Réponse du cycle hydrologique à l'échelle globale et régionale: Quoi de neuf dans CMIP5?

Hervé Douville

CNRM-GAME/GMGEC/VDR

Remerciements: , B. Decharme, C. Delire, E. Joetzjer, A. Ribes, S. Tyteca, J. Sheffield

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Plan de l'exposé

- Introduction
- Réponse des précipitations continentales

  cf. Douville et al., Clim. Dyn. 2006 et AMA 2012
- Réponse des précipitations et des indicateurs de sécheresse sur l'Amazonie

  cf. Joetzjer et al., Clim. Dyn. 2012 & HESS 2012
- D&A des changements d'évapotranspiration

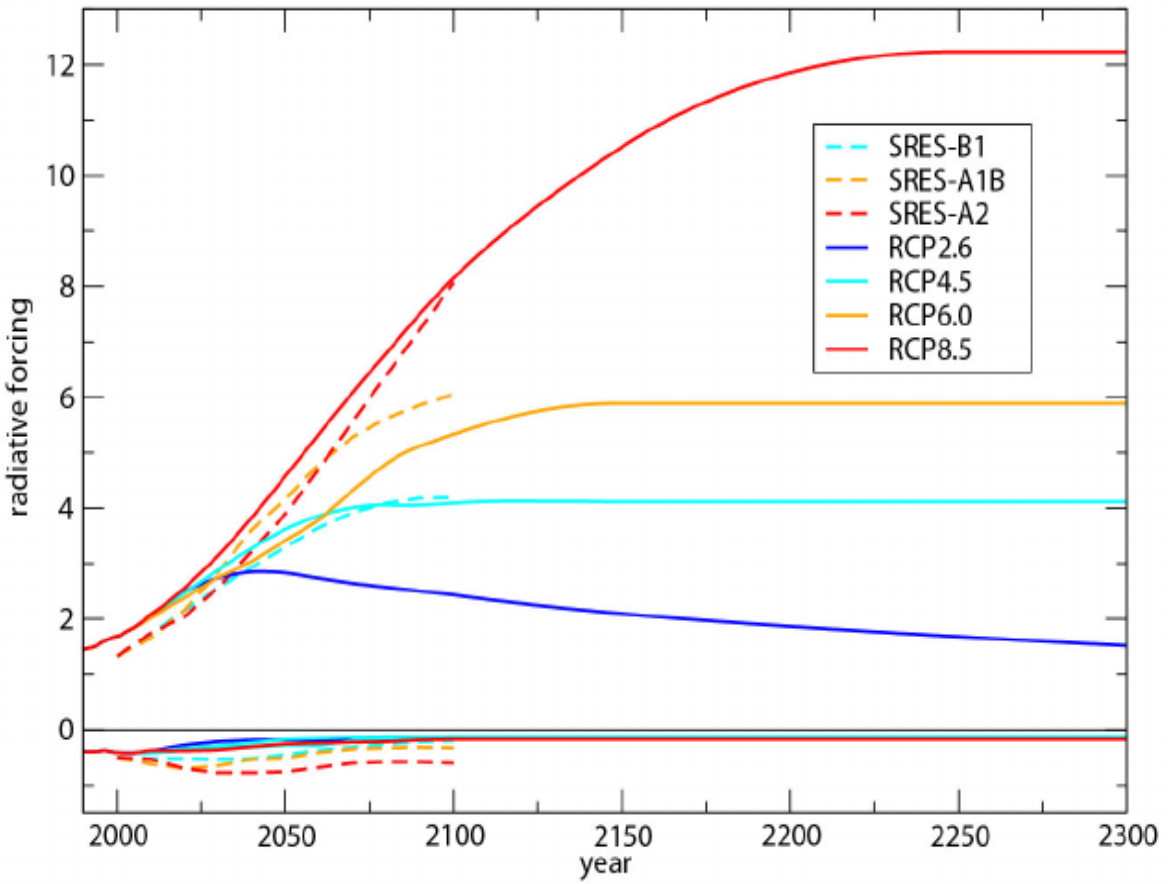
  cf. Douville et al., NCC 2012
- Perspectives

METEO FRANCE

Scénarios RCP (CMIP5) vs SRES (CMIP3)

Forçage radiatif total (et contribution des aérosols) relativement à ~1765 entre 2000 et 2300 [AR5 SOD]

NB: Importance des simulations +1%CO2 pour isoler « l'effet modèle » dans la comparaison des scénarios CMIP3 et CMIP5



Influence des forçages vs des modèles

« Patterns » robustes malgré quelques différences entre CMIP3 (23 modèles & 3 SRES) et CMIP5 (27 modèles & 4 RCP) [AR5 SOD]

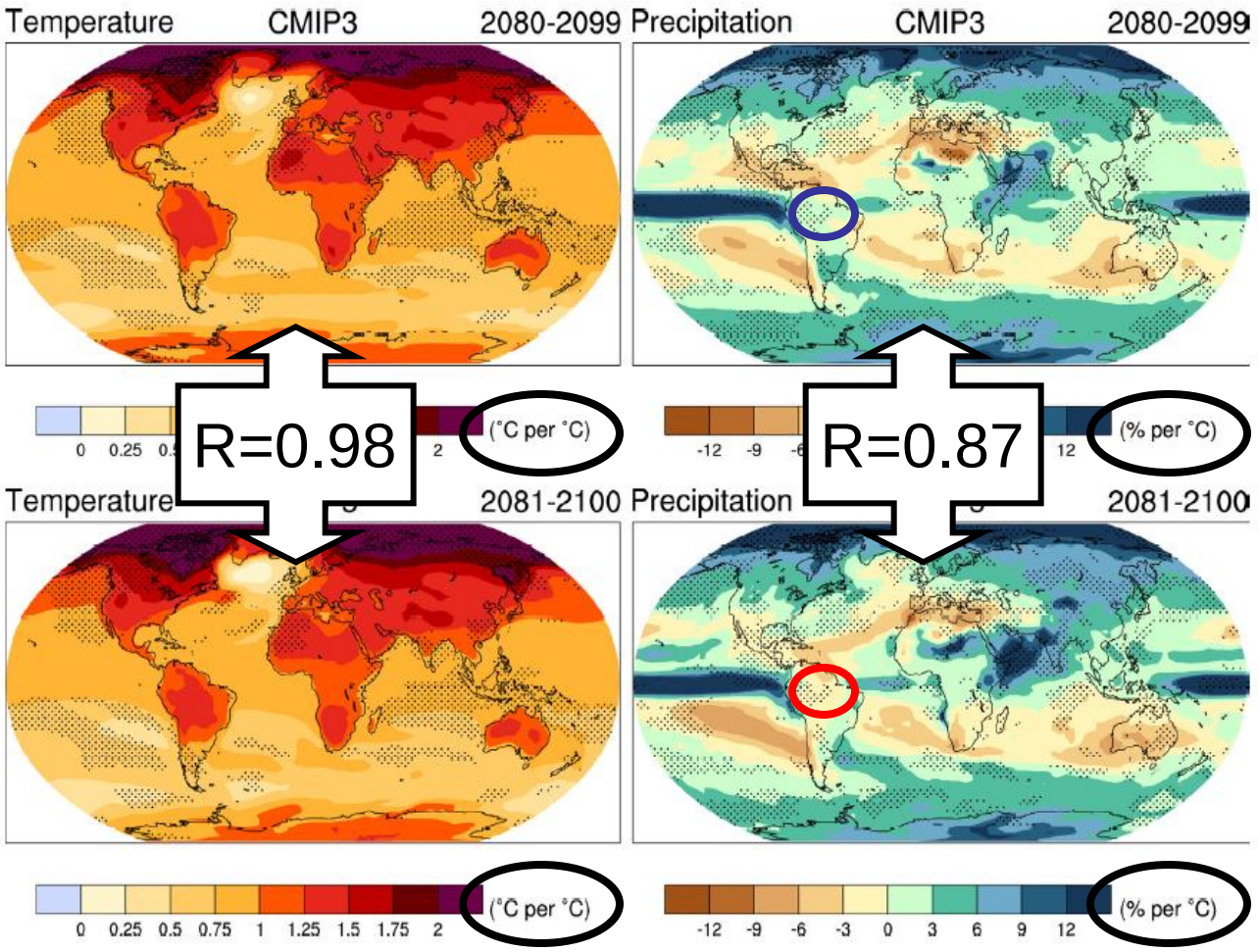
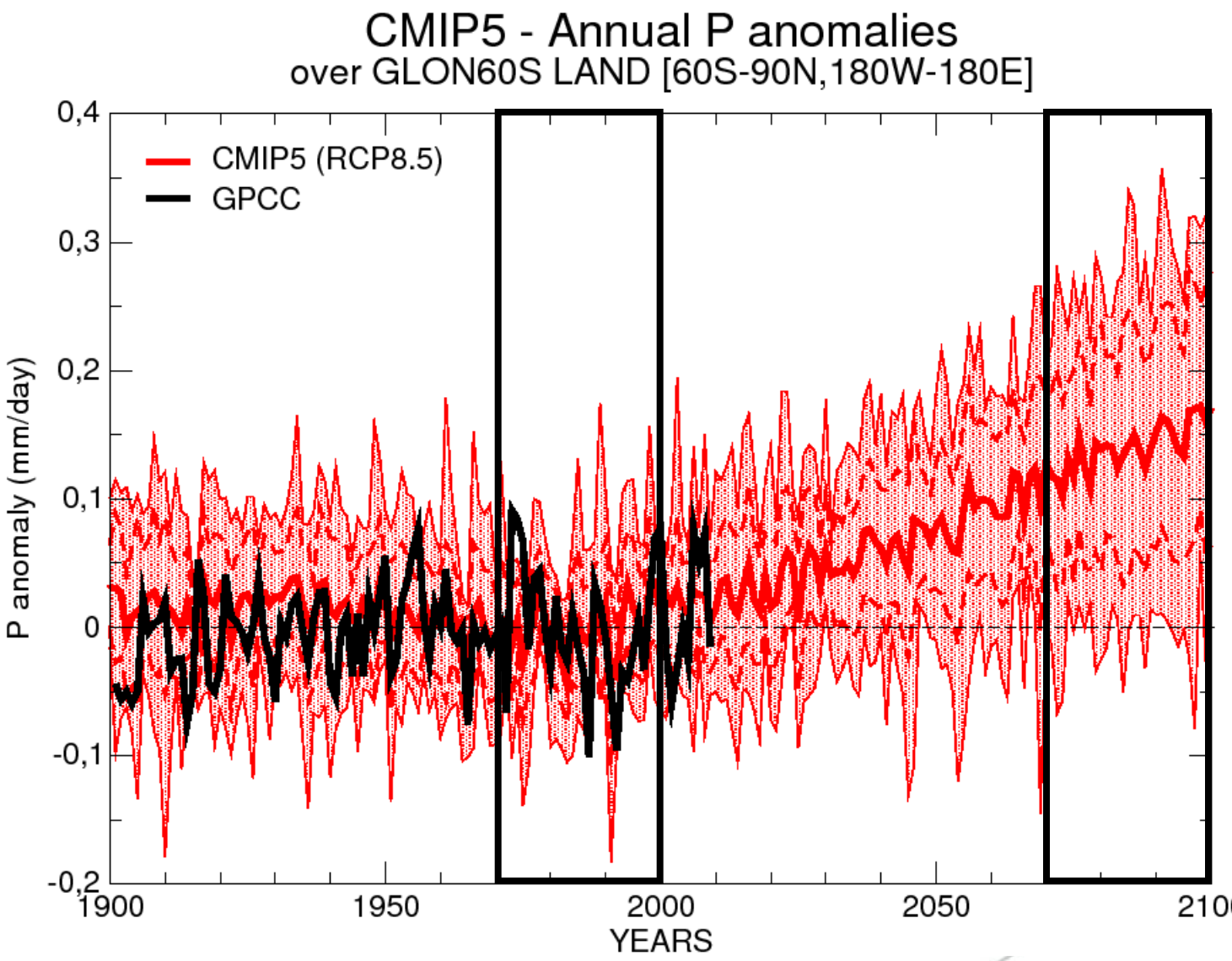


