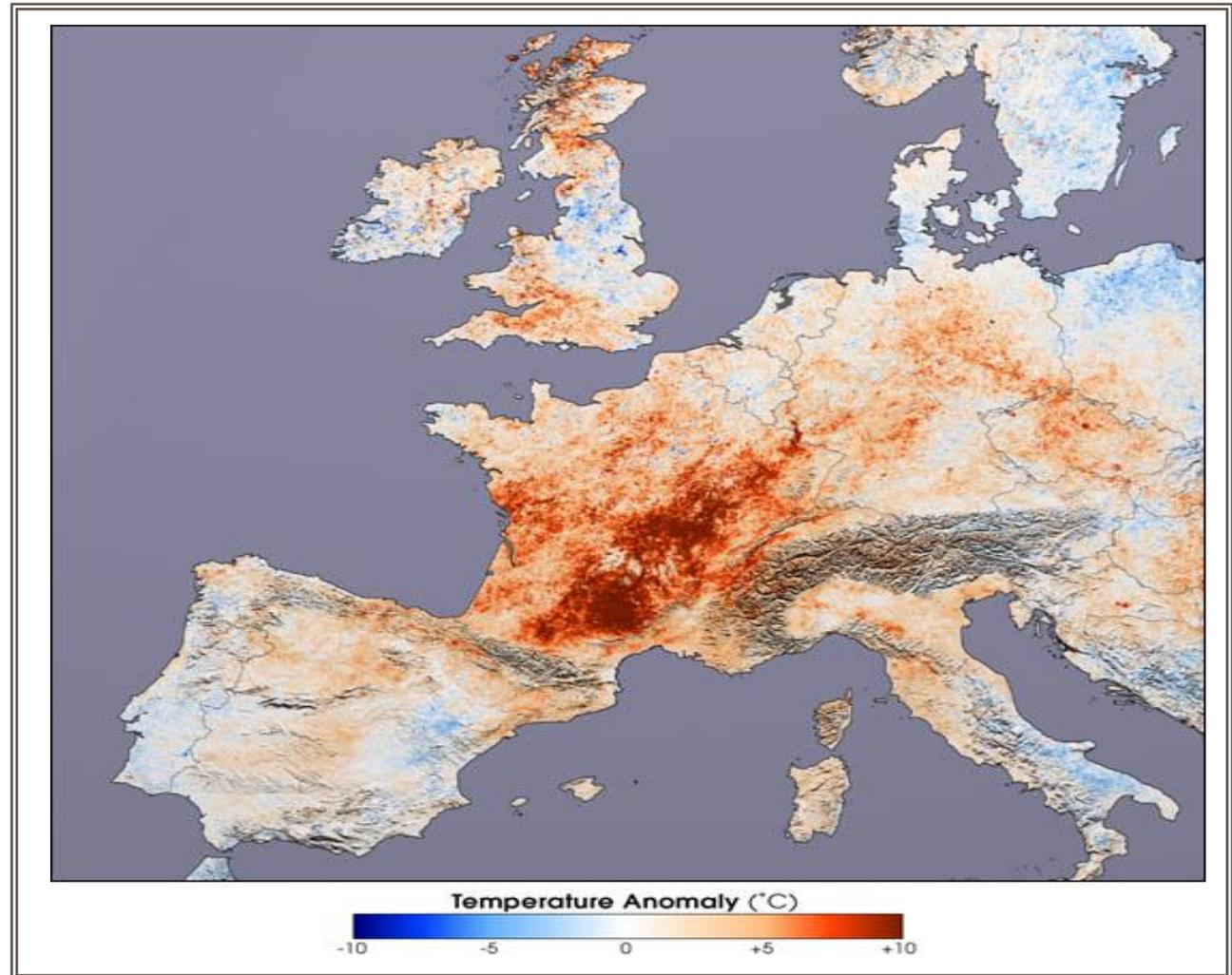
L'évolution récente avec le modèle STICS-vigne (teneur en alcool)



Resultats pour Avignon (Garcia de Cortazar 2008)

La canicule à l'échelle européenne

Juillet 2003/
Juillet 2002
Données MODIS





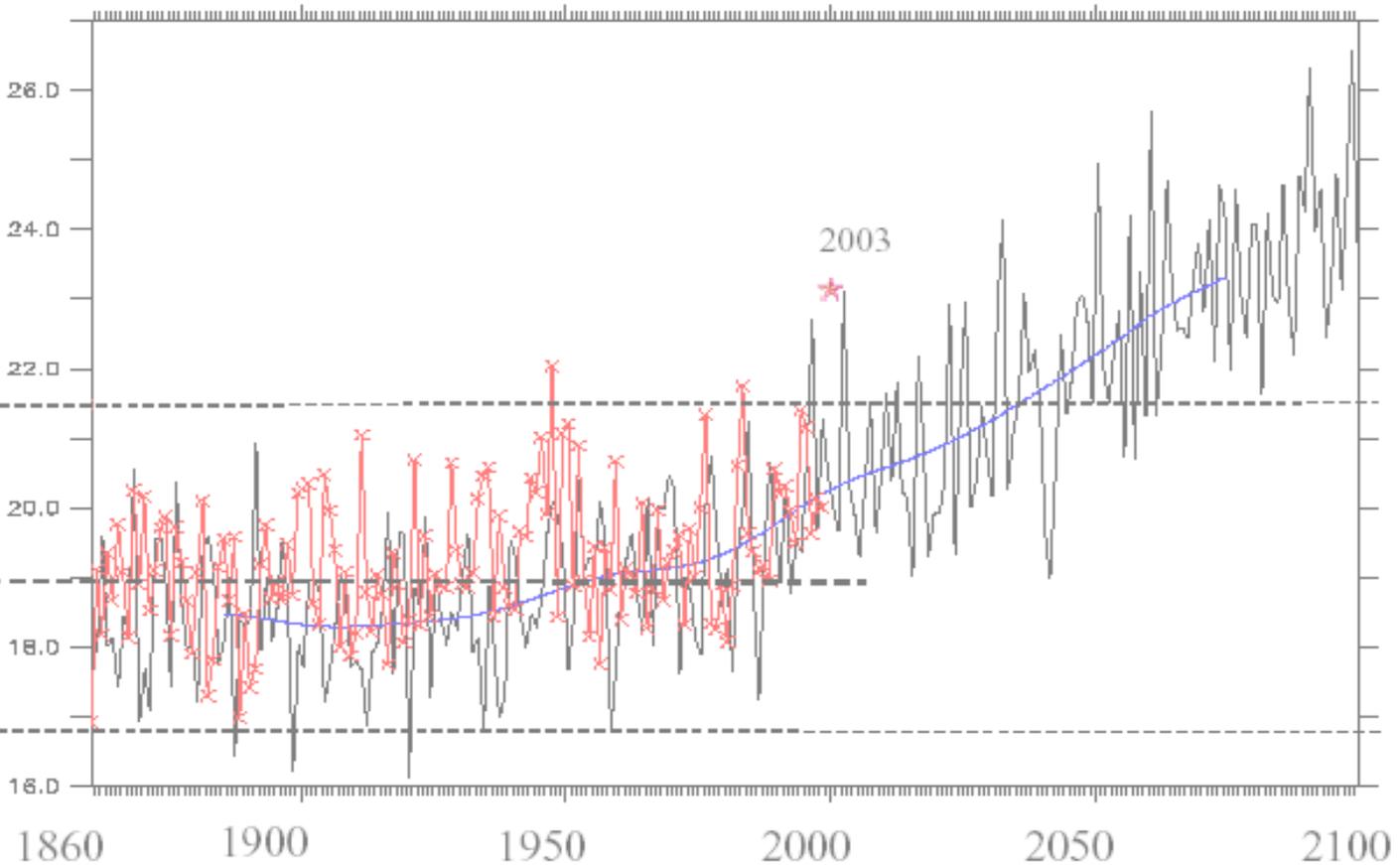
Evolution de température moyenne en été pour la France 1860-2003 (rouge) & prévisions jusqu'à 2100 (noir), selon scénario A2 du GIEC (source: IPSL)

