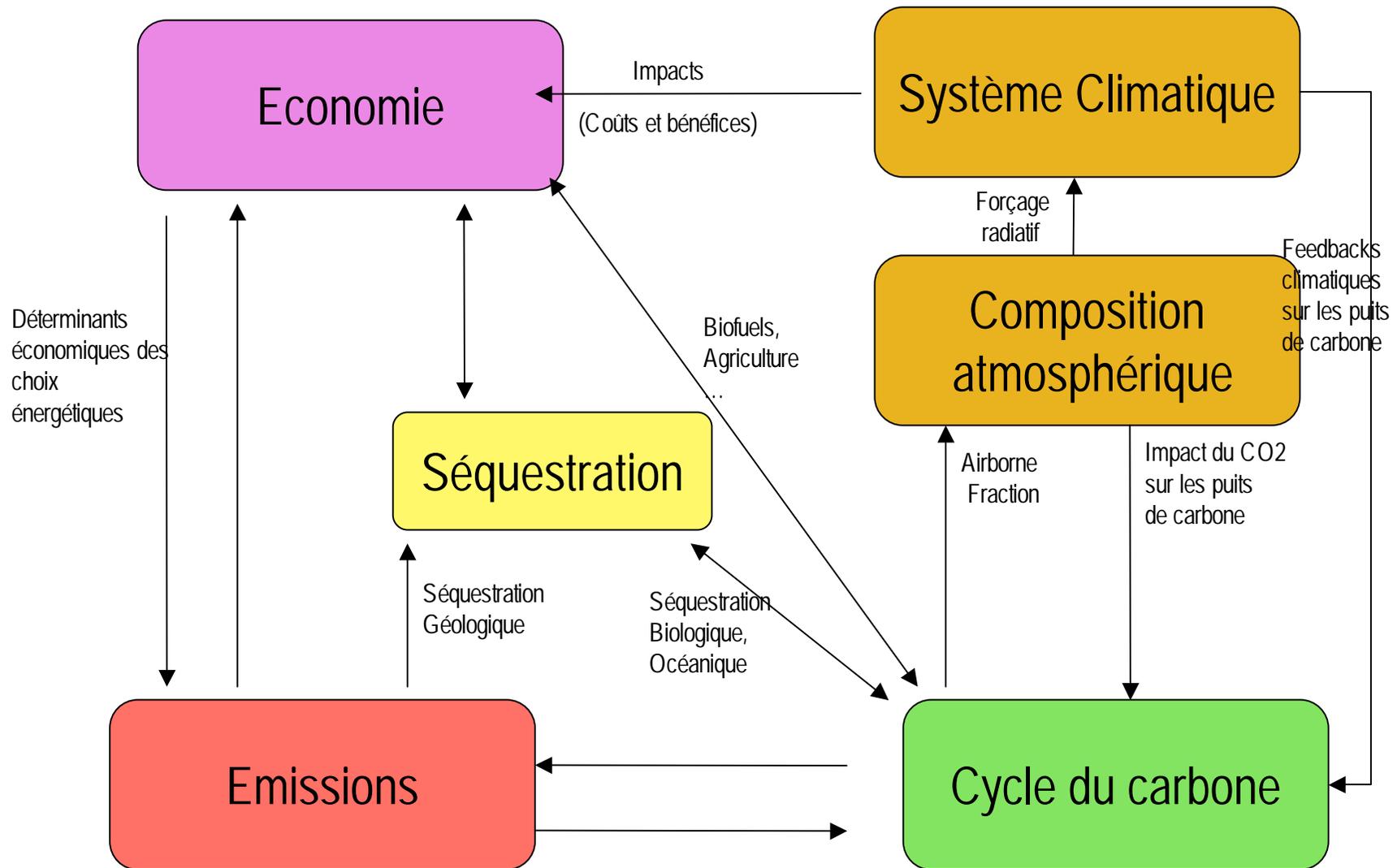


# Couplage entre cycle du carbone et politiques de réduction des émissions



P. Ciais, V. Gitz

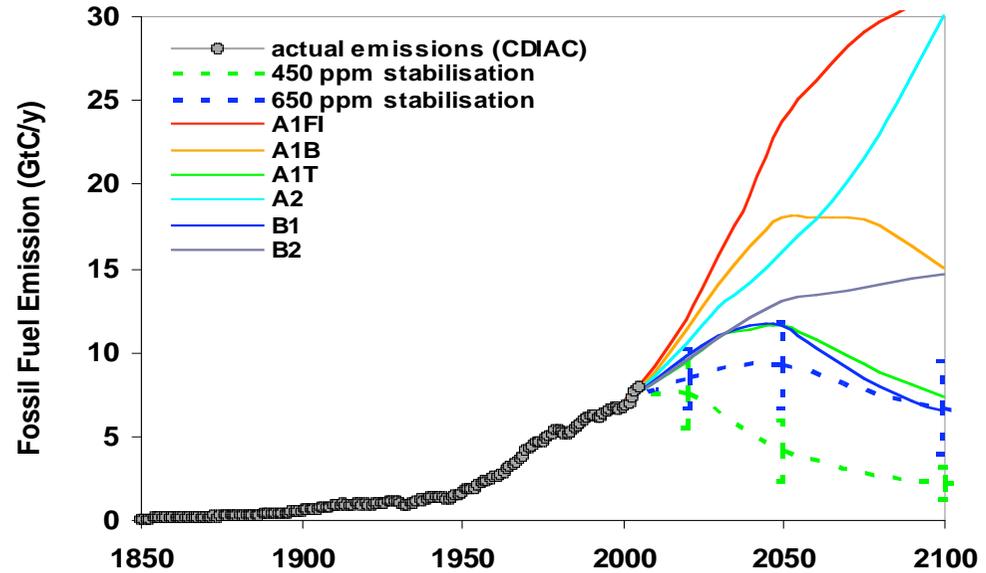


# Questions

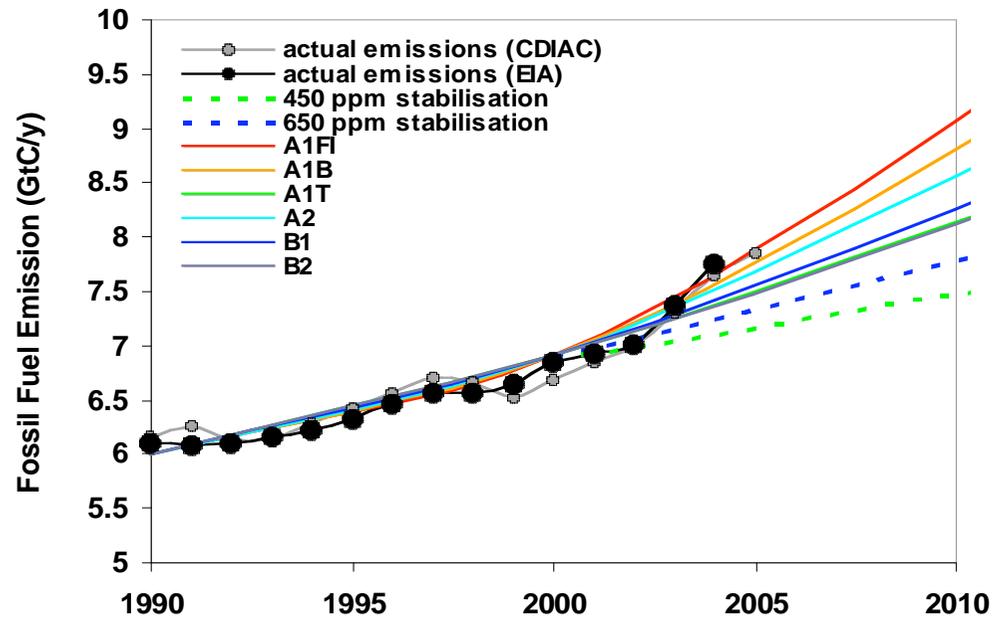
- Quelles sont les trajectoires d'émission des GES qui conservent l'intégrité du climat, et les coûts et bénéfices associés ?
- Quelles sont les possibilités technologiques et économiques de séquestration et de production énergétique adaptées au changement climatique ?
