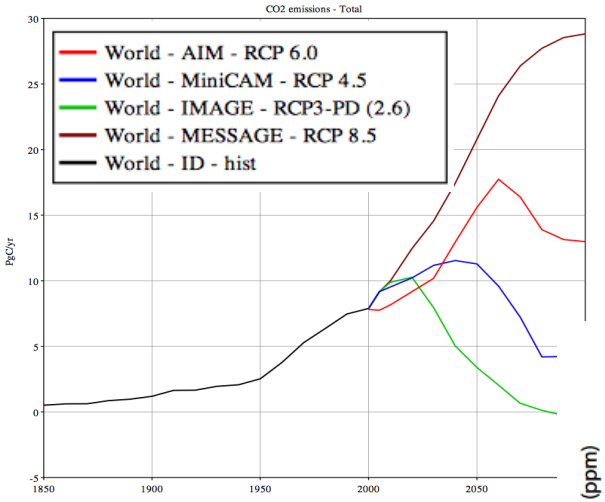
Couplage Climat-Carbone Emissions Compatibles et nouveautés vers l'AR6

P. Cadule, L. Bopp, C. Ethé
& le Pole de modélisation du Climat de l'IPSL

Modélisation du Climat

Approche Biogéochimique



[RCP Database, version 2.0.3]

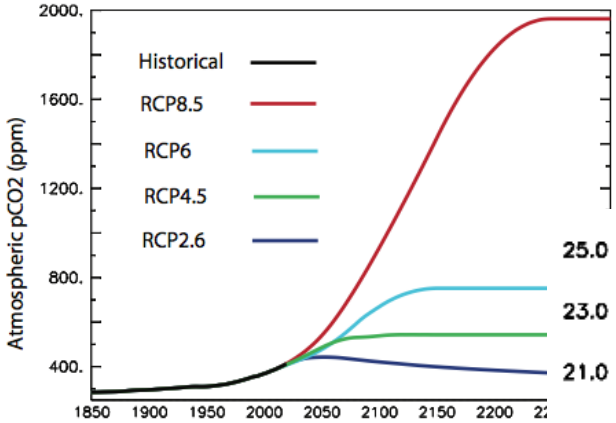
Cycle du carbone

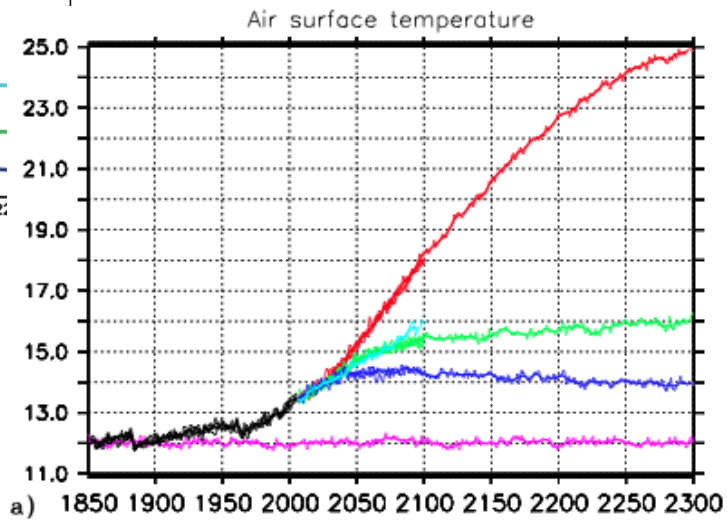
Emissions

Emissions compatibles

Concentrations

Climat



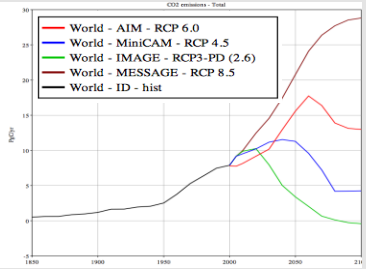


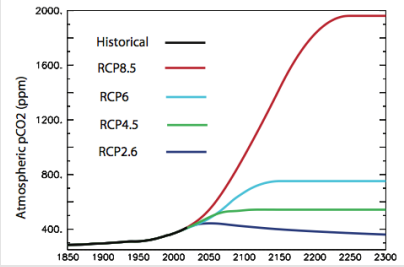
Boucle de rétroaction
entre le climat et le cycle du carbone

Dufresne et al. in rev

Résultats : Emissions Compatibles FF (IPSL)

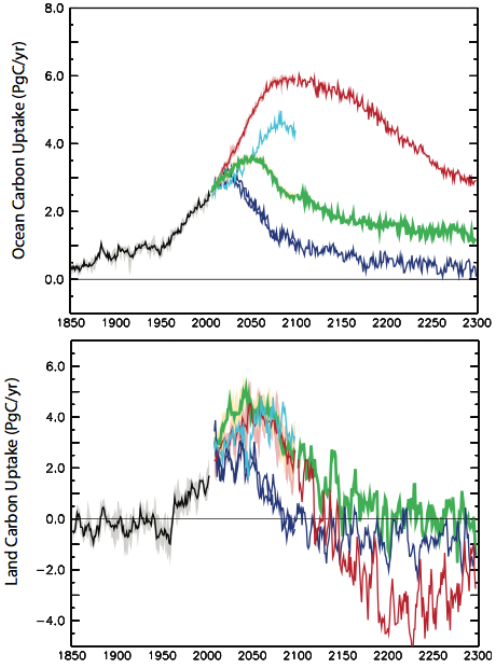
Forçages

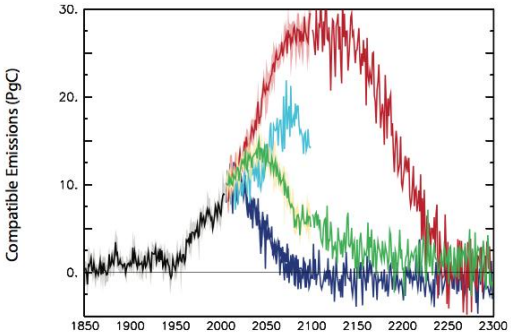




[RCP Database, version 2.0.3]

