

# Carbon-climate feedbacks: comparison between IPSL-CM4-LOOP and IPSLCM5A-C

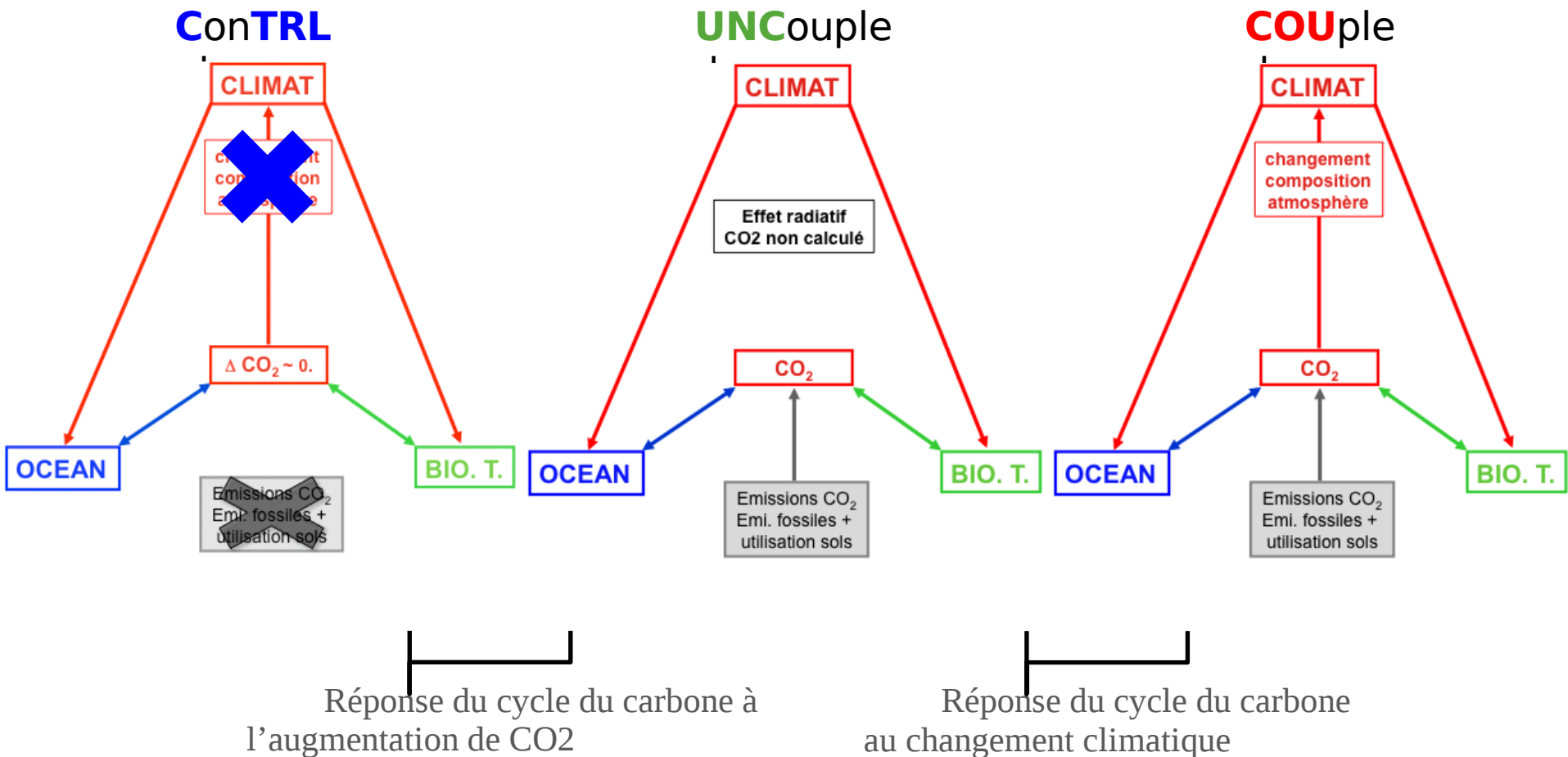
P. Cadule, L. Bopp et al.