- Quelles sont les rétroactions entre cycles naturels et scénarios d'émission ; Evolution future des puits de carbone océaniques et biosphériques ?
- Quel est le rôle des émissions liées aux changements d'usage des sols par rapport aux énergies fossiles ?
- Quelles sont les incertitudes? les familles de solutions compatibles ?

# Une accélération récente des émissions

Comparer: émissions réelles, scénarios d'émission du GIEC, scénarios de stabilisation

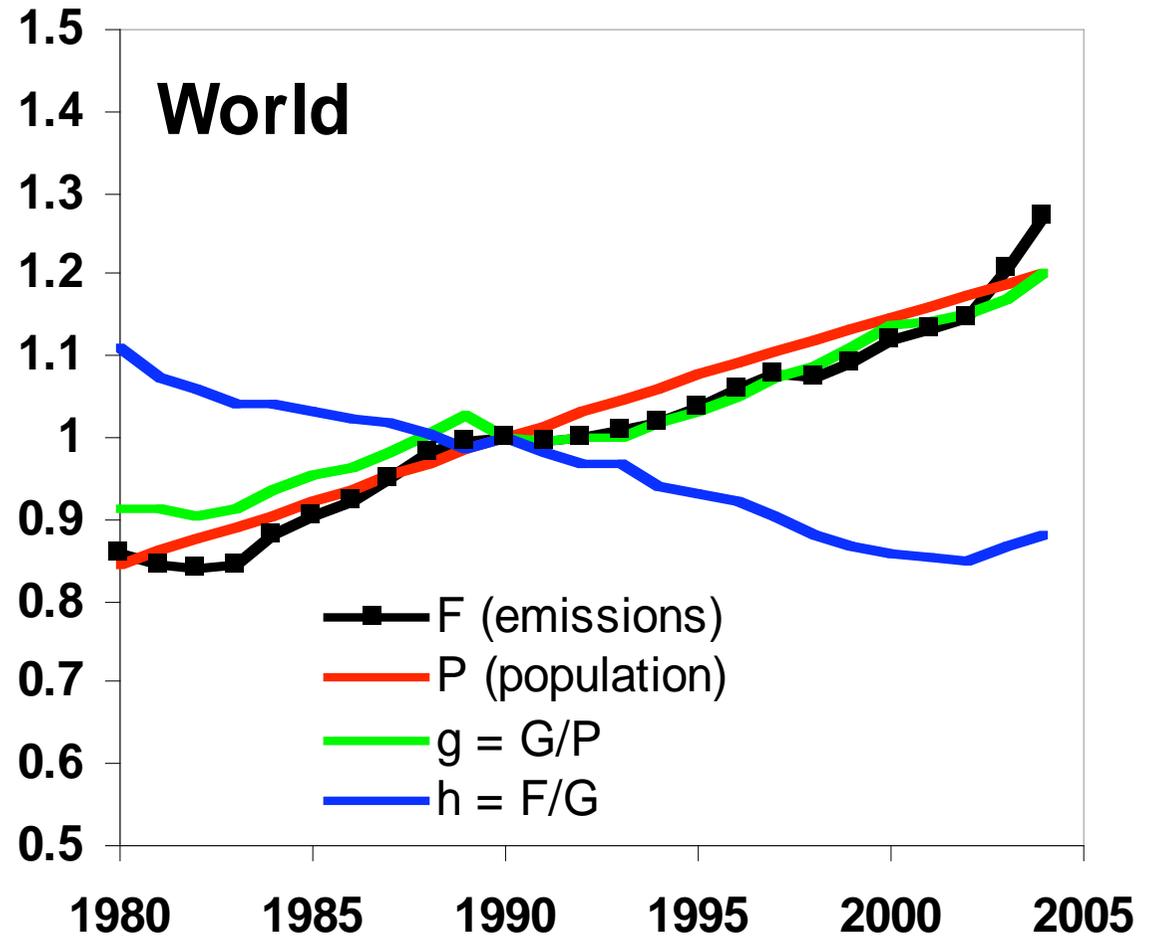
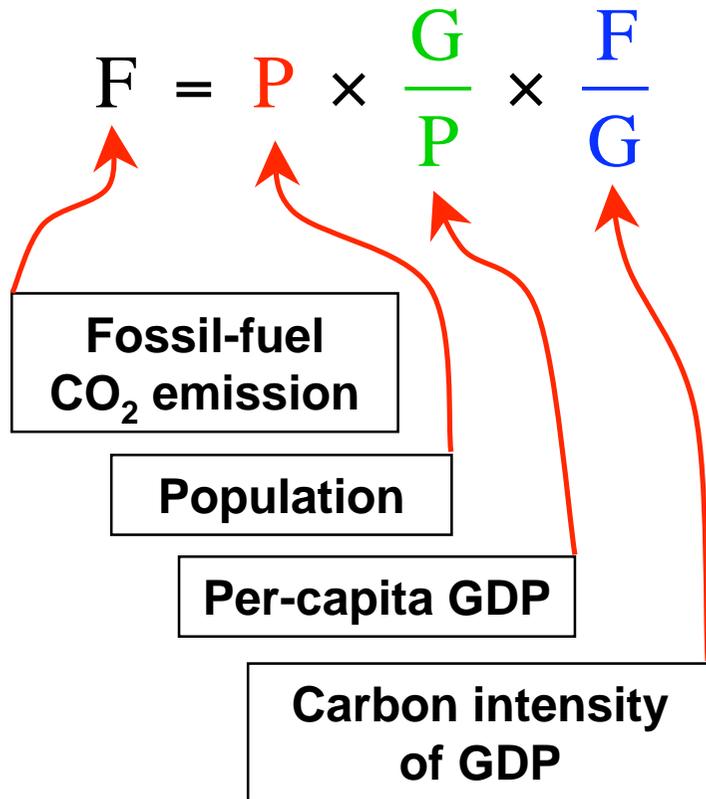


