

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

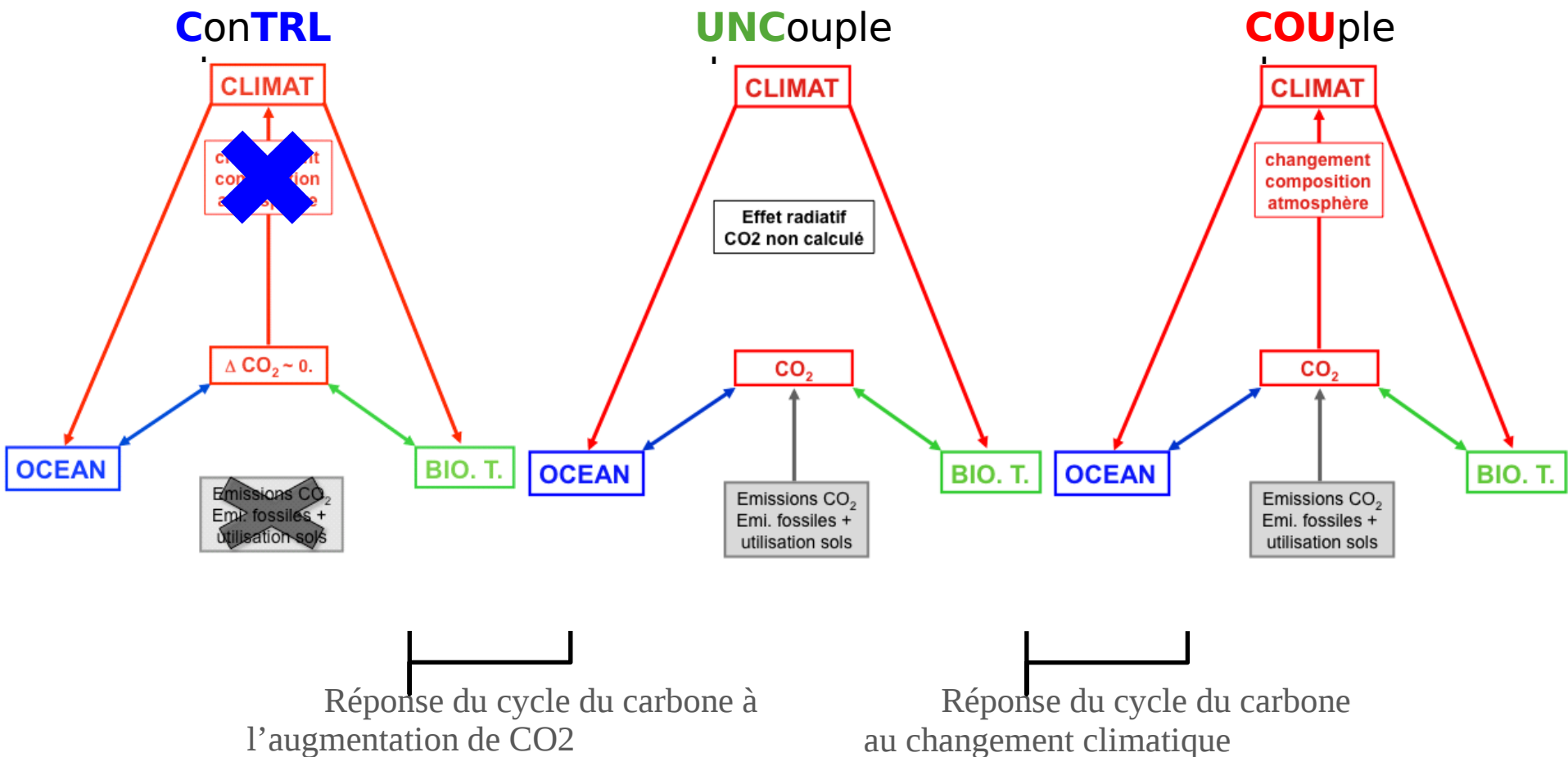
P. Cadule, L. Bopp et al.

