

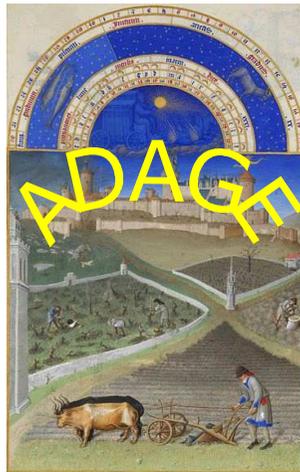
# Changement climatique, agriculture et biodiversité

**Jean-François Soussana**

**INRA**

**Atelier de Réflexion Prospective  
ANR – ADAGE**

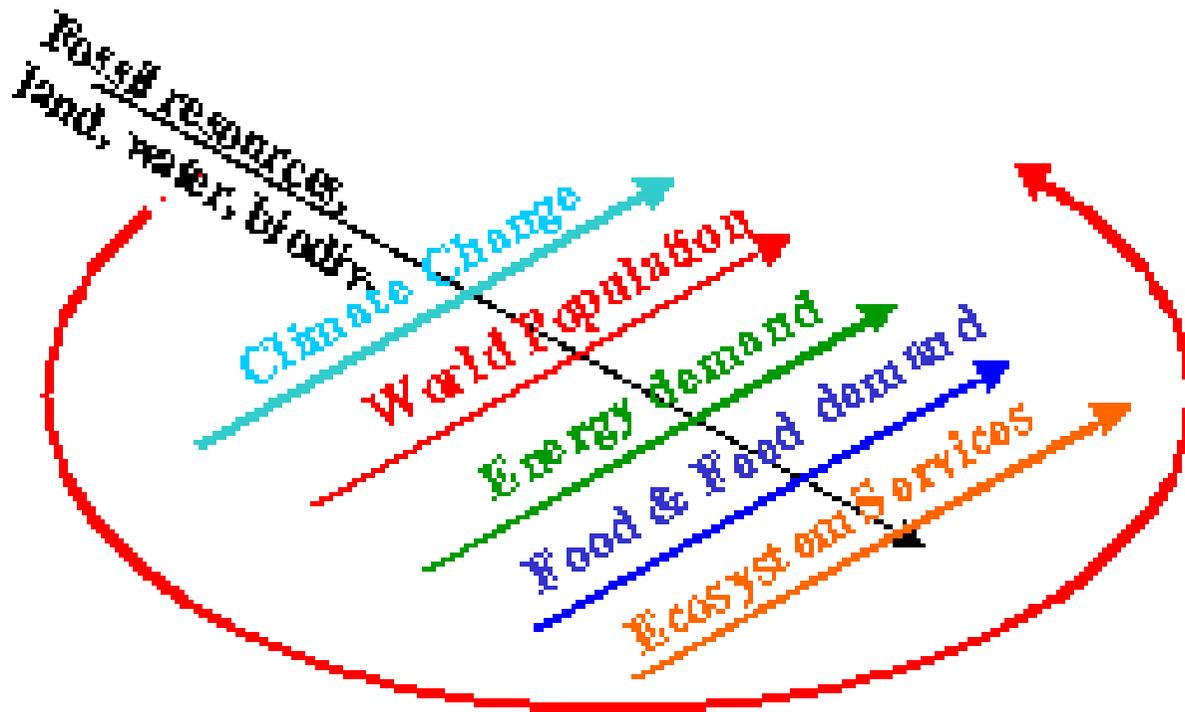
**(Adaptation au changement  
climatique de l'agriculture et des  
écosystèmes anthropisés)**



Agence Nationale de la Recherche  
**ANR**



# Une 'tempête parfaite'

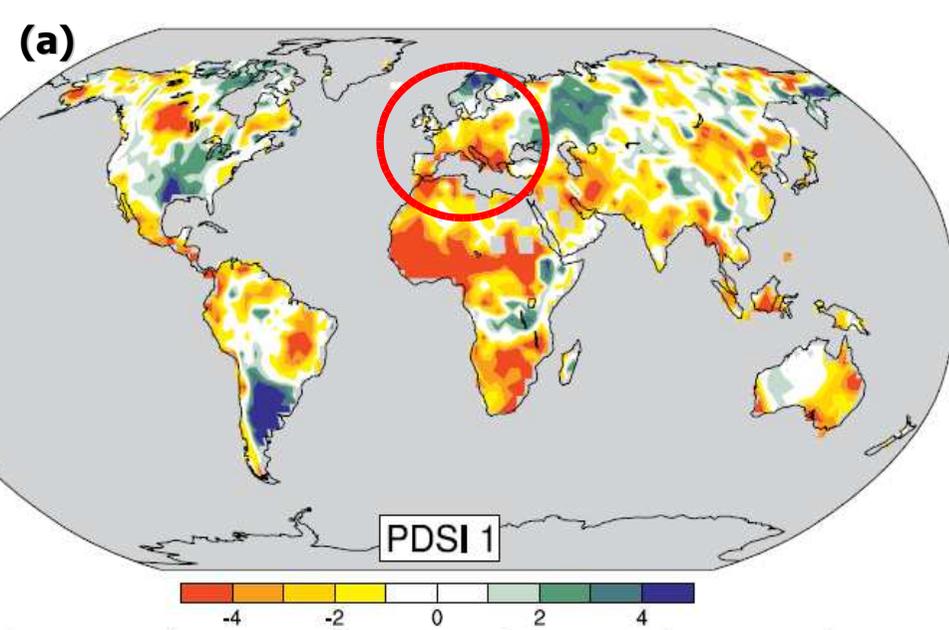


Une tempête parfaite de pénuries-alimentaires, de ressources en eau et en énergie insuffisantes menace de créer une insécurité, des conflits trans-frontaliers et des migrations de masse lorsque les populations fuiront les régions les plus affectées.

**Prof. Sir John Beddington,  
Conseiller Scientifique en chef du Royaume-Uni**

# L'augmentation de la sécheresse ?

1900 à 2000

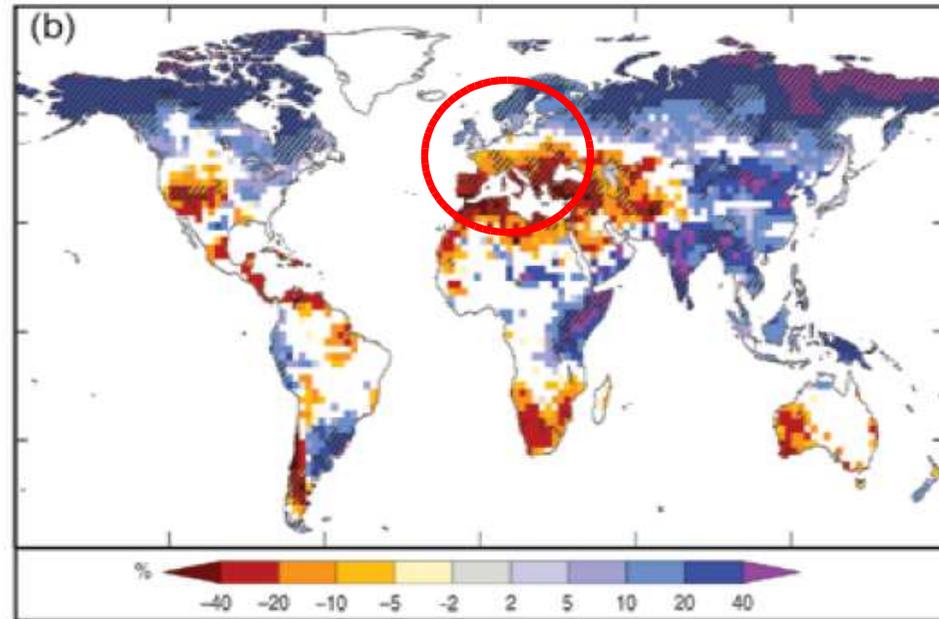


Sécheresse accrue

Sécheresse réduite

(IPCC, 2008, Special Report on water)