Tous les scénarios sous-estiment les émissions réelles depuis 2000

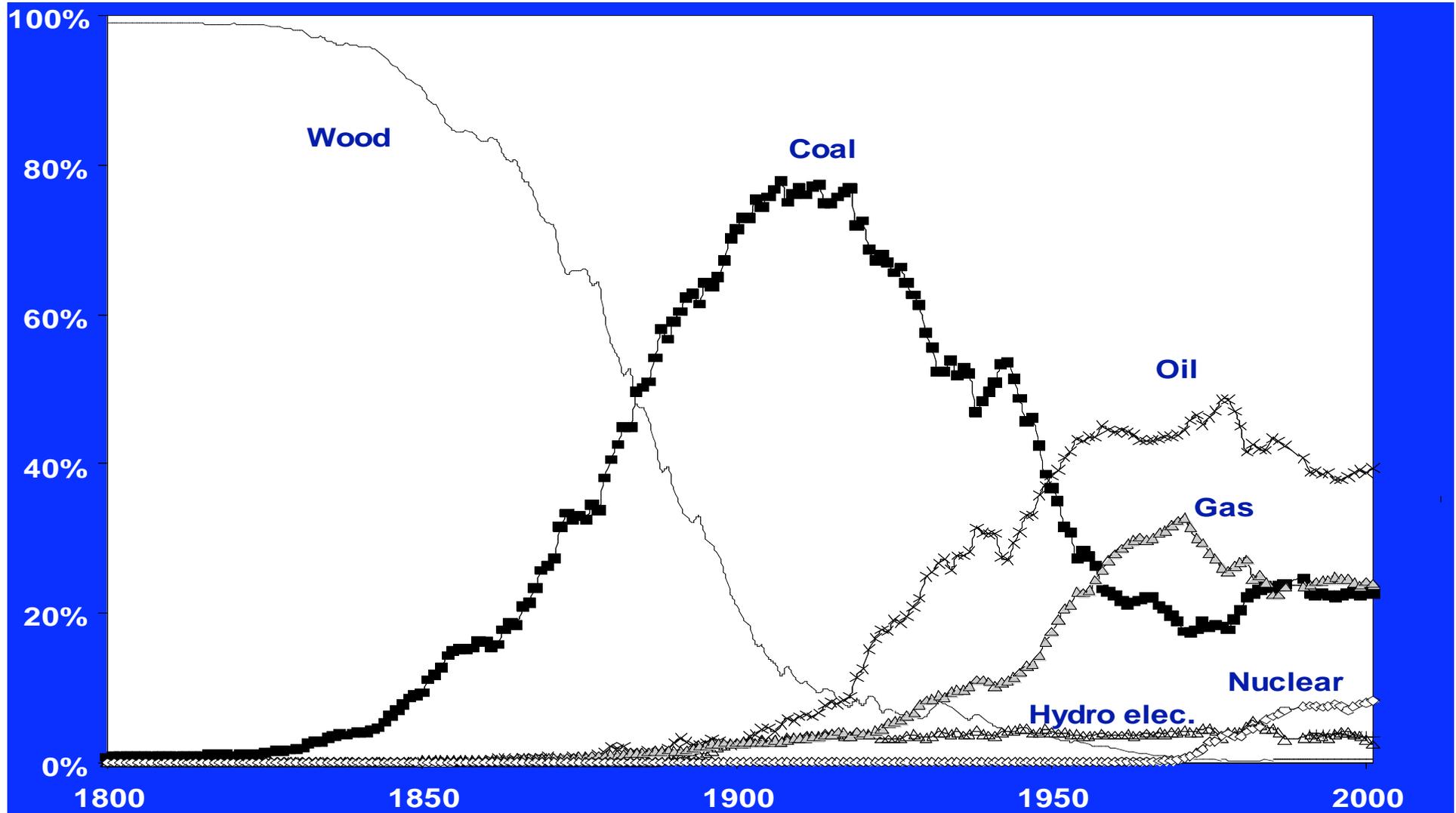


# Ce qui contrôle les émissions

- Kaya Identity



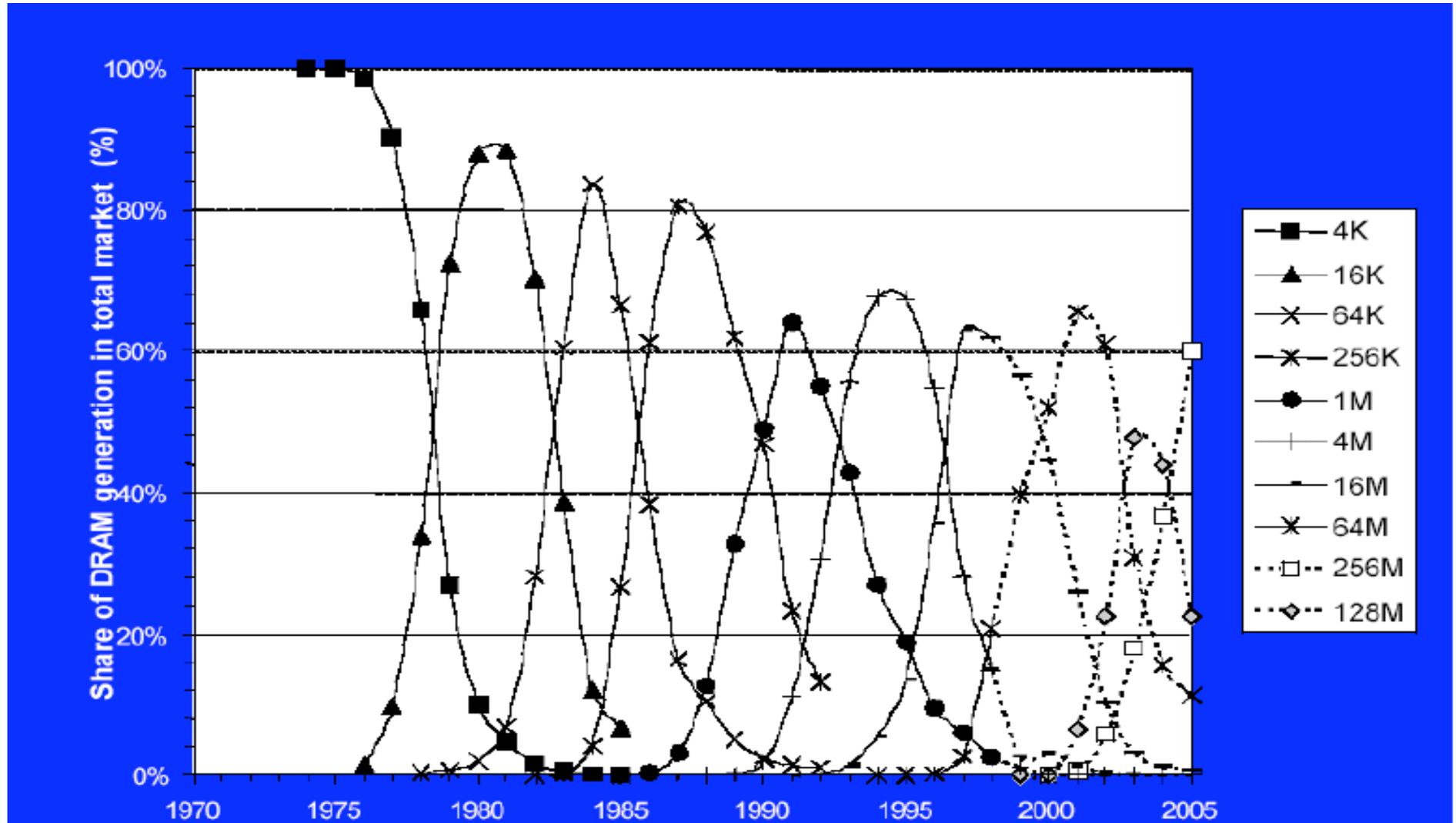
Turnover lent des sources d'énergie :  
Pas de remplacement évident des énergies fossiles