Pour le 20^{ème} siècle, mois d'été

très chaud

moyen

très froid



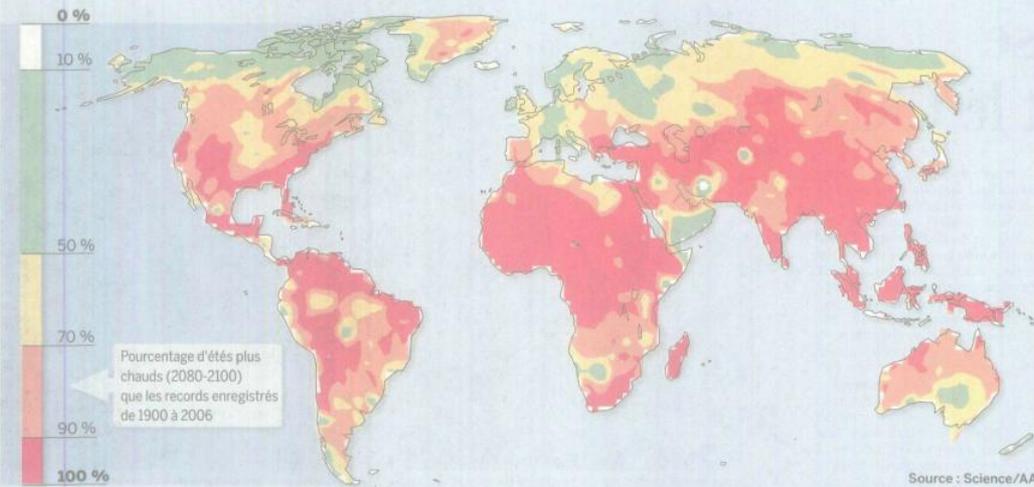
— Modèle — Modèle moyenné sur 50 ans — Observations 20^{ème} siècle

Source: IPSL 2001

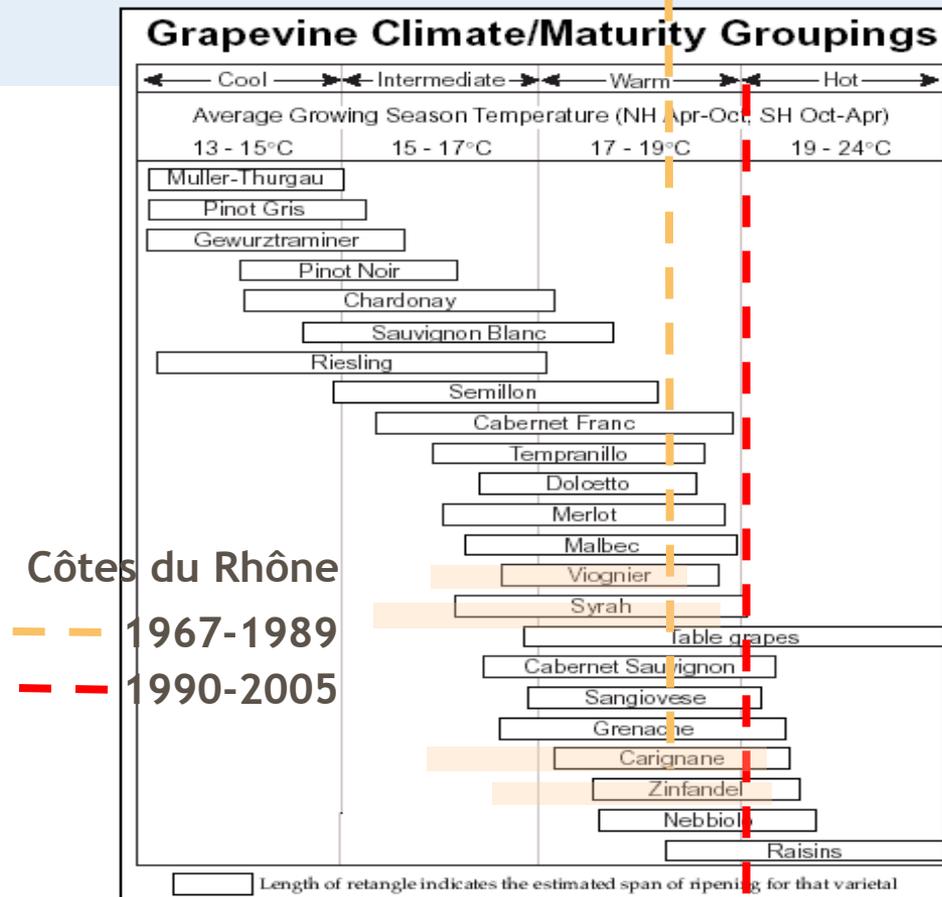
Vers des canicules ordinaires

A l'horizon 2080, des étés plus chauds que les records du XX^e siècle

A partir de 23 modèles climatiques, deux chercheurs américains ont établi un planisphère décrivant la probabilité pour que les étés, entre 2080 et 2100, soient plus chauds que les saisons les plus caniculaires enregistrées entre 1900 et 2006