MissTerre

23 juin 2011

Protocole C4MIP

Coupled Carbon Cycle Climate Model Intercomparison Project

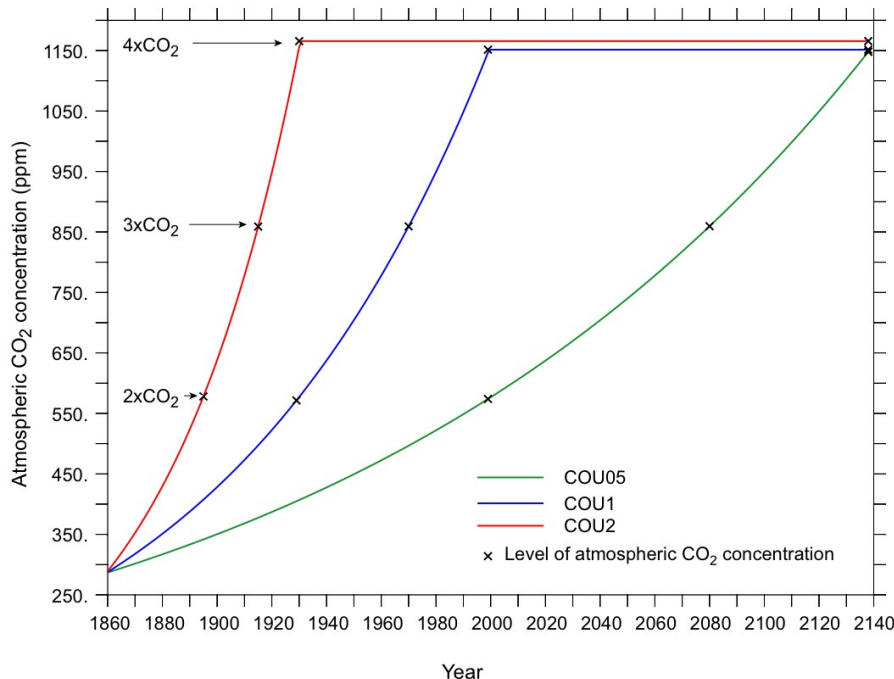
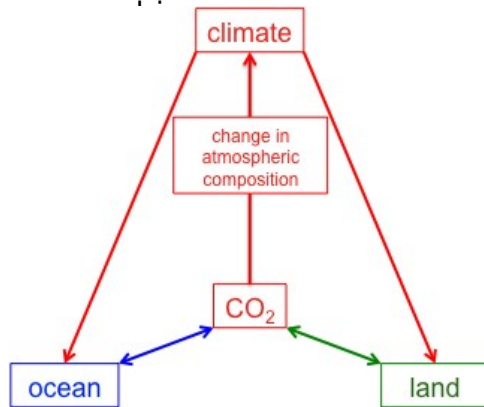


07/07/2011

Analyse de la rétroaction climat-carbone

Méthode

concentration-



- 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

CO₂

T

α

β γ

Flux

Gain en CO₂ du système :