Source: Nakicenovic and Grubler; IIASA

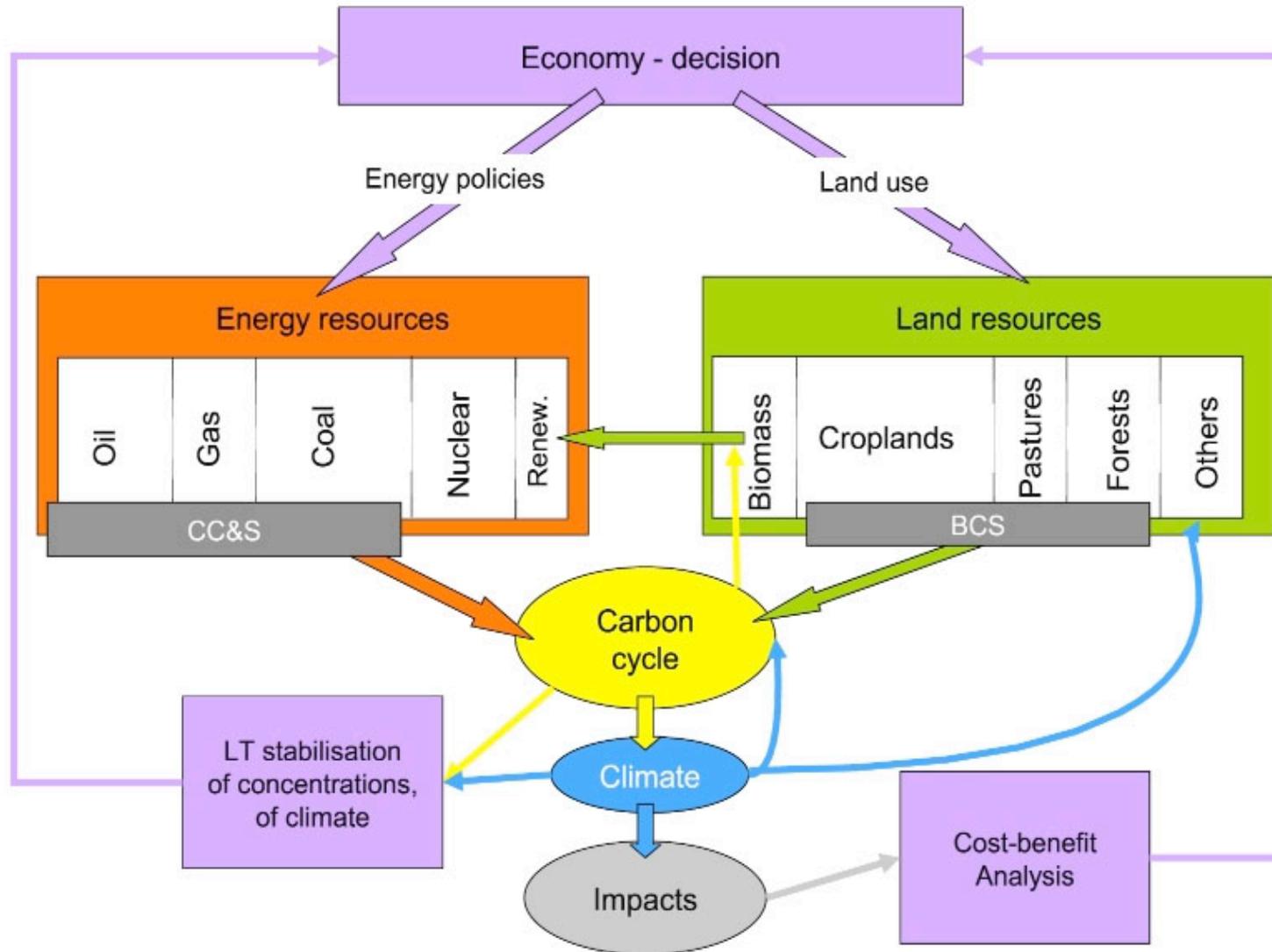
Comparer:

