

NOUVEAUX ENJEUX & CYCLE DU CARBONE

Patricia Cadule, Pierre Friedlingstein, Laurent Bopp,
Pole de modélisation du Climat de l'IPSL

Enjeux : EXERCICE CMIP5

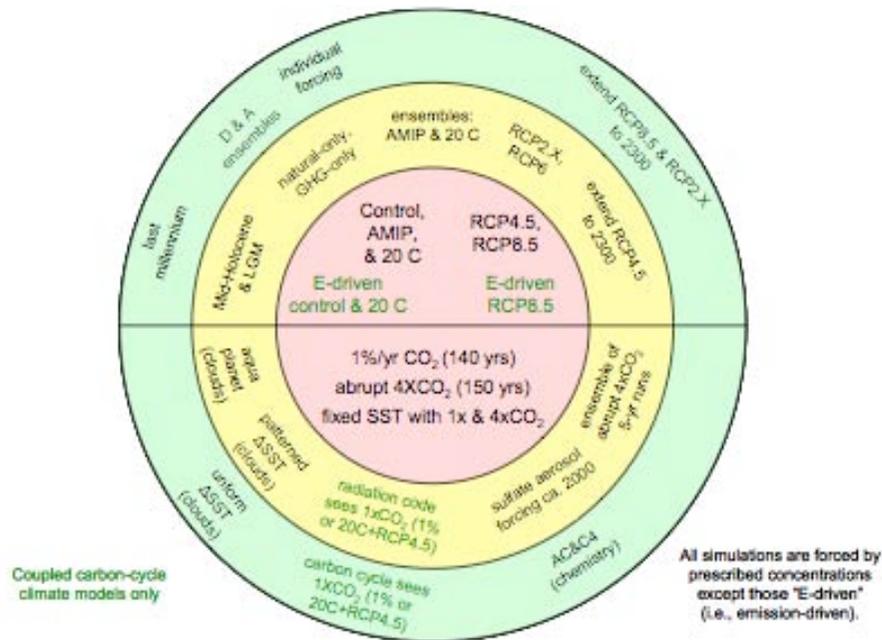
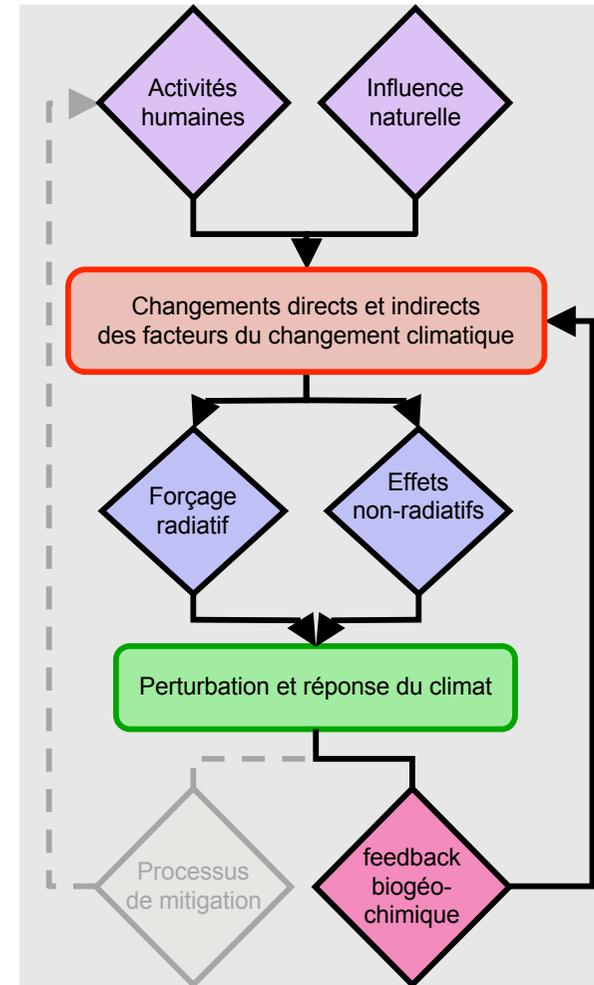


Figure 3: Schematic summary of CMIP5 long-term experiments.

- Simulations couplées climat-carbone forcées en émission et en concentration



RÉTROACTION CLIMAT CARBONE

Cox et al., 2000, **Nature**

Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model

Peter M. Cox^{*}, Richard A. Betts^{*}, Chris D. Jones^{*}, Steven A. Spall^{*} & Ian J. Totterdell[†]

Friedlingstein et al., 2001, **GRL**

Positive feedback between future climate change and the carbon cycle

Pierre Friedlingstein, Laurent Bopp, Philippe Ciais,
IPSL/LSCE, CE-Saclay, 91191, Gif sur Yvette, France

Jean-Louis Dufresne, Laurent Fairhead, Hervé LeTreut,
IPSL/LMD, Université Paris 6, 75252, Paris, France

Patrick Monfray, and James Orr
IPSL/LSCE, CE-Saclay, 91191, Gif sur Yvette, France

Friedlingstein et al., 2006, **Journal of Climate**

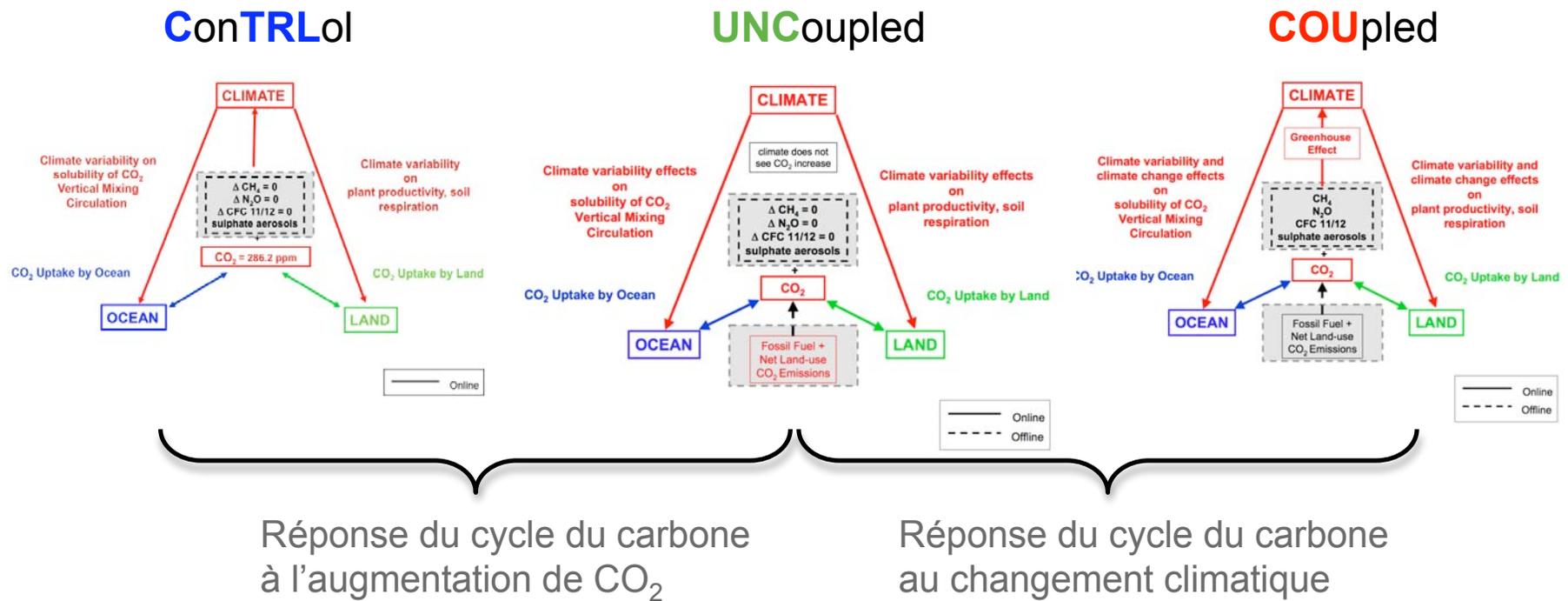
Climate–Carbon Cycle Feedback Analysis: Results from the C⁴MIP Model Intercomparison