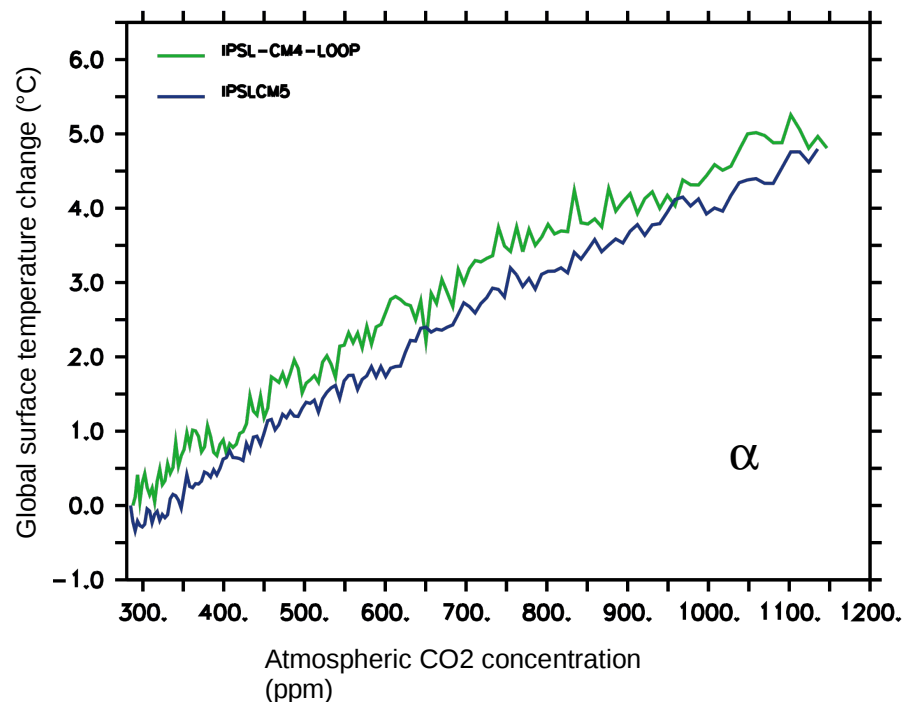
$$g_{CO_2} = -\alpha \times \frac{(\gamma_{AO} + \gamma_{AB})}{1 + \beta_{AO} + \beta_{AB}}$$

α : Sensibilité du climat à l'augmentation du CO₂ atmosphérique (K.ppm-1)

β : Sensibilité du cycle du carbone (biosphère terrestre et océan) à l'augmentation du CO₂ atmosphérique (PgC.ppm-1)

γ : 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)

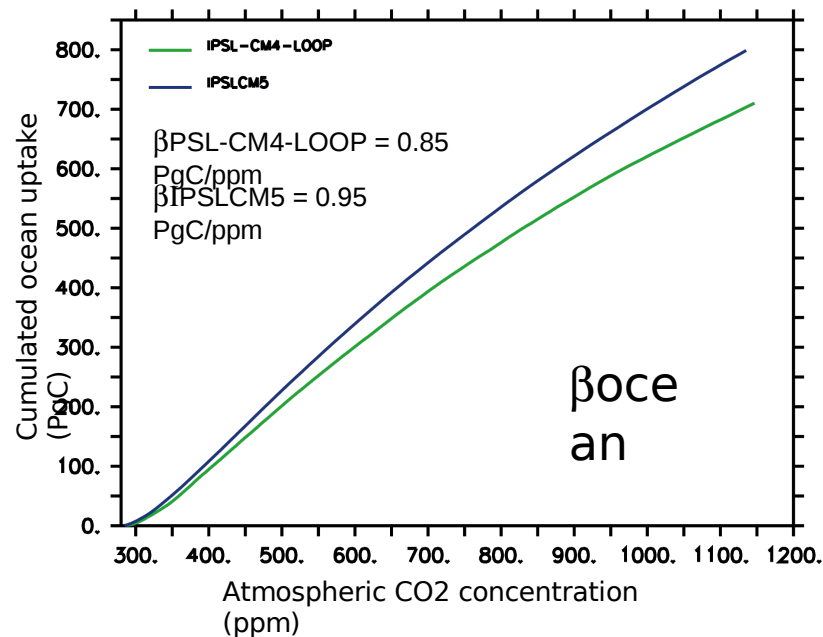
UNC : UNC1 (CO2 only)