Turnover technologique rapide des DRAM en informatique

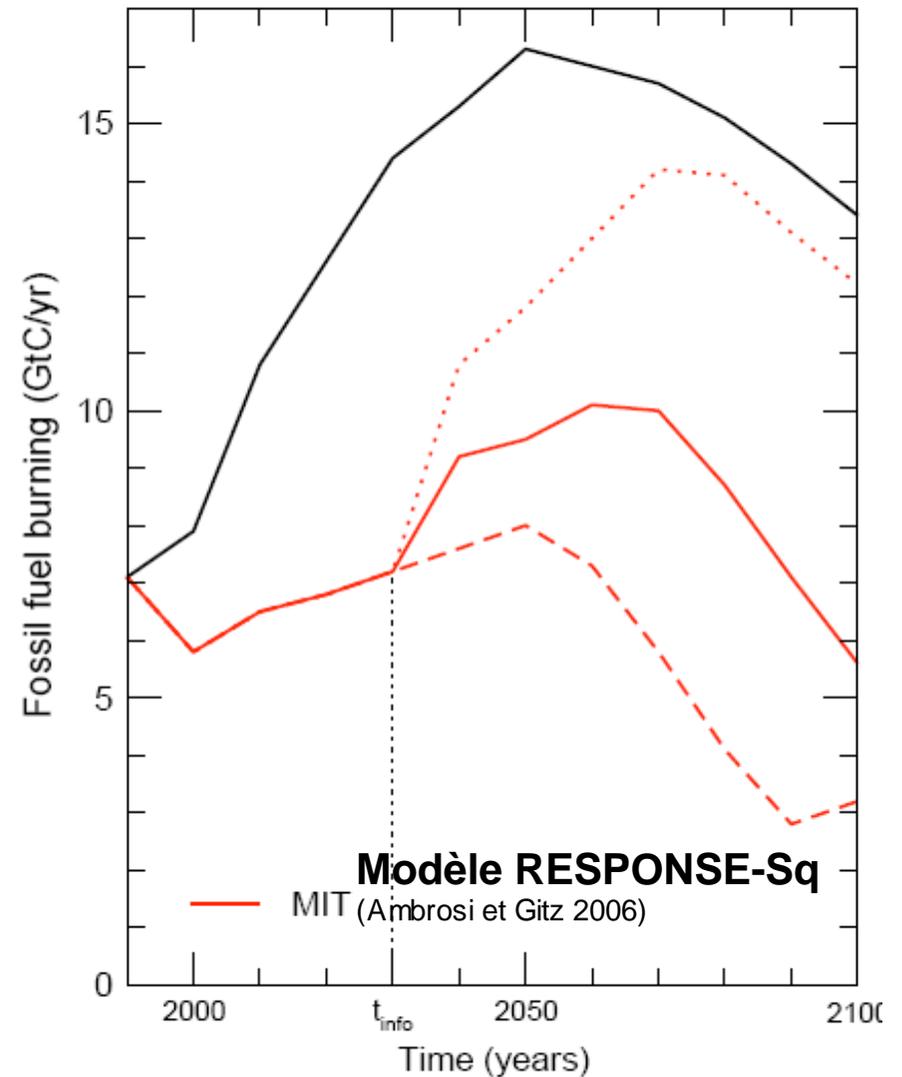
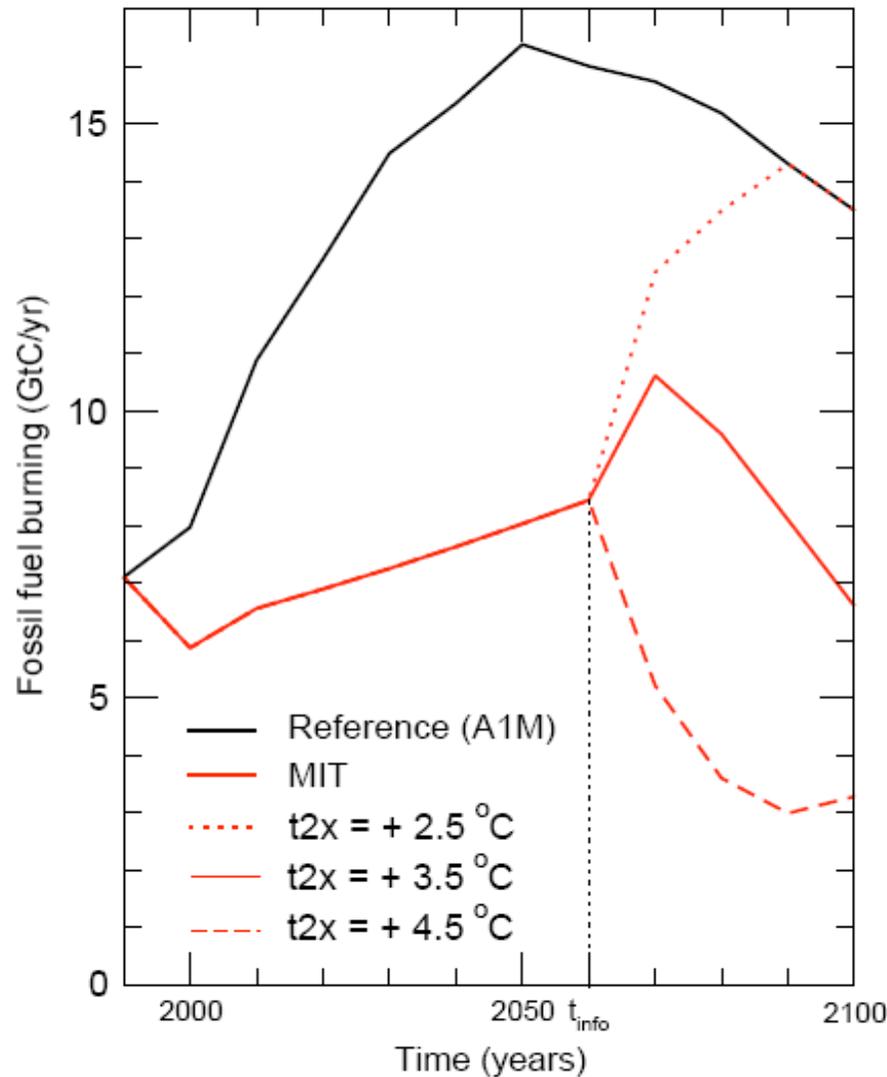


Source: Ausubel and N. V

Une plateforme de Modélisation Intégrée "Compacte"  
ECONOMIE / ENERGIE / LAND-USE / CARBONE / CLIMAT  
pour l'étude de la décision: modèles REPONSE



# SUR LA SENSIBILITE CLIMATIQUE : valeur de l'information



Coûts totaux de la politique climatique sur le XXIème siècle: **4.60** TUS\$<sub>1990</sub>