MissTerre

23 juin 2011

# Protocole C4MIP

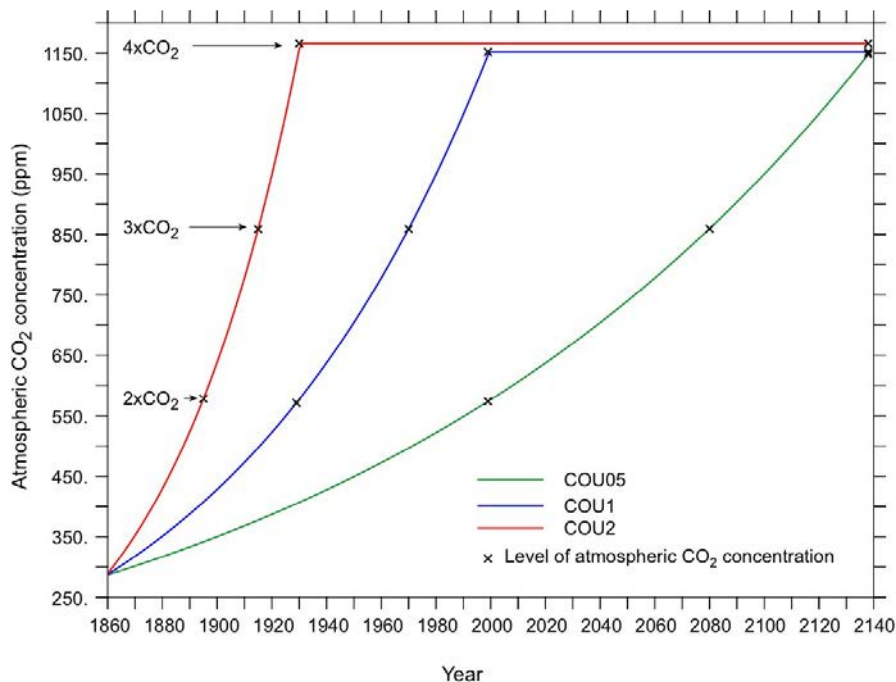
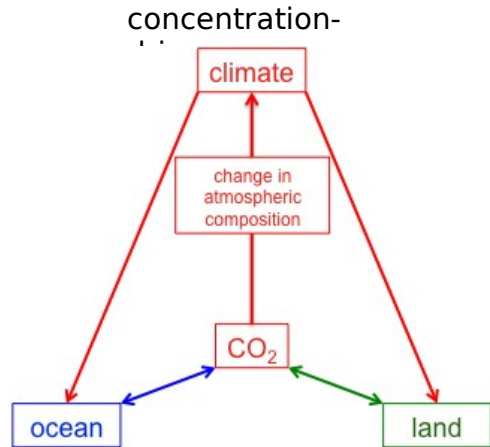
Coupled Carbon Cycle Climate Model Intercomparison Project



07/07/2011

# Analyse de la rétroaction climat-carbone

## Méthode



- Accroissement annuel de 0.5% jusqu'à 4xCO2 puis stabilisation

- IPSL-CM4-LOOP

(simulations COU05 et UNC05)

- Accroissement annuel de 1%

- IPSL-CM4-LOOP

(simulations COU1 et UNC1

jusqu'à 4xCO2 puis stabilisation)

- IPSL-CM5

(simulations 1pctco22 et esmFixClim1

- Accroissement annuel de 2% jusqu'à 4xCO2 puis stabilisation

# Analyse de la rétroaction climat-carbone

## Protocole C4MIP

CO<sub>2</sub>

T

$\alpha$

$\beta$      $\gamma$

**Flux**

Gain en CO<sub>2</sub> du système :