Carbone Océanique (PISCES)

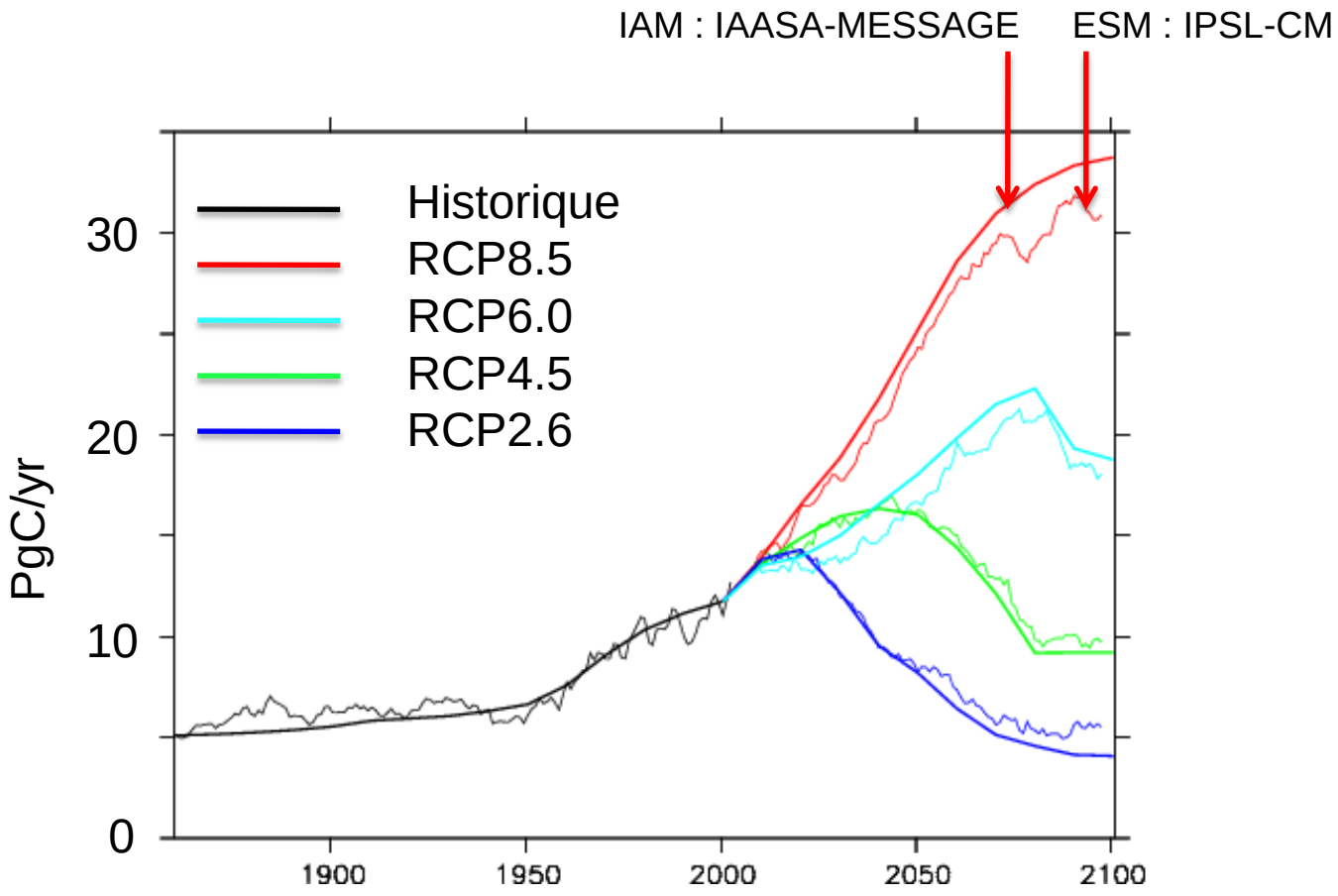




Carbone Continental (ORCHIDEE)