07/07/2011

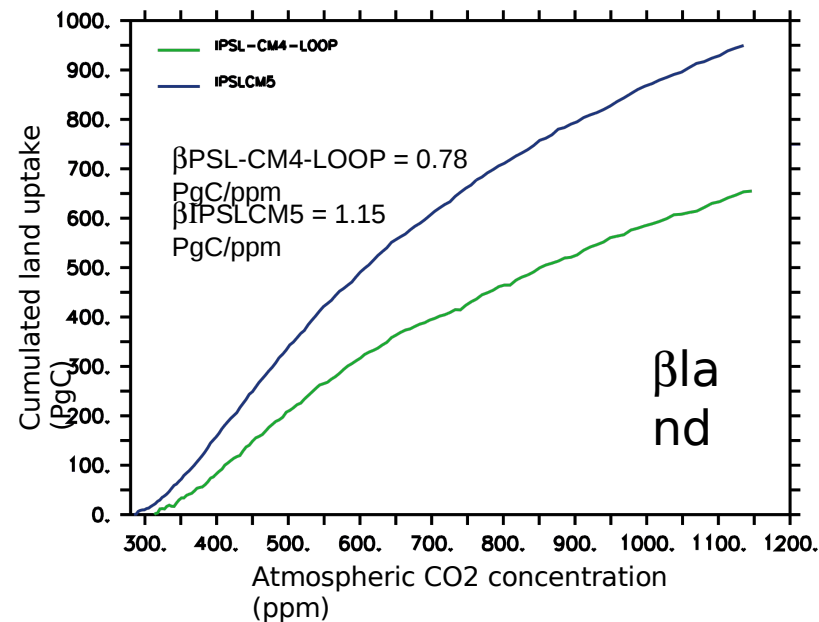
(2/3)

COU : 1pctco2 et COU1 (CO2 & Climate)
UNC : esmFixClim1 et UNC1 (CO2 only)