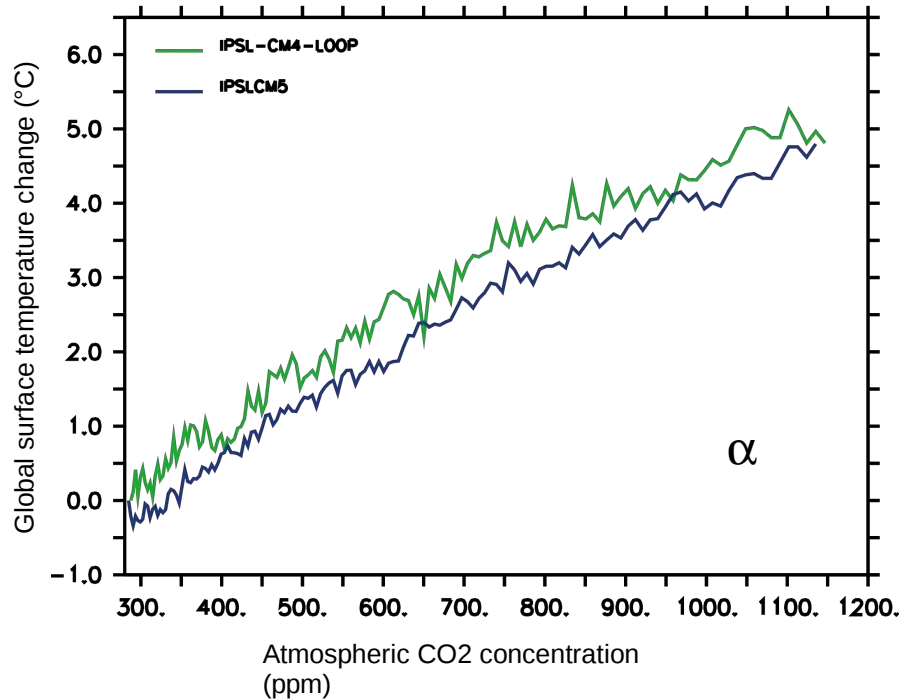
$$g_{CO_2} = -\alpha \times \frac{(\gamma_{AO} + \gamma_{AB})}{1 + \beta_{AO} + \beta_{AB}}$$

$\alpha$  : Sensibilité du climat à l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique (K.ppm-1)

$\beta$  : Sensibilité du cycle du carbone (biosphère terrestre et océan) à l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique (PgC.ppm-1)

$\gamma$  : Sensibilité du cycle du carbone (biosphère terrestre et océan) au changement climatique (PgC.K-1)

# Résultats : 1% CO2



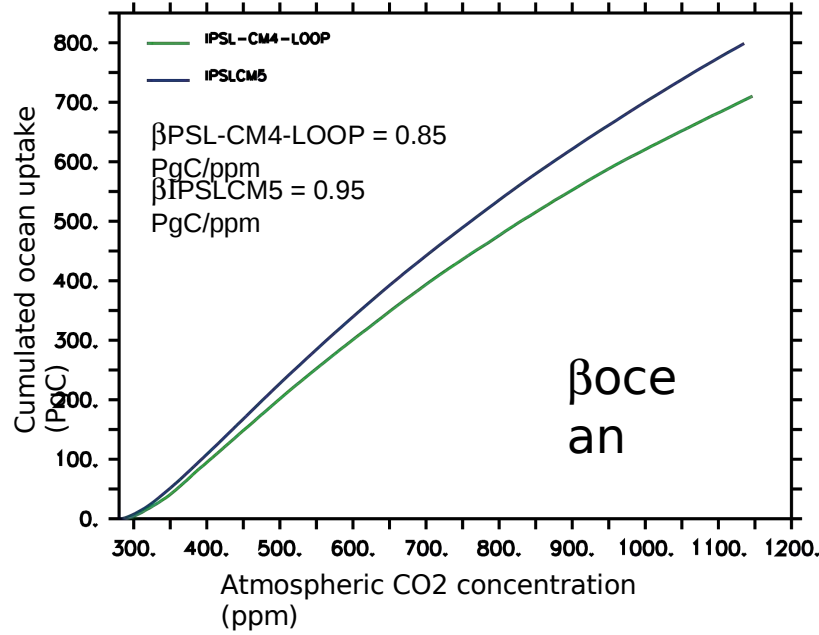
- $\Delta T(\text{IPSL-CM4-LOOP}) = 5^{\circ}\text{C}$
- $\Delta T(\text{IPSLSCM5}) = 4.5^{\circ}\text{C}$
- Sensibilité du climat à l'augmentation du CO2 atmosphérique:
  - équivalente entre les deux modèles
  - ne donne pas d'information sur l'état moyen simulé

UNC : esmFixClim1 (CO2 only)