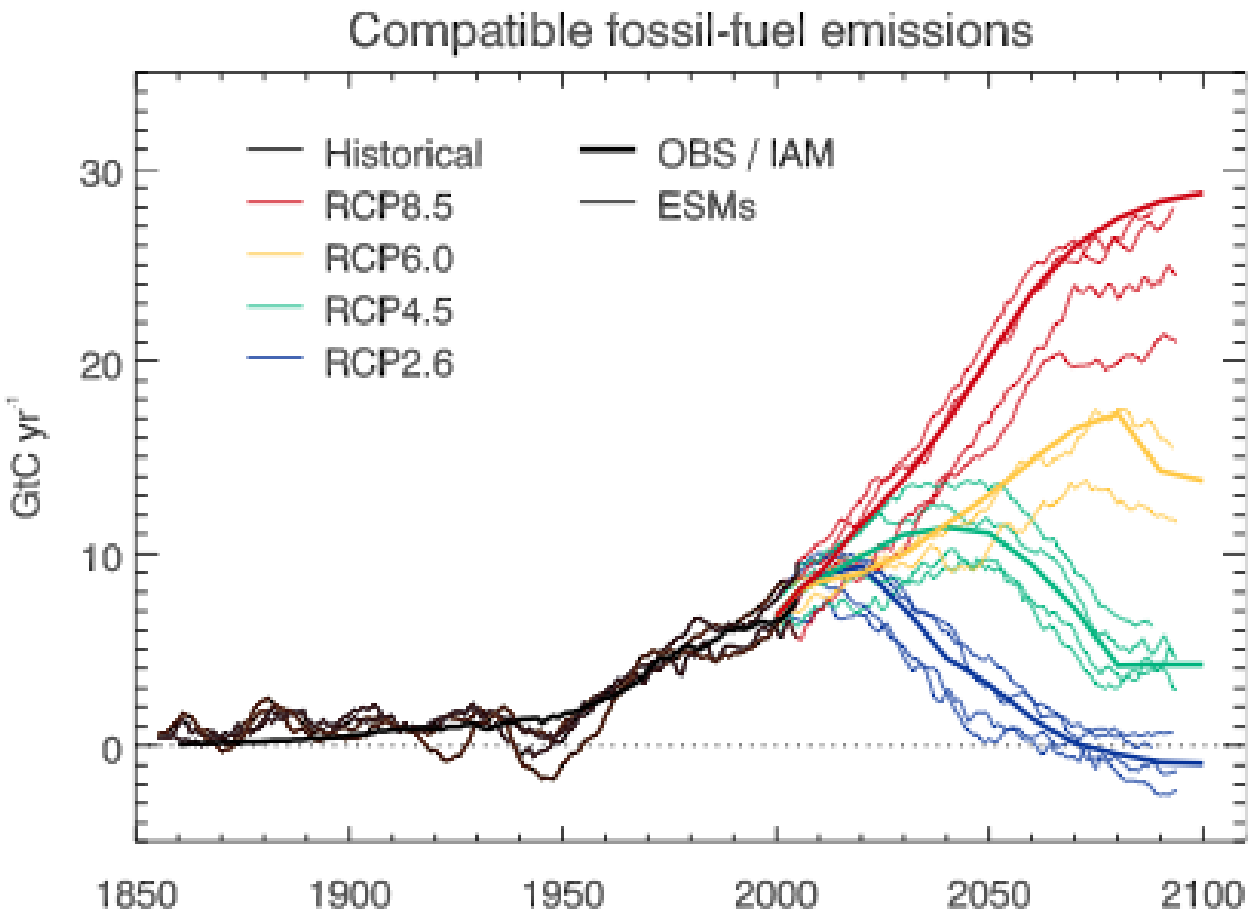
- Historique
- RCP8.5
- RCP6.0
- RCP4.5
- RCP2.6

Résultats : Emissions Compatibles FF (IPSL vs. IAM)



- Emissions calculées par IPSL-CM significativement inférieures aux émissions des IAMs pour RCP8.5 et RCP6.0

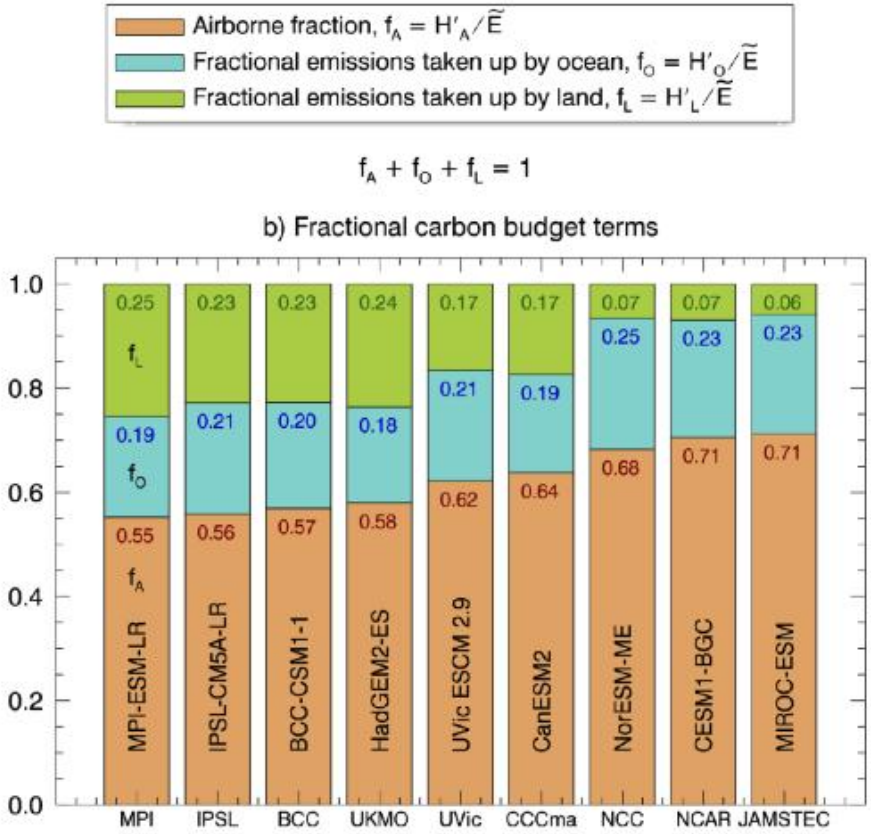
Résultats : Emissions Compatibles FF (CMIP5)