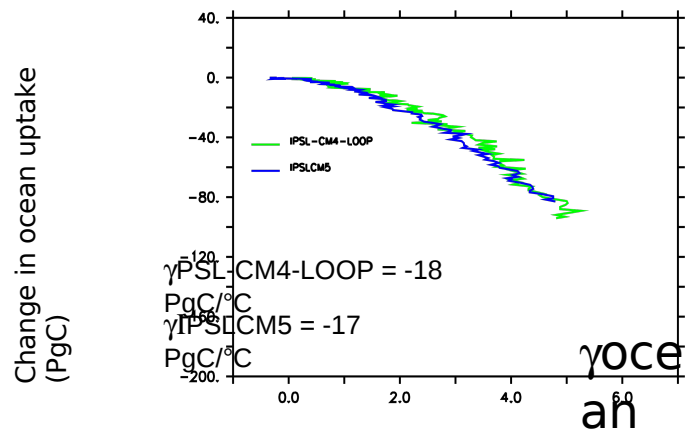
OCEAN



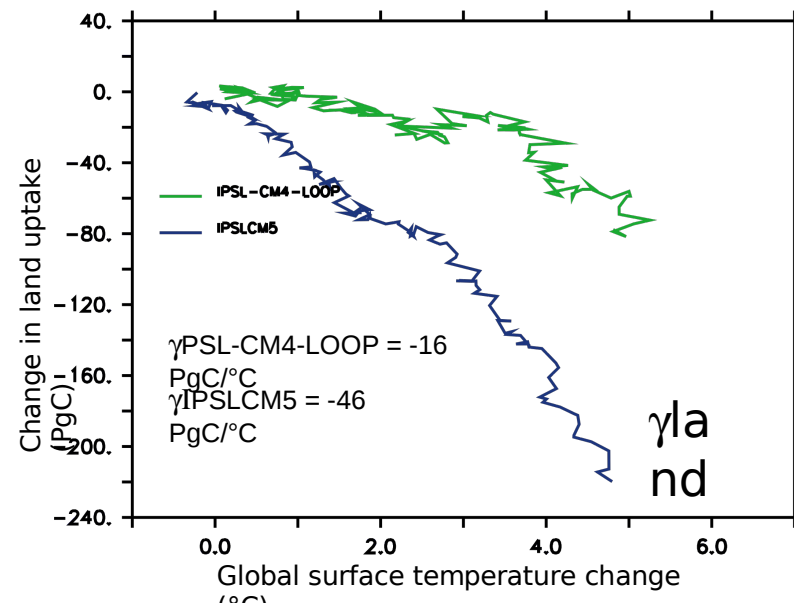
LAND



OCEAN



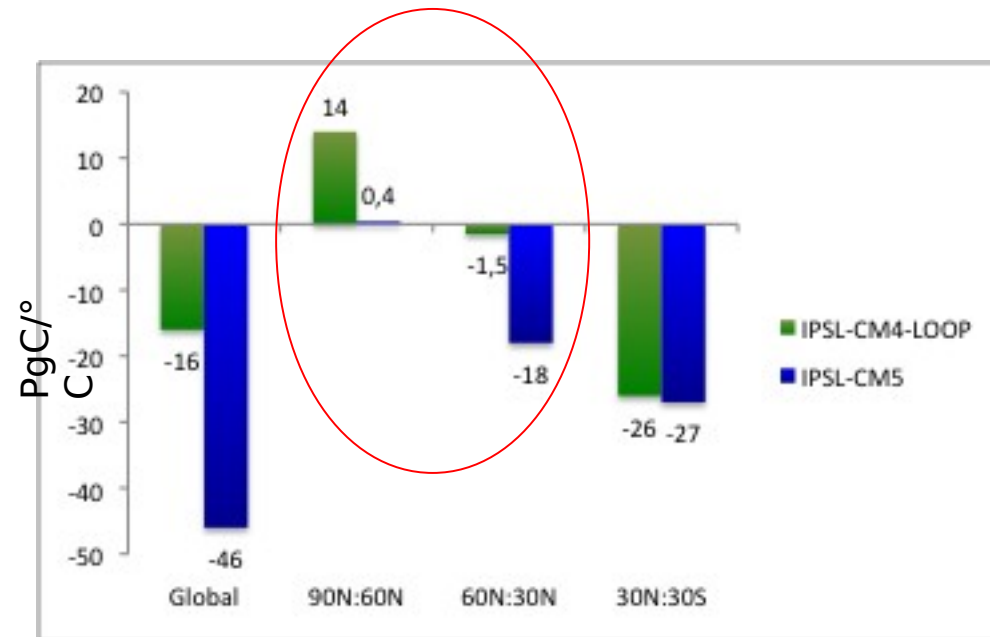
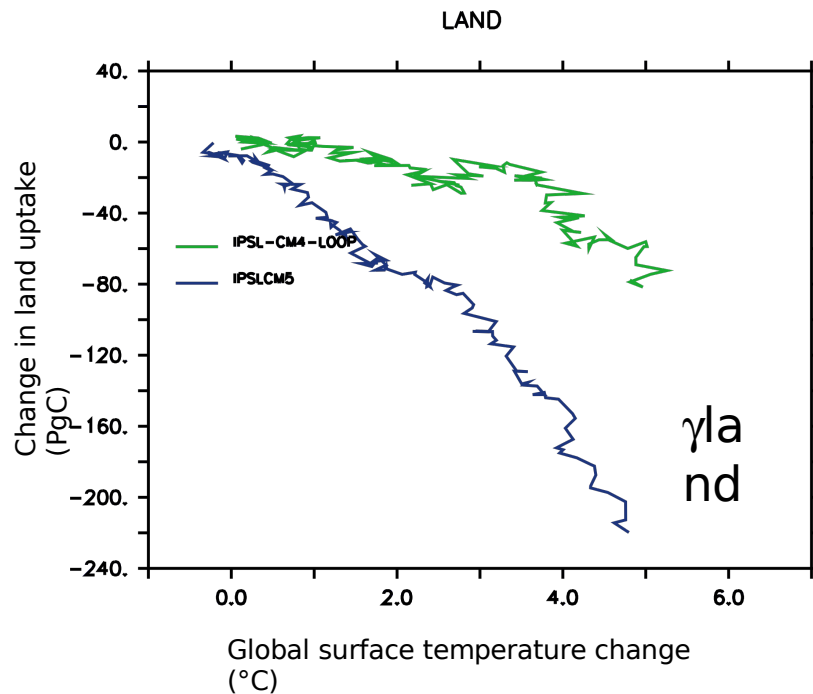
LAND



07/07/2011

Global surface temperature change (°C)