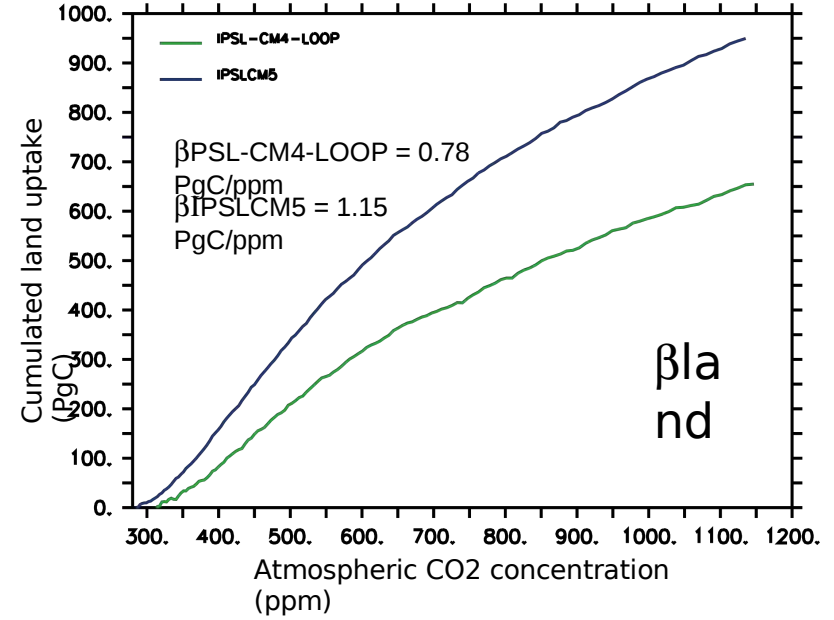
UNC : UNC1 (CO2 only)