2000 à 2100



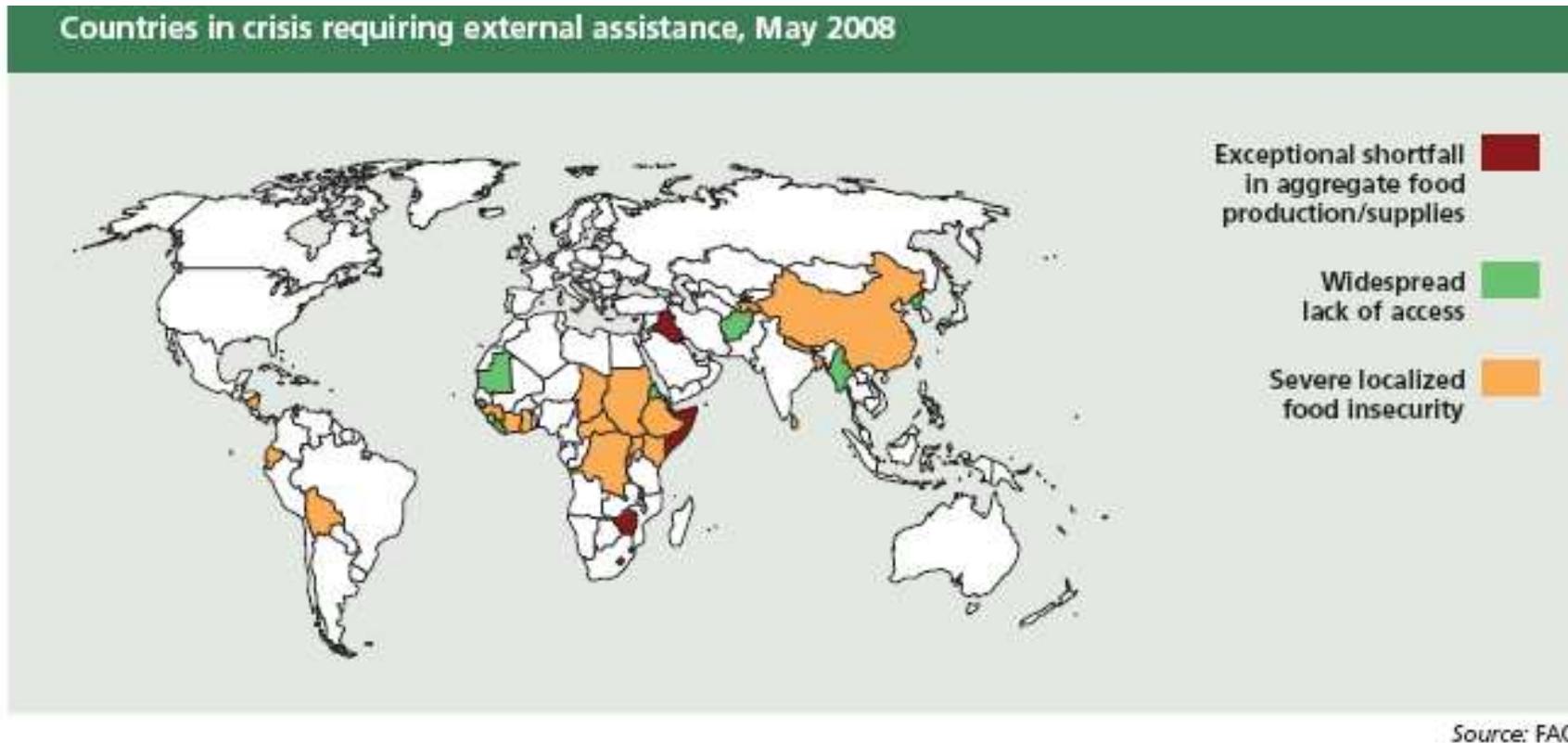
Sécheresse accrue

Sécheresse réduite

(IPCC, 2007, Fourth Assessment Report)

**Des sécheresses sévères sont projetées  
sur le Sud de l'Europe et sur le bassin Méditerranéen**

# Une insécurité alimentaire croissante?

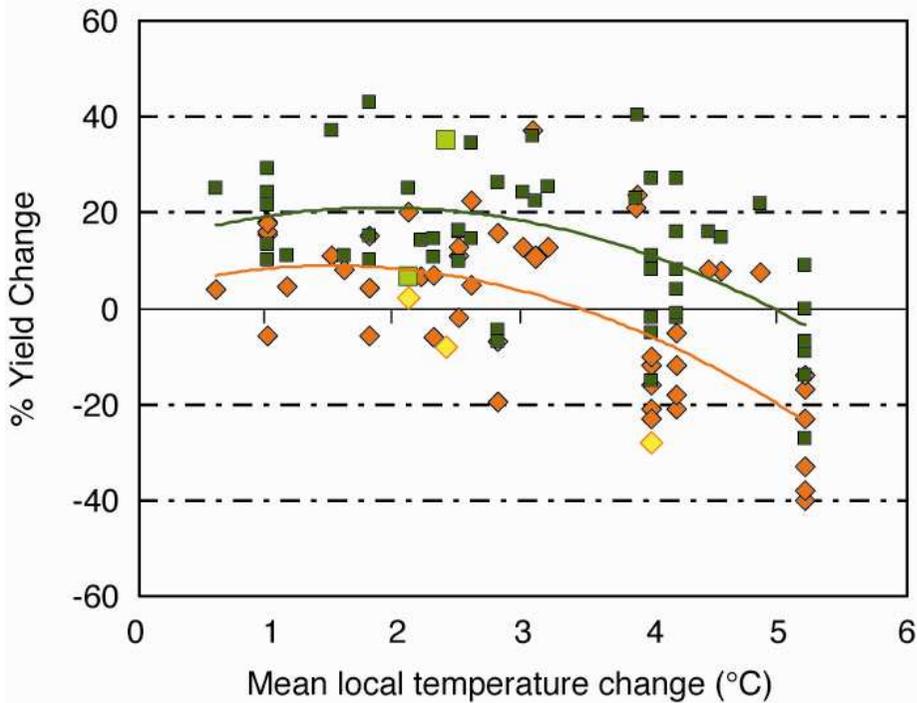


- En 2009, la sous-alimentation a atteint pour la première fois **1 milliard** de personnes (FAO, 2009),
- En 2008, les stocks mondiaux de grains ont été réduits à **seulement 40 jours de consommation**,
- 30% des agriculteurs des pays en développement sont en état d'insécurité alimentaire.

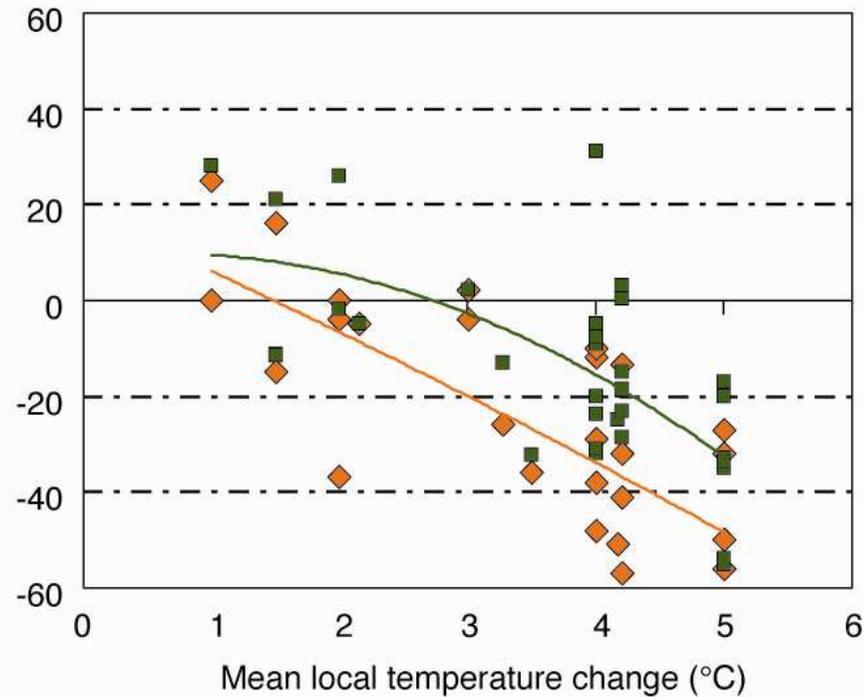
# Impacts d'un réchauffement climatique sur les rendements du blé

## avec ou sans adaptation

### Latitudes tempérées



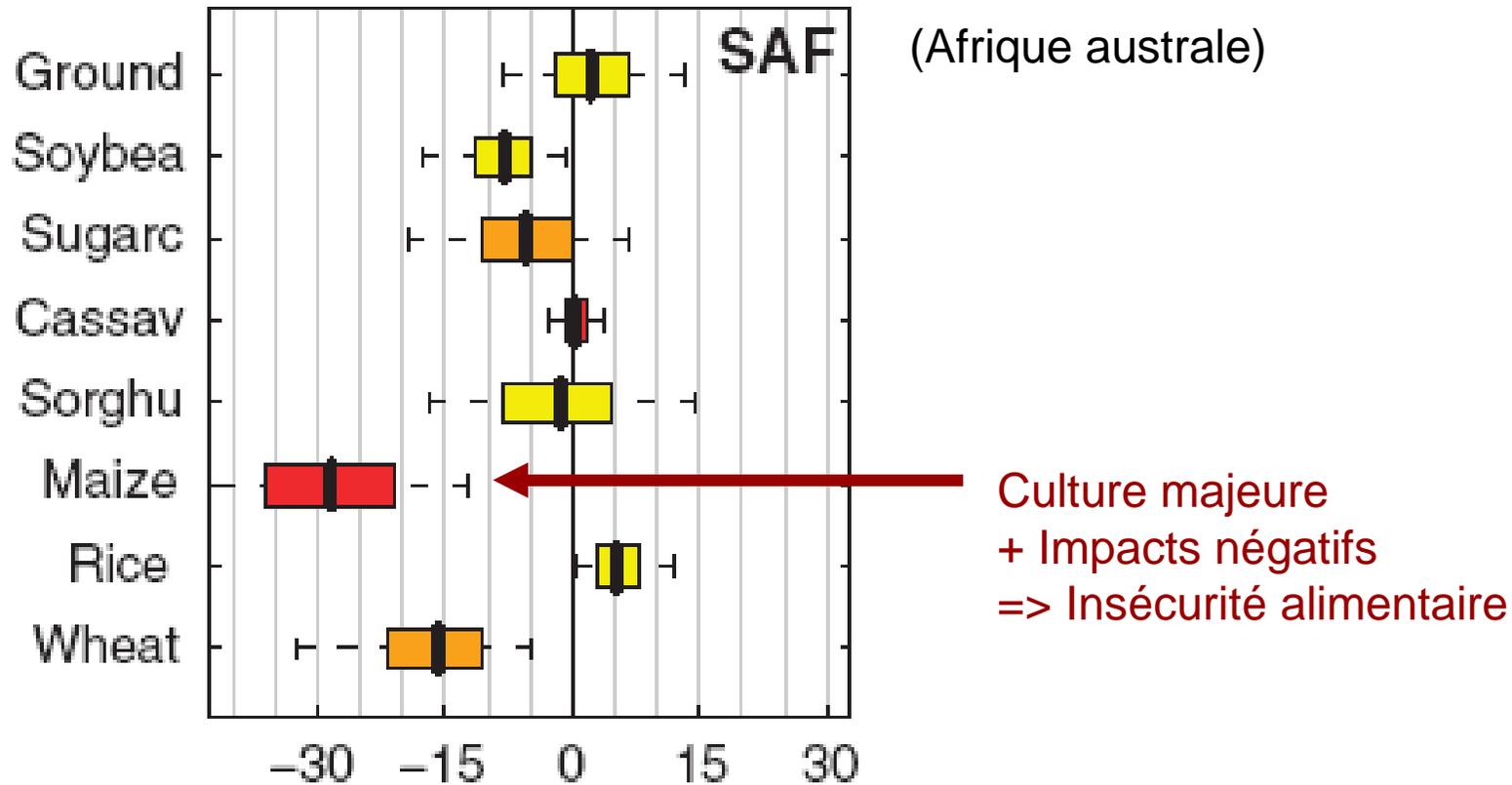
### Zone intertropicale



Bilan de la littérature en 2007: sans prise en compte de la variabilité climatique