P. FRIEDLINGSTEIN,^a P. COX,^b R. BETTS,^c L. BOPP,^a W. VON BLOH,^d V. BROVKIN,^d P. CADULE,^e
S. DONEY,^f M. EBY,^g I. FUNG,^h G. BALA,ⁱ J. JOHN,^h C. JONES,^c F. JOOS,^j T. KATO,^k M. KAWAMIYA,^k
W. KNORR,^l K. LINDSAY,^m H. D. MATTHEWS,^{g,n} T. RADDATZ,^o P. RAYNER,^a C. REICK,^o E. ROECKNER,^p
K.-G. SCHNITZLER,^p R. SCHNUR,^p K. STRASSMANN,^j A. J. WEAVER,^g C. YOSHIKAWA,^k AND N. ZENG^q

Feedback climat-carbone positif



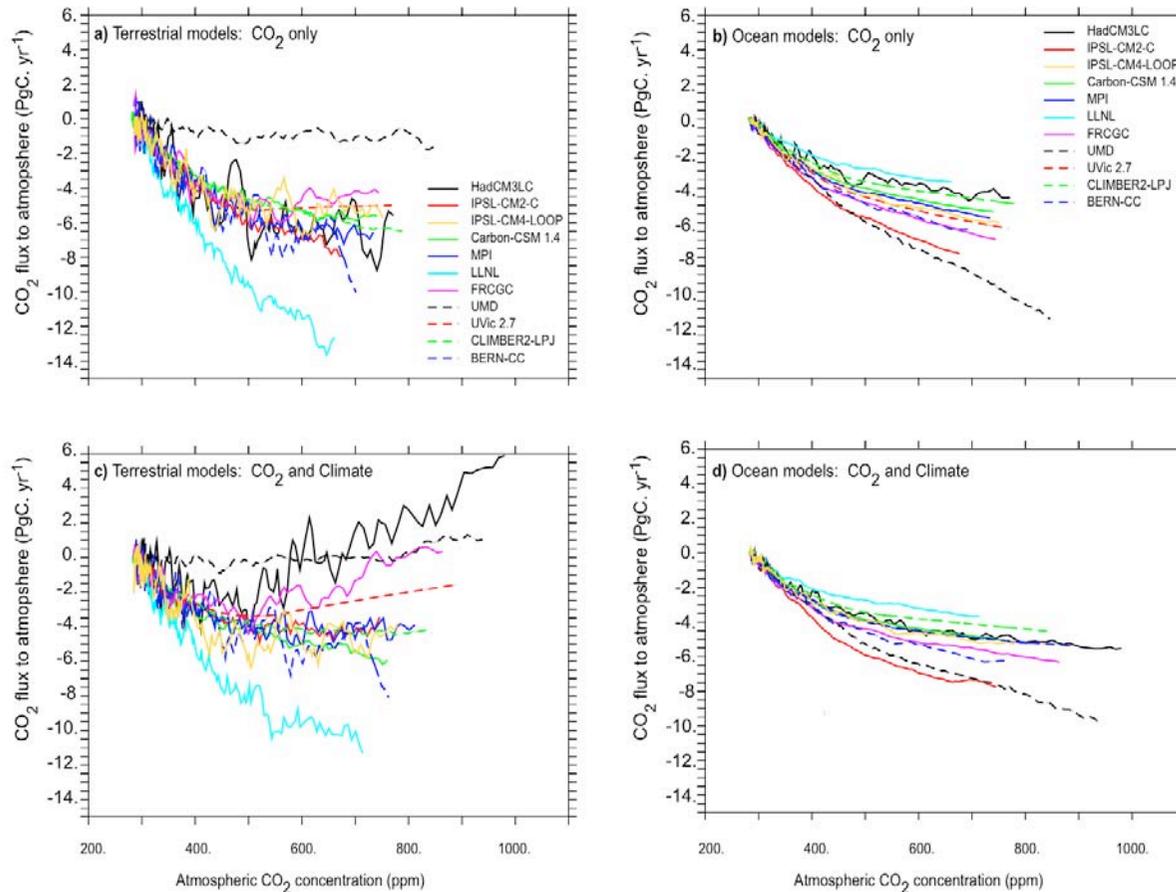
RÉTROACTION CLIMAT CARBONE PROTOCOLE C⁴MIP