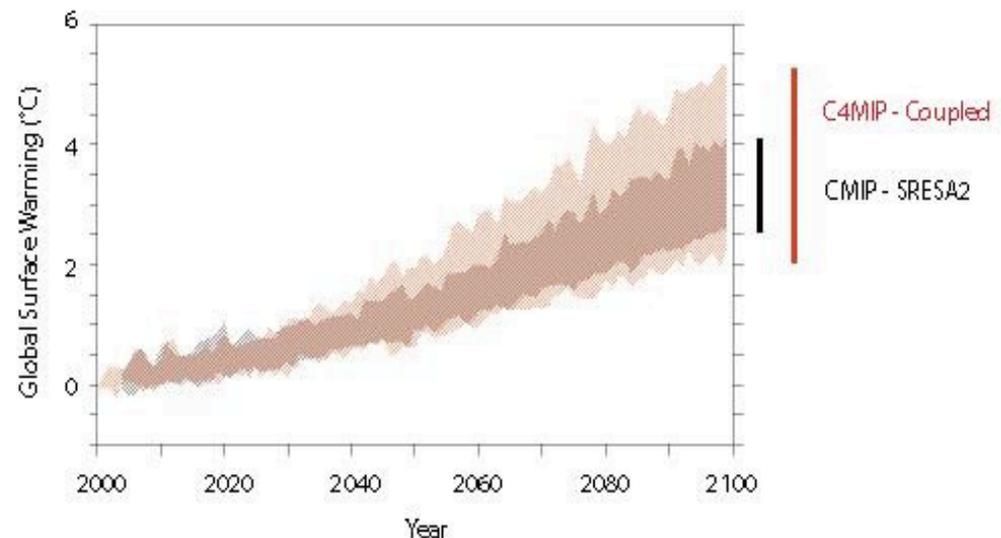
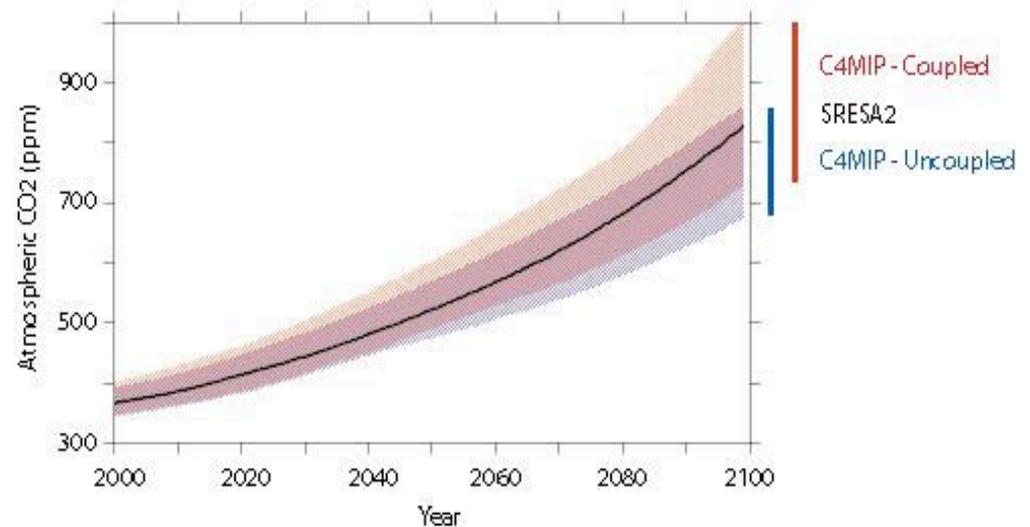


Coûts totaux de la politique climatique sur le XXIème siècle: **4.20** TUS\$<sub>1990</sub>

**Bénéfice économique lié à une accélération de 30 ans de la résolution de l'incertitude sur la valeur de la sensibilité climatique: 440 milliards US\$<sub>1990</sub>**

Or justement, la prise en compte du couplage entre cycle du carbone et climat augmente **l'amplitude** du réchauffement et son **incertitude**

- All models predict a positive feedback of the carbon cycle on climate
- High uncertainty in future CO<sub>2</sub> caused by land uncertainty
- Carbon studies matters as much as economic development scenarios do
- The costs of mitigation may increase if uncertainty is kept high



*Friedlingstein et al, J. Climate, 2006*

EFFETS CLIMATIQUE DE PROJETS  
(10GtC) de

MITIGATION

SEQUESTRATION

BIOLOGIQUE TEMPORAIRE (50 ans)

SEQUESTRATION OCEANIQUE

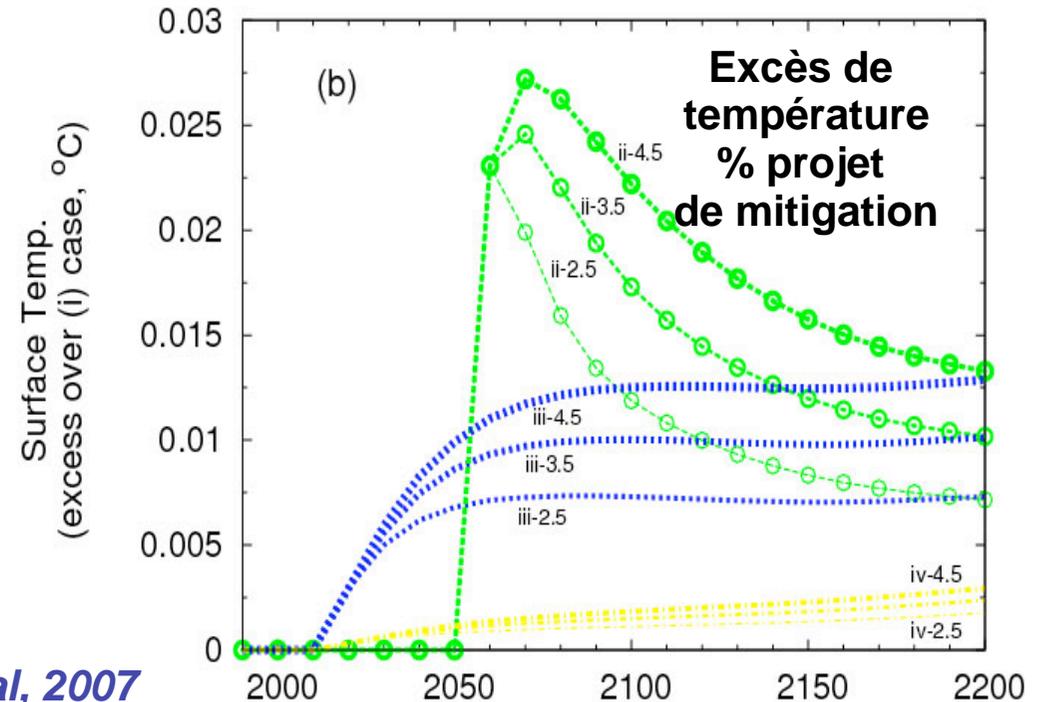
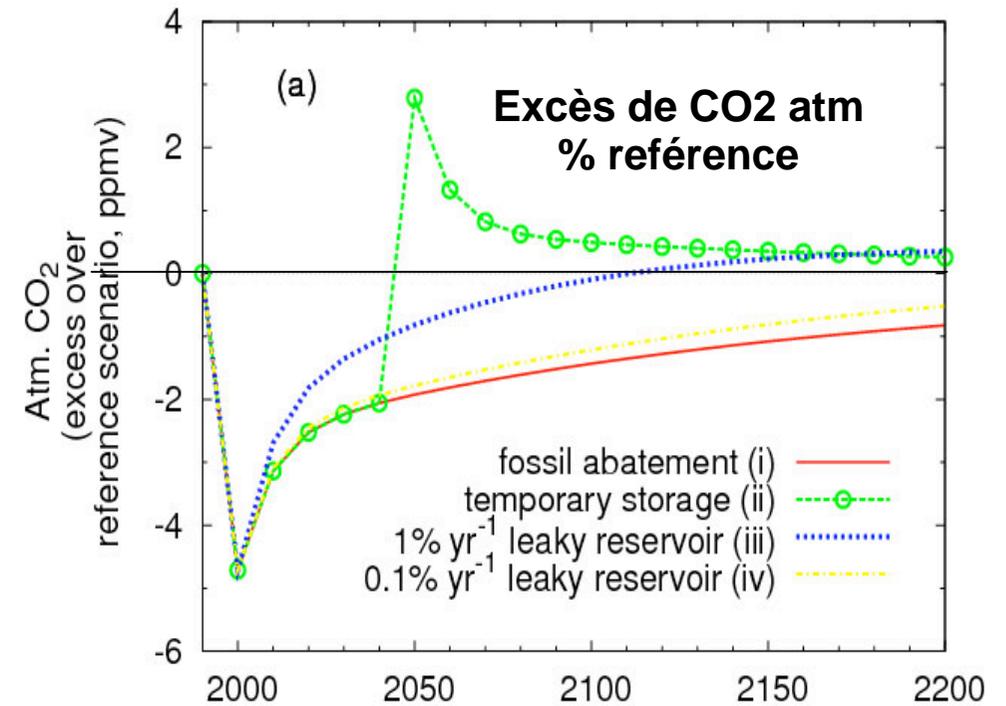
(avec fuites)