IPCC 2007

# Modélisation de l'insécurité alimentaire en 2030 dans des régions rurales en développement

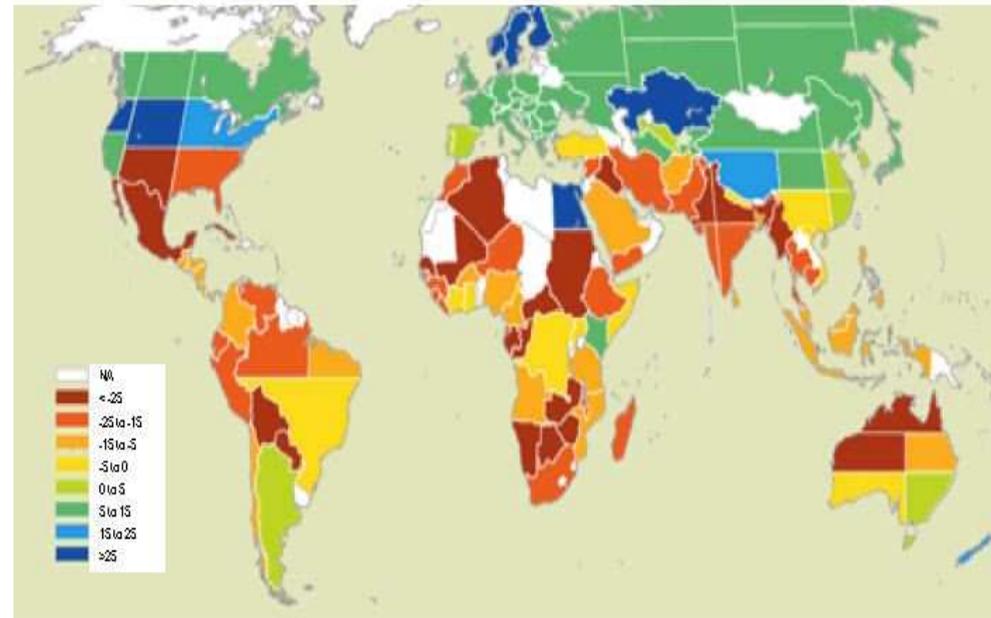
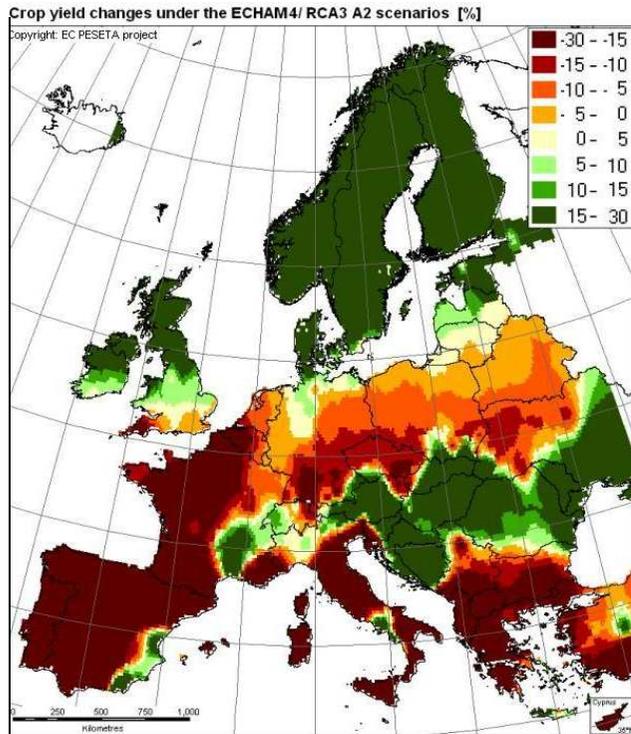


Le changement climatique entraînerait une réduction des rendements locaux, ce qui pourrait faire monter les prix alimentaires mondiaux

# Stagnation attendue des rendements et montée de l'insécurité alimentaire

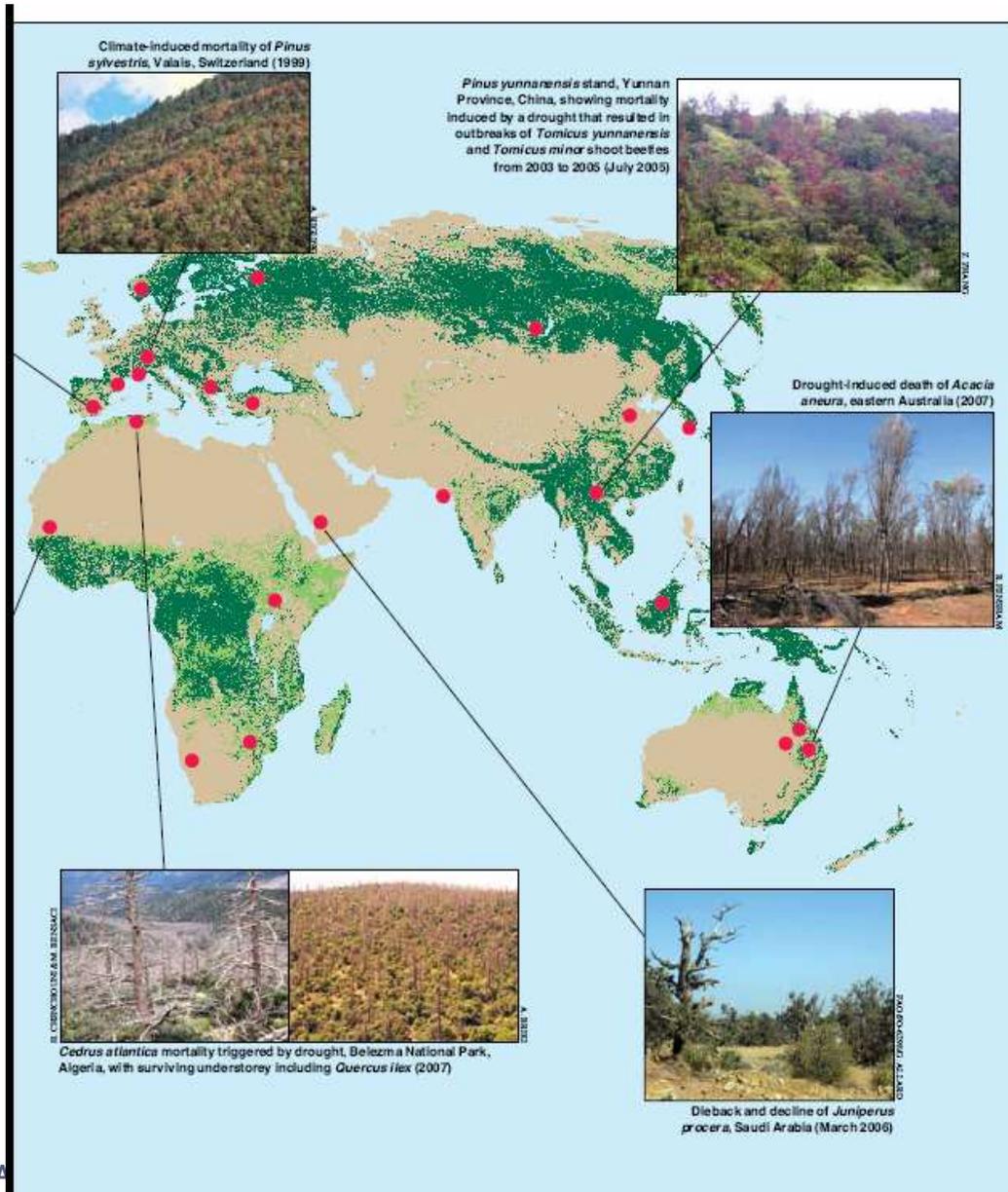
Variation attendue des rendements en 2080 par rapport à 1990 (scénario A2)  
(Livre blanc, Com. Européenne)

Source: Cline (2007)