- Calcul du *feedback* climat-carbone



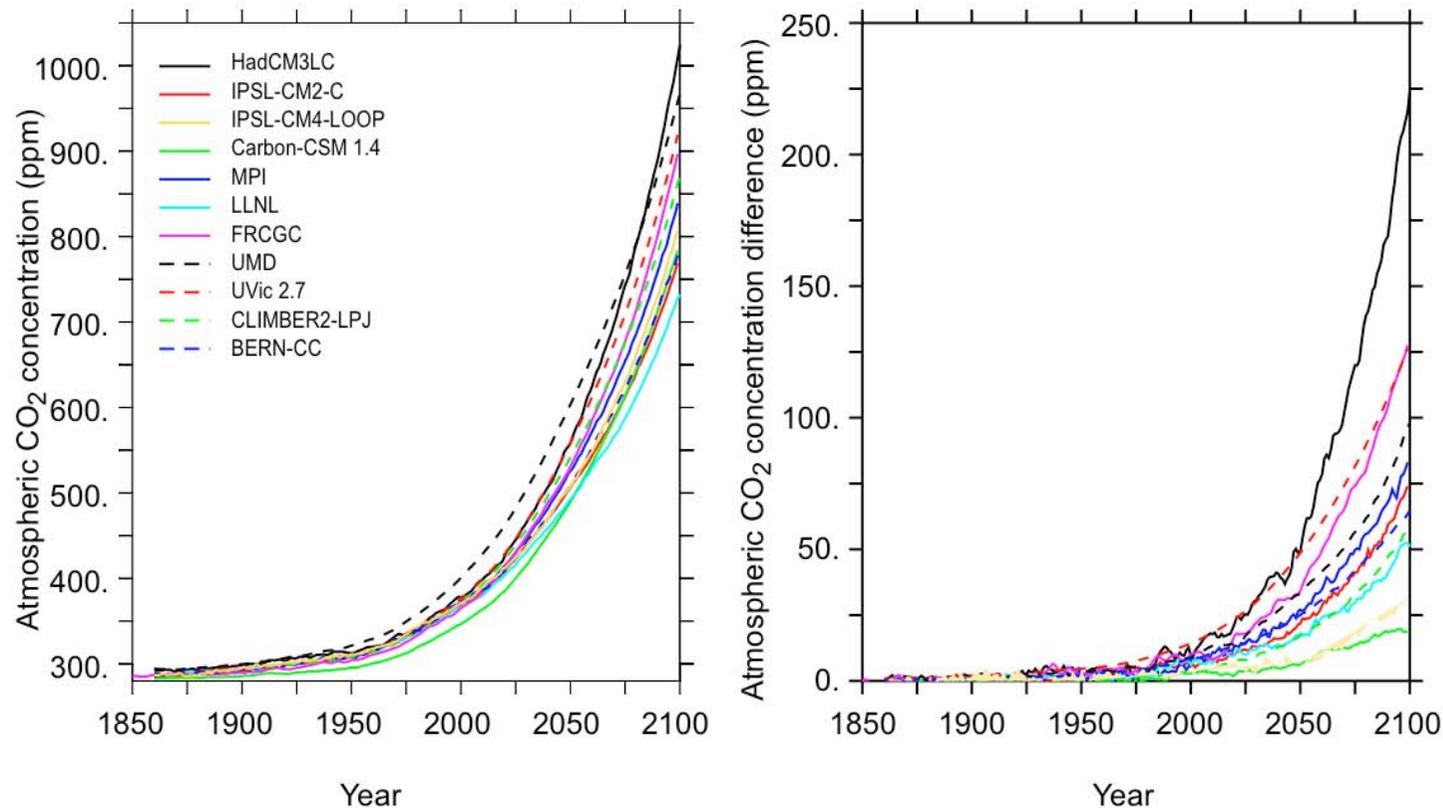
RÉTROACTION CLIMAT CARBONE



- Effet climatique : réduction de la capacité de la biosphère terrestre et de l'océan à absorber du CO₂



RÉTROACTION CLIMAT CARBONE



- Grande incertitude sur l'amplitude de la rétroaction climat-carbone (+20 à +220 ppm)
- Réchauffement additionnel de 0.1 à 0.9°C en 2100 (SRES-A2), 40% inférieur aux estimations de Friedlingstein et al. (2006)



BILAN

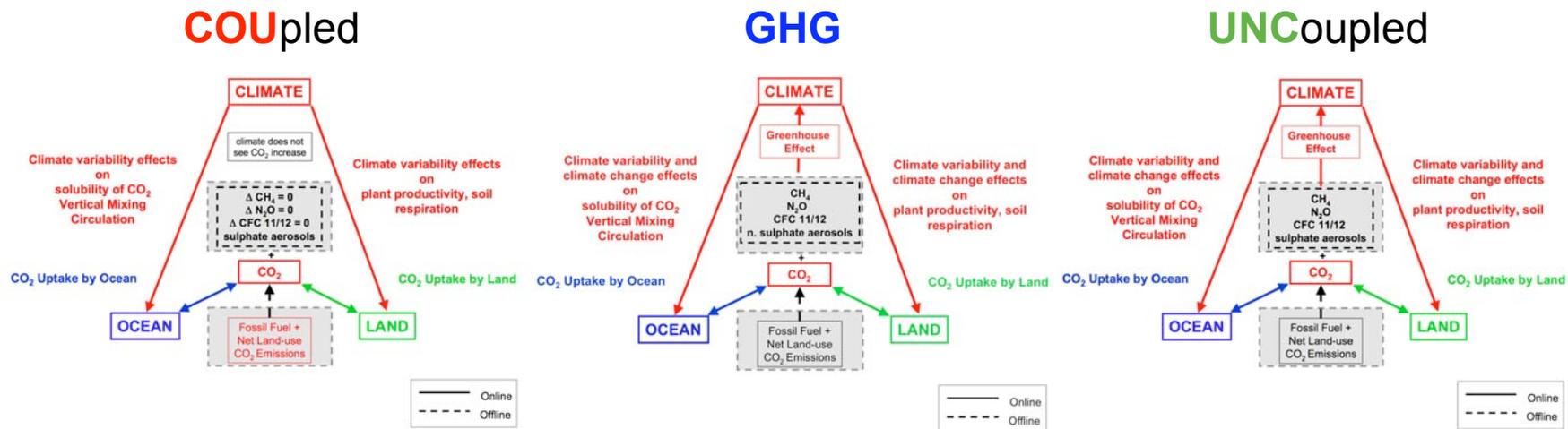
- Importance de la prise en compte la rétroaction climat-carbone due à l'augmentation de la concentration atmosphérique de CO₂ dans les projections climatiques
- Grande incertitude sur l'amplitude de la rétroaction climat-carbone due à la sensibilité du cycle du carbone de la biosphère terrestre au changement climatique

Depuis le Livre Blanc

- Etudier la sensibilité du cycle du carbone au forçage radiatif exercé par les GES non-CO₂ et les aérosols
- Évaluer les modèles de cycles sur la période historique (capacité à simuler les échanges de carbone entre l'atmosphère, la biosphère terrestre et l'océan, sensibilité climatique intra/interannuelle)
- Améliorer la représentation des processus biogéochimiques



RÉTROACTION CLIMAT CARBONE (SIMULATIONS)

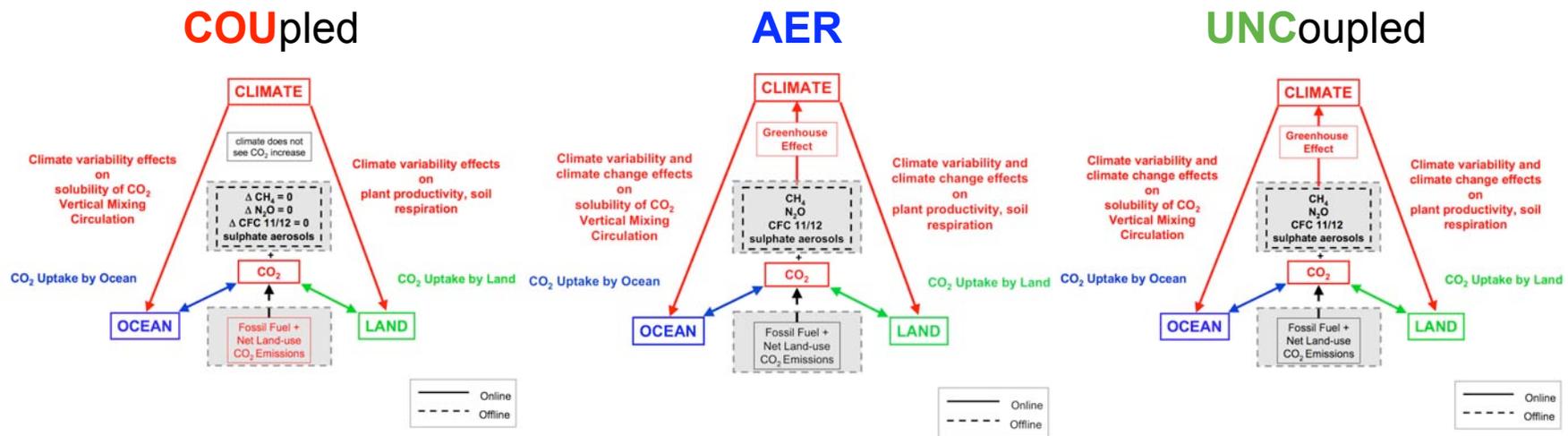


Réponse du cycle du carbone à l'augmentation de la concentration des GES non-CO₂

Réponse du cycle du carbone au changement climatique induit par l'augmentation de la concentration des GES



RÉTROACTION CLIMAT CARBONE (SIMULATIONS)