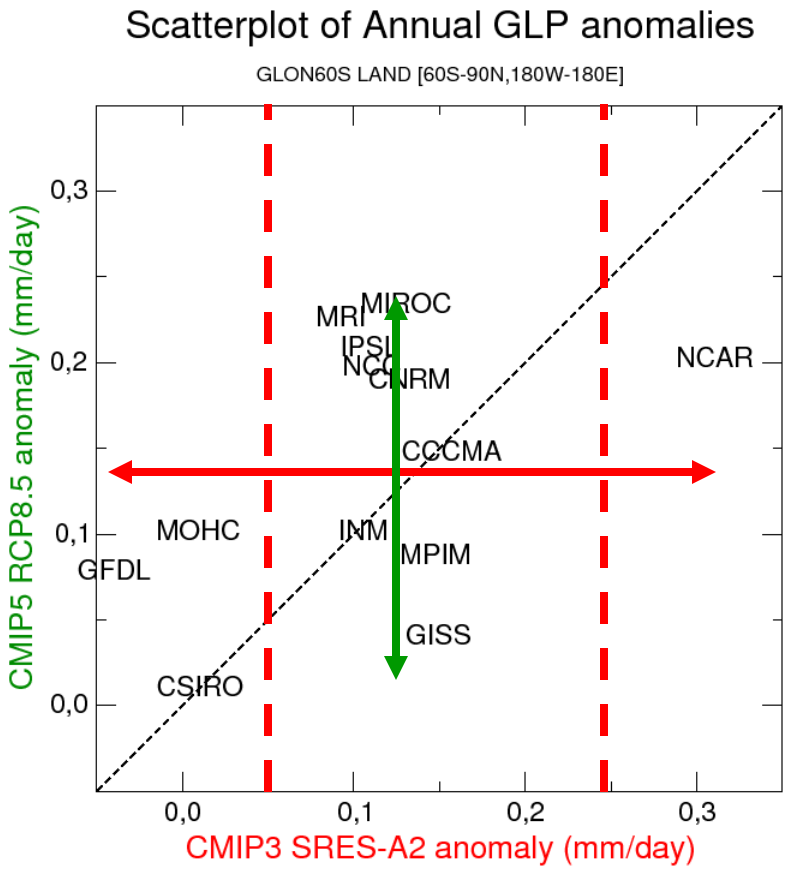
Figure 12.41: Patterns of temperature (left column) and percent precipitation change (right column) by the end of the 21st century (2081–2100 vs 1986–2005), for the CMIP3 models average (first row) and CMIP5 models average (second row), scaled by the corresponding global average temperature changes.

Anomalies annuelles de GLP



METEO FRANCE

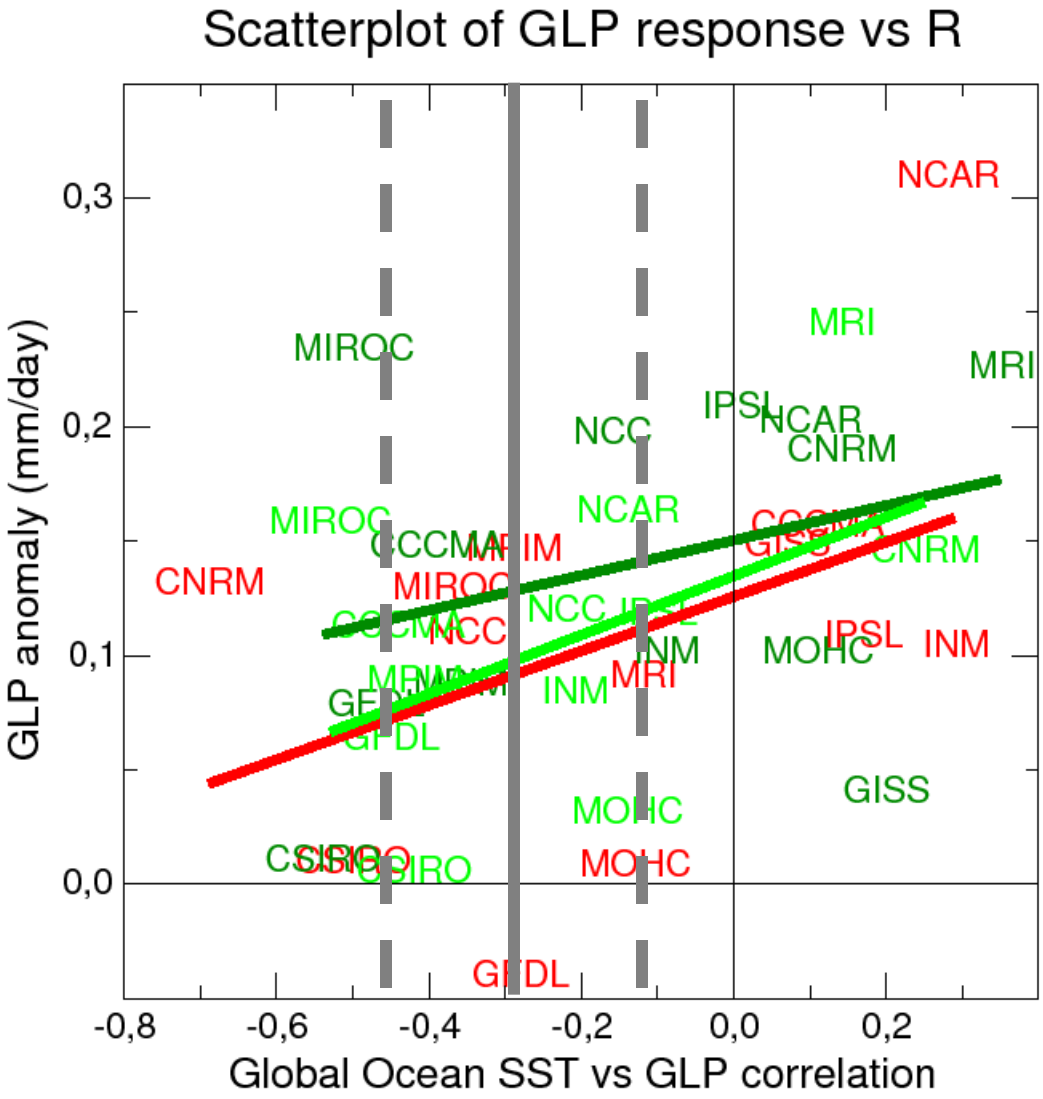
CMIP5 vs CMIP3: Global Land Precipitation



- Y'a t'il réduction du « spread » et (si oui) pourquoi ?
- Traitement plus homogène des aérosols (e.g. Pendergrass & Hartmann 2012)?
- Autres raisons (e.g. Douville et al. 2006)?