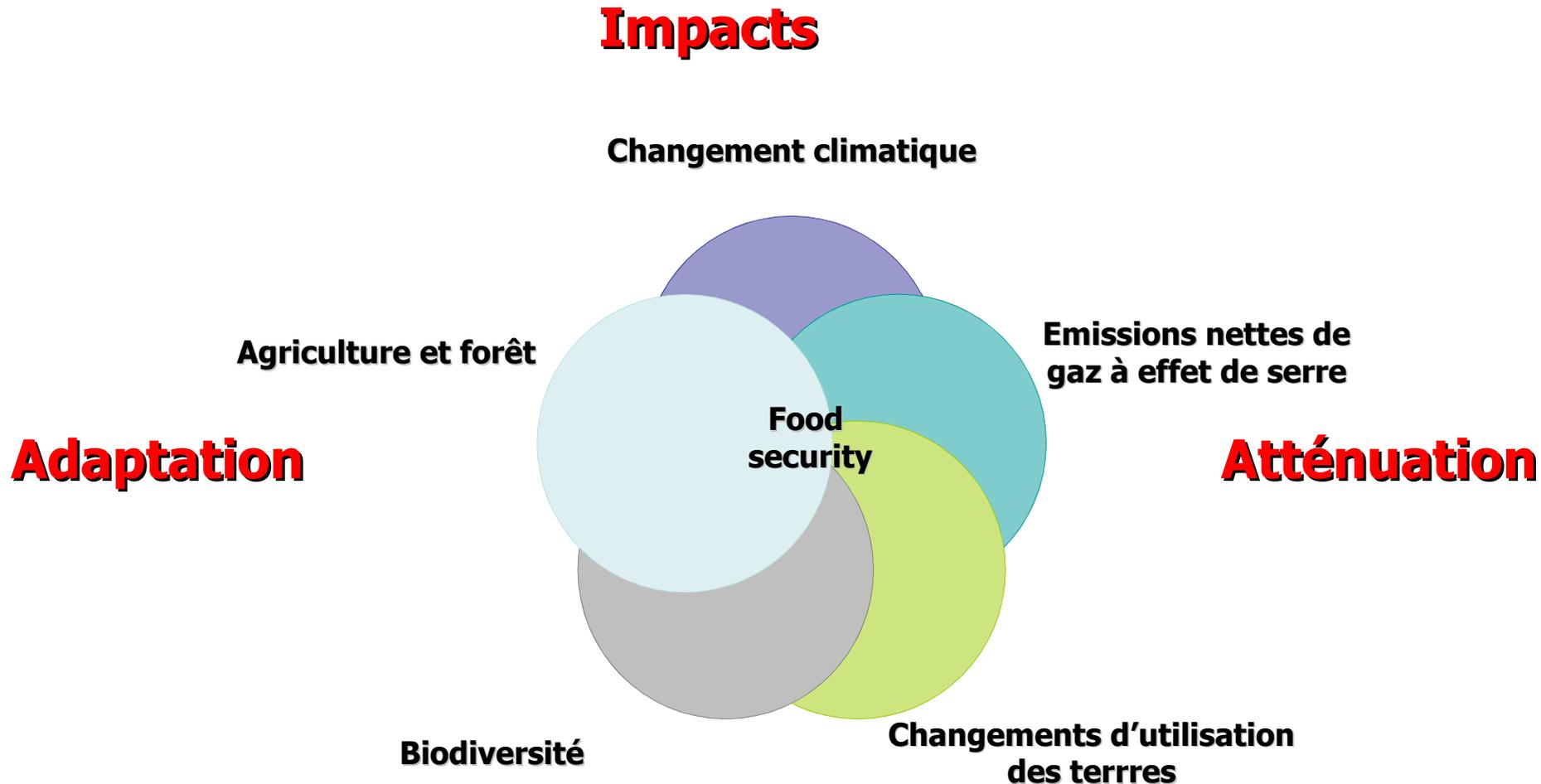
- Les rendements du blé (mais pas du maïs) stagnent (ex. Europe, Inde)
- Cette réduction des rendements peut menacer la sécurité alimentaire
- Risques d'instabilité politique (Afrique, Moyen-Orient, Asie du Sud)

# Les déclins forestiers induits par le changement climatique : un phénomène mondial ?

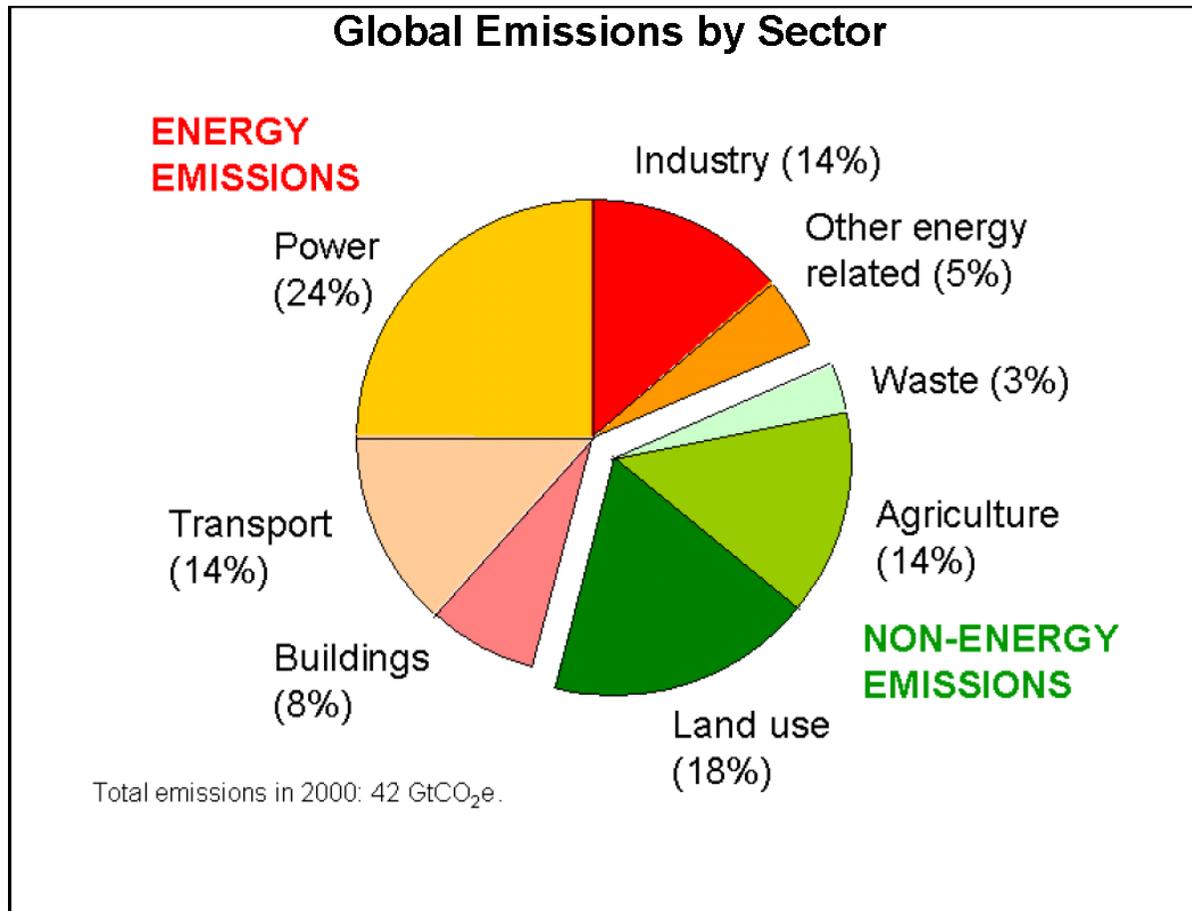


(Allen et al., 2009, *Unasylva*)