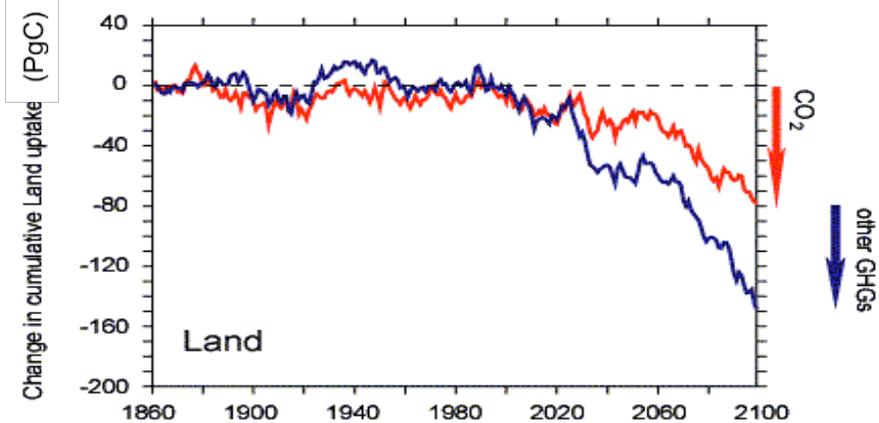
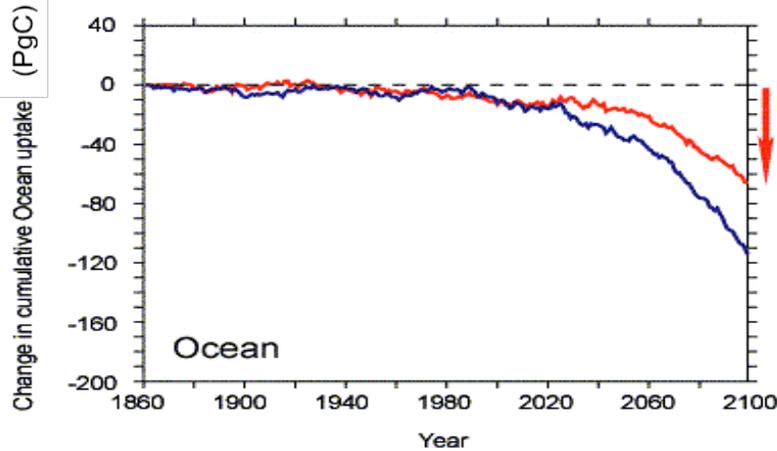
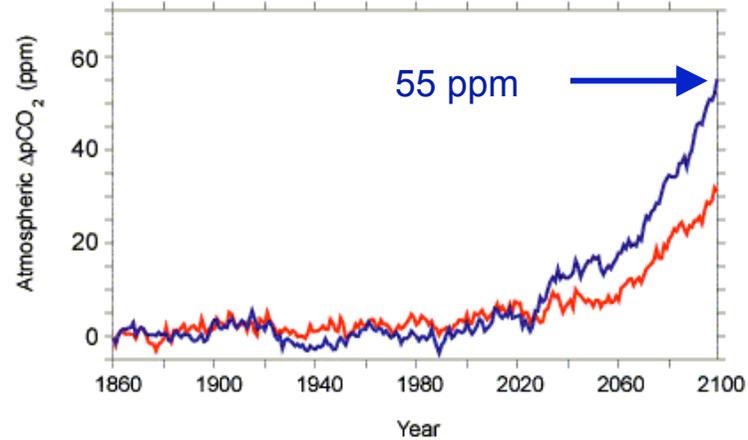
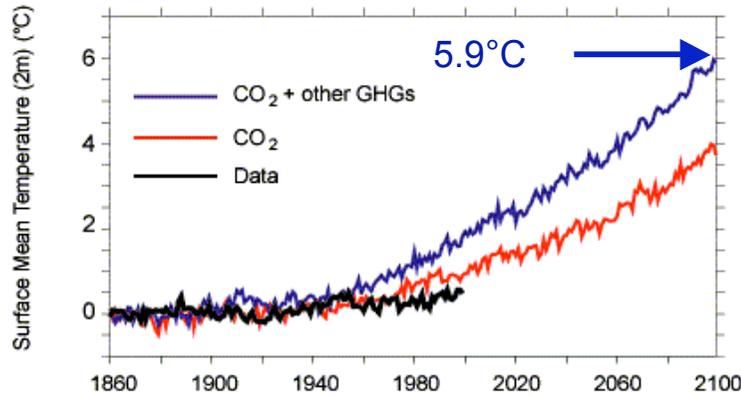


Réponse du cycle du carbone à l'augmentation de la concentration des aérosols

Réponse du cycle du carbone au changement climatique induit par l'augmentation de la concentration des GES et des aérosols



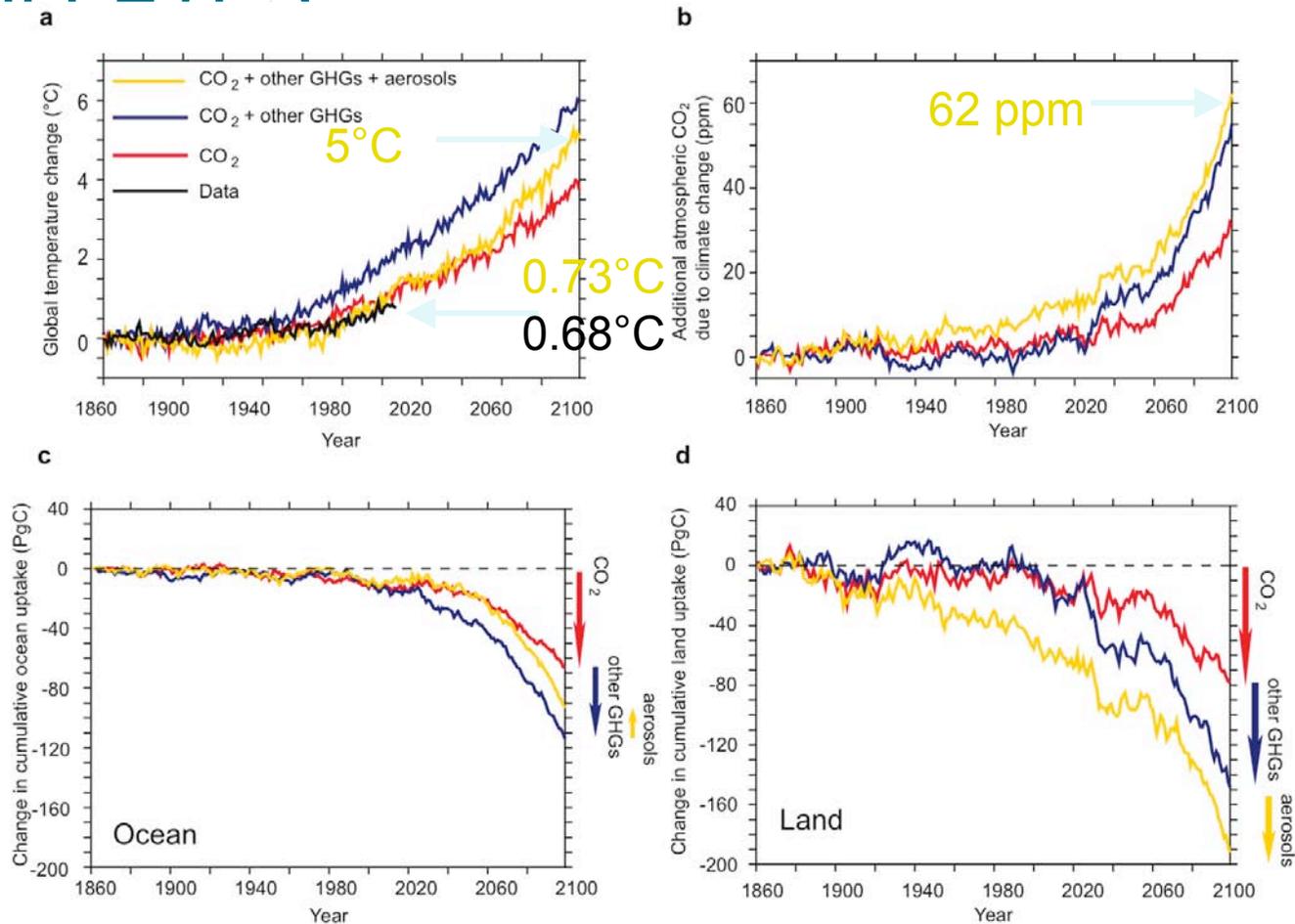
PRISE EN COMPTE DES GES NON-CO₂



La prise en compte des GES non-CO₂ conduit à un réchauffement additionnel de 2°C en 2100, au travers de leur effet direct sur le forçage radiatif. Il en découle une augmentation additionnelle de la concentration de CO₂ atmosphérique, amplifiant le réchauffement initial de 10%.