METEO FRANCE

Contraindre avec la variabilité interannuelle ?



CMIP3 SRES-A2

CMIP5 RCP8.5

CMIP5 +1%CO2

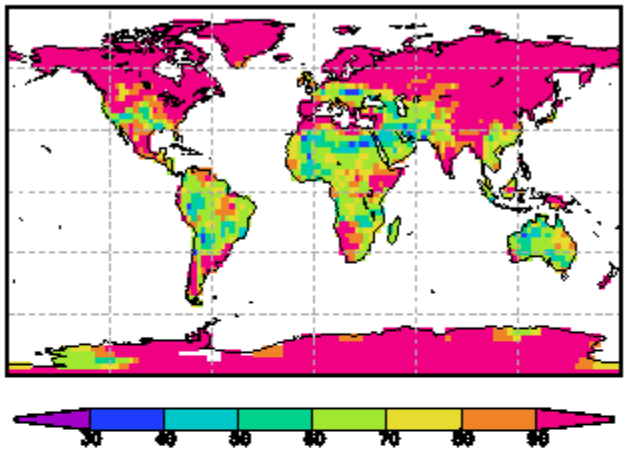
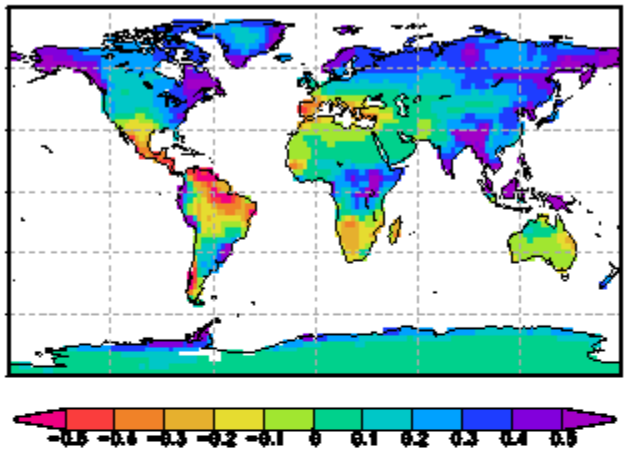
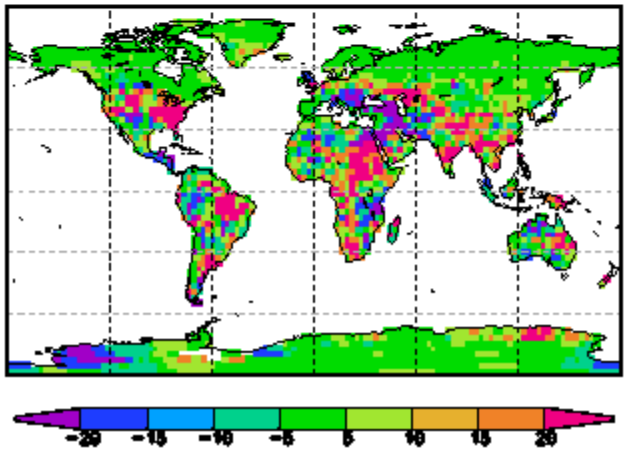
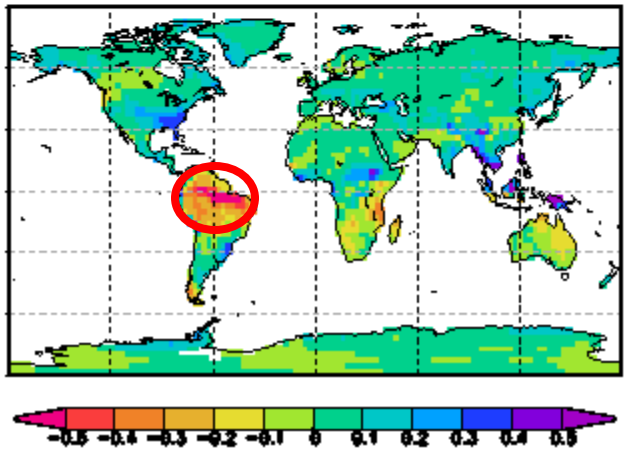
HadSST vs GPCC

R est une métrique peu discriminante

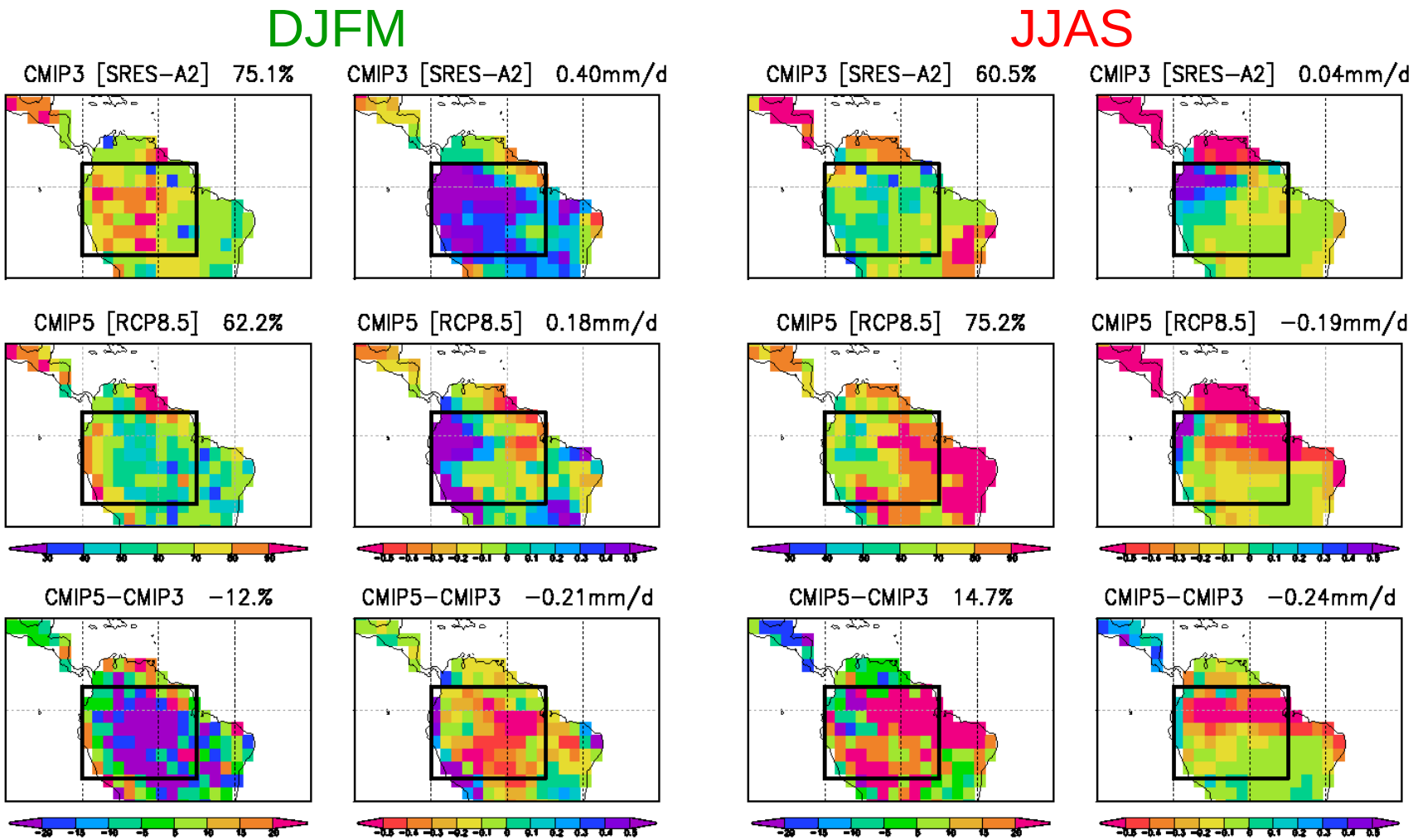
Mais a t'on trouvé mieux ?