(IPSL-CM5A-LR, HadGEM2-ES, MPIM-ESM-LR, CanESM2)

Jones et al. sub

Résultats : Emissions Compatibles (CMIP5)

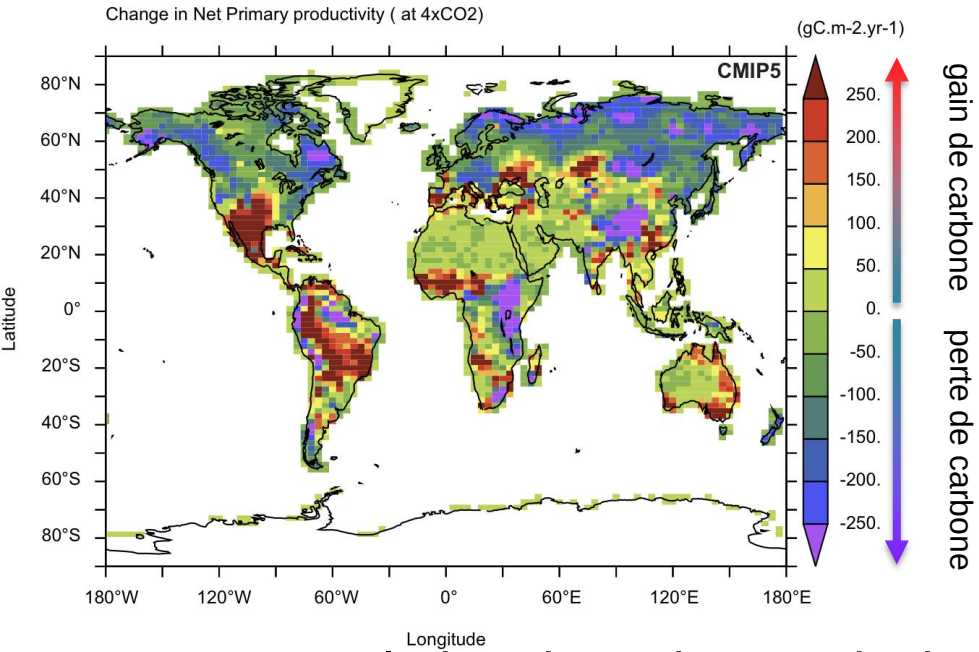


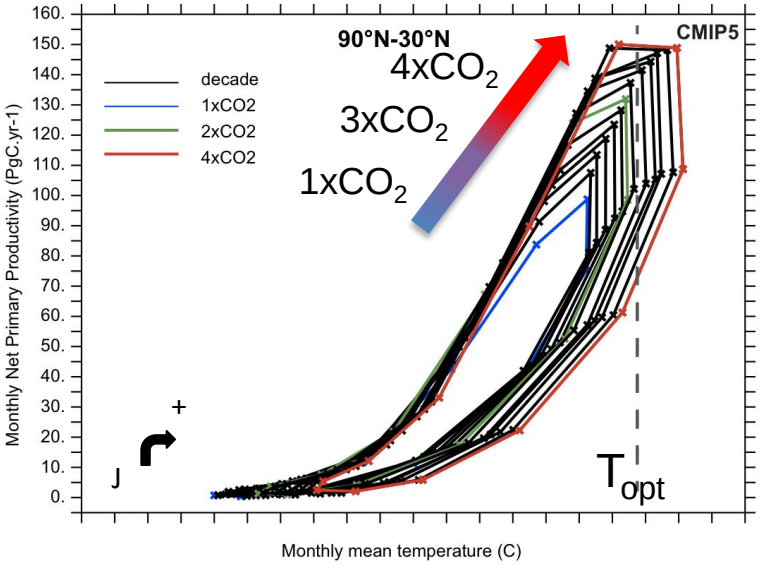
- Large variété de réponses de la biosphère terrestre

Arora et al. sub

Sensibilité de la biosphère terrestre au changement climatique (CMIP5)

ΔNPP (à $4xCO_2$)