PRISE EN COMPTE DES AÉROSOLS SUI FATÉS

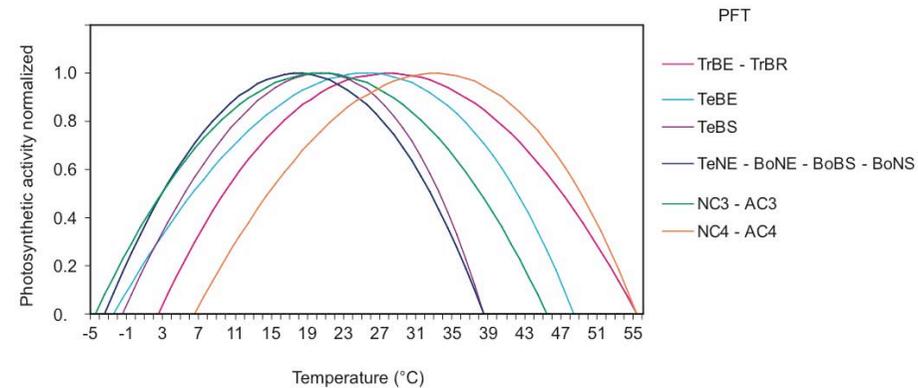
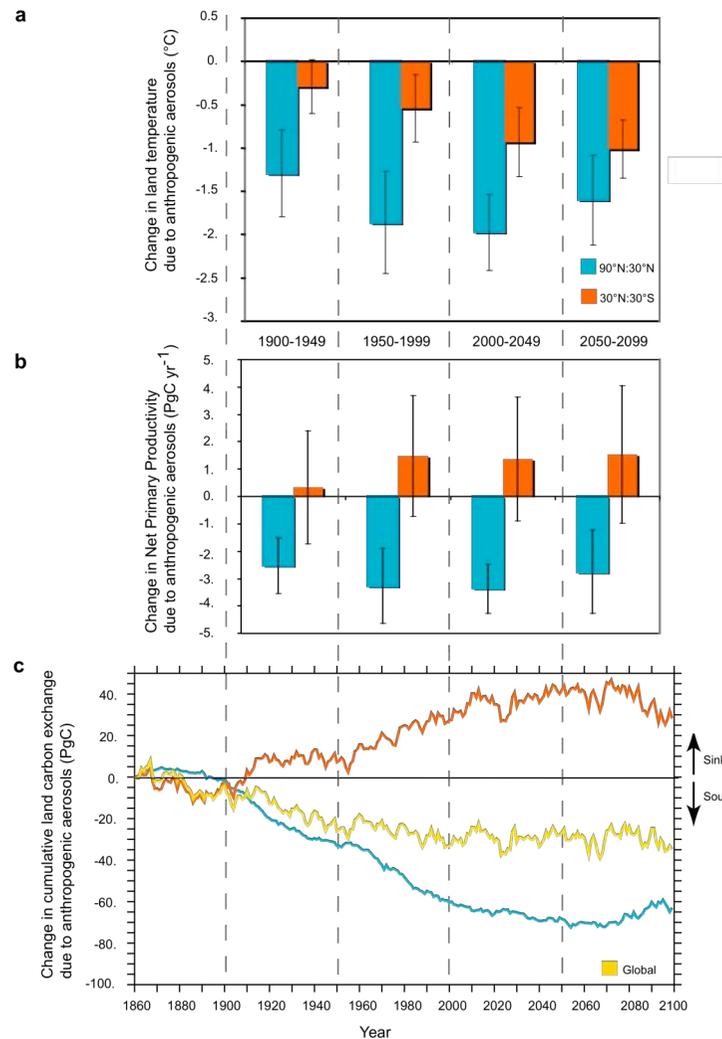


La prise en compte des aérosols induit une augmentation de 7ppm de la concentration atmosphérique de CO₂ en 2100

La prise en compte des aérosols induit un refroidissement de 0.51°C et engendre une augmentation additionnelle de CO₂ atmosphérique qui réduit le refroidissement initial



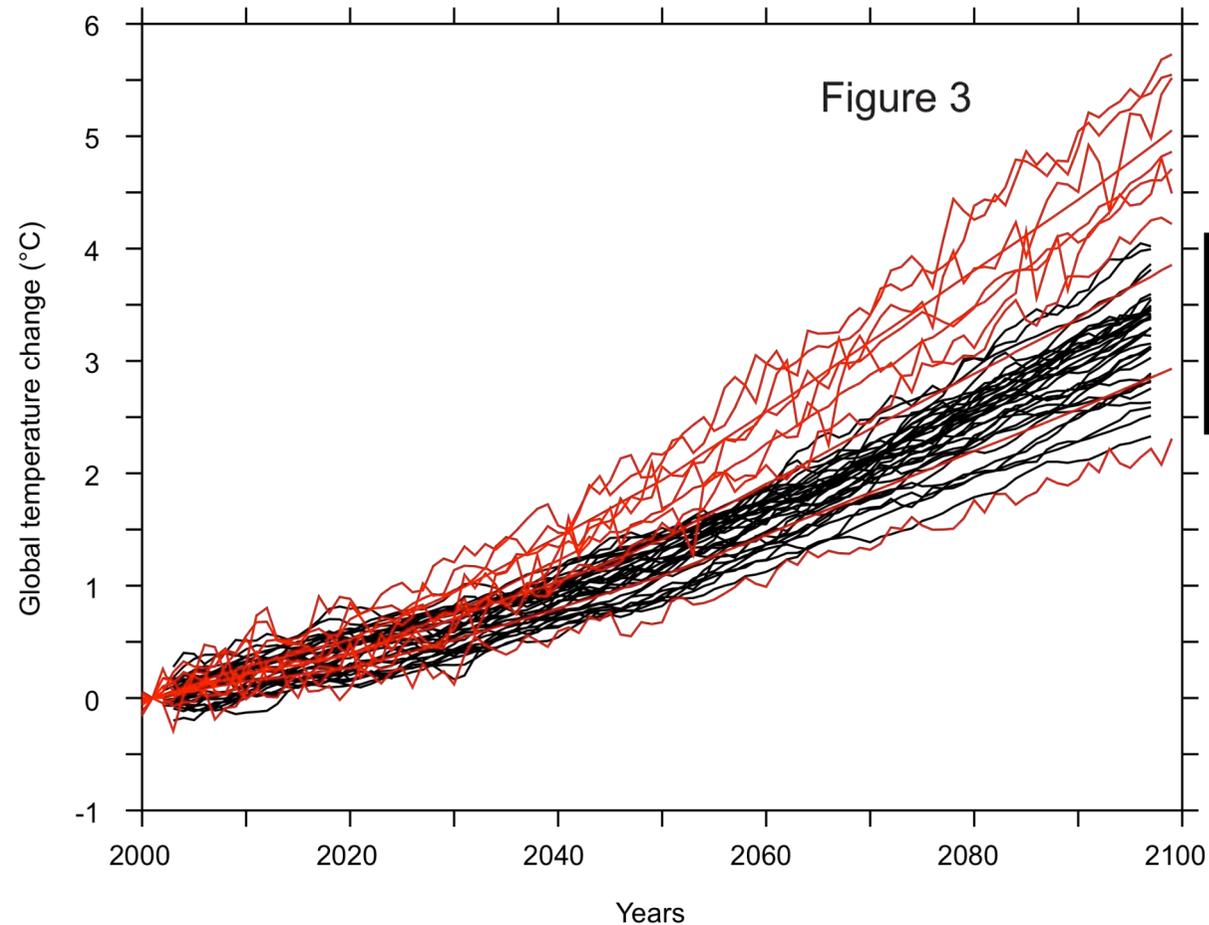
PRISE EN COMPTE DES AÉROSOLS SULFATÉS



- Diminution de l'activité photosynthétique au cours du XX^{ème} siècle dans les hautes et moyennes latitudes de l'hémisphère Nord