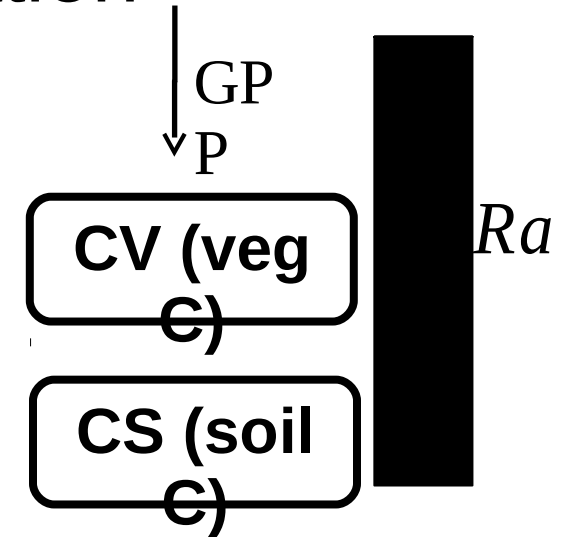
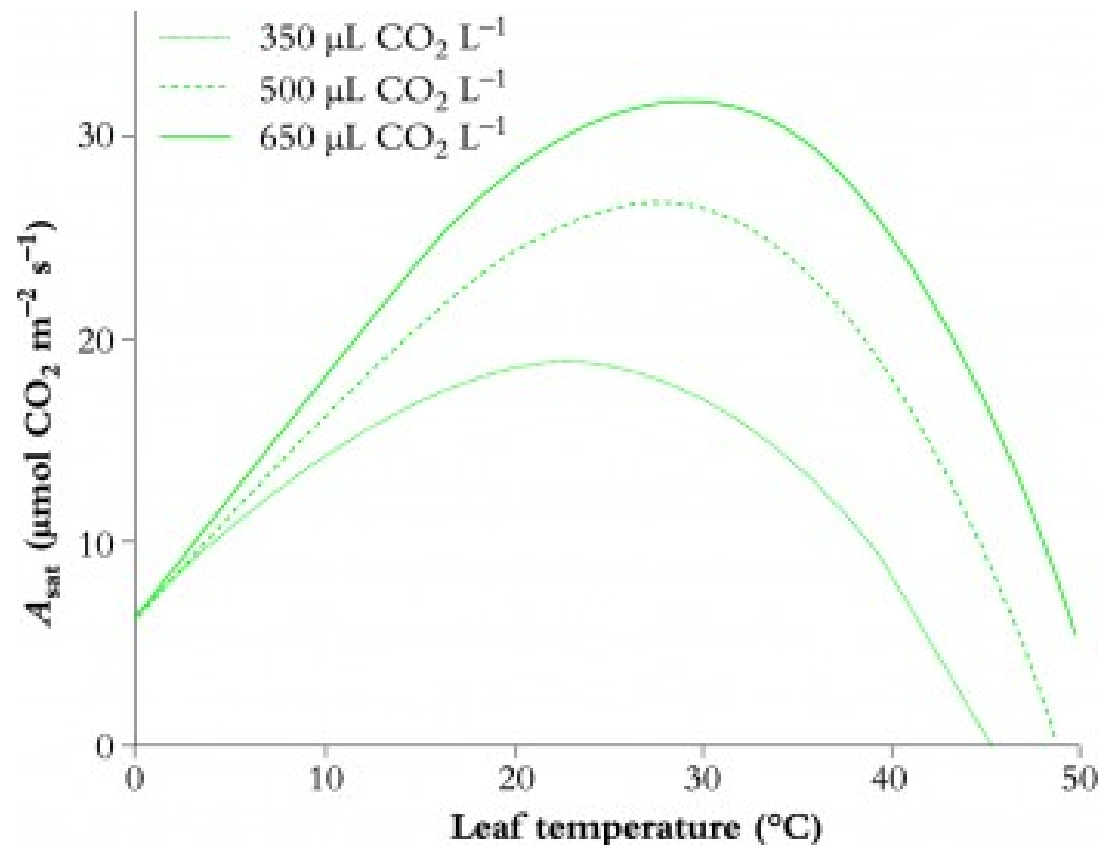
Résultats : 1% CO₂



land à
4xCO₂

- 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 O_2/CO_2 pour l'enzyme Rubisco)
- Par ailleurs une concentration plus importante en CO_2 favorise la photosynthèse