Des taux de fuites même faibles  
remettent en cause la CCS

>> la CCS peut-être inutile ... dans  
les scénarios où on en aurait le plus  
besoin

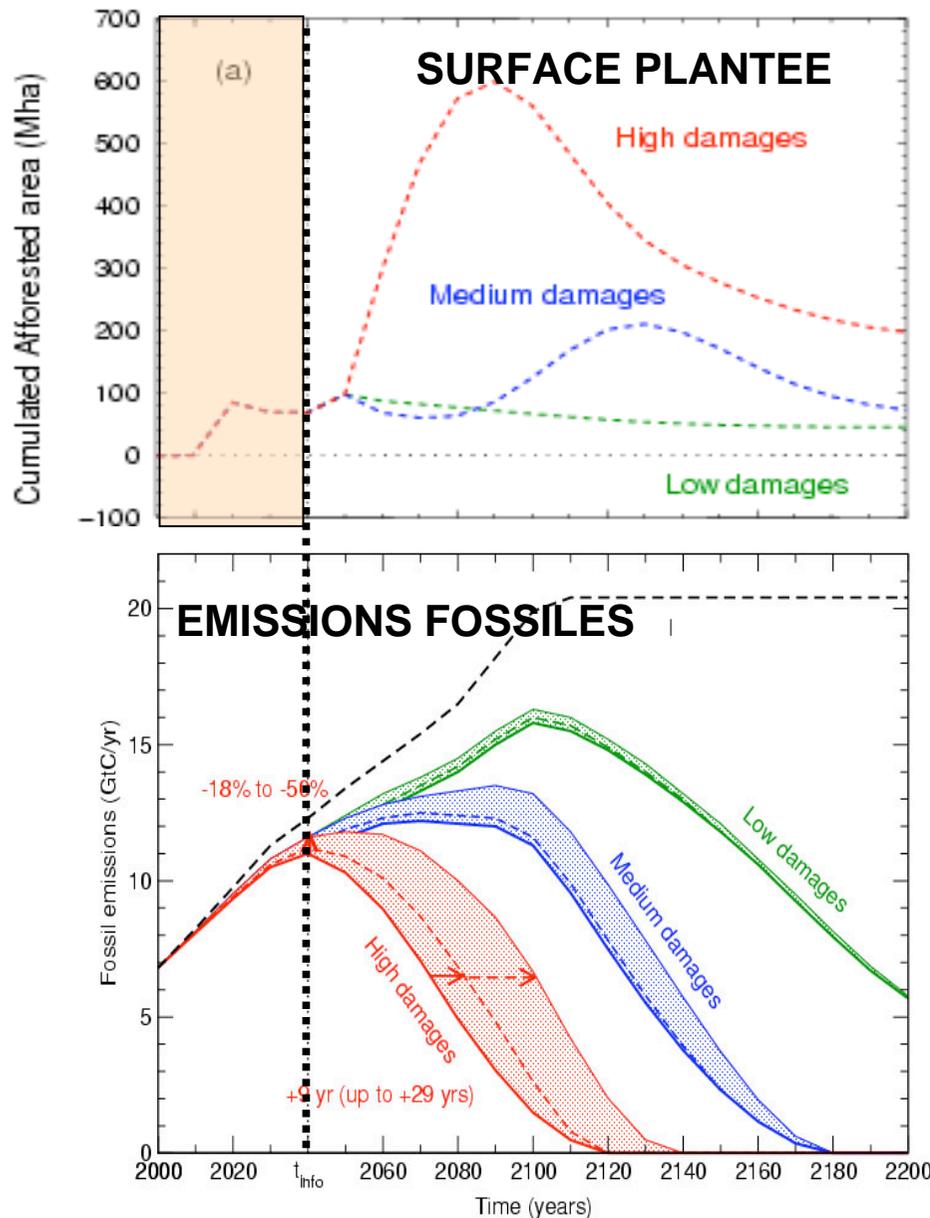
Une sensibilité climatique élevée  
"pénalise" d'autant plus  
l'utilisation de la séquestration

>> l'orientation  
du portfolio technologique  
n'est pas forcément indépendante  
des paramètres climatiques