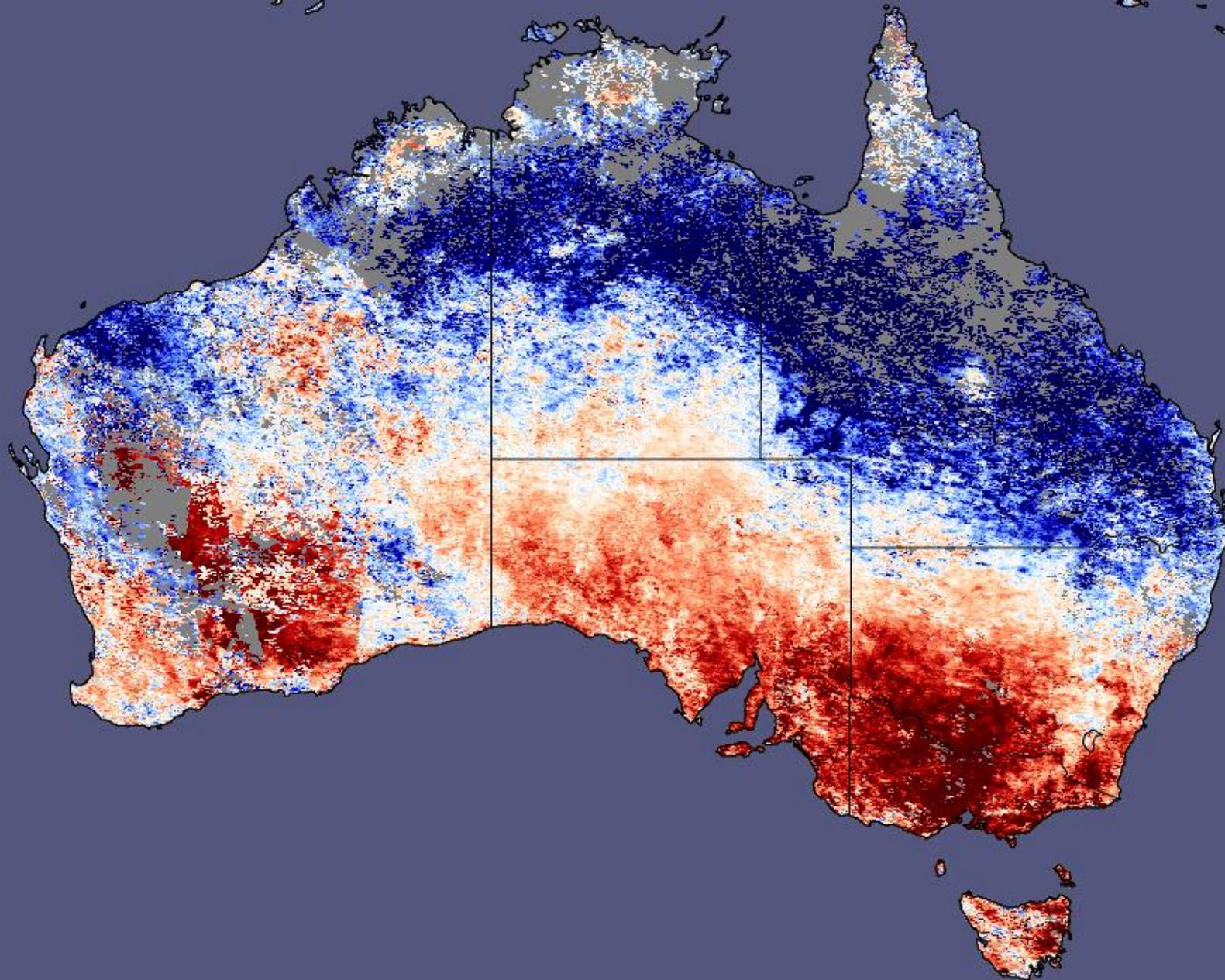
Températures de maturation pour les différentes cépages



Côtes du Rhône

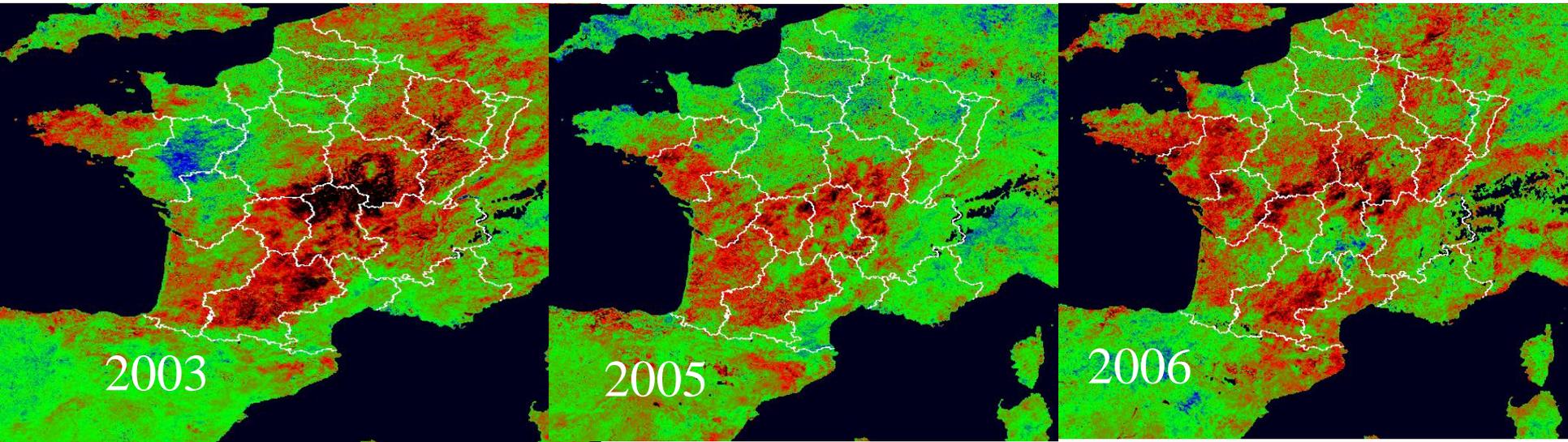
1967-1989

1990-2005



Australie 25 janvier/1^{er} février 2009

Les sécheresses (2003, 2005, 2006)