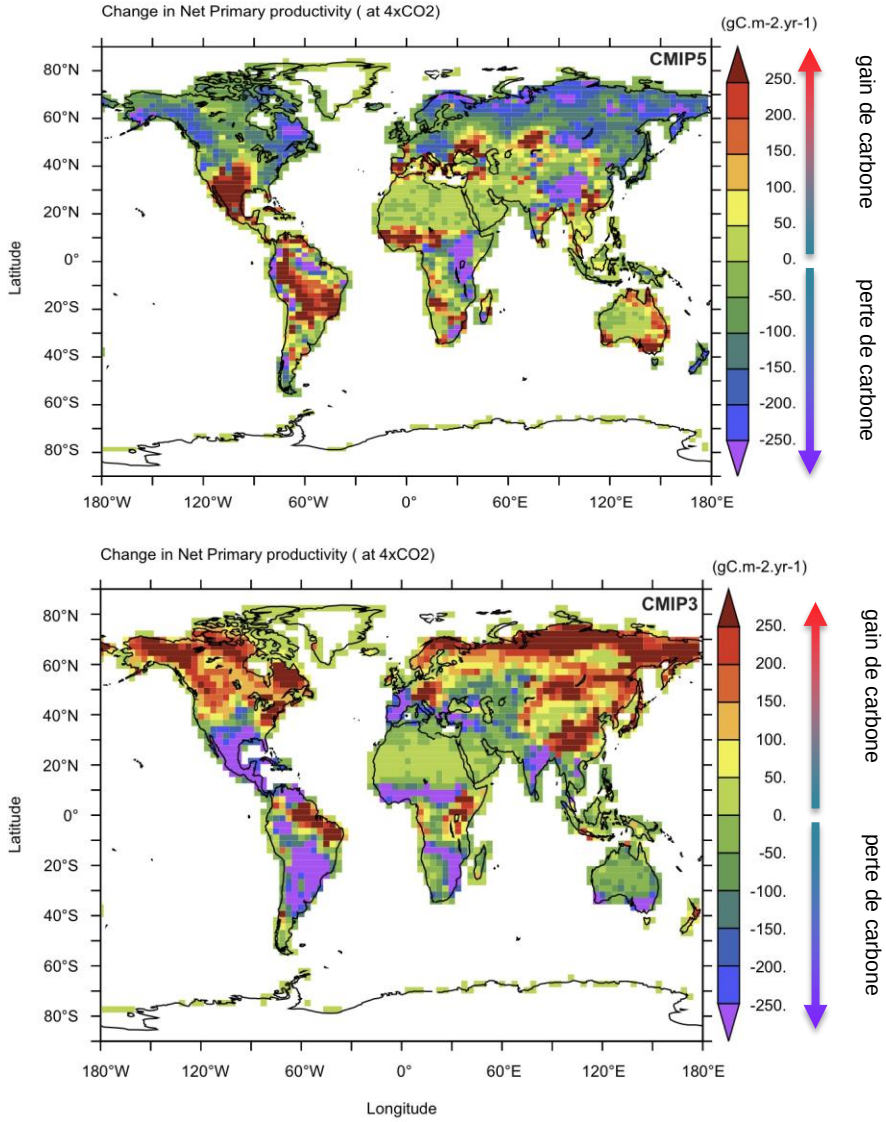


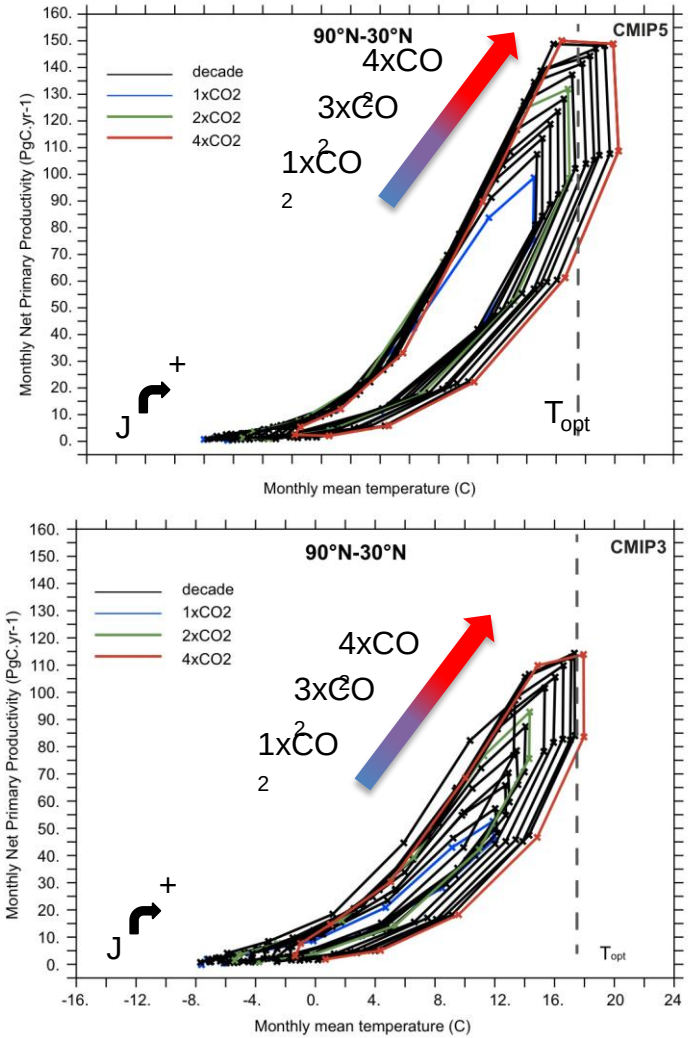


- Accumulation de carbone principalement contrôlé par le changement de température dans les hautes et moyennes latitudes
- Température optimale d'activité photosynthétique pas atteinte dans les hautes et moyennes latitudes
- Réchauffement défavorable aux écosystèmes (90° N-30° N)

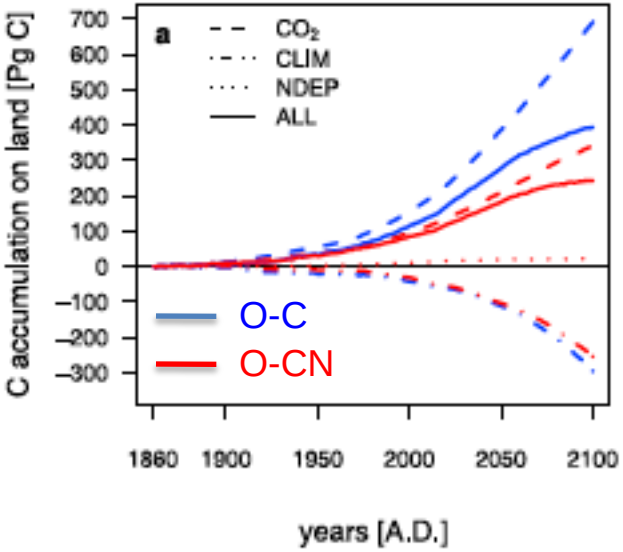
Sensibilité de la biosphère terrestre au changement climatique (CMIP5 vs. CMIP3)

