Journées de Modélisation des Surfaces Continetales 2019
14 novembre 2019

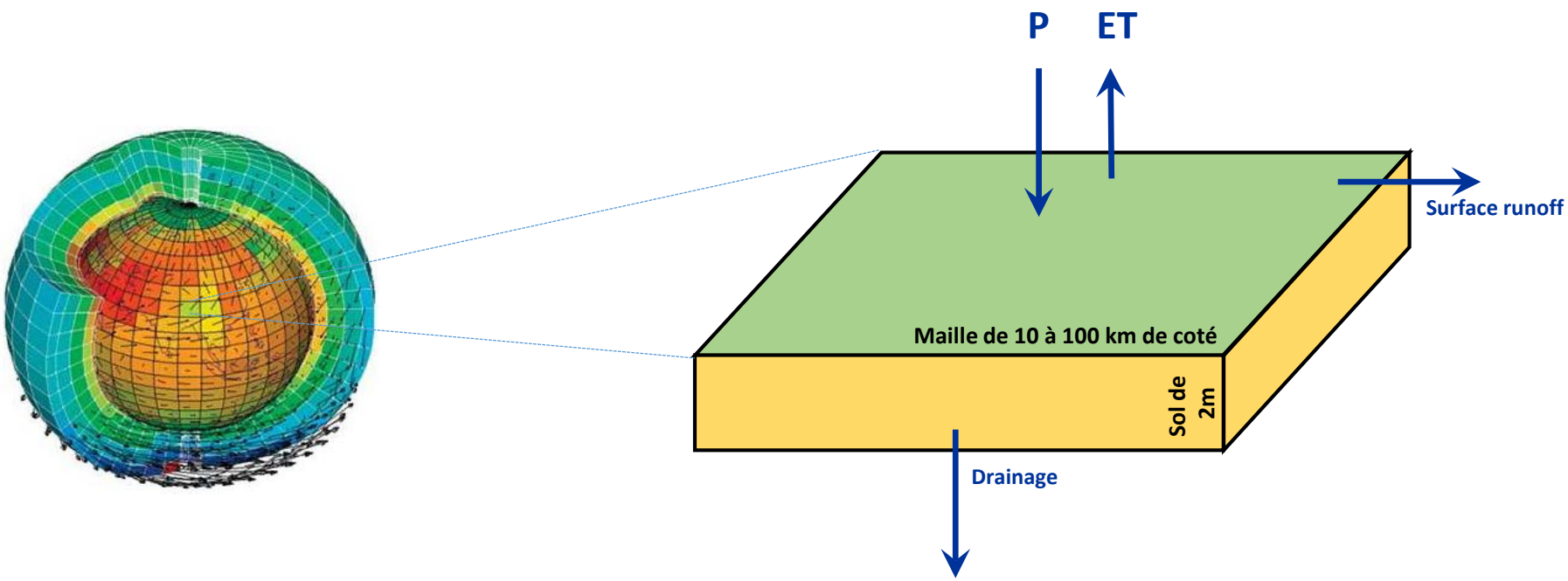
Quel rôle des écoulements horizontaux le long des versants ? Effets sur l'hydrologie et le climat simulés dans les modèles de l'IPSL

Agnès Ducharne, Thomas Verbeke, Ardalan Tootchi, Anne Jost (METIS-IPSL)
Josefine Ghattas (IPSL), Frédérique Chéruy (LMD-IPSL)

Avec le soutien de l'ANR, projet IGEM « Impact of Groundwater in earth System Models »