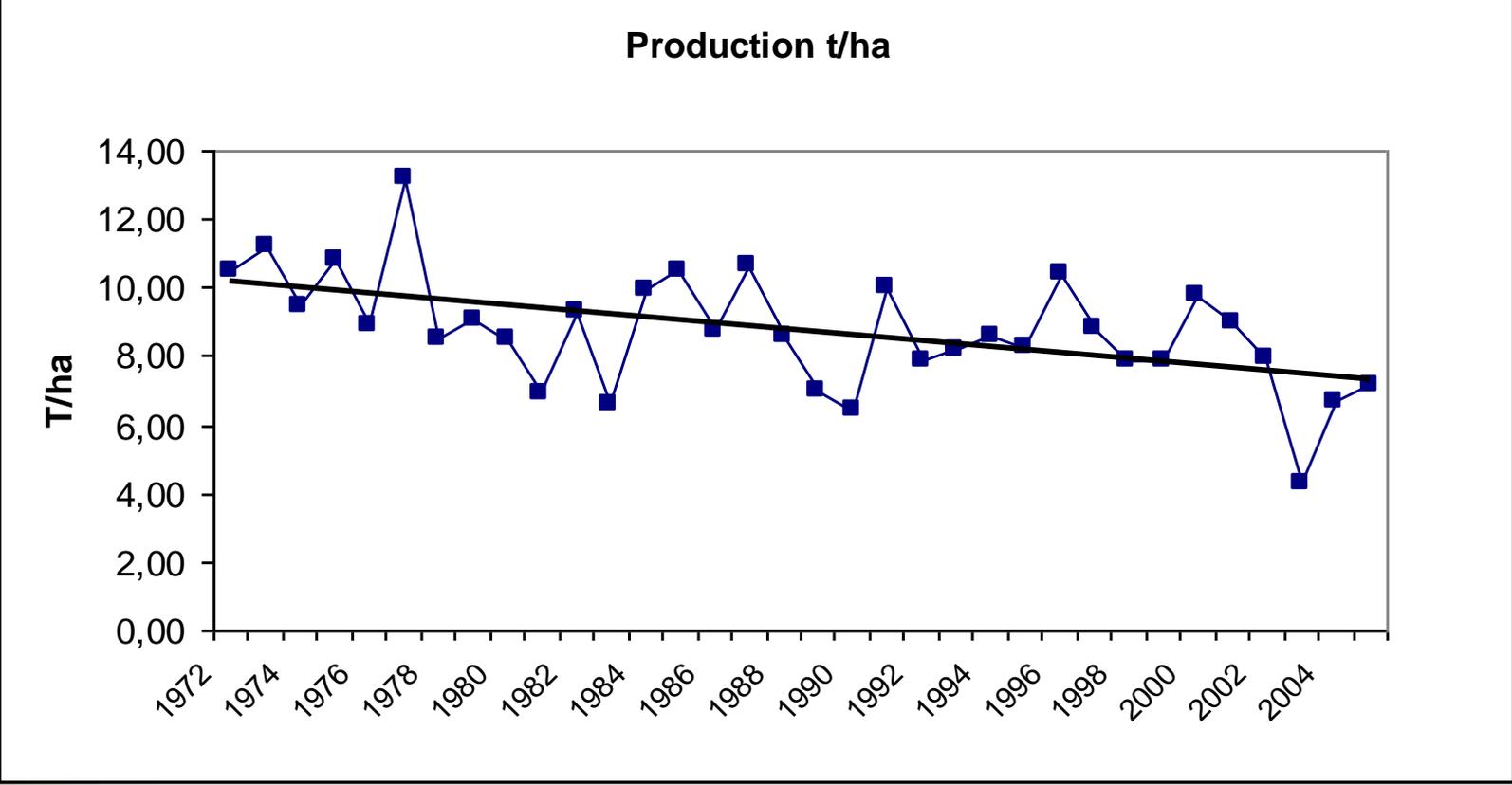
Ecart au 01 Août du NDVI / moyenne 2002-2004