Bilan de carbone dans le sol

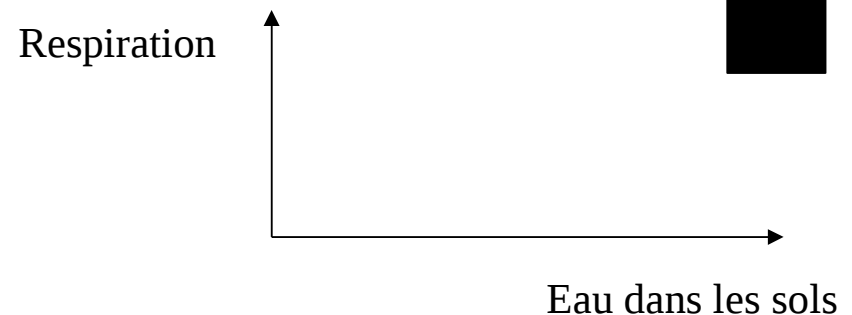
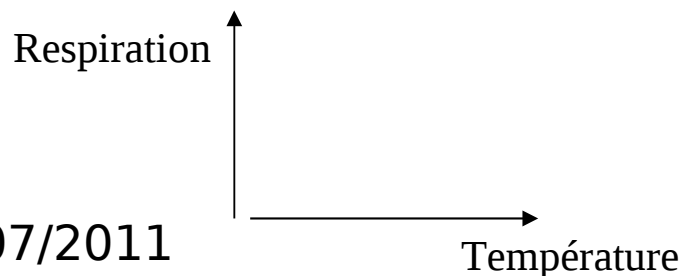
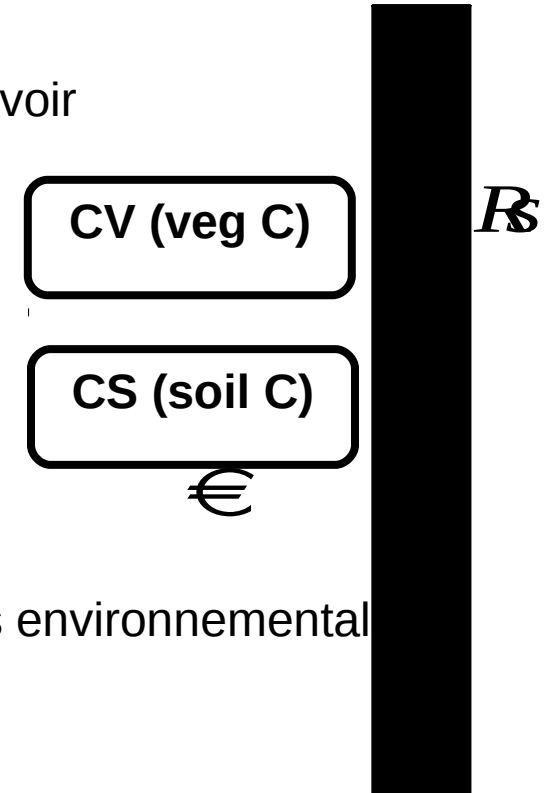
- 1ère hypothèse

- Le flux respiré est proportionnel à la taille du réservoir

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

- 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)

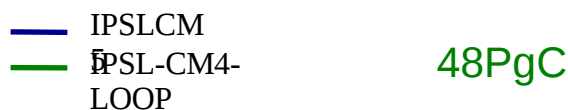
Carbone dans la végétation



24PgC

90N:60N

nombre de jours
($T_{min} > T_{opt}$)