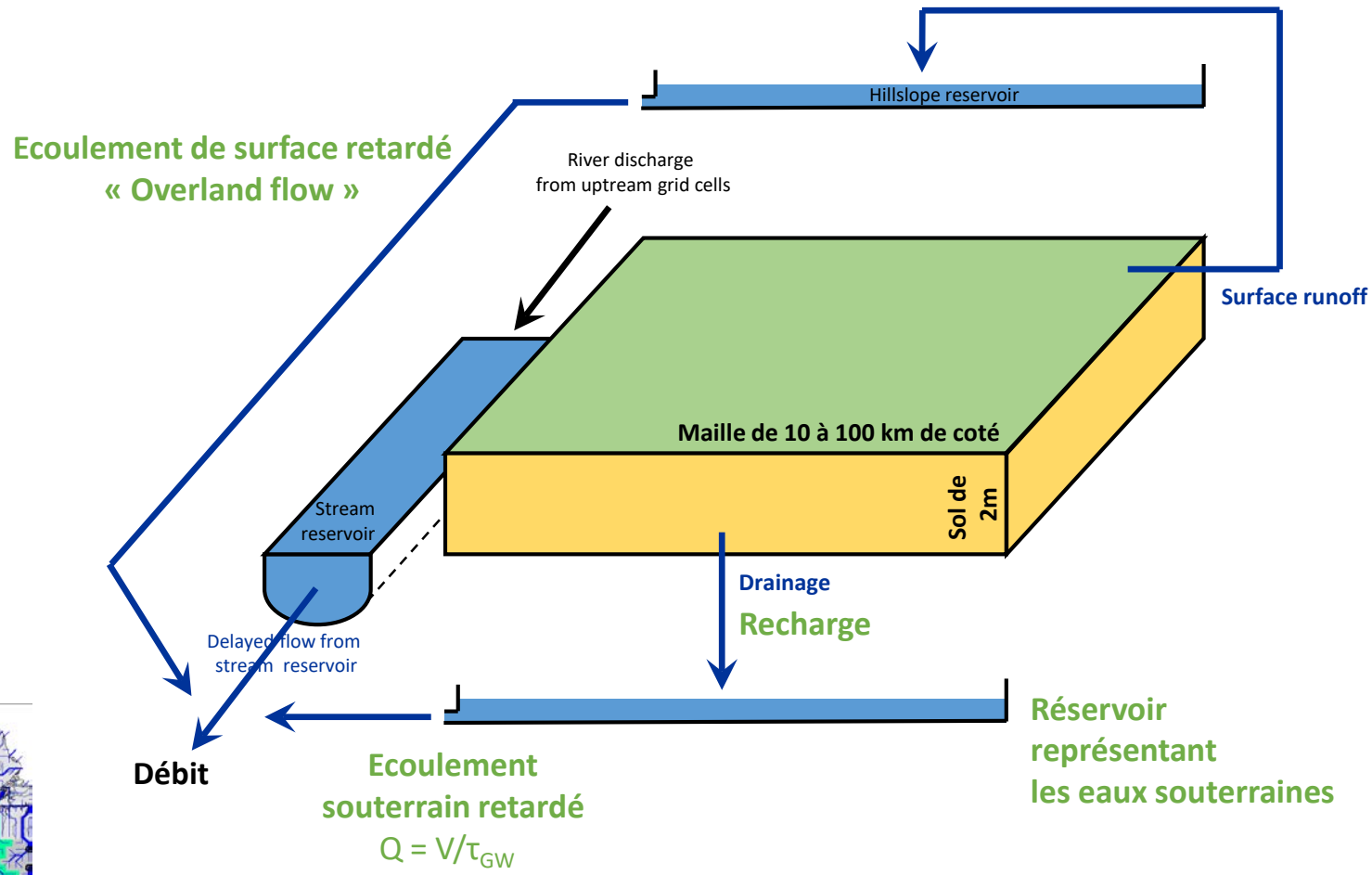
Modélisation « standard » de l'hydrologie dans ORCHIDEE

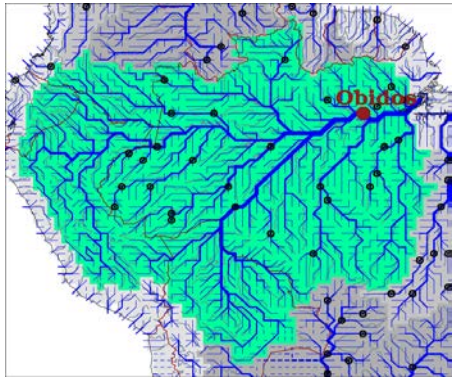
1. Effet du climat et de la végétation sur le bilan d'eau de chaque maille