VEGETATION/Spot5



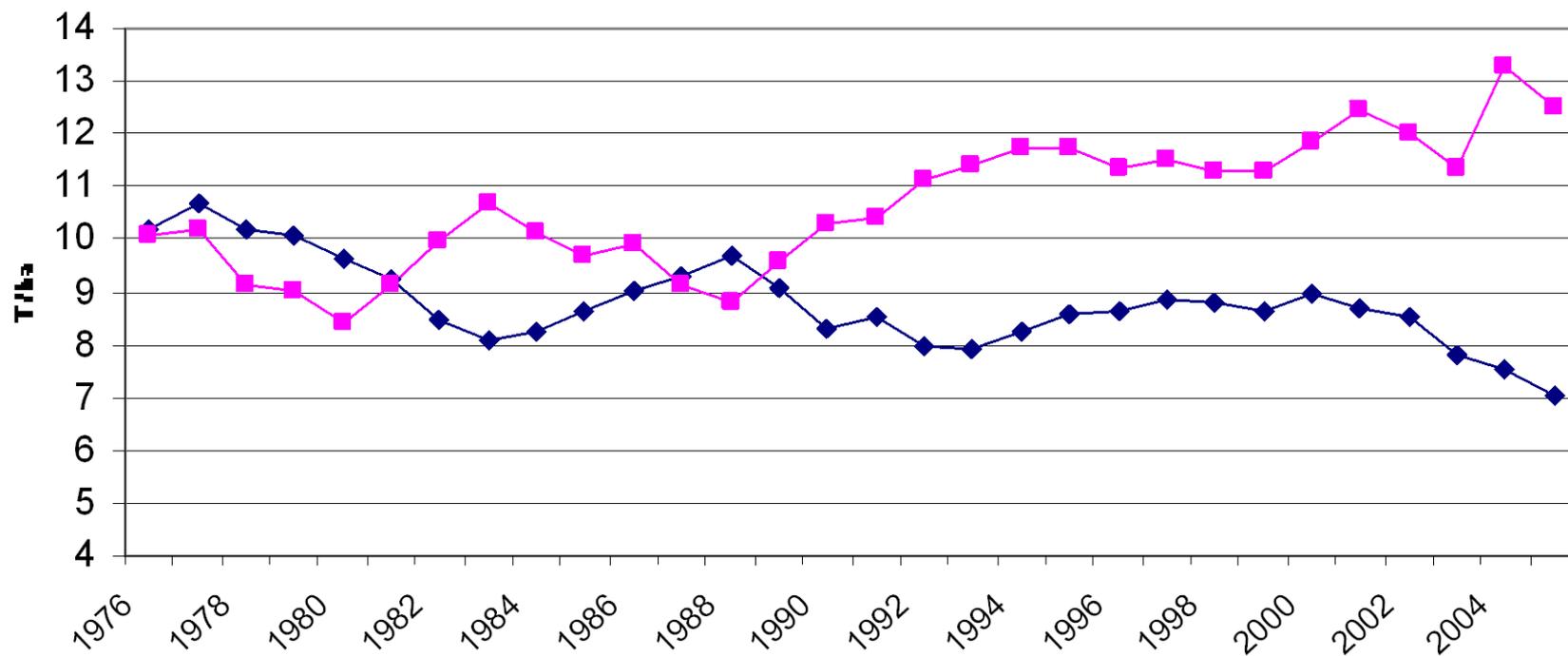
La canicule de 2003 - vignes de Syrah (Languedoc)





Données sur les vignobles du sud-est (CEVISE Arles)

Production t/ha (moyenne mobile 5ans)



Simulation STICS Vigne

Le dépérissement des sapins



Ventoux



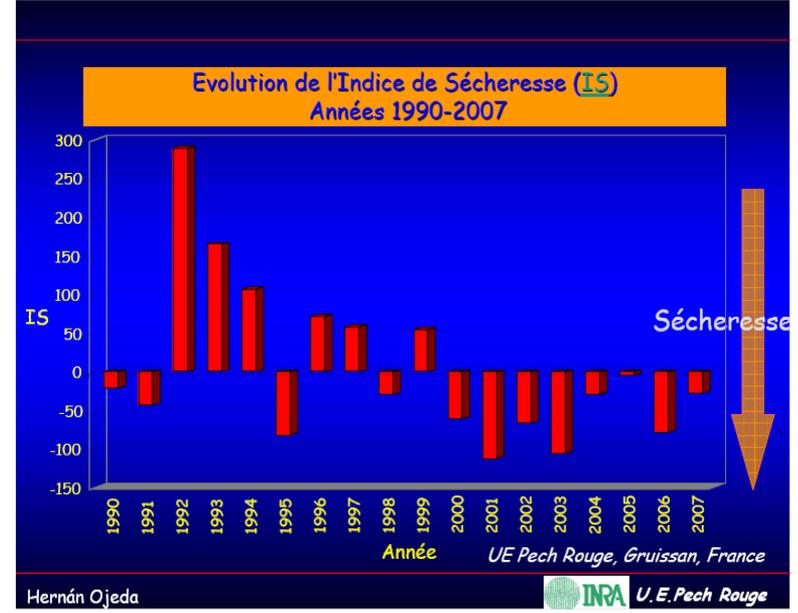
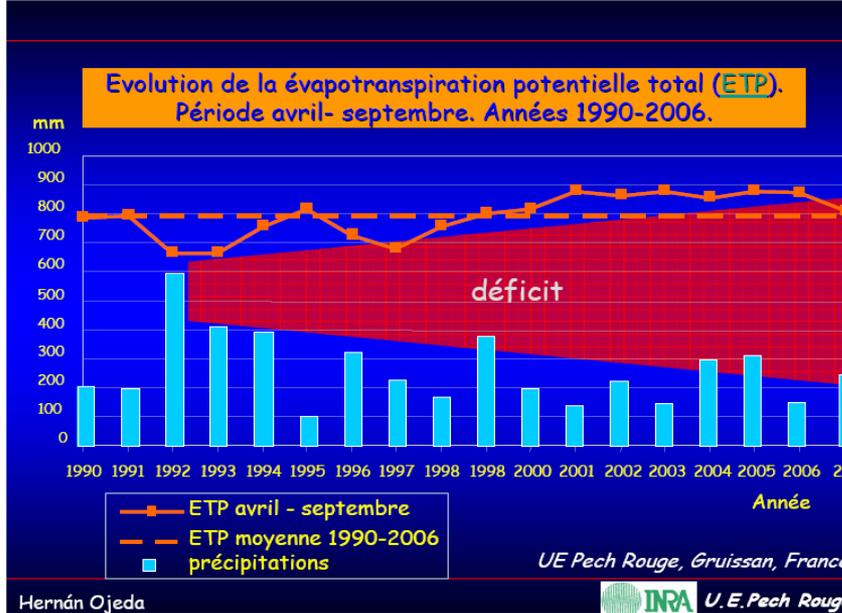
Cime d'Alberas