07/07/2011

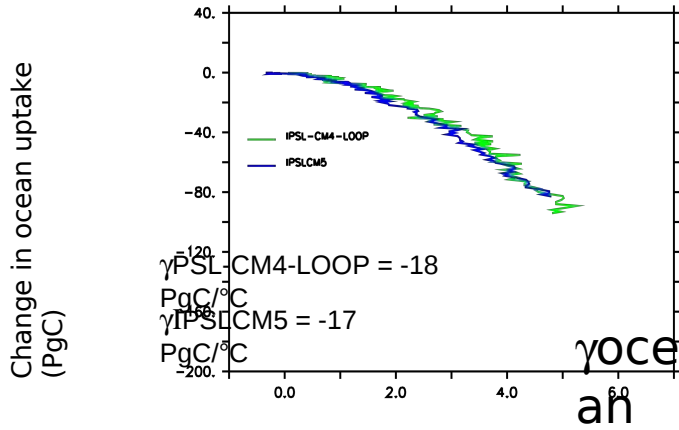
OCEAN



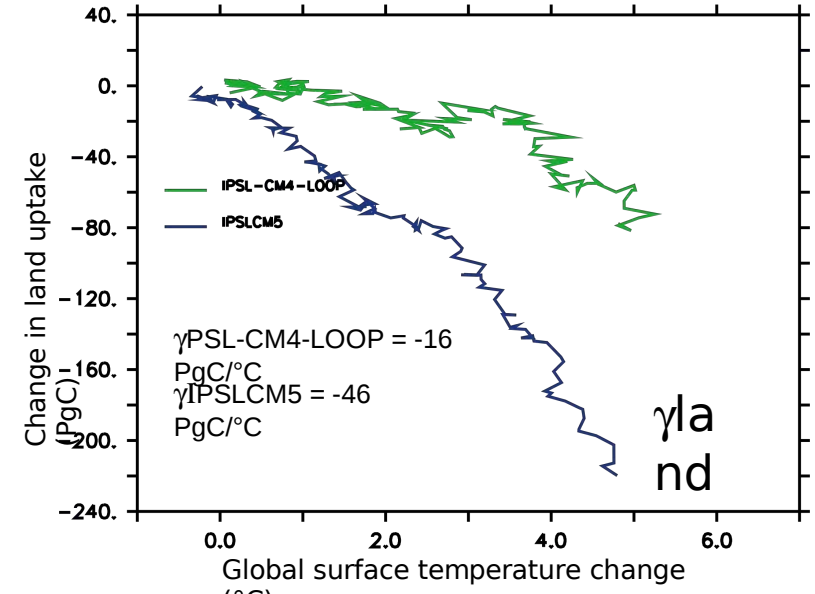
LAND



OCEAN



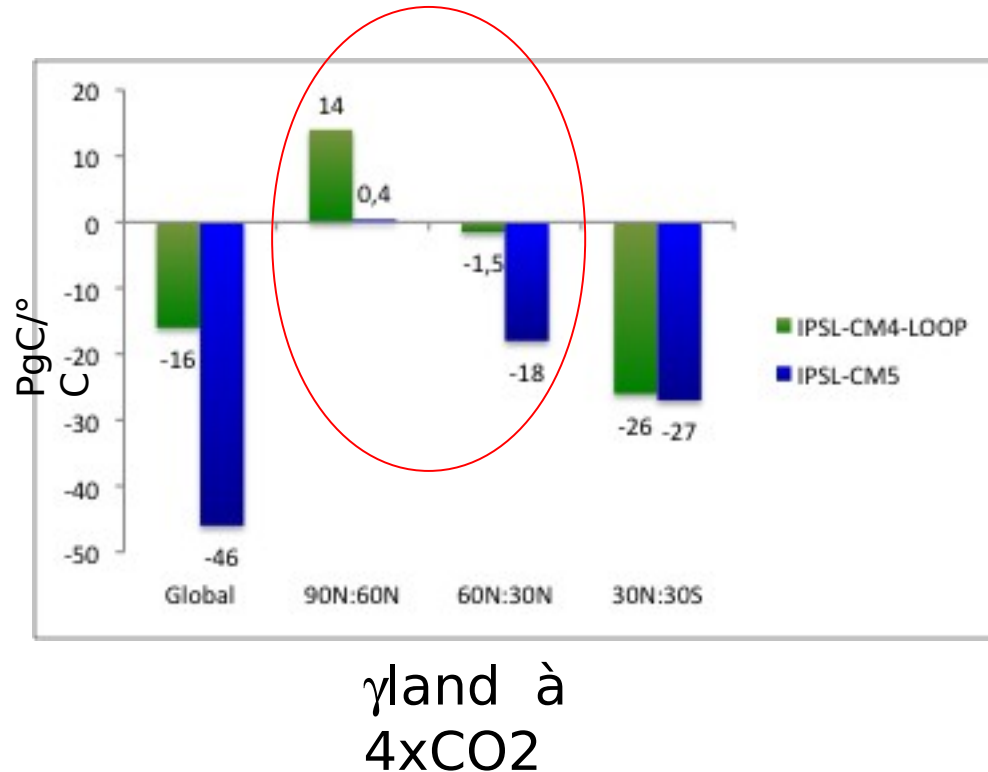
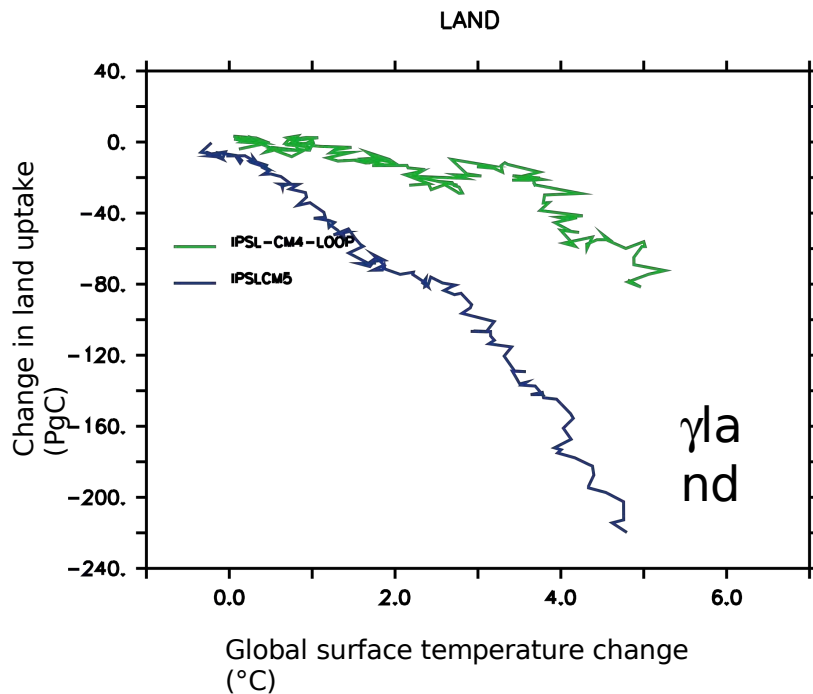
LAND