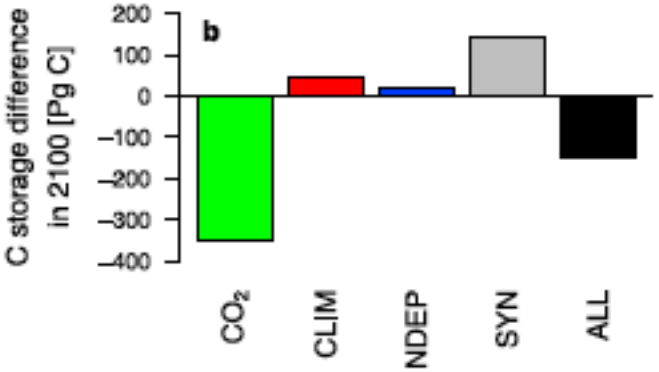
ΔNPP (à 4xCO_2)





Cycle de l'Azote





Zaehle et al., GBC, 2010

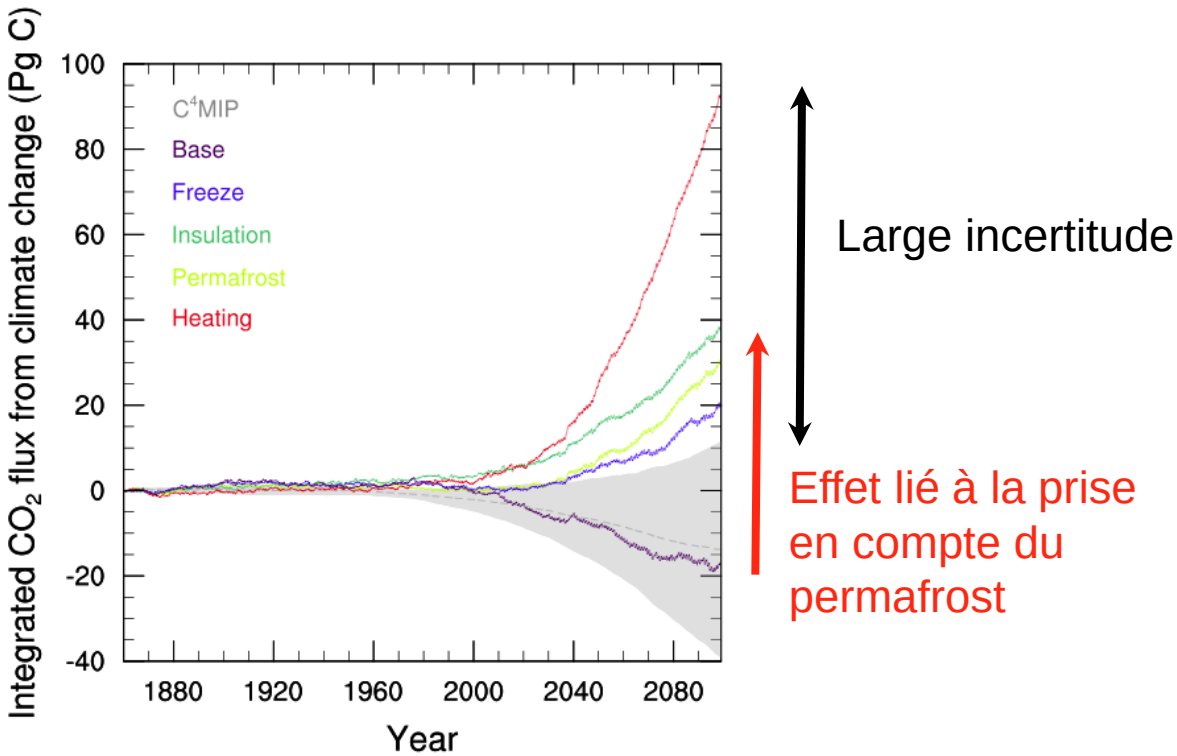
La dynamique de l'Azote

- Réduction du stockage de carbone par la biosphère terrestre à cause d'une limitation par l'Azote de la fertilisation par le CO_2 dans les écosystèmes des régions boréales et tempérées
- Accumulation additionnelle de 48 (41-55) ppm de CO_2 comparé au cas où l'on considère le carbone seul
- Implique un forçage radiatif additionnel de 0.29 (0.28-0.35) W m-2
- Correspondant à un réchauffement additionnel de 0.31 (0.18 – 0.37) °C

En 2100

Prise en compte des processus liés à la dynamique du permafrost au XXIs

60°N:90°N



Koven et al., 2010

- Les processus liés au permafrost ont pour effet de changer la sensibilité de la biosphère terrestre au changement climatique d'un puits vers une source de carbone

Conclusion

- Pour les scenarios RCP 6.0 et 8.5, les modèles simulent des émissions compatibles plus faibles que les IAMs, indiquant une rétroaction climat-carbone plus importante dans ces scenarii
- Nous avons illustré qu'il existe une certaine différence parmi les émissions compatibles simulées. Cela tient en partie aux diverses réponses de la biosphère terrestre aux changements du climat et de la concentration de CO_2.

- Réduire les incertitudes sur la réponse de la biosphère terrestre à l'augmentation de CO_2 et au changement climatique

- Le climat simulé est important dans la rétroaction climat-carbone

- Jusqu'où devons-nous aller (ou pas) dans la complexité du cycle du carbone ?