Photos
Ph. Dreyfus
M.Bariteau
INRA
Avignon

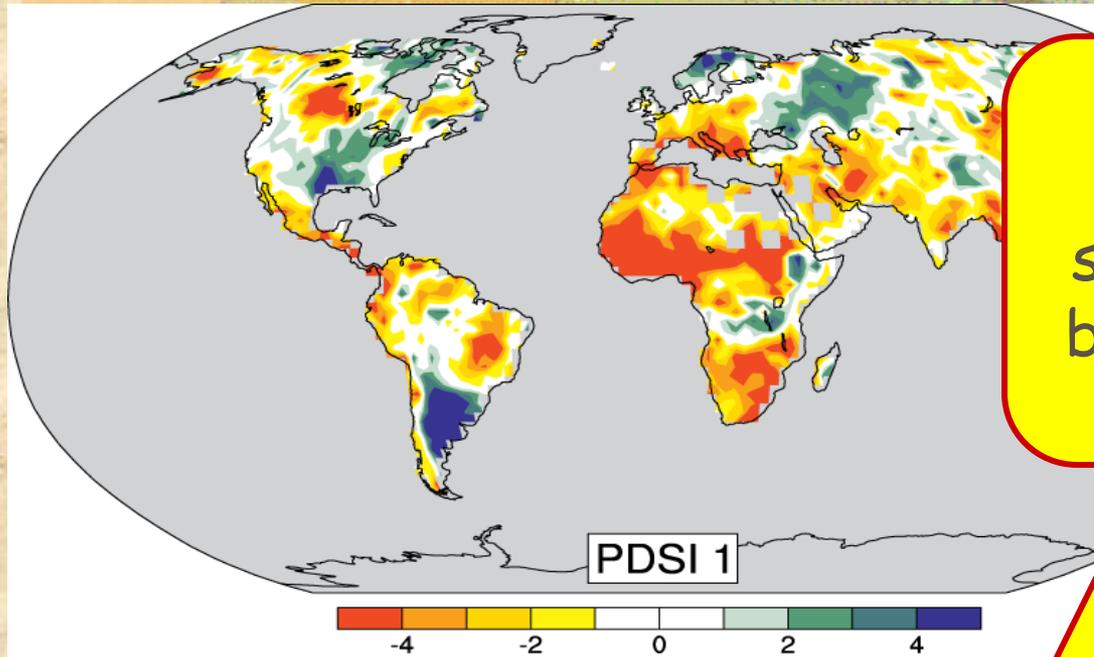
Haut-Verdon



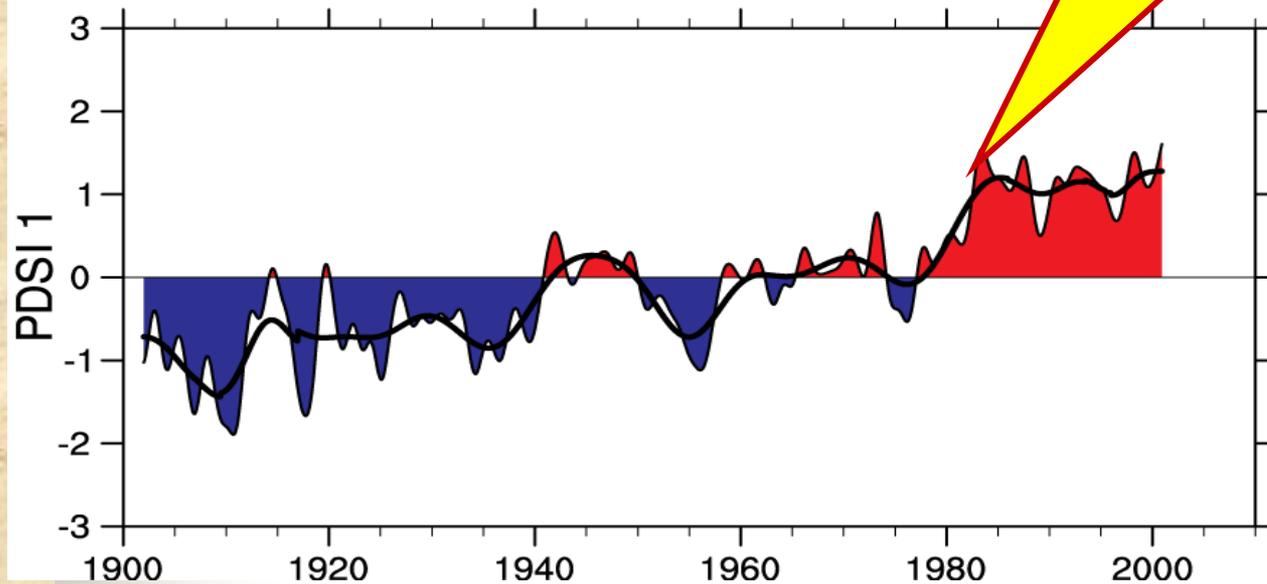
Des années sèches dans le sud



Drought is increasing most places

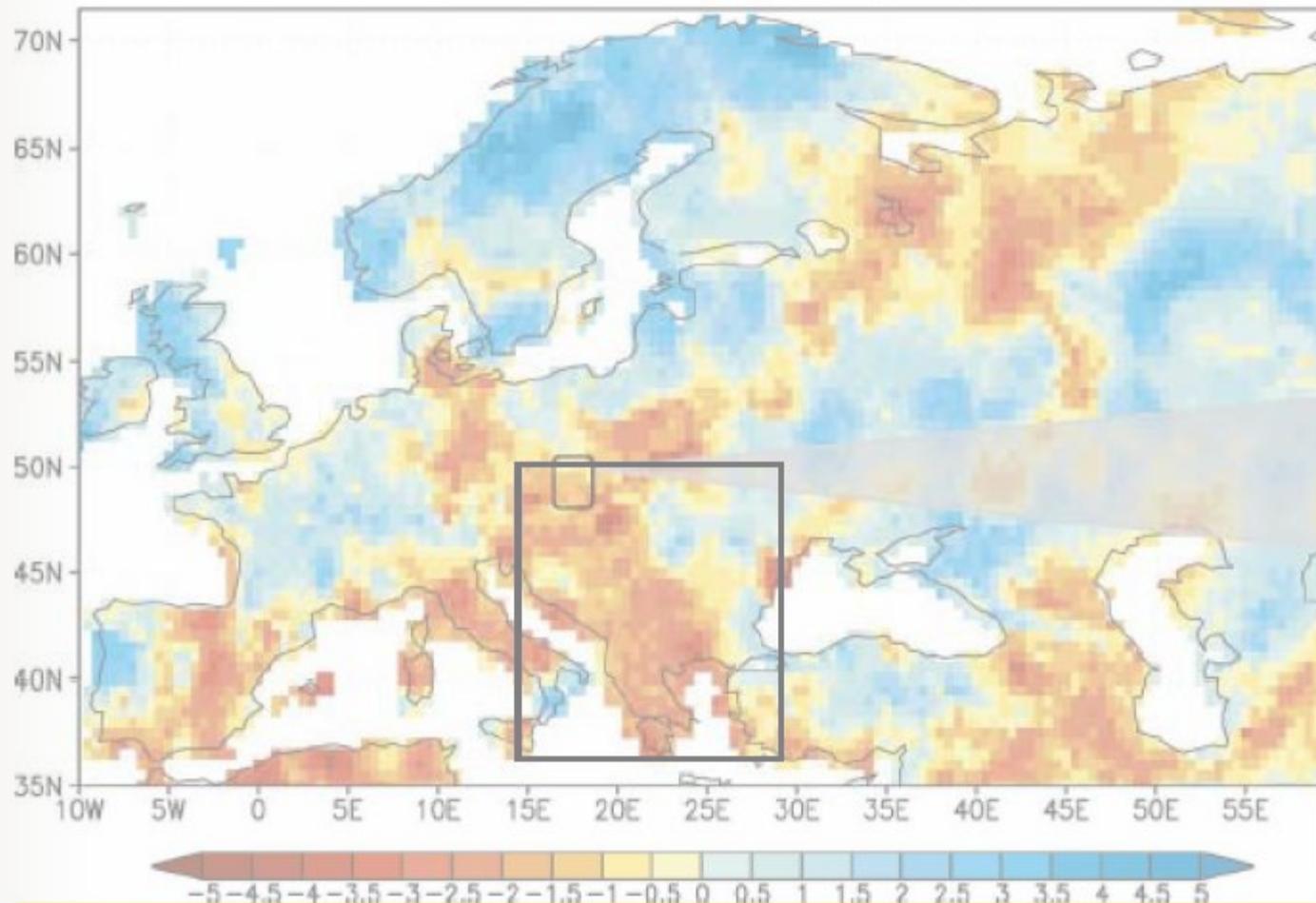