07/07/2011

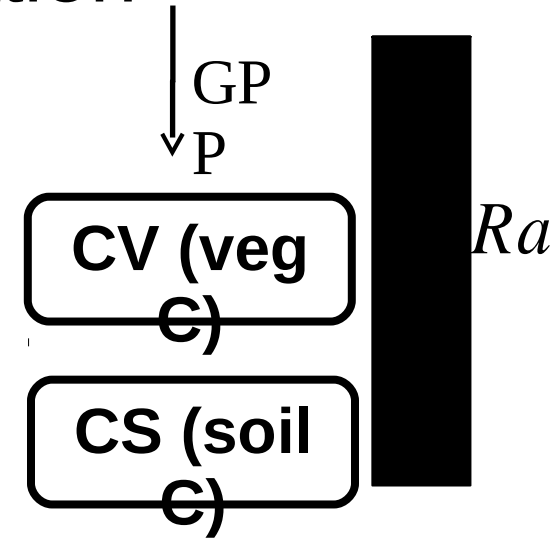
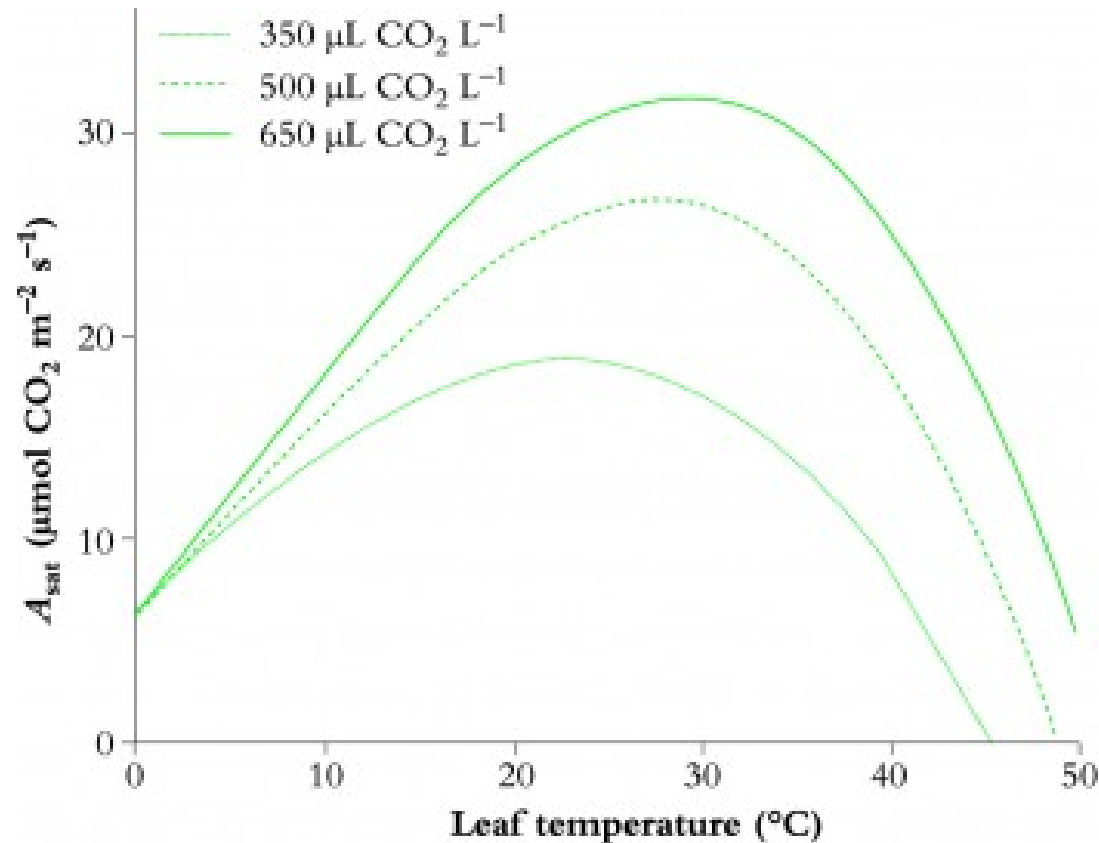
Global surface temperature change (°C)

# Résultats : 1% CO2



- Différence de sensibilité de la biosphère terrestre au changement climatique dans les hautes et moyennes latitudes de l'hémisphère Nord

# Bilan de carbone dans la végétation



- La photosynthèse présente un optimum en fonction de la température
- Par contre, à haute température la photosynthèse décline (à cause de la compétition  $\text{O}_2/\text{CO}_2$  pour l'enzyme Rubisco)
- Par ailleurs une concentration plus importante en  $\text{CO}_2$  favorise la photosynthèse