# De la nécessité d'une approche intégrée

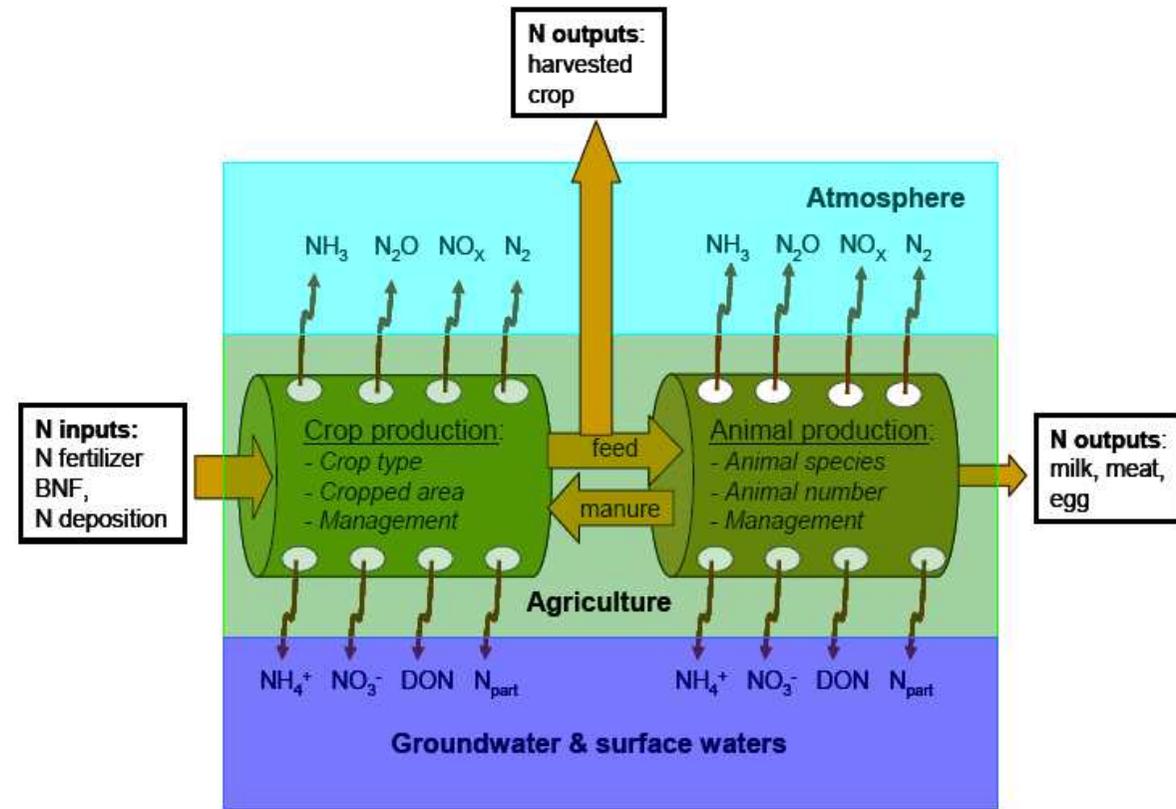
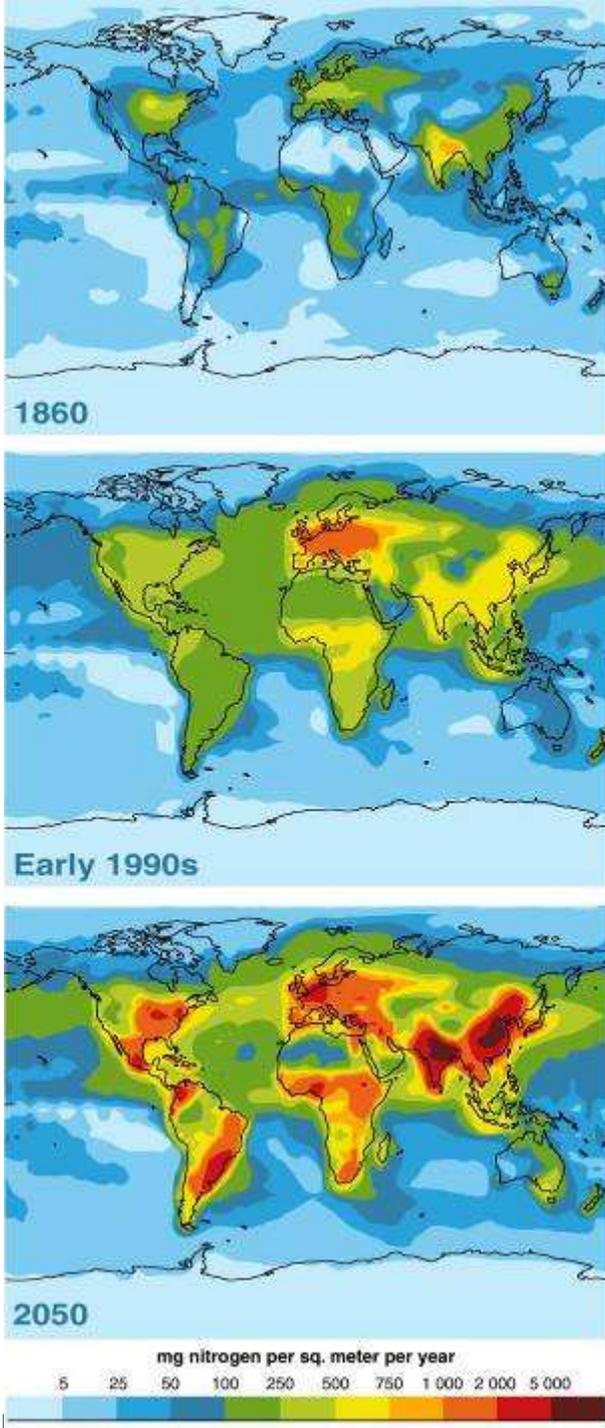


# Agriculture, forêt et utilisation des terres représentent **un tiers** des émissions mondiales de gaz à effet de serre



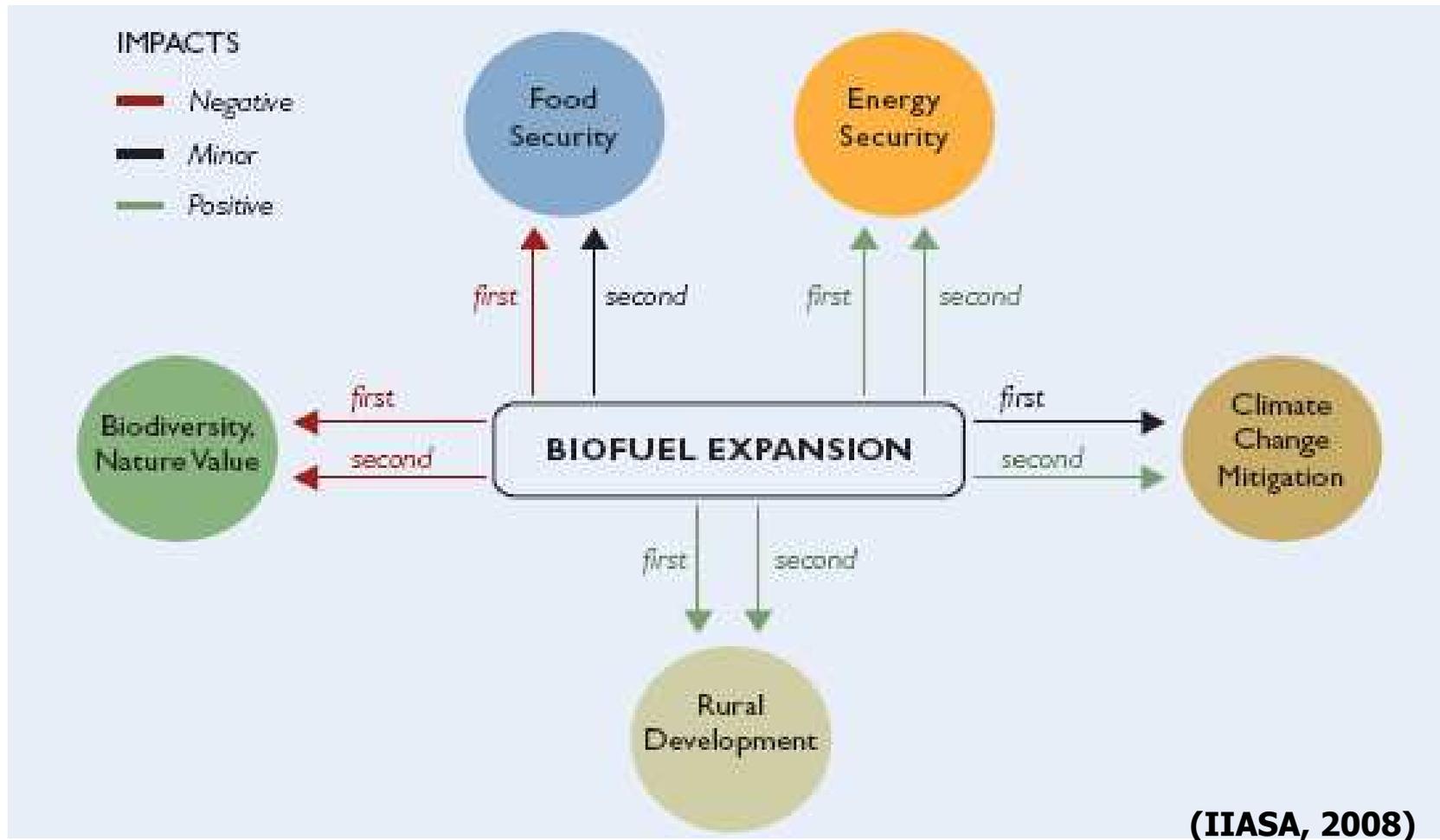
Le potentiel économique d'atténuation des émissions nettes de gaz à effet de serre de ce secteur atteint **3 Gt CO<sub>2</sub> eq. / an** pour un prix de 20 \$ US/ t CO<sub>2</sub> (IPCC, 2007)