METEO FRANCE

Carte des anomalies annuelles (continentales)

	Consensus (%)	Anomalies (mm/j)
CMIP5 [RCP8.5]	CMIP5 [RCP8.5] 81.8%	CMIP5 [RCP8.5] 0.13mm/d
		
CMIP5 [RCP8.5] minus CMIP3 [SRES-A2]	CMIP5−CMIP3 3.68%	CMIP5−CMIP3 0.02mm/d
		

Anomalies DJFM et JJAS (Amazonie)



Joetzjer et al. 2012

Anomalies JJAS

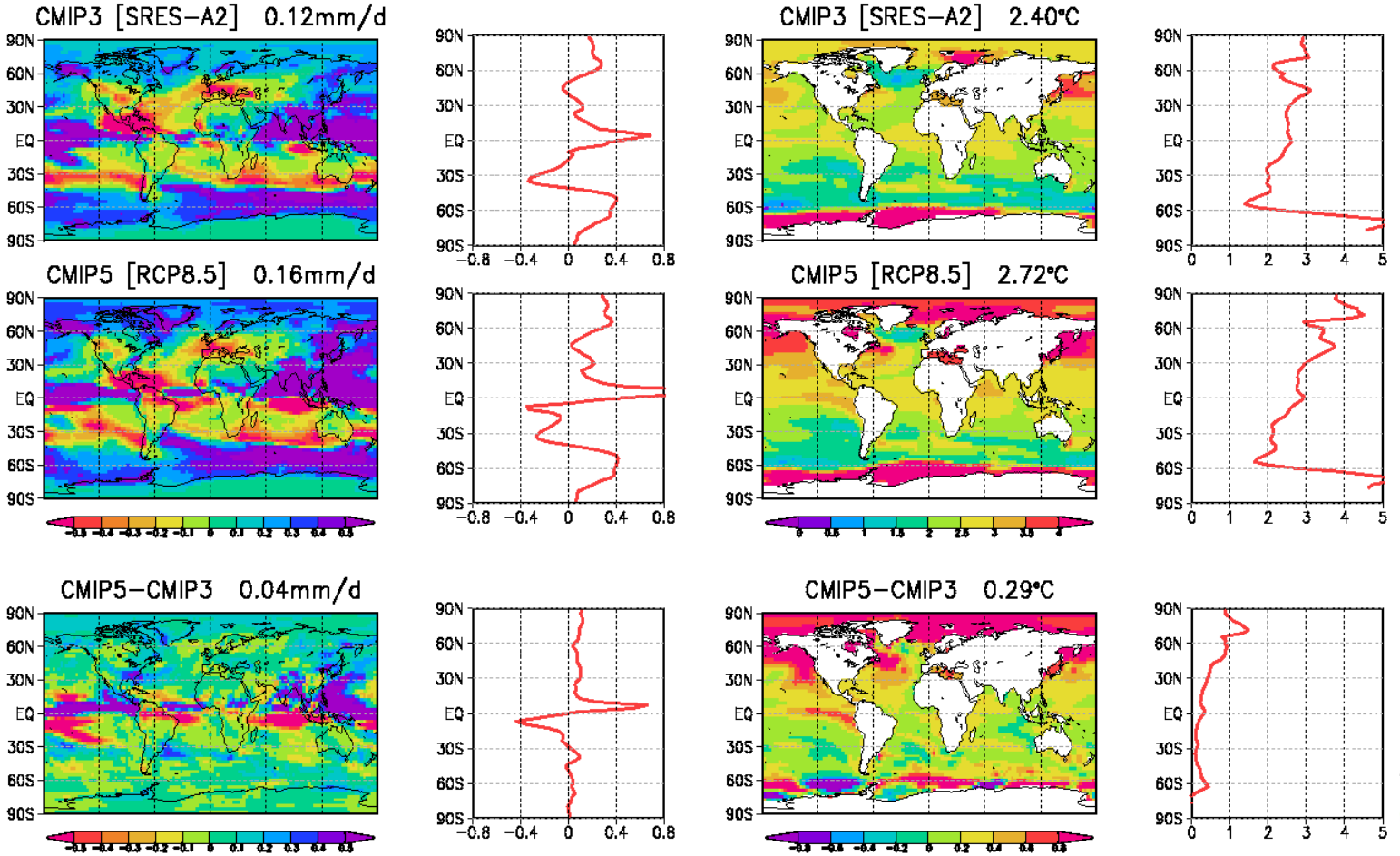
Precipitation (mm/day)

SST (°C)

CMIP3

CMIP5

DIFF



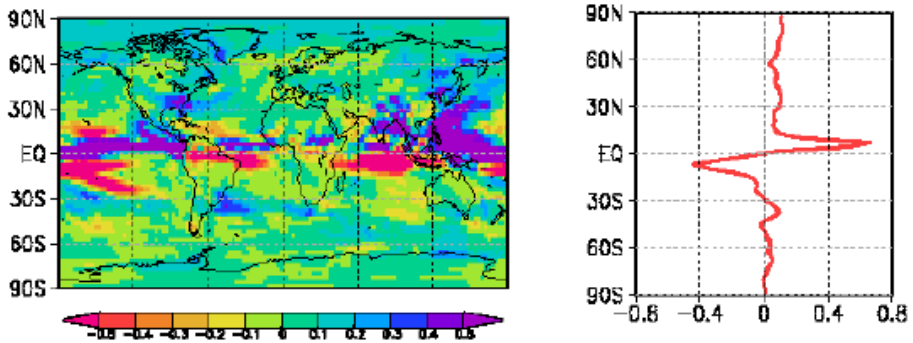
Joetzjer et al. 2012

Changes in CMIP scenarios vs models

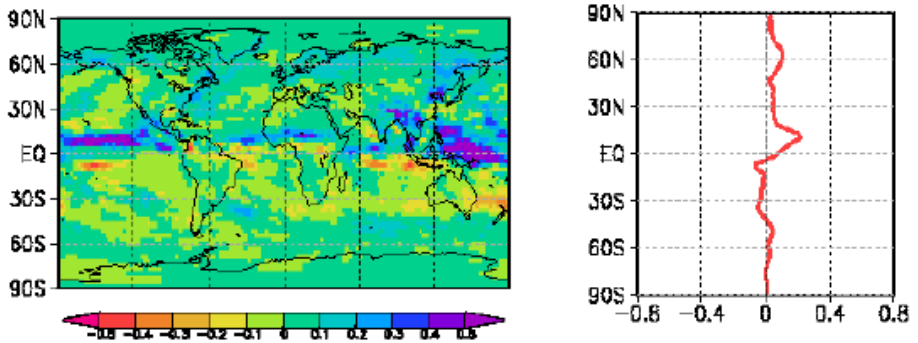
$$\Delta^5_{RCP8.5}-\Delta^3_{SRES-A2}=(\Delta^5_{RCP8.5}-\Delta^5_{1\%CO2})+(\Delta^5_{1\%CO2}-\Delta^3_{1\%CO2})+(\Delta^3_{1\%CO2}-\Delta^3_{SRES-A2})$$

JJAS Precipitation (mm/day)

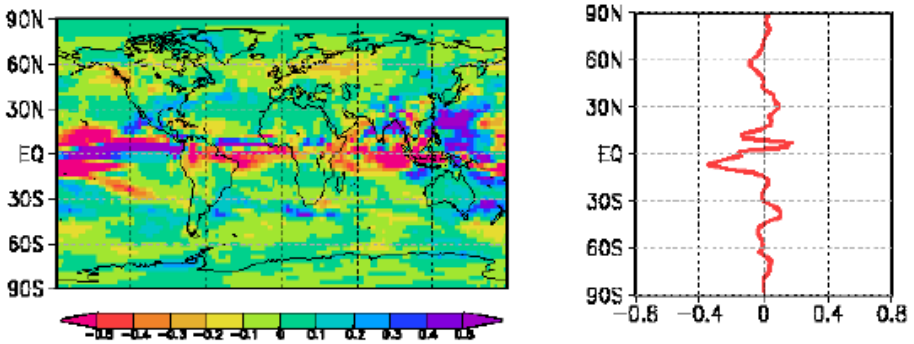
a) $\Delta P^5_{RCP8.5} - \Delta P^3_{SRES-A2}$