3. Projected impacts of LULCC

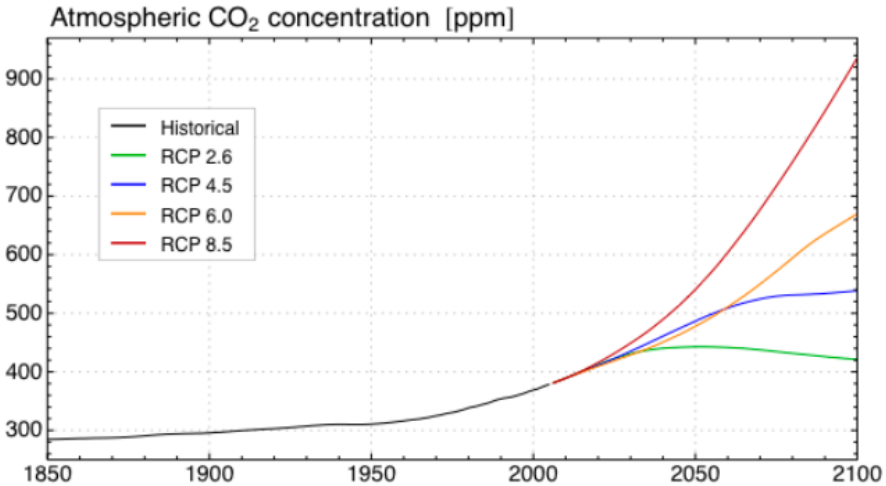
Context: IPSL ESM LUCID-CMIP5 set of simulations

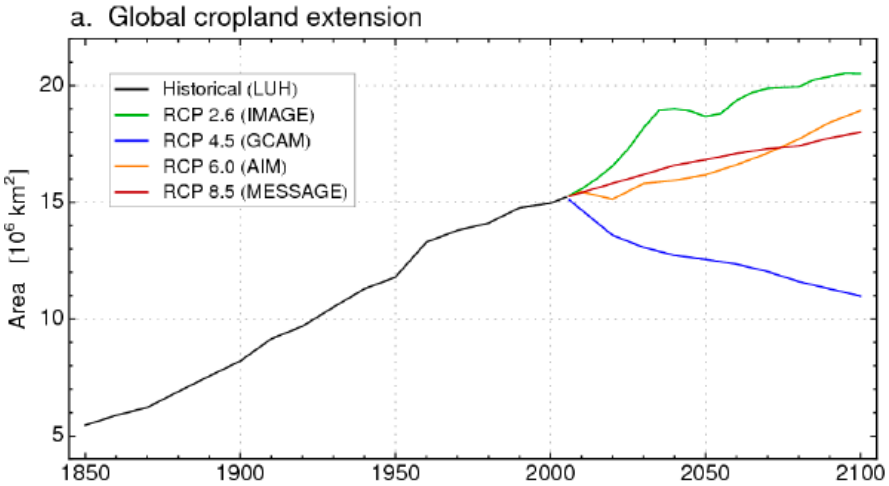
Representative concentration pathways (RCPs): selected among various scenarios.

Scenario	Rad. Forcing pathway	LULCC
RCP 8.5 (MESSAGE)	Rising and leading to 8.5 W m^{-2} by 2100.	Increase (weak decrease) in cropland areas in developing (developed) countries.
RCP 2.6 (IMAGE)	Peak in RF at ~3 W/m2 before 2100.	Mitigation scenario. High cropland expansion in part due to biofuels demand.

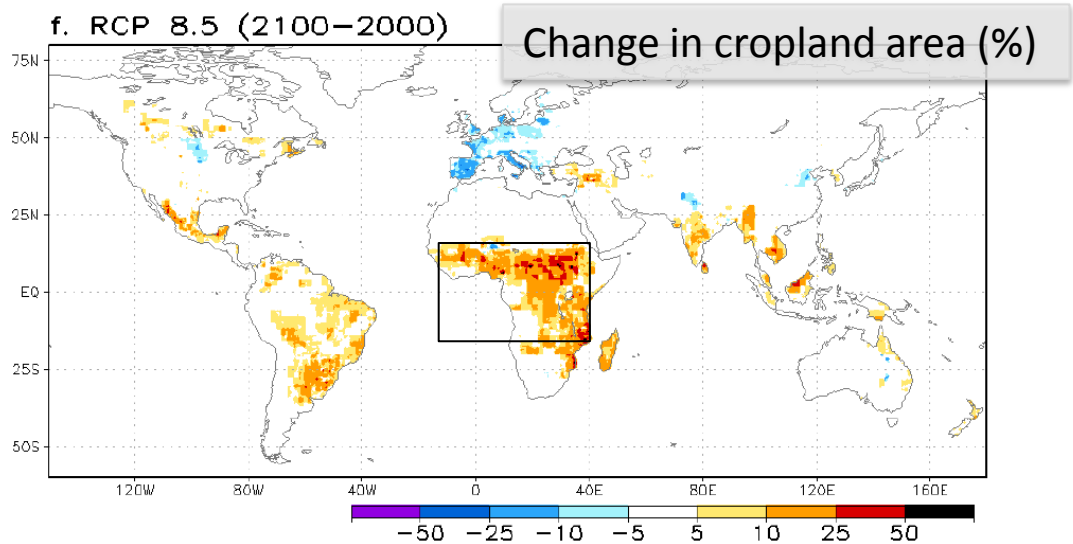
CMIP5: RCP-based projections (to 2100) with transient GHGs (+ reactive gases) and LULCC