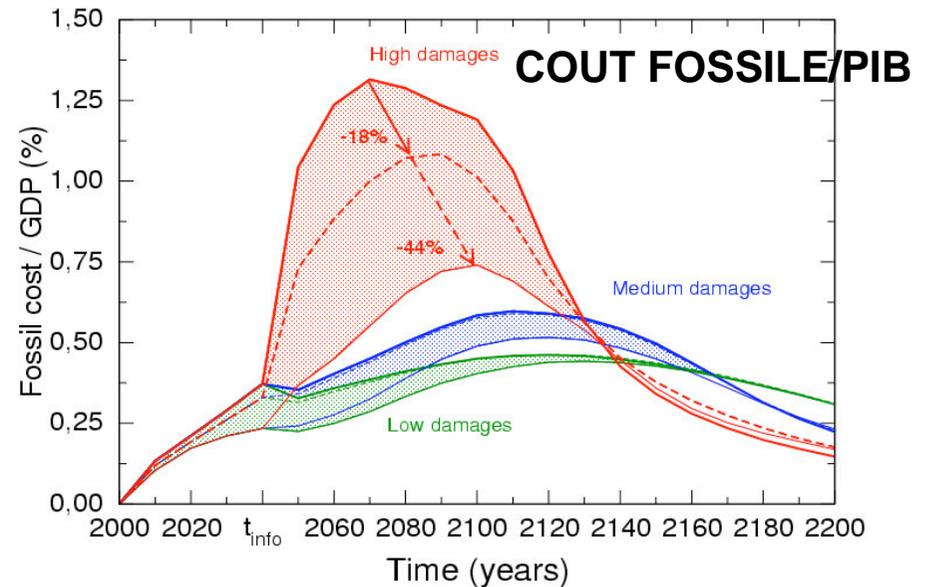


*Gitz et al, 2007*

# Trajectoires optimales de plantation et de mitigation sous incertitude avec Response



Gitz, Hourcade, Ciais, 2006

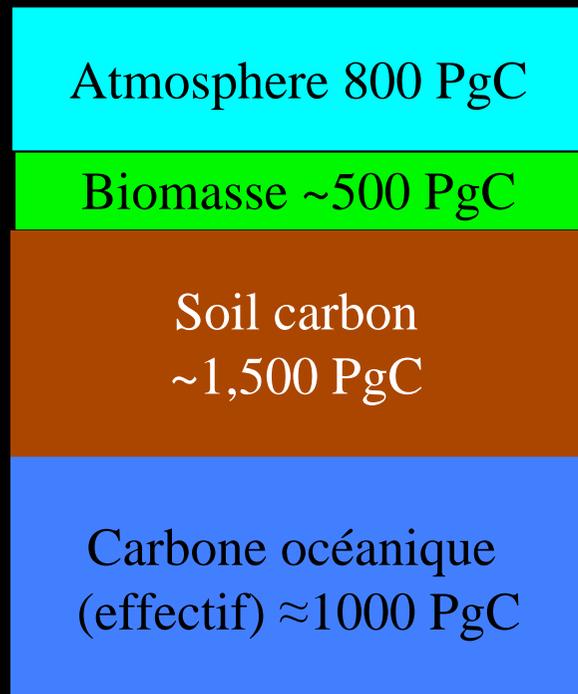


[1] 2000-2040: avant de savoir:  
**Séquestration modérée pour éviter les  
 coûts d'opportunités permanents  
 de la terre**

[2] après 2040, lorsqu'on connaît  
 la réalité des dommages:  
**Séquestration si besoin  
 «soupape de sécurité»**

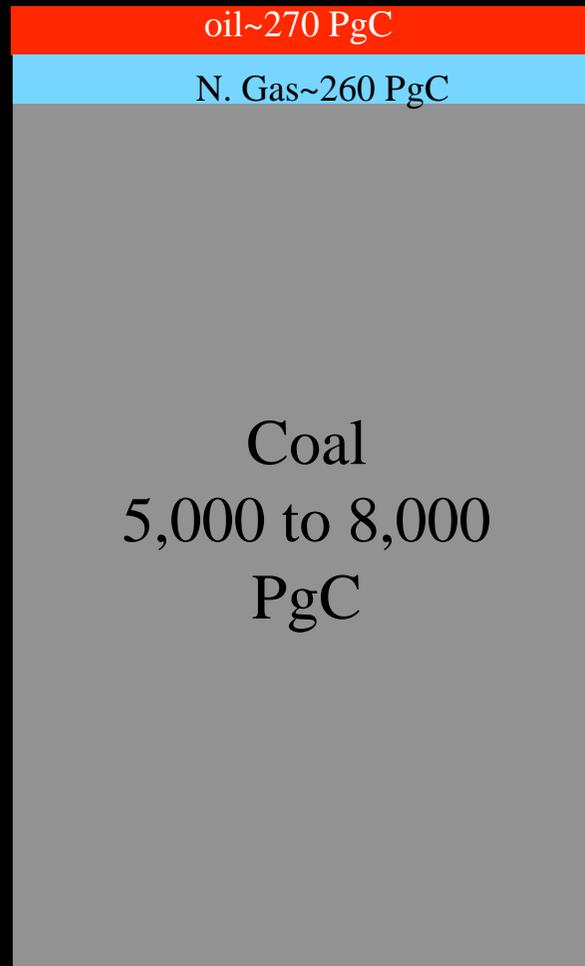
# Plein de carbone fossile (pour plusieurs siècles)

Une injection dans le cycle du carbone ocean+atmosphère+biosphère qui n'est pas réversible ( $> 10^5$  ans)

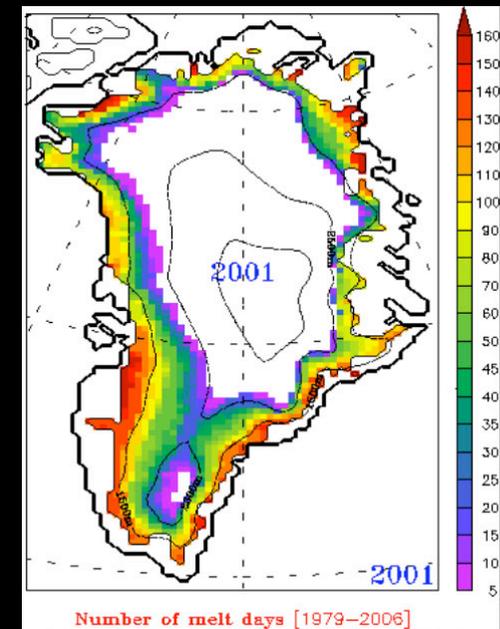


Unconventional  
Fossil Fuels  
15,000 to 40,000 PgC

+



=



# Résultats attendus

- Simulations des trajectoires d'émissions en présence d'incertitude sur la sensibilité climatique et la réponse des puits naturels de carbone,
- Analyse coût-bénéfice des options de séquestration du carbone,
- Impacts régionaux (effet radiatif des aérosols, pollution et santé, ozone et cultures) de l'utilisation future du charbon en Asie, et scénarios alternatifs
- De nouveaux scénarios au-delà de 2100 pour explorer de nouvelles rétroactions climatiques : fonte des glaces, permafrost, clathrates

# Enjeux pour le G I S

- Intégrer les efforts de différentes équipes :
  - Economie : CI RED
  - Climat : IPSL
  - Cycles : LSCE
  - Usage des sols et séquestration : INRA, BI OMCO, ESE, LSCE
- Développer cette activité dans le G I S. Vers une contribution coordonnée aux trois groupes du G I E C
- Insérer cette activité G I S au sein du dispositif national (LEP I I , CEPI I )

Merci à :

P. Dumas

M. Ha Duong

P. Ambrosi

J.C. Hourcade

R. Crassous

O. Sassi

C. Guivarch

H. Waisman

S. Mathy