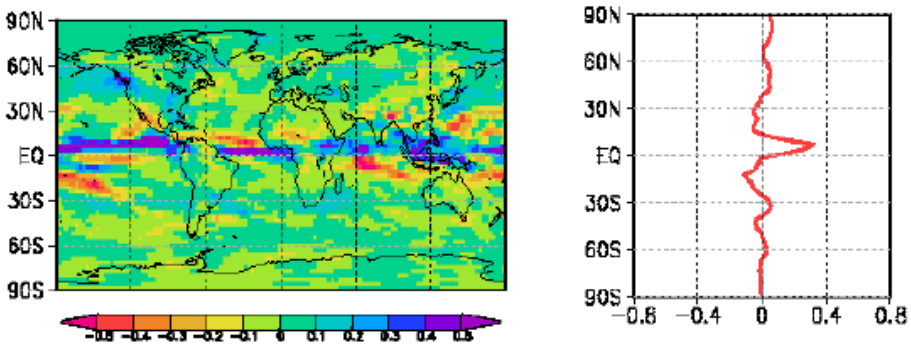
b) $\Delta P^5_{RCP8.5} - \Delta P^5_{1\%CO2}$



c) $\Delta P^5_{1\%CO2} - \Delta P^3_{1\%CO2}$



d) $\Delta P^3_{1\%CO2} - \Delta P^3_{SRES-A2}$



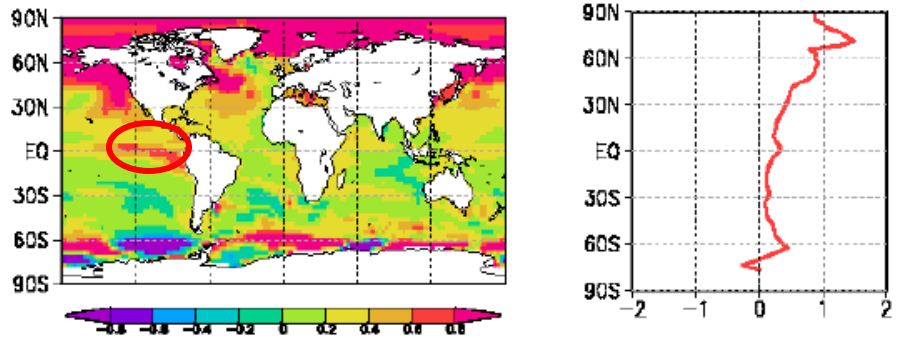
Joetzjer et al. 2012

Changes in CMIP scenarios vs models

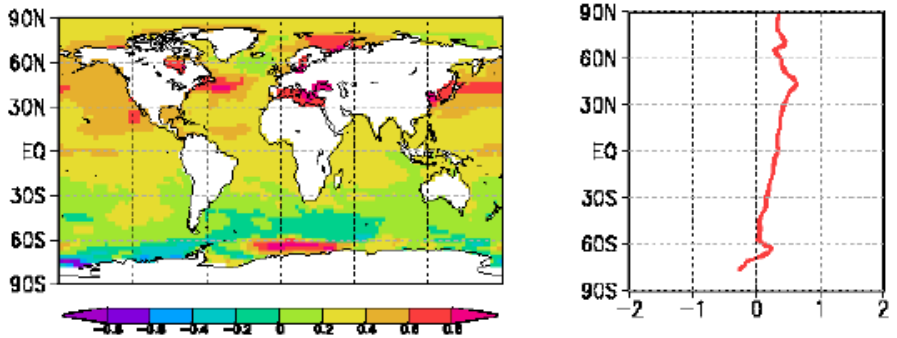
$$\Delta^{5}_{RCP8.5}-\Delta^{3}_{SRES-A2}=(\Delta^{5}_{RCP8.5}-\Delta^{5}_{1\%CO2})+(\Delta^{5}_{1\%CO2}-\Delta^{3}_{1\%CO2})+(\Delta^{3}_{1\%CO2}-\Delta^{3}_{SRES-A2})$$

JJAS SST (°C)

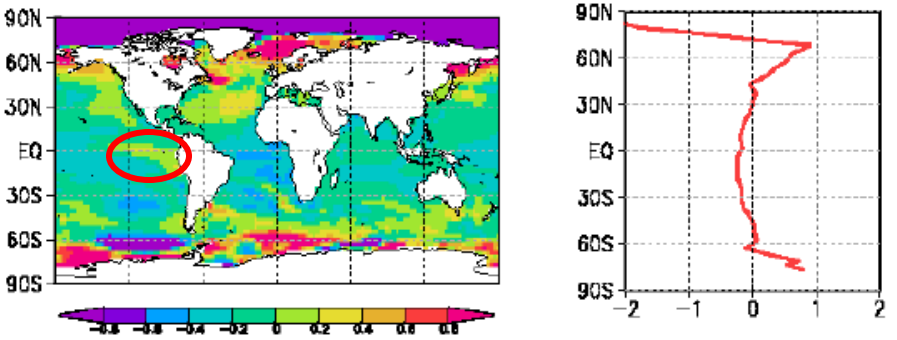
a) $\Delta SST^{5}_{RCP8.5} - \Delta SST^{3}_{SRES-A2}$



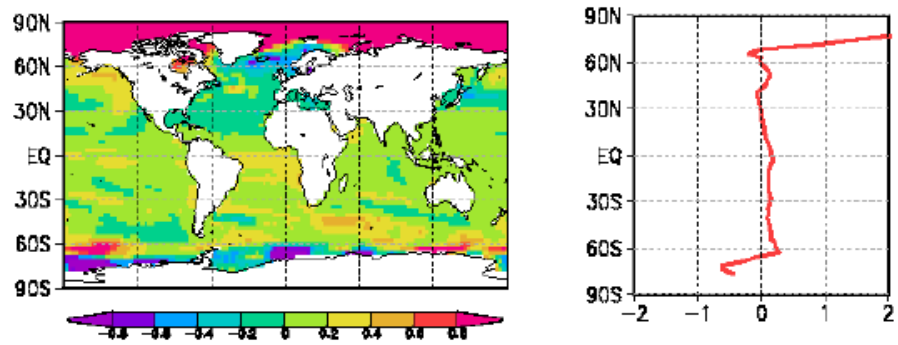
b) $\Delta SST^{5}_{RCP8.5} - \Delta SST^{5}_{1\%CO2}$



c) $\Delta SST^{5}_{1\%CO2} - \Delta SST^{3}_{1\%CO2}$



d) $\Delta SST^{3}_{1\%CO2} - \Delta SST^{3}_{SRES-A2}$



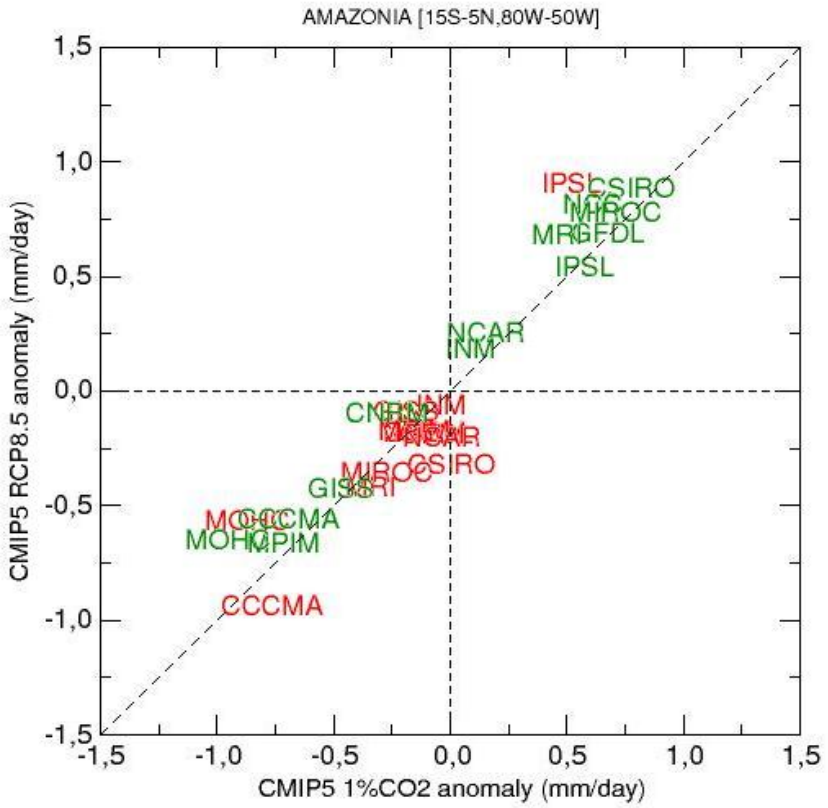
Joetzjer et al. 2012

GES vs autres forçages

La réponse aux GES domine les incertitudes régionales dans les scénarios RCP8.5

- Scénarios plus modérés?
- Land use?
- Feux de forêt et aérosols?