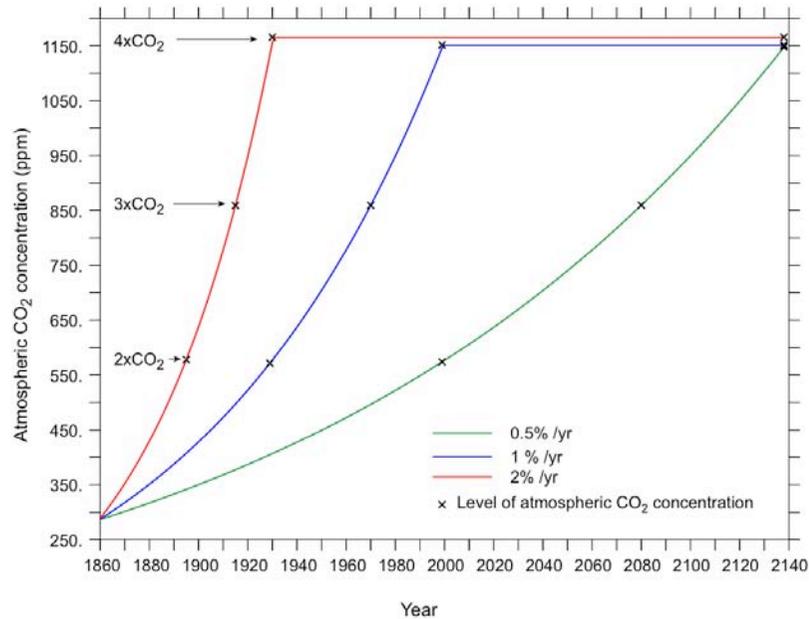
PROJECTION CLIMATIQUE



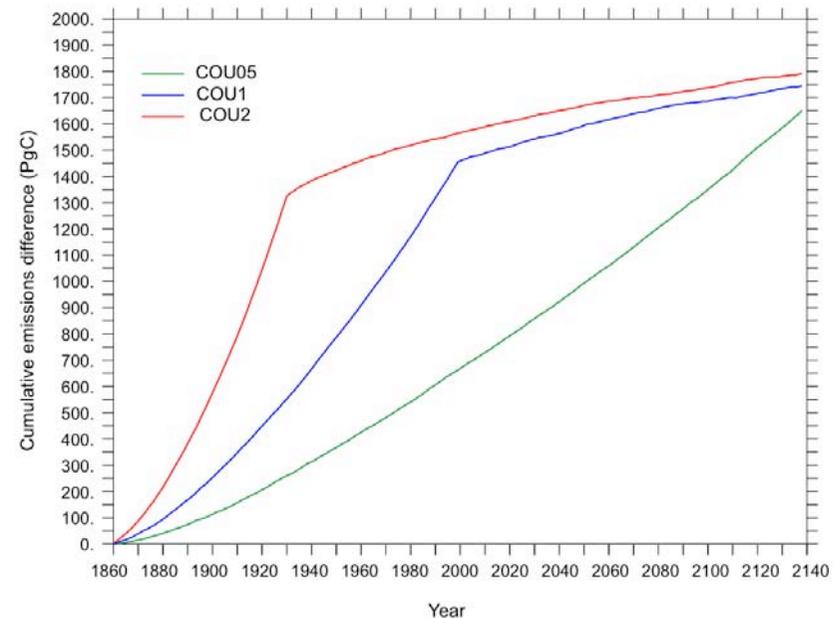
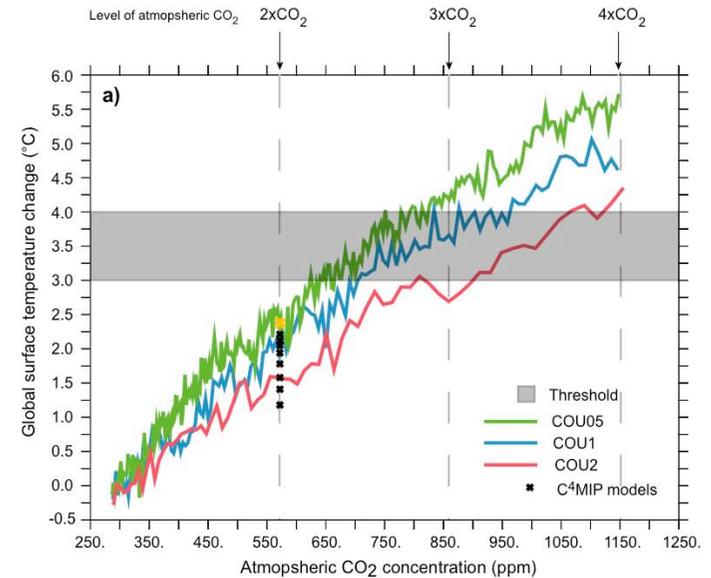
- En 2100 (scénario SRES A2) réchauffement de 2.3 à 5.6°C au lieu 2.4 à 4.1 °C