# Une pollution accrue par le dépôts atmosphérique d'azote réactif



Oenema et al., 2009

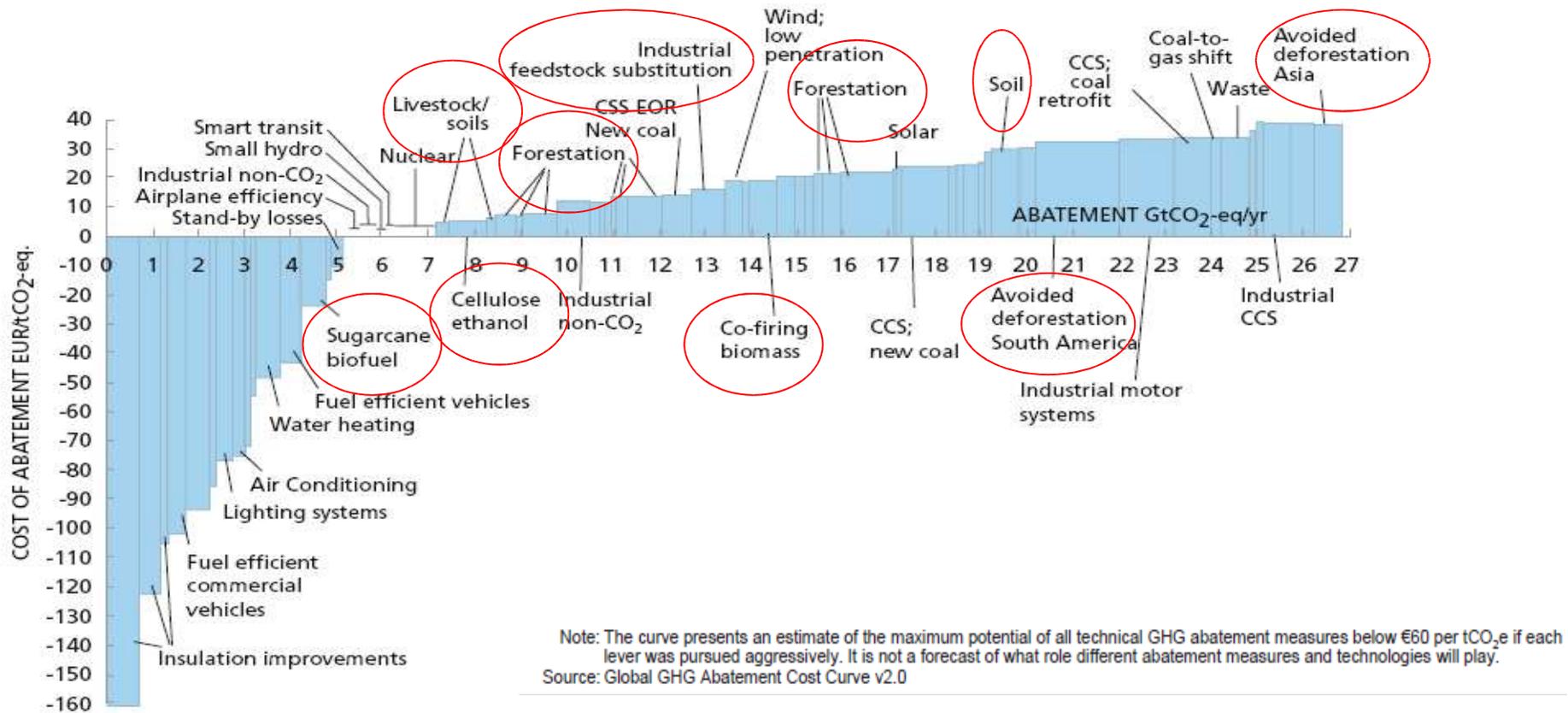
# Biocarburants, agriculture, sécurité alimentaire et biodiversité sont fortement liés par l'utilisation des terres



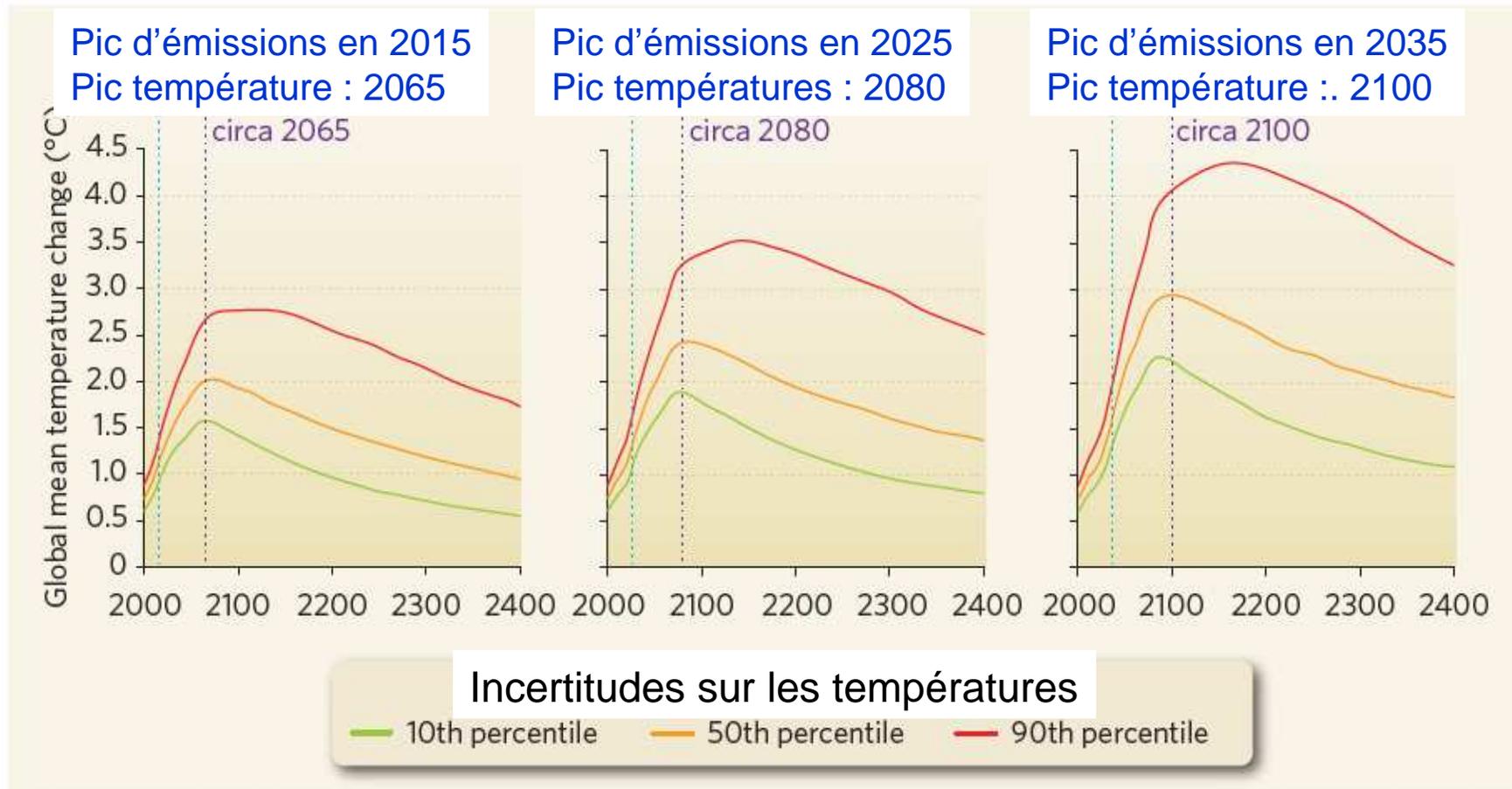
## Sommaire des impacts globaux des biocarburants de première et de seconde génération

# Le potentiel d'atténuation sera à l'avenir surtout dans le secteur agriculture – forêt – utilisation des terres

Potentiel mondial d'atténuation des émissions nettes de CO<sub>2</sub> en 2030  
(pour un prix de 60 € par tonne de CO<sub>2</sub>)



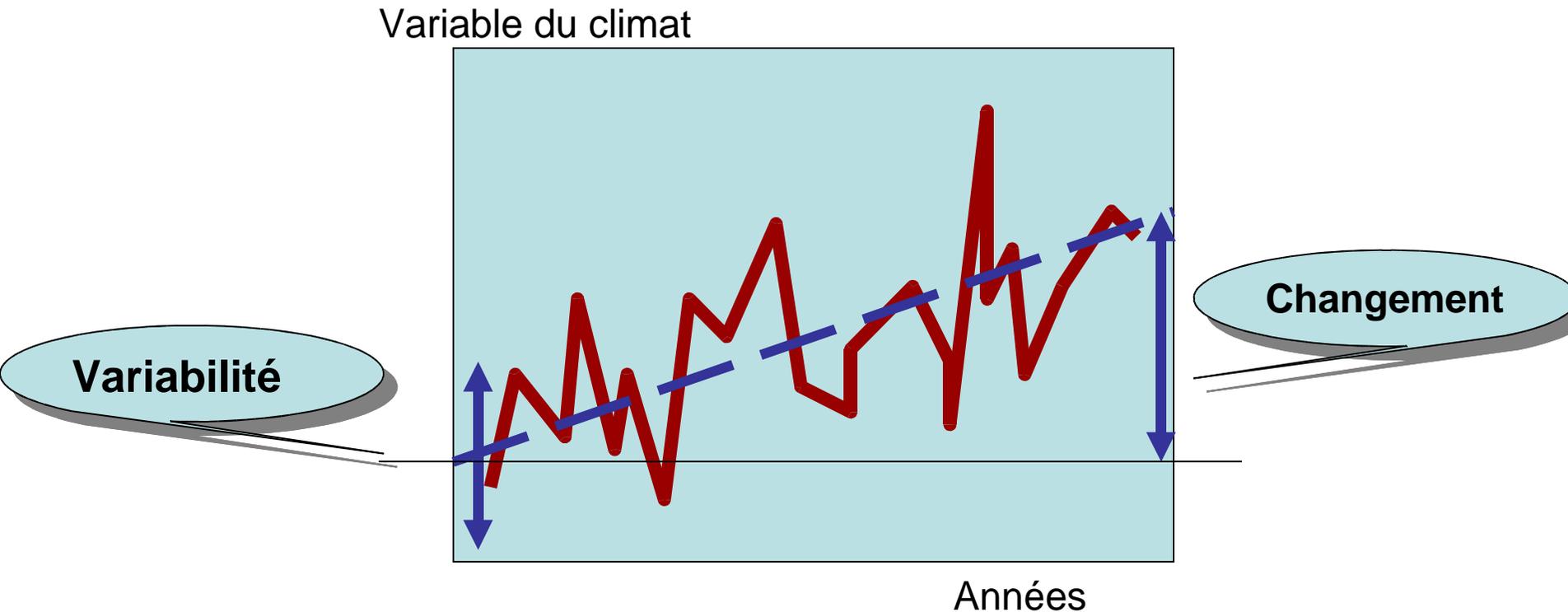
# Pourquoi faut-il s'adapter ?