# Bilan de carbone dans le sol

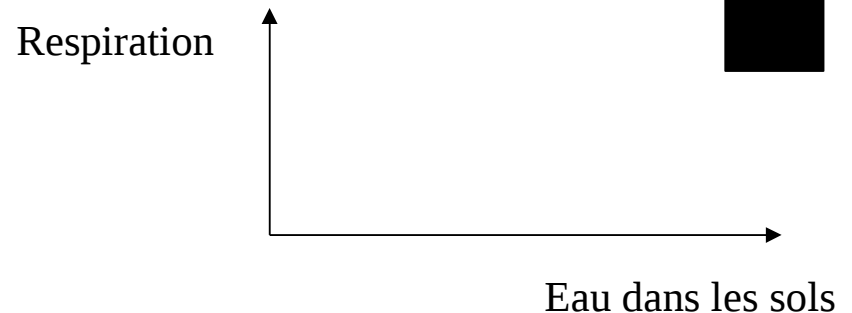
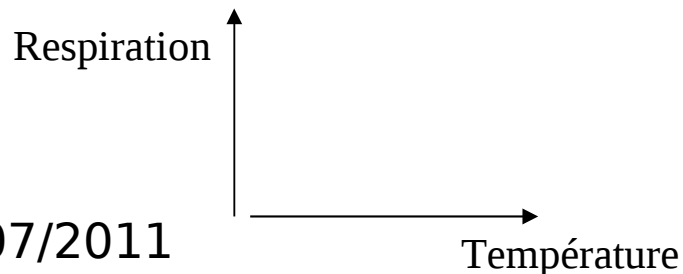
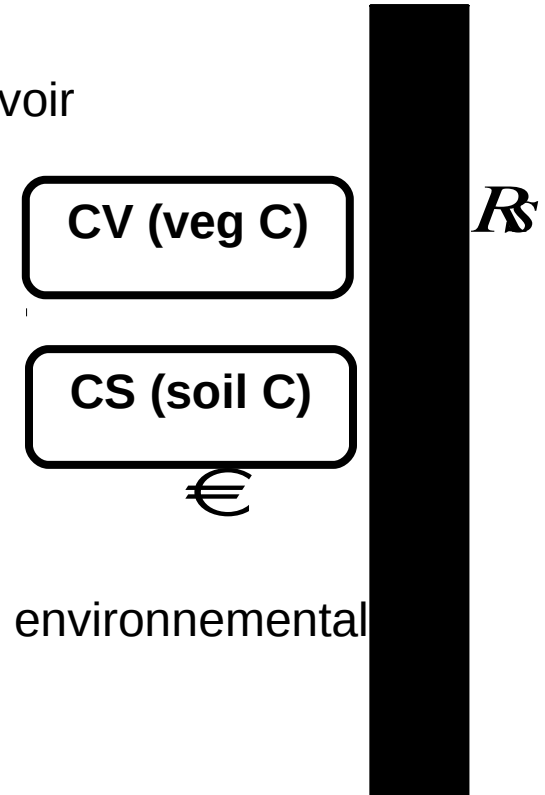
- 1ère hypothèse

- Le flux respiré est proportionnel à la taille du réservoir

$$k_s = \frac{1}{\tau_s} \text{ taux de décomposition}$$

- 2nde hypothèse

- Le taux de respiration peut être relié à des valeurs environnementales telles que la température et l'humidité du sol