$\Delta P^5_{RCP8.5}$ vs $\Delta P^5_{1\%CO2}$



JJAS & DJFM

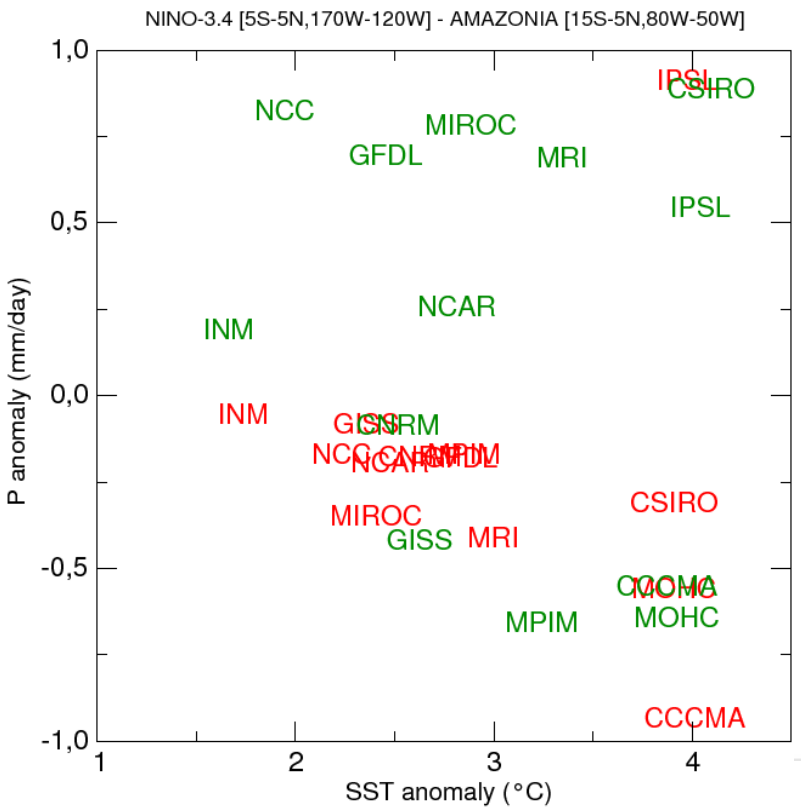
METEO FRANCE

Patterns de ΔSST vs ΔSST global?

La diminution des précipitations JJAS est d'autant plus marquée que la région Niño3.4 se réchauffe

- Quid du modèle IPSL-CM5a_LR?
- Effet SST régional vs global?
- Saison DJFM?

$\Delta P^{5}_{RCP8.5}$ vs $\Delta Niño3.4^{5}_{RCP8.5}$



JJAS & DJFM

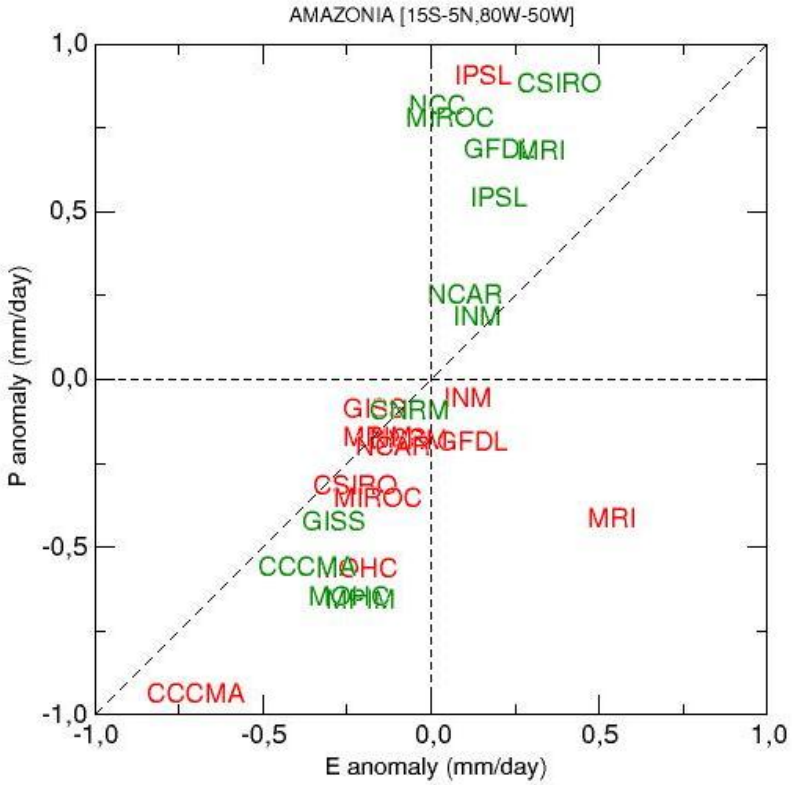
METEO FRANCE

Evaporation vs P-E?

ΔE contribue plus ou moins à ΔP selon le modèle et la saison, et à la dispersion sur ΔP

- IPSL, CCCMA & MRI en JJAS ?
- Effet radiatif vs humidité du sol?
- Effet direct du CO_2 sur la transpiration?

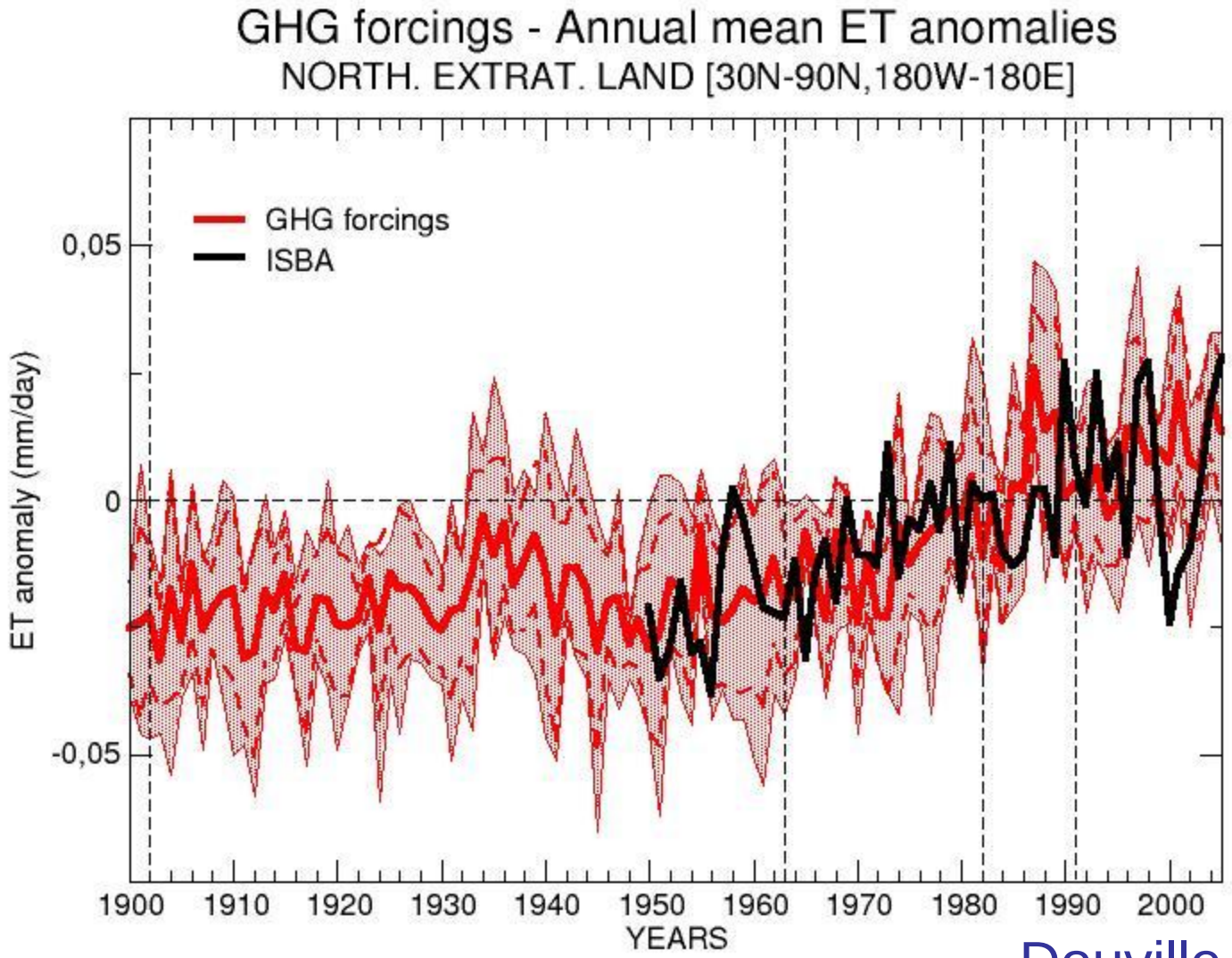
$\Delta P^5_{RCP8.5}$ vs $\Delta E^5_{RCP8.5}$