**Il faut envisager de s'adapter à +3°C**

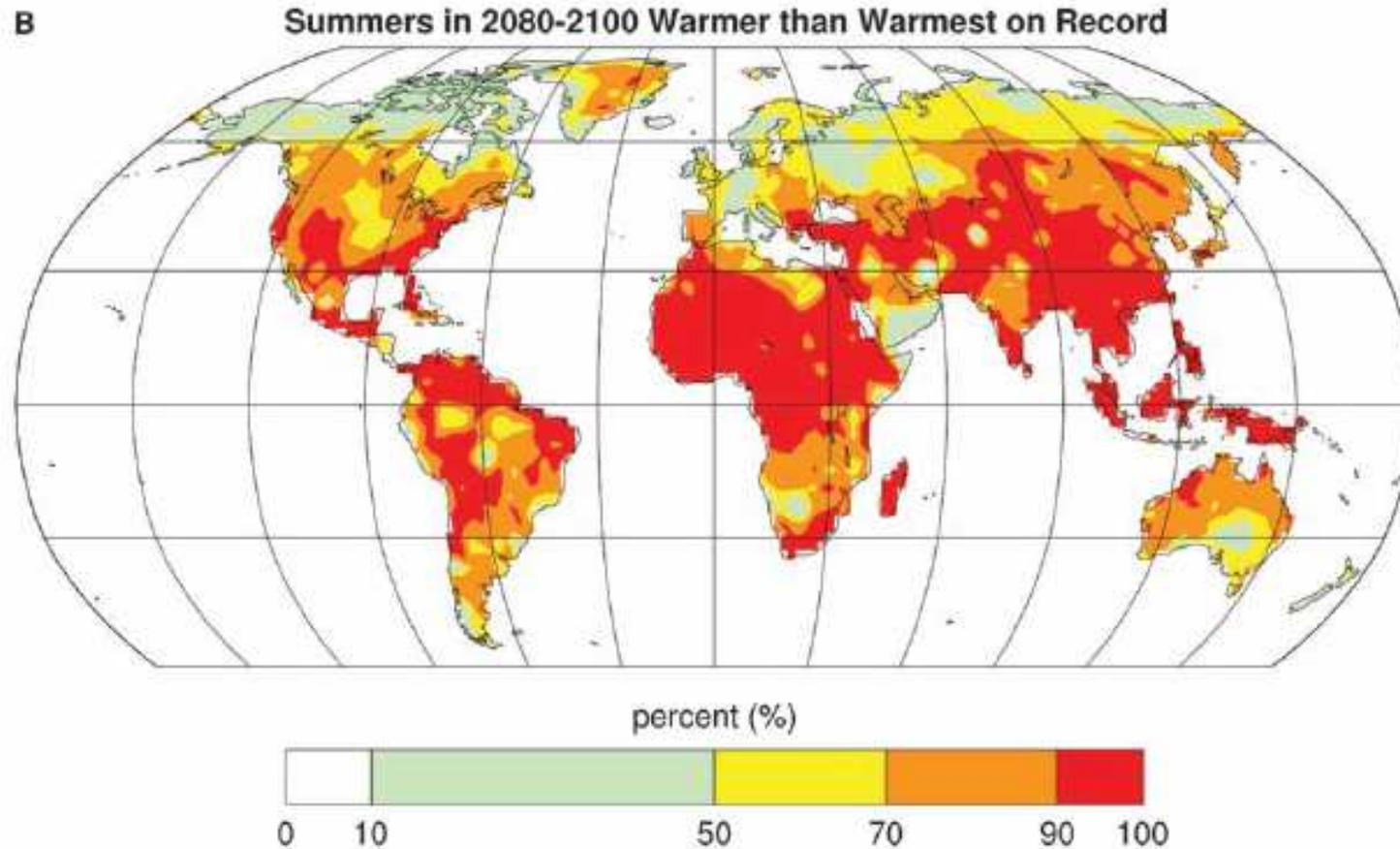
(Parry et al., 2009, Nature)

# Variabilité climatique et changement climatique



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

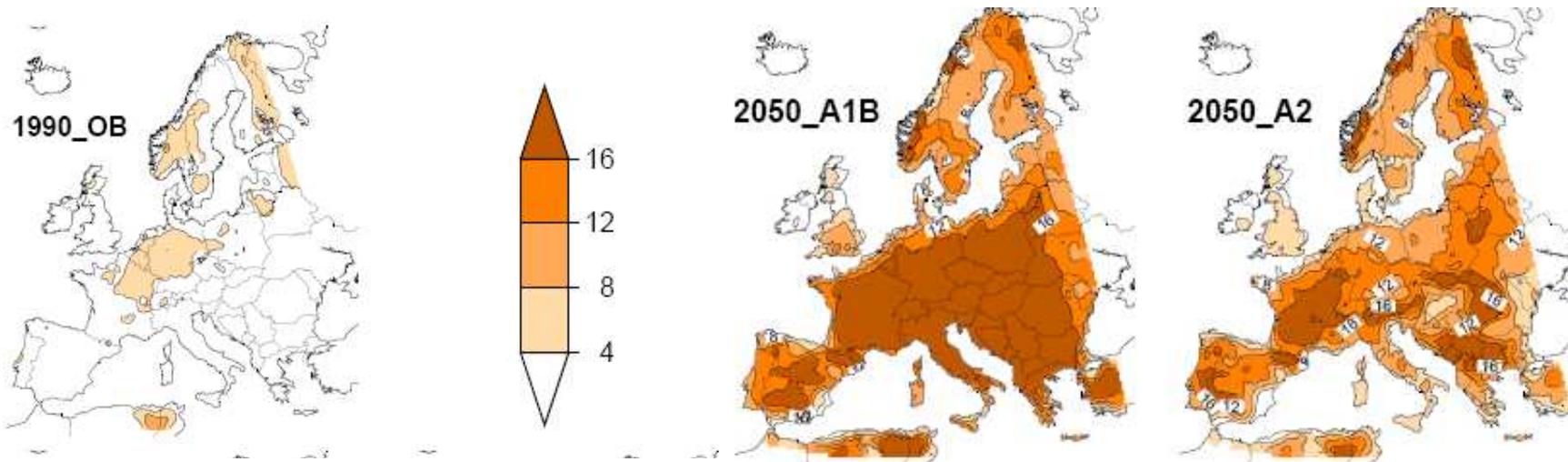
# Plus chaud que les étés les plus chauds...



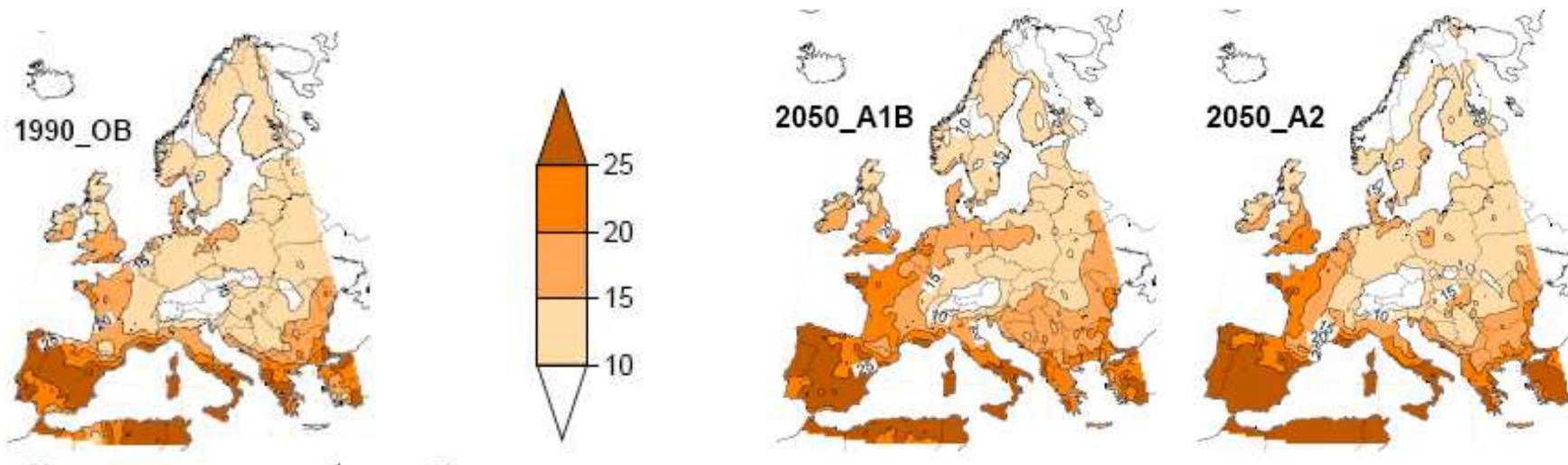
Probabilité en % que la température moyenne estivale excède en 2090 la température la plus chaude jamais observée.