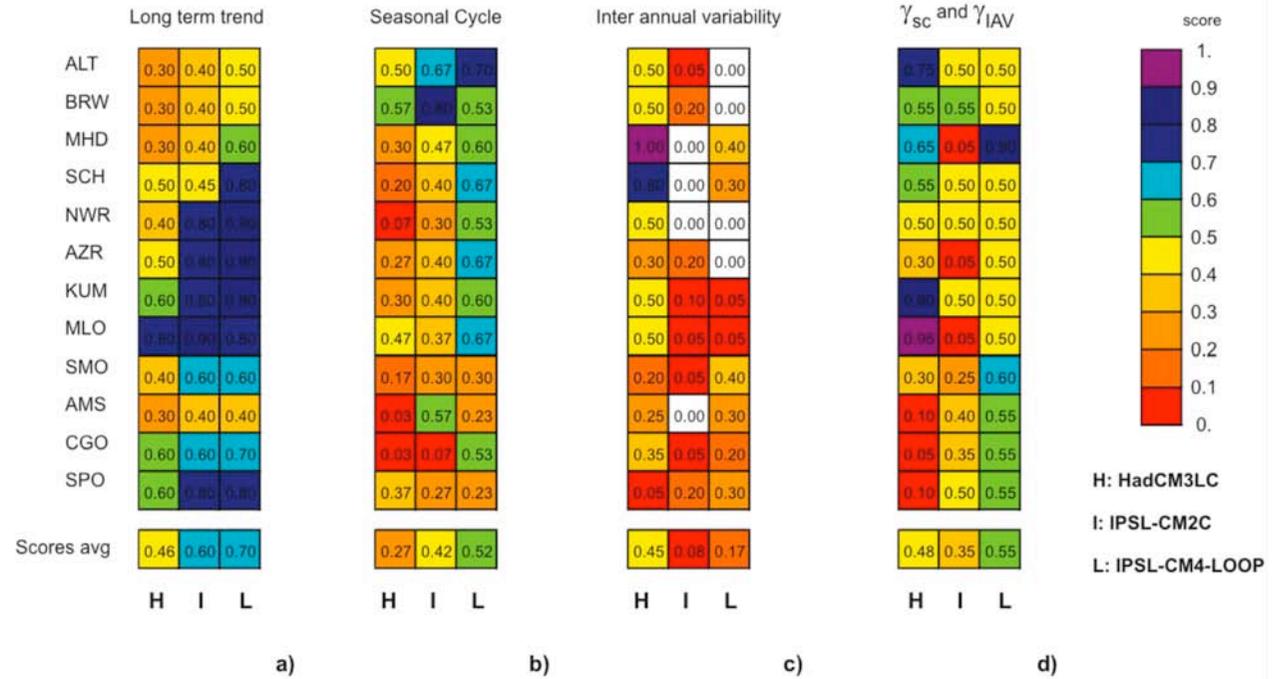
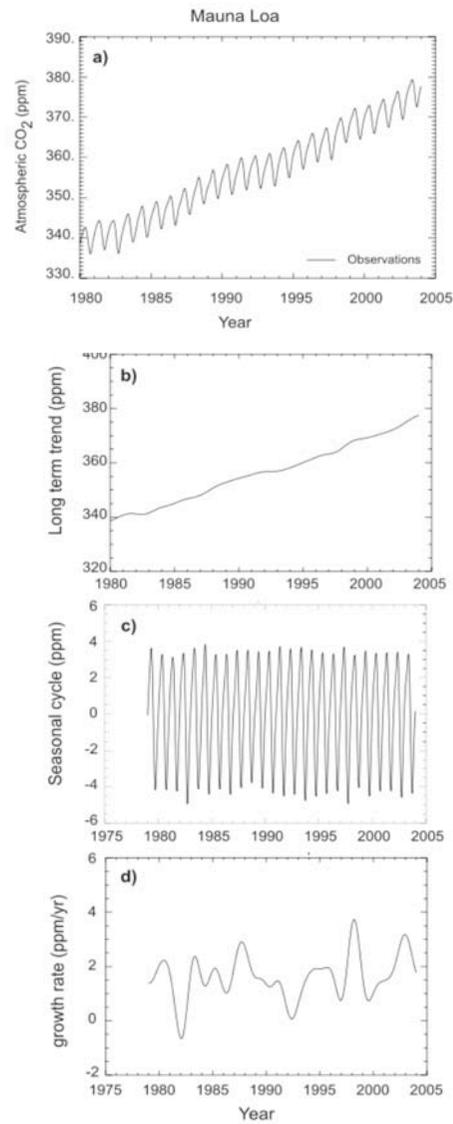
ENJEUX : SIMULATIONS FORCÉES EN CONCENTRATIONS



- Calcul du changement climatique
- Calcul des émissions compatibles



ENJEUX : ÉVALUATION DES MODÈLES



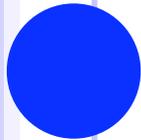
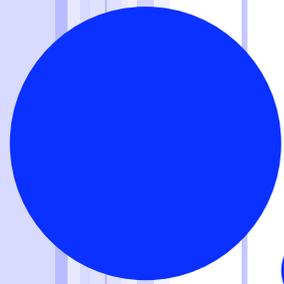
- Définition de nouvelles métriques



CONCLUSIONS

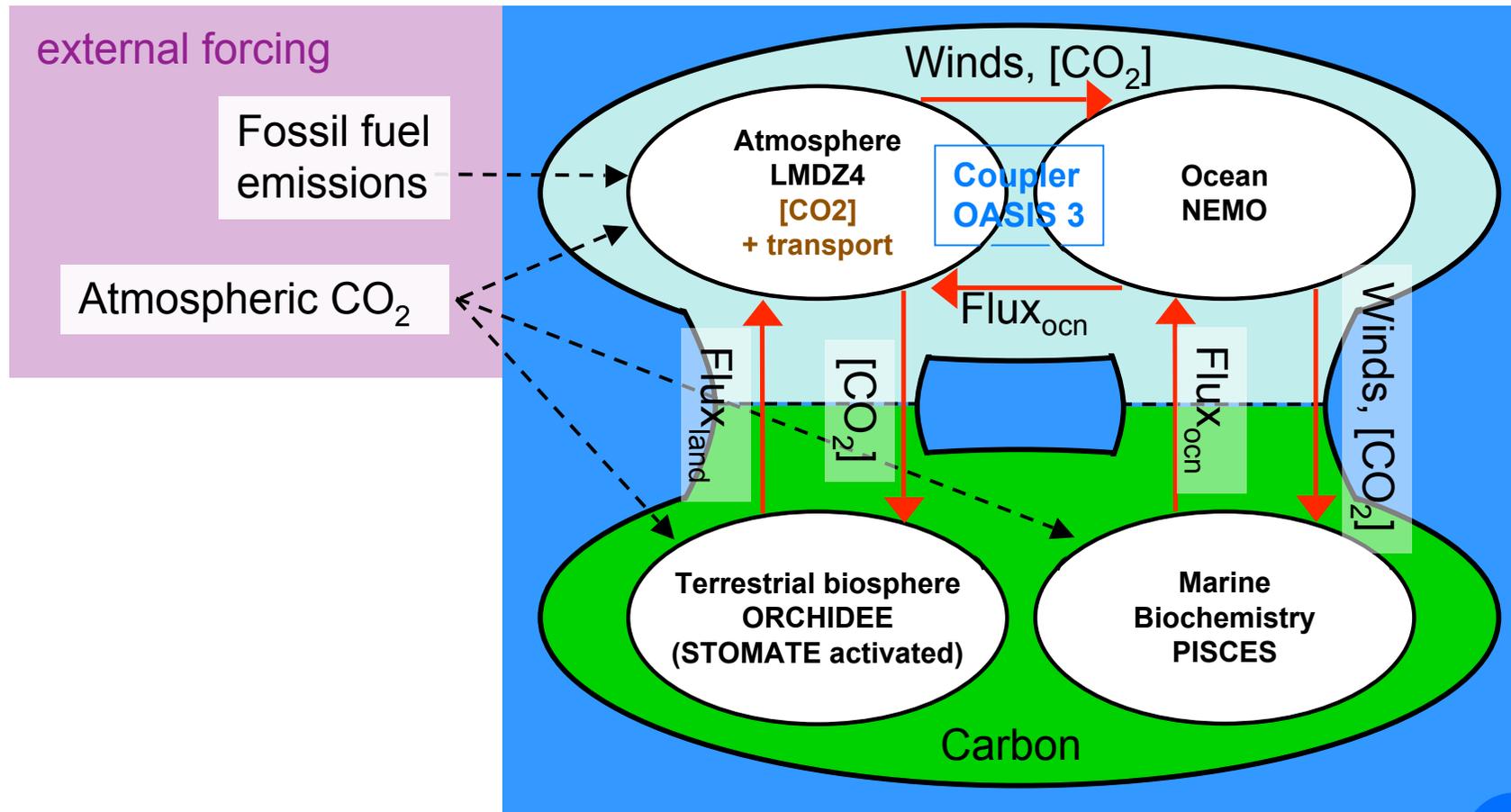
- Importance de la prise en compte du forçage radiatif exercé par tous les agents atmosphériques sur le cycle du carbone
- La réponse du système climat-carbone dépend du scénario
- Importance d'évaluer de façon extensive les modèles du cycle du carbone