16PgC

60N:30N

07/07/2011

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

Carbone dans le sol

— IPSLCM
— IPSL-CM4-
LOOP 40PgC

-19PgC

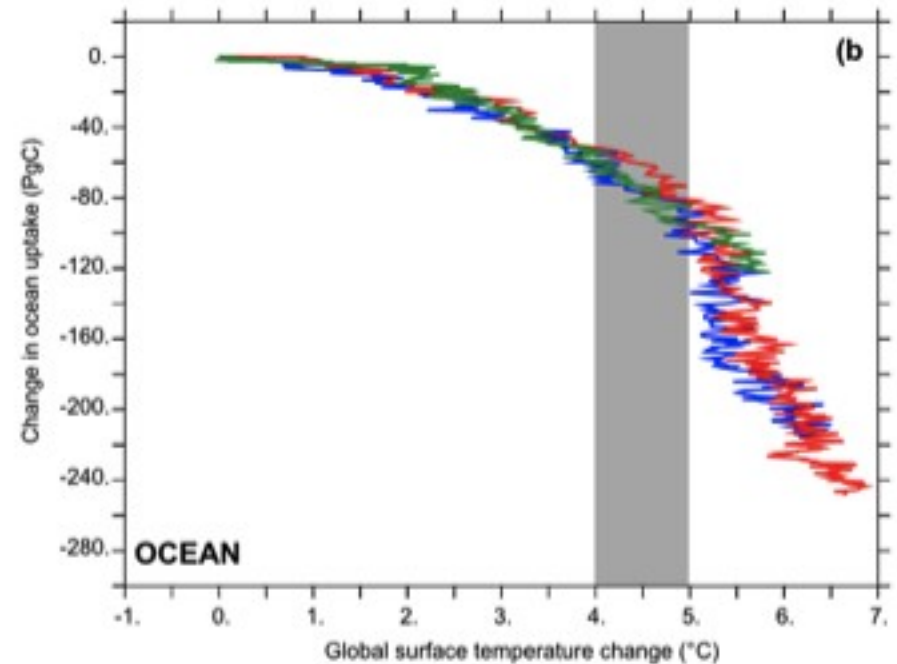
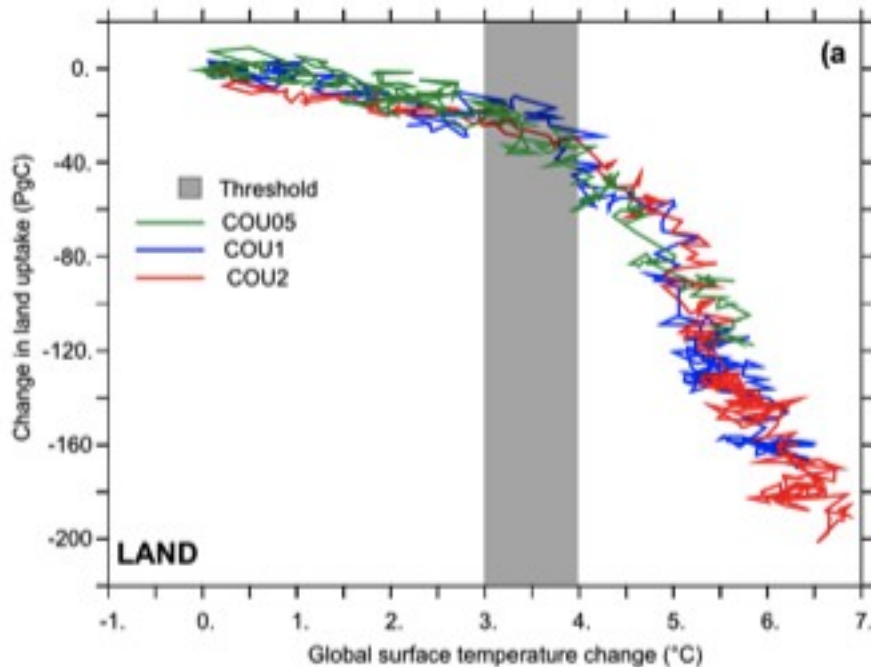
90N:60N

— IPSLCM
— IPSL-CM4-
LOOP -56 PgC

60N:30N -58PgC

07/07/2011

Sensibilité et vitesse de perturbation



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

conclusion

à gain

$gCO_2(IPSLCM5) = 0.08$

$gCO_2(IPSL-CM4-LOOP) = 0.05$

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 (β et γ) simulations avec un accroissement de 0.5% et 2% avec IPSL-CM5 ?

07/07/2011