# Quels extrêmes climatiques ?

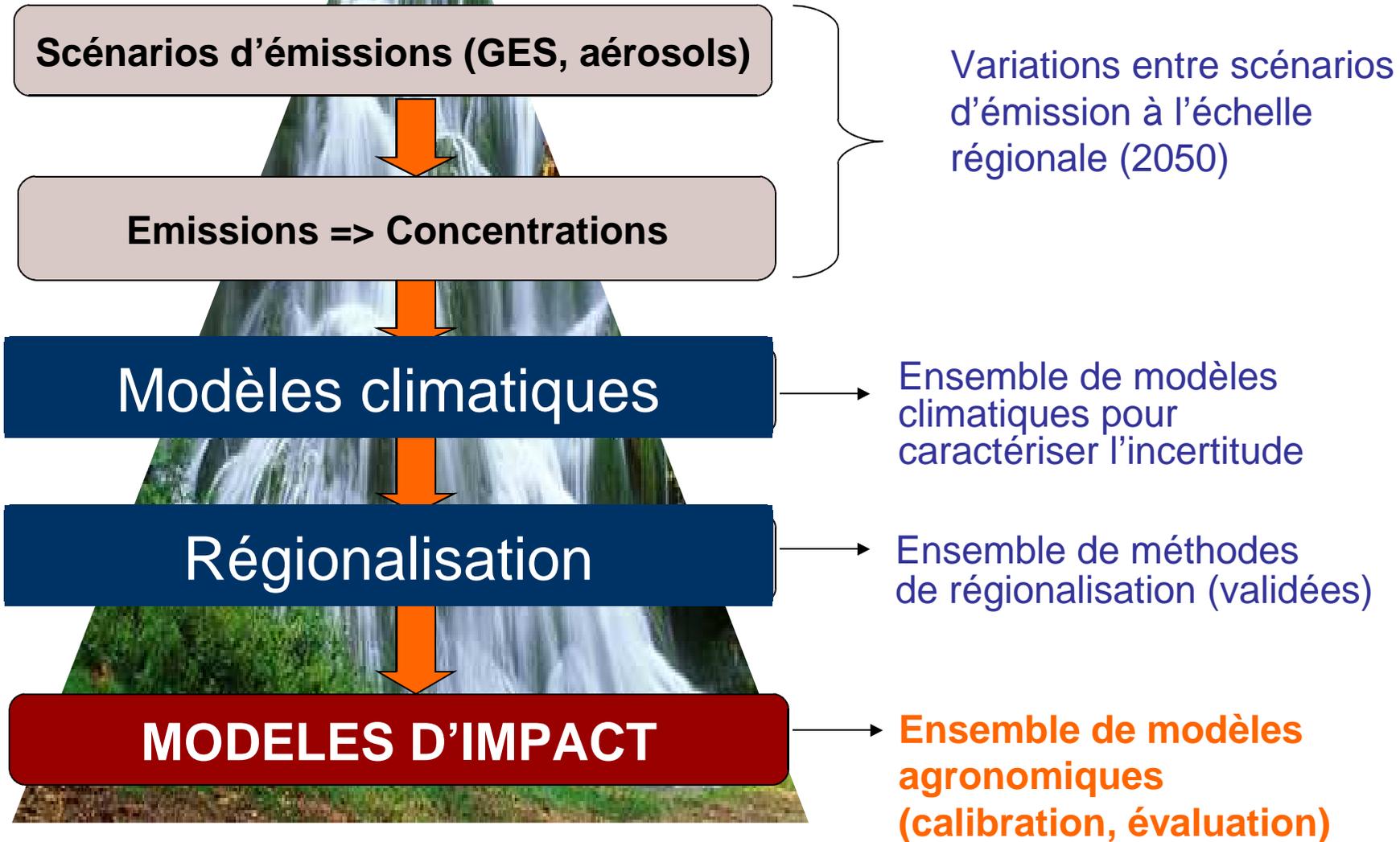
A) Nombre de jours consécutifs d'une vague de chaleur. Moyenne sur 20 ans



B) Nombre de jours secs (<1 mm) consécutifs en été. Moyenne sur 20 ans



# Une cascade d'incertitudes



**Incertitudes**

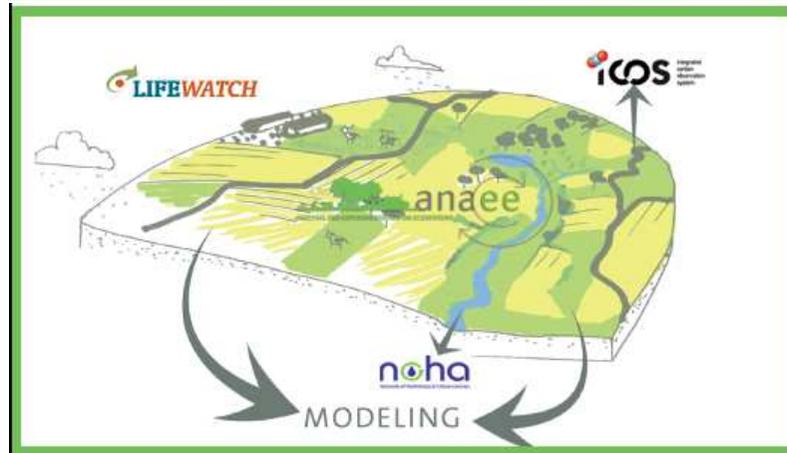
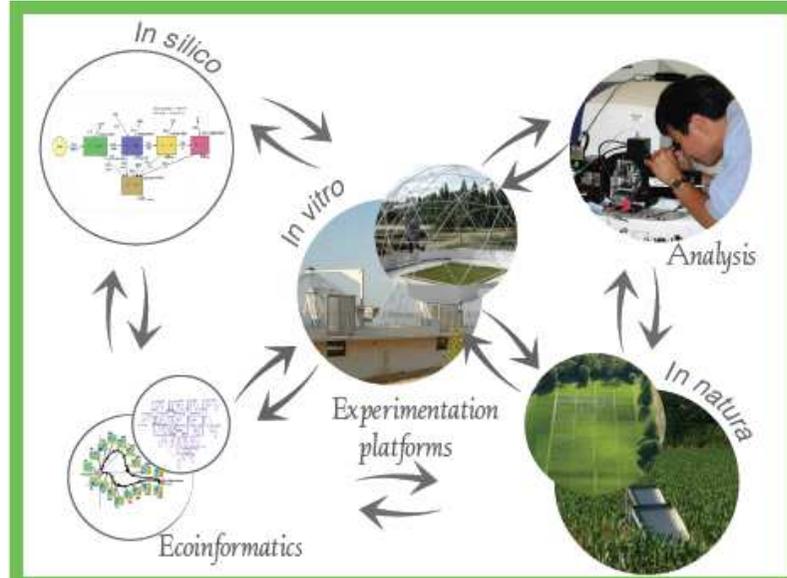
(d'après L. Terray, CERFACS)

# Savoir anticiper

- ✿ Réduire les incertitudes à l'échelle de la petite région agricole
  - Il faut réduire les incertitudes pour anticiper le risque climatique,
  - Traduire le risque en indices agro-climatiques utilisables par les praticiens.
  
- ✿ De la connaissance des risques à l'anticipation des dommages
  - Les modèles agronomiques doivent être :
    - améliorés,
    - comparés aux observations (sites contrastés, expériences CO<sub>2</sub>, canicule, sécheresse...)
    - Comparés entre eux
  - Une gamme étendue de systèmes et de pratiques doit pouvoir être modélisée pour comprendre les adaptations

# Des infrastructures européennes de recherche intégrées

- Une infrastructure intégrée sur le changement climatique, la biodiversité, l'agriculture, la forêt et l'utilisation des terres
- Des centres Européens d'excellence d'intégration : scénarios-modèles-données
- Des projections actualisées des impacts et de la vulnérabilité



# S'adapter aux dynamiques de la biodiversité

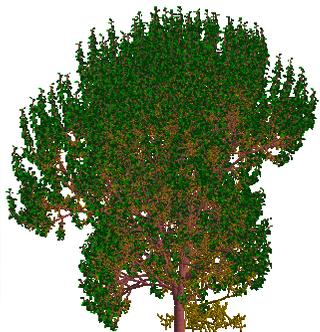
- ☀ D'ici à la fin du siècle, la diversité des organismes du sol, des pollinisateurs, des pathogènes, des adventices et des ravageurs aura considérablement changé.
- ☀ Les stratégies de protection sanitaire des végétaux et des animaux devront s'adapter dans un contexte réglementaire plus contraignant quant à l'utilisation de pesticides et d'antibiotiques.
- ☀ Les aires de distribution de certains agents pathogènes de plantes, actuellement limités par les basses températures hivernales, pourraient s'étendre. Le changement climatique pourrait aussi affecter la physiologie des parasites et des hôtes
- ☀ La dynamique de la végétation des prairies et des forêts sera profondément modifiée

# Savoir innover en utilisant la biodiversité

- ☀ Mieux utiliser la diversité génétique : diversité intra-espèce (végétale ou animale), mélanges d'espèces, remplacements d'espèces pour accompagner la transformation des systèmes de production.
- ☀ Face à une variabilité climatique accrue, la plasticité des génotypes, des populations, ou des mélanges constitue un atout.
- ☀ L'adaptation concerne en effet selon la saison une gamme étendue de stress : d'une forte limitation en eau durant l'été à un engorgement des sols durant l'hiver.
- ☀ Des démarches de phénotypage reproduisant au mieux les conditions du climat futur seront nécessaires.

# De nouvelles frontières scientifiques

- Biologie moléculaire de l'adaptation
- Biotechnologies d'atténuation des émissions
  - Forêt, séquestration de carbone, légumineuses, ruminants et effluents à faibles émissions de méthane
- Biotechnologies d'adaptation
  - Ressources génétiques, ingénierie de l'eau, lutte biologique...



# ADAGE



Merci !