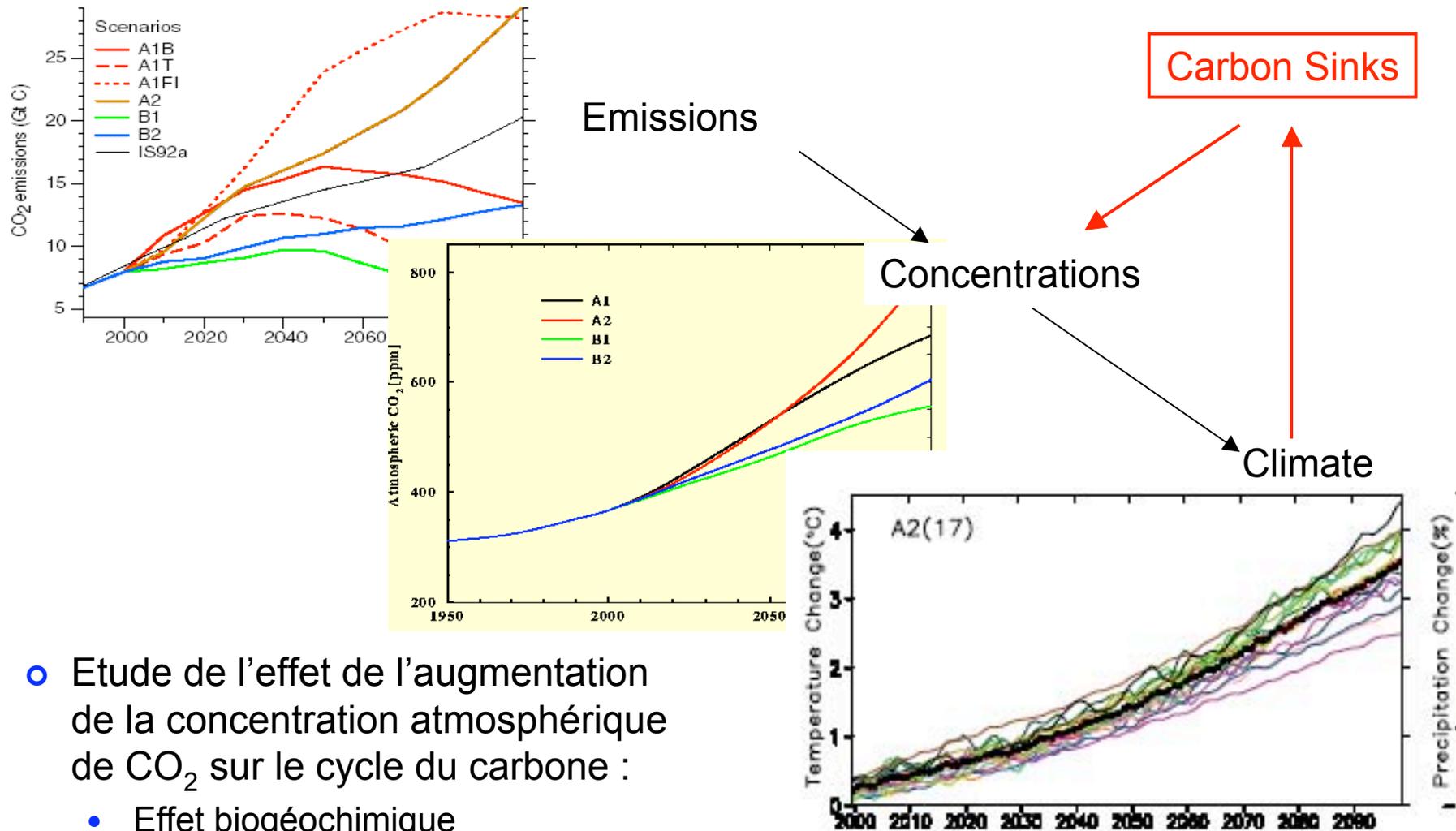


BACKUP

ENJEUX : NOUVEAU MODÈLE COUPLÉ CLIMAT-CARBONE

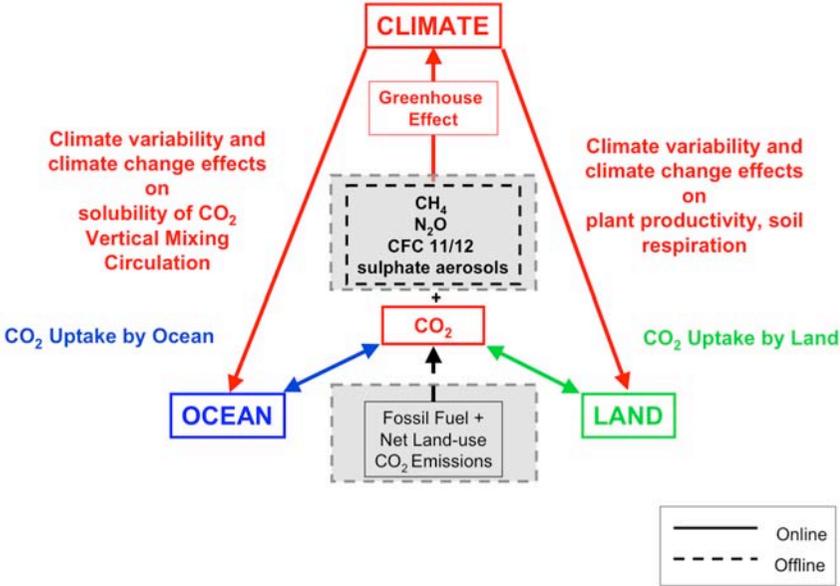


COUPLAGE CLIMAT CARBONE

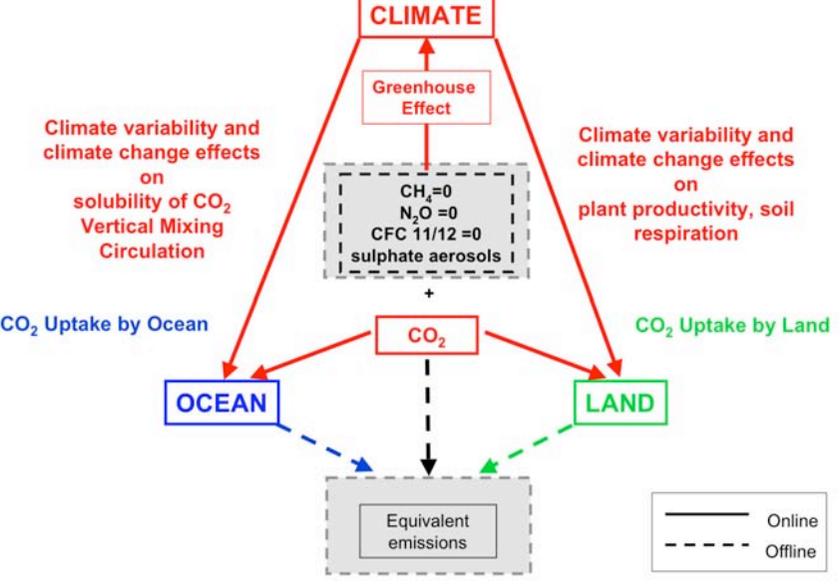


- Etude de l'effet de l'augmentation de la concentration atmosphérique de CO₂ sur le cycle du carbone :
 - Effet biogéochimique
 - Effet climatique

ENJEUX : SIMULATIONS



Simulation forcée en émission



Simulation forcée en concentration