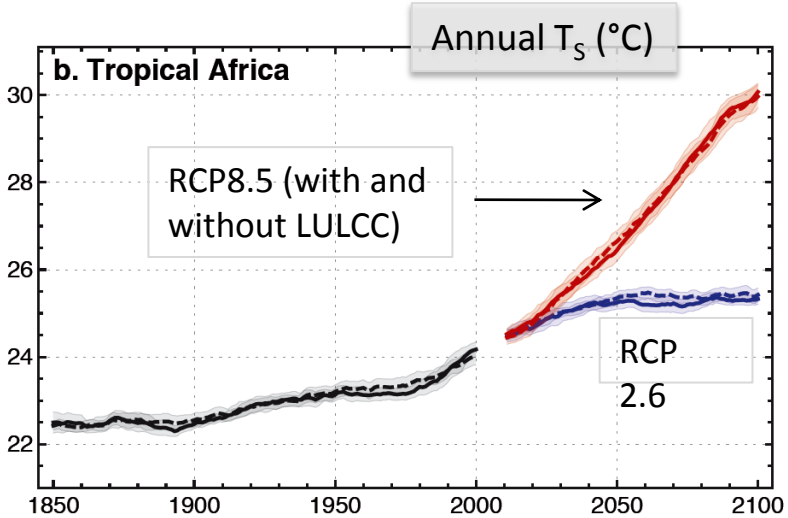
LUCID-CMIP5: Idem but land-cover fixed to 2005

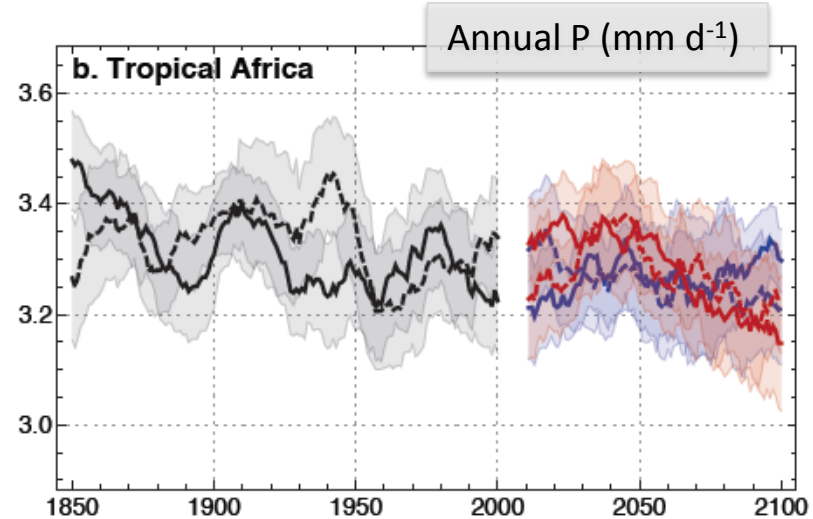




3. Projected impacts of LULCC



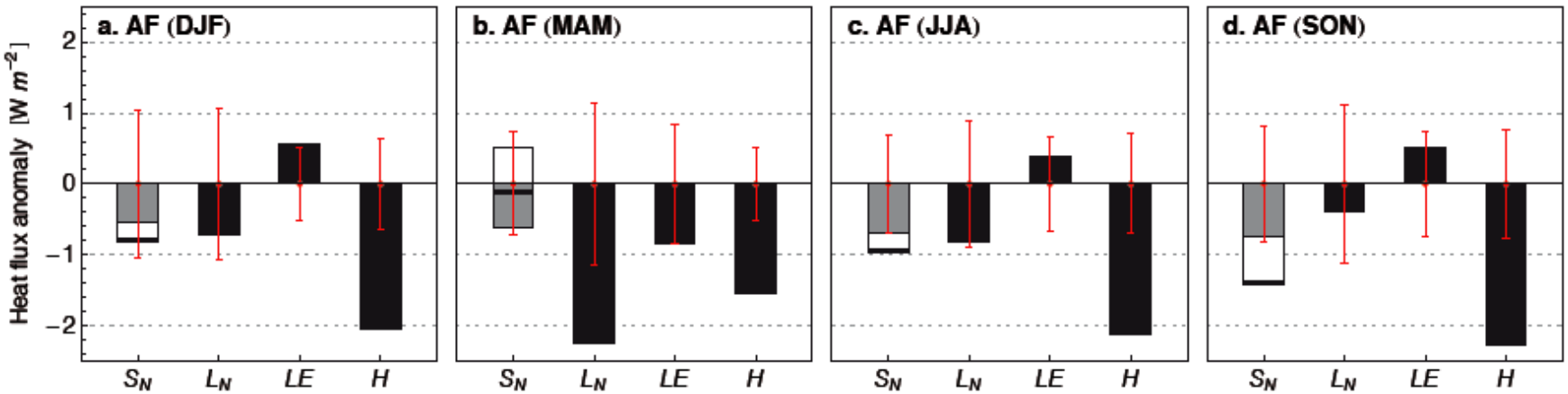




No statistically significant impacts of LULCC in T_S nor in P.

3. Projected impacts of LULCC

Seasonal LULCC-induced changes in surface energy fluxes over central Africa (mean 2050-2100)



Weak anomalies. Systematic decreases in S_{NET} (albedo increases) and H.

Noise to signal ratio near 1 !

> Ensembles of simulations are needed to well characterize the biogeophysical impacts of LULCC, notably in transient runs.