Mainly decrease in rain over land in tropics and subtropics, but enhanced by increased atmospheric demand with warming



Past drying trends over Europe (1950-2000)

Van der Schrier *et al.*, 2007 IJA scPDSI trend/(50 year)



Vers une Europe plus sèche?

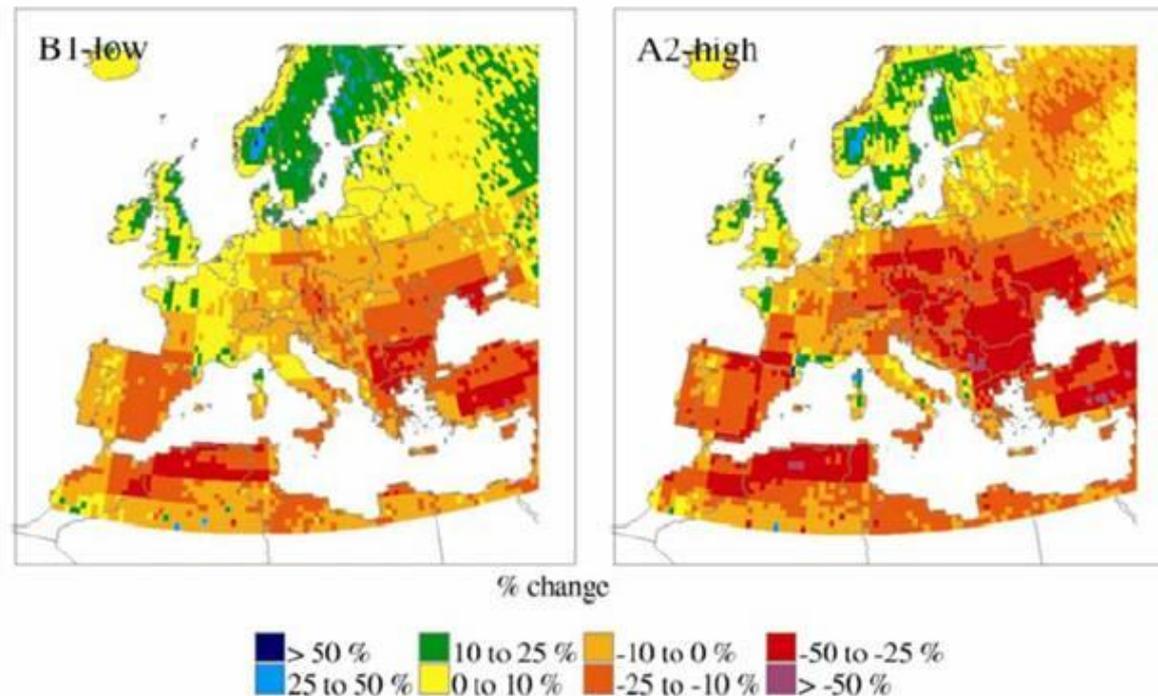
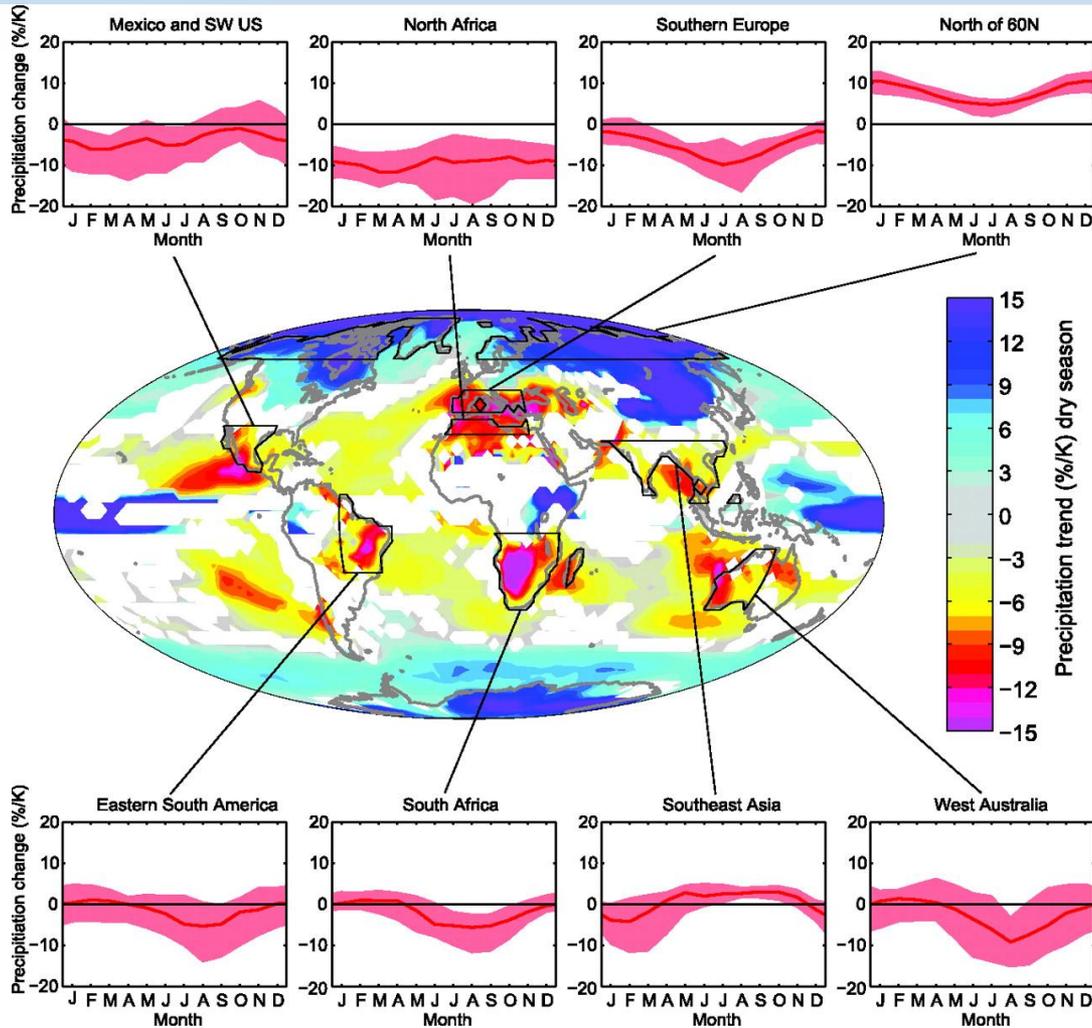