Modélisation « standard » de l'hydrologie dans ORCHIDEE

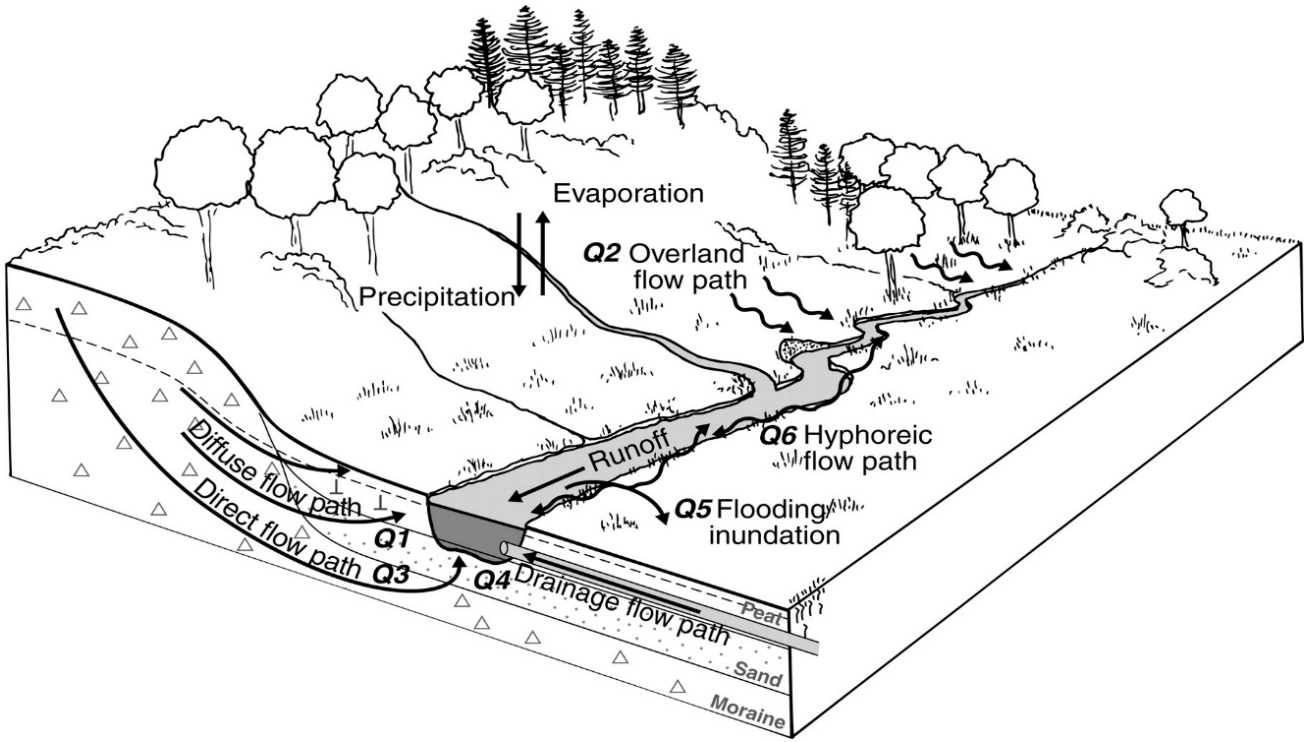
2. Effet des écoulements horizontaux sur les débits (routage)

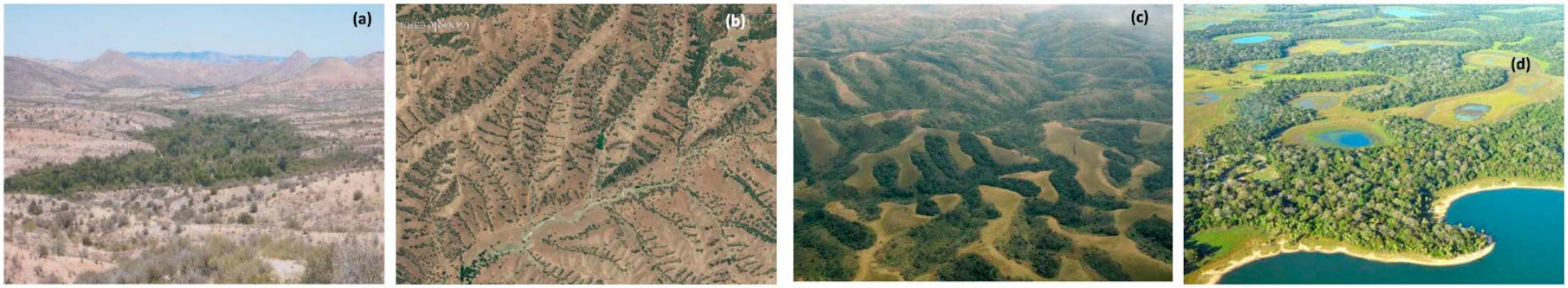




Hypothèse implicite : les paysages sont plats sur 10 à 100 km
Pas d'impact sur l'humidité des sols