JJAS & DJFM

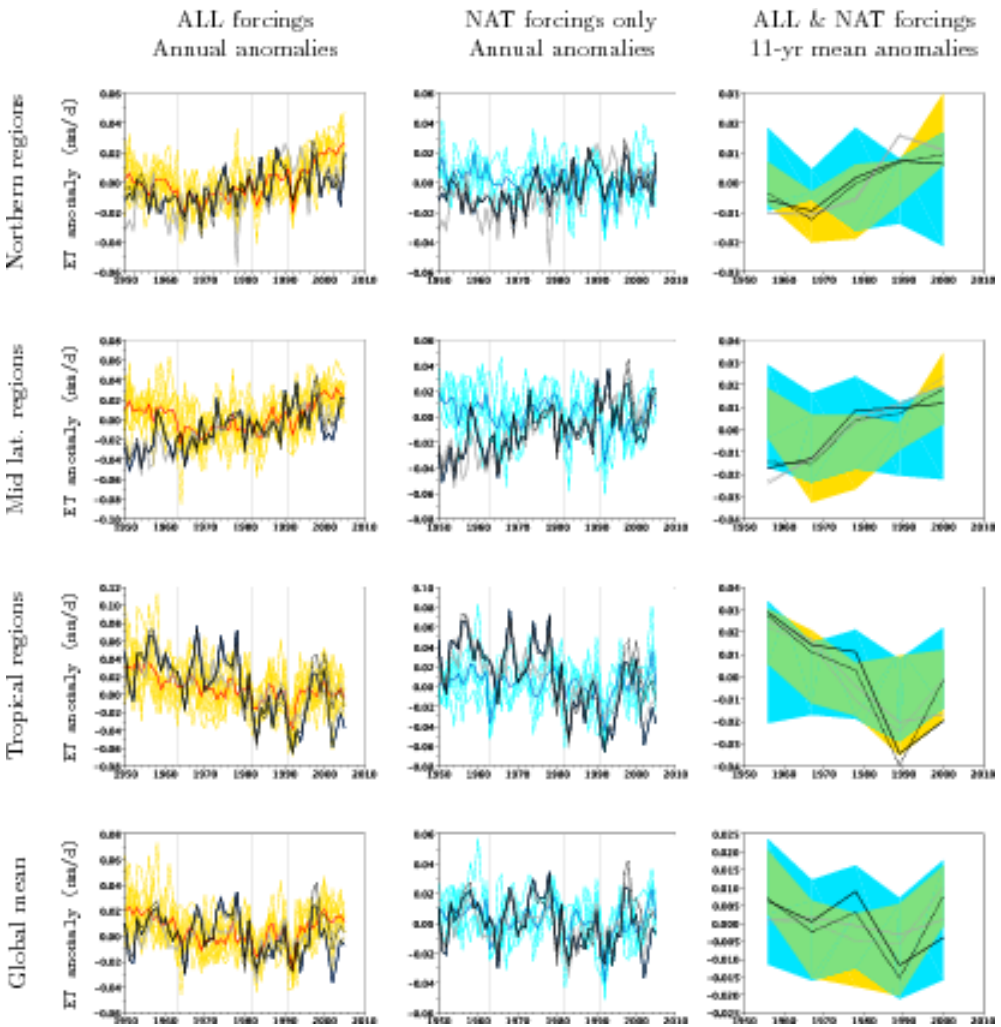
METEO FRANCE

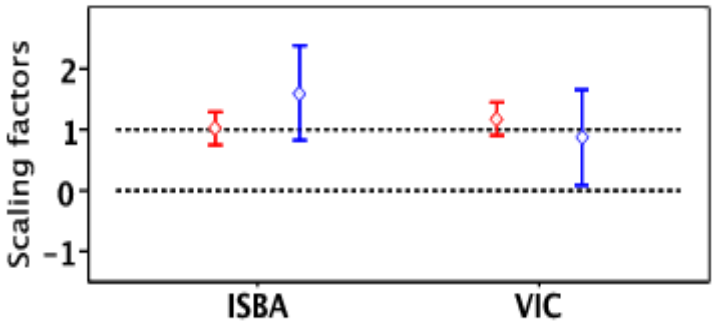
Cycle annuel des anomalies mensuelles



Douville et al. 2012

Cycle annuel des anomalies mensuelles





Les variations de l'évapotranspiration continentale reconstruite depuis 1950 présentent des singularités spatiales et temporelles qui ne peuvent s'expliquer sans faire intervenir les forçages anthropiques.

Douville et al. 2012

Conclusion

- Précipitations CMIP5 vs CMIP3:
  - En **moyenne d'ensemble**, les biais des simulations historiques sont inchangés ou légèrement réduits
  - L'ENSO et les téléconnexions associées sont mieux simulés
  - Les réponses dans les scénarios (/°C) sont inchangées ou légèrement modifiées (Amazonie)
  - **Dispersion** peu modifiée, parfois diminuée (en JJAS sur l'Amazonie)
  - La variabilité interannuelle reste un candidat parmi d'autres pour contraindre les incertitudes, mais on peut aussi repérer des « outliers »
- Evaporation CNRM-CM5:
  - Réponse très différente de CMIP3, ce qui explique en grande partie la réponse différente des précipitations aux moyennes latitudes
  - Evolution 1850-2100 assez représentative du multi-modèle CMIP5
  - La variabilité spatio-temporelle « observée » (ISBA off-line) depuis 1950 est incompatible avec la variabilité interne de CNRM-CM5 et peut être en partie attribuée aux forçages anthropiques

Incertitudes et prise de décision

« (…) Part of this model spread is irreducible owing to internal variability in the climate system, yet there is also uncertainty from model differences that can potentially be eliminated. We argue that defining progress in climate modelling in terms of narrowing uncertainties is too limited. Models improve, representing more processes in greater detail. This implies greater confidence in their projections, but convergence may remain slow. The uncertainties should not stop decisions being made. » (Knutti and Sedlacek 2012)

METEO FRANCE

Précipitations vs évaporation & runoff

La réponse du bilan hydrique est beaucoup plus incertaine que celle des précipitations [AR4]

Annual mean anomalies SRES-A1B

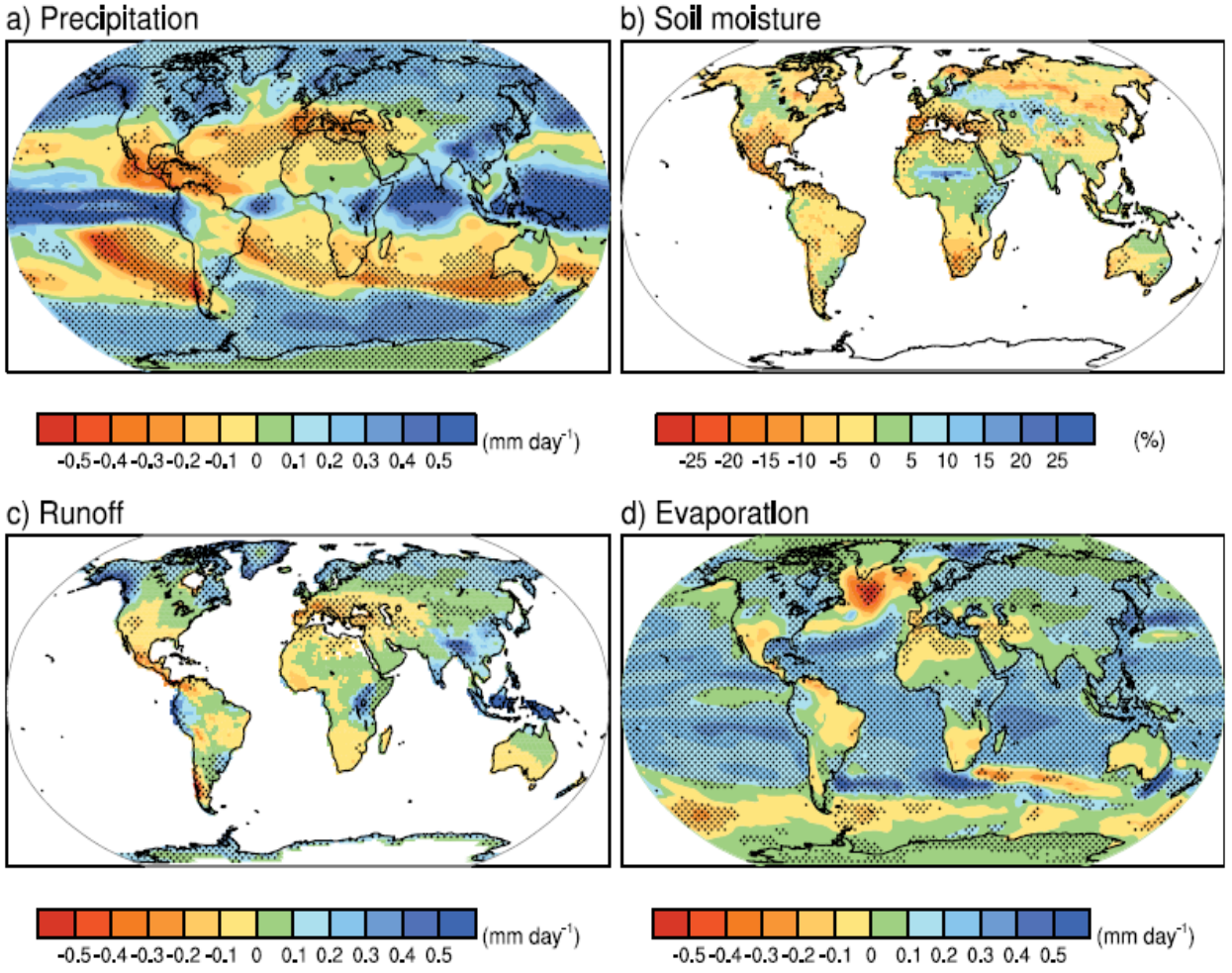
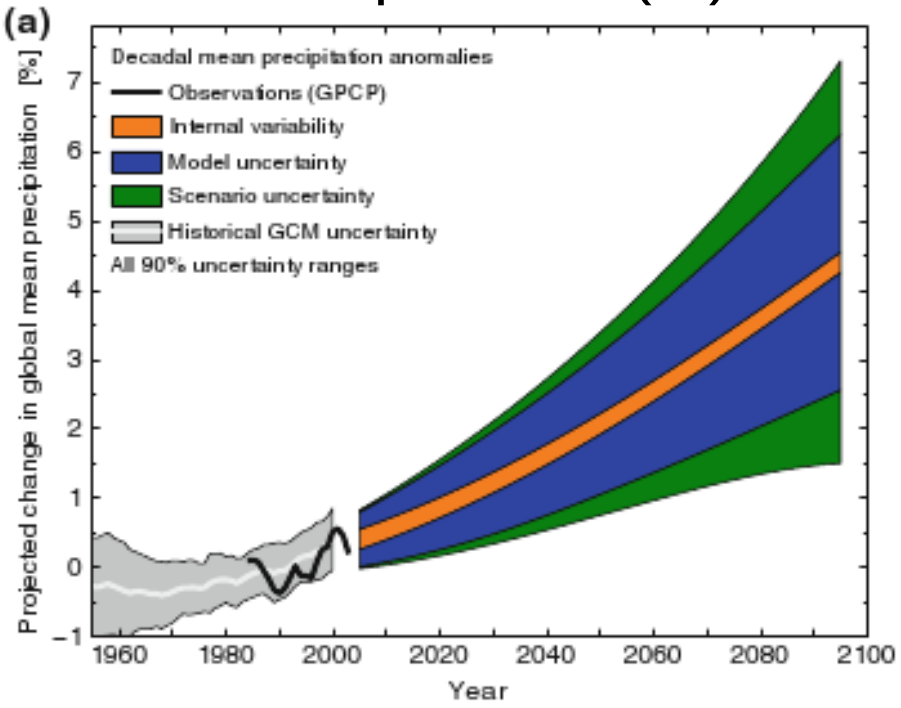