Fig. 6. Water availability changes, 2050s, changes in annual runoff according to B1 and A2 family of SRES scenario.(ACACIA projekt).

Et à l'échelle mondiale

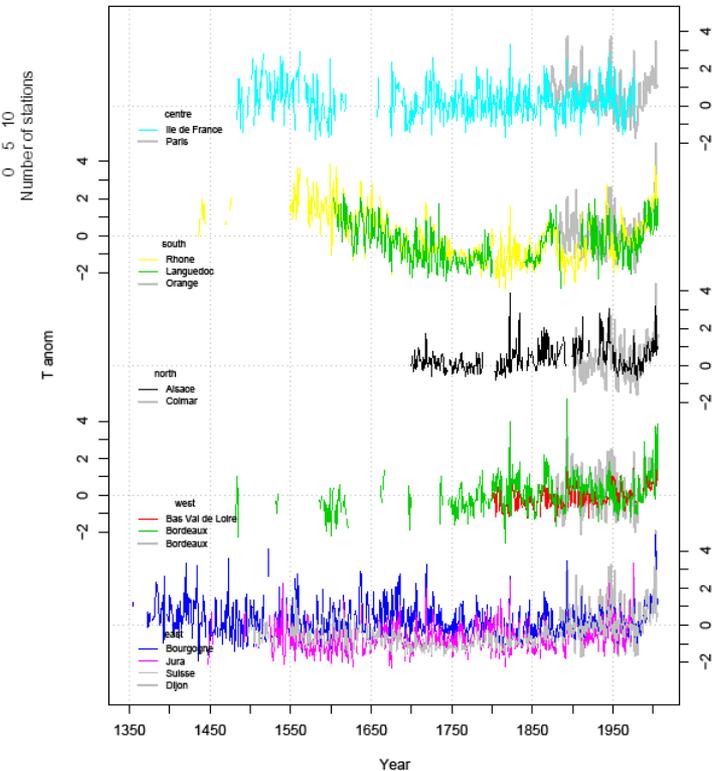
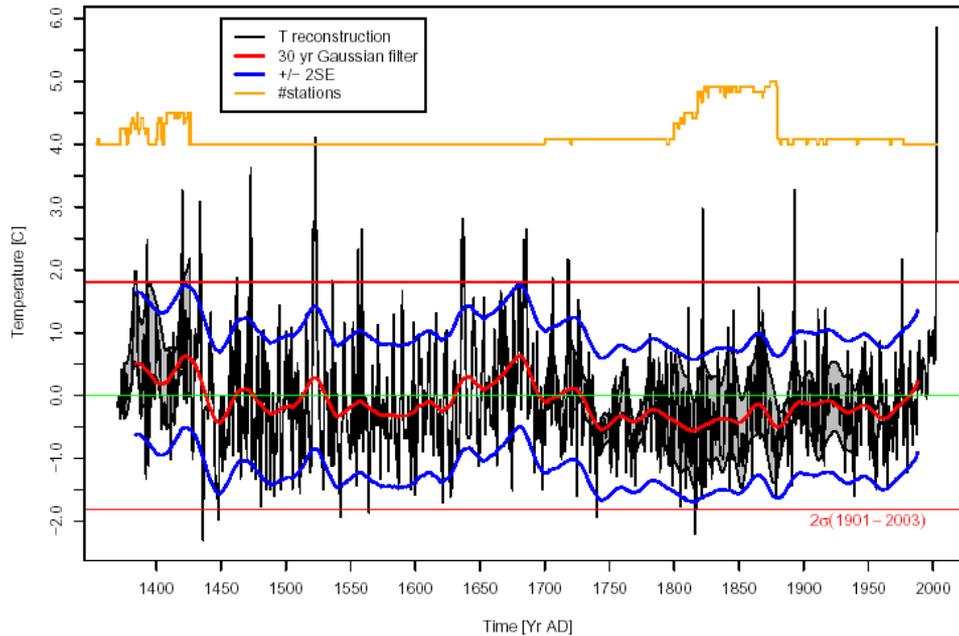


Solomon S. et.al. PNAS 2009;106:1704-1709

(% de baisse de pluviométrie pour 1° C de réchauffement)

PNAS

Retour vers le passé...lointain



Série de Bourgogne
Chuine et al 2004

Séries collectées par I. Garcia de Cortazar
dans le cadre du projet OPHELIE (P.Yiou LSCE)