# Changement dû à l'effet climatique (COU-UNC)

Carbone dans la végétation



07/07/2011

# Changement dû à l'effet climatique (COU-UNC)

Carbone dans le sol

— IPSLCM  
— IPSL-CM4-  
LOOP      40PgC

-19PgC

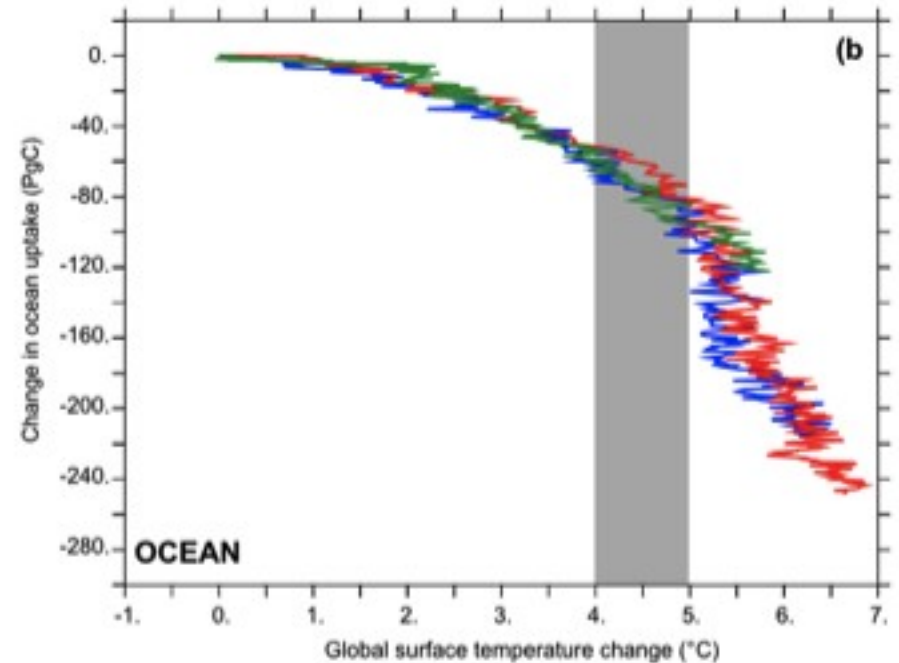
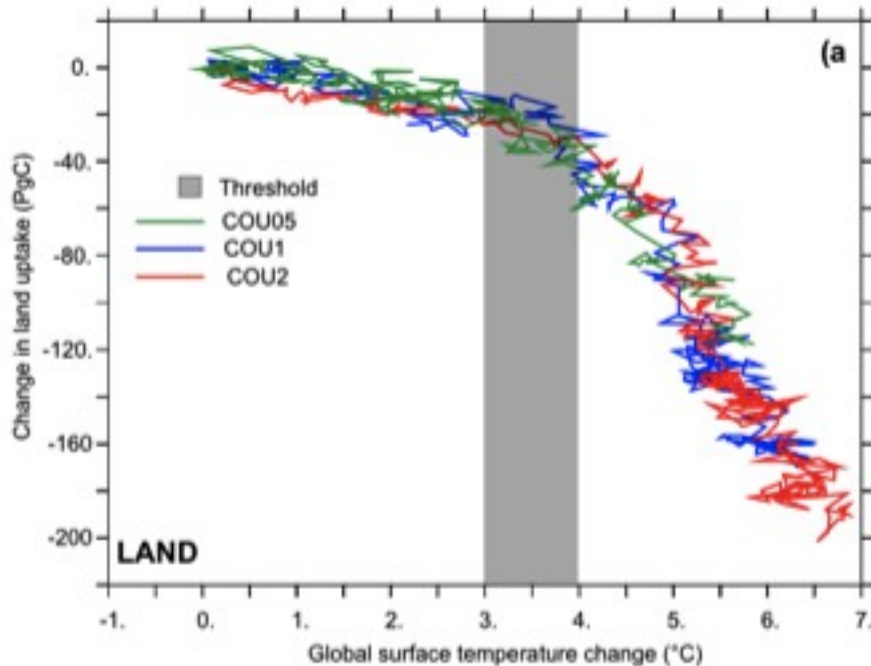
90N:60N

— IPSLCM  
— IPSL-CM4-  
LOOP      -56 PgC

60N:30N      -58PgC

07/07/2011

# Sensibilité et vitesse de perturbation



- La valeur de  $\gamma_{AB}$  dépend au premier ordre du réchauffement simulé et de la température moyenne

# conclusion

à gain

$g_{CO_2}(IPSLCM5) = 0.08$

$g_{CO_2}(IPSL-CM4-LOOP) = 0.05$

Différences entre les deux modèles principalement dues à la biosphère terrestre à la sensibilité de la biosphère terrestre au changement climatique

La sensibilité de la biosphère terrestre au changement climatique est contrôlée par la valeur de la température simulée, par rapport à la température optimale d'activité photosynthétique ( $T_{opt}$ ) de la végétation.

Etudes régionales pour la biosphère terrestre et l'océan ( $\beta$  et  $\gamma$ ) simulations avec un accroissement de 0.5% et 2% avec IPSL-

CM5 07/07/2011