Figure 10.12. *Multi-model mean changes in (a) precipitation (mm day⁻¹), (b) soil moisture content (%), (c) runoff (mm day⁻¹) and (d) evaporation (mm day⁻¹). To indicate consistency in the sign of change, regions are stippled where at least 80% of models agree on the sign of the mean change. Changes are annual means for the SRES A1B scenario for the period 2080 to 2099 relative to 1980 to 1999. Soil moisture and runoff changes are shown at land points with valid data from at least 10 models. Details of the method and results for individual models can be found in the Supplementary Material for this chapter.*

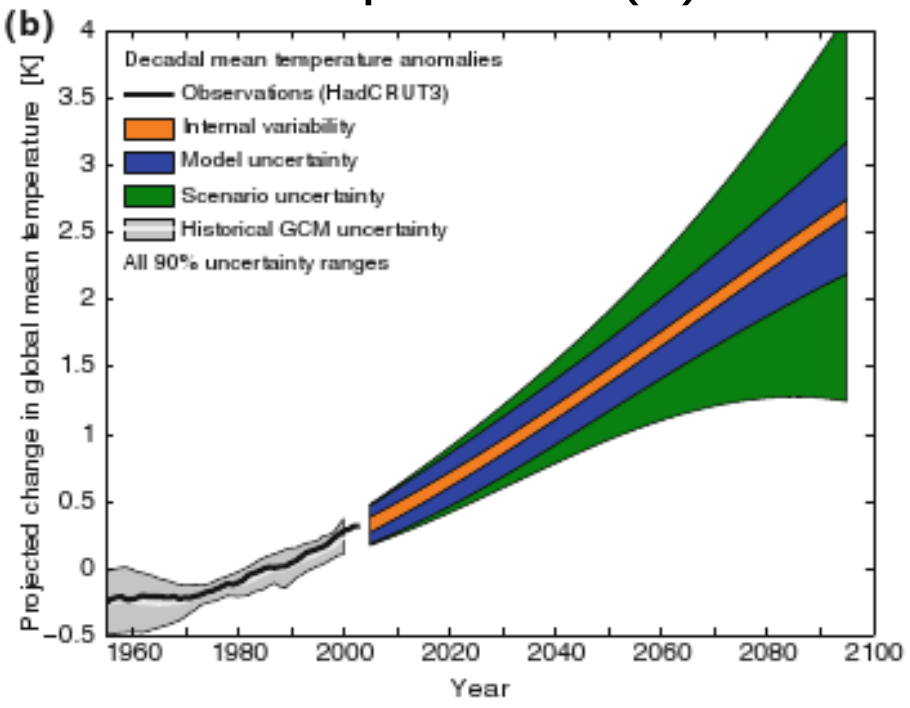
AR4

Incertitudes: précipitations vs température

Précipitations (%)



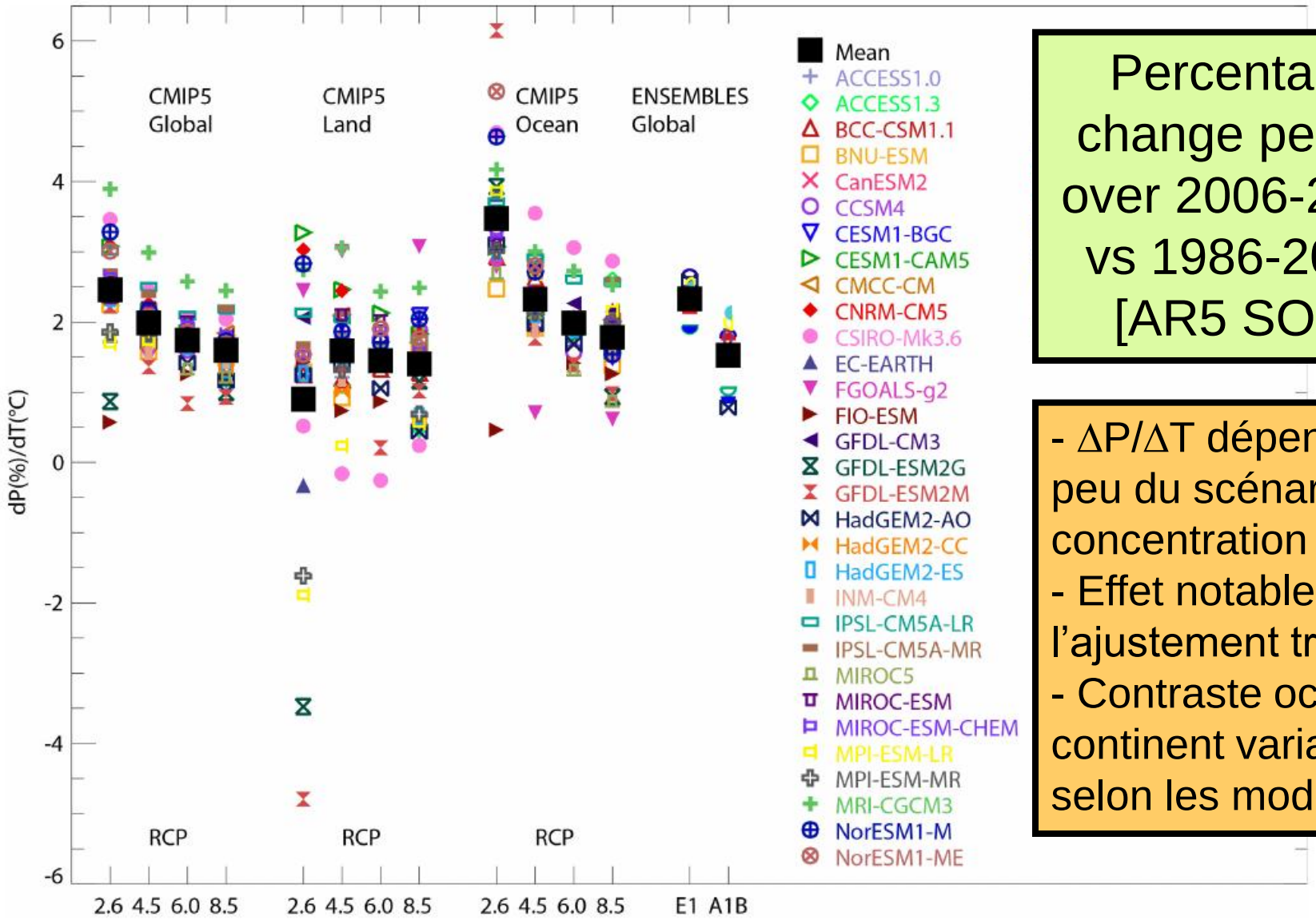
Température (K)



Incertitude totale sur la moyenne globale et décennale (a) des précipitations et (b) de la température en surface simulées par les modèles CMIP3 de 1950 à 2100

(D'après Hawkins and Sutton, 2011)

Réponse sur continents vs océans



Percentage change per °C over 2006-2100 vs 1986-2005 [AR5 SOD]

- ΔP/ΔT dépend peu du scénario de concentration
- Effet notable de l'ajustement tropo
- Contraste océan-continent variable selon les modèles

METEO FRANCE

Contraindre les scénarios via la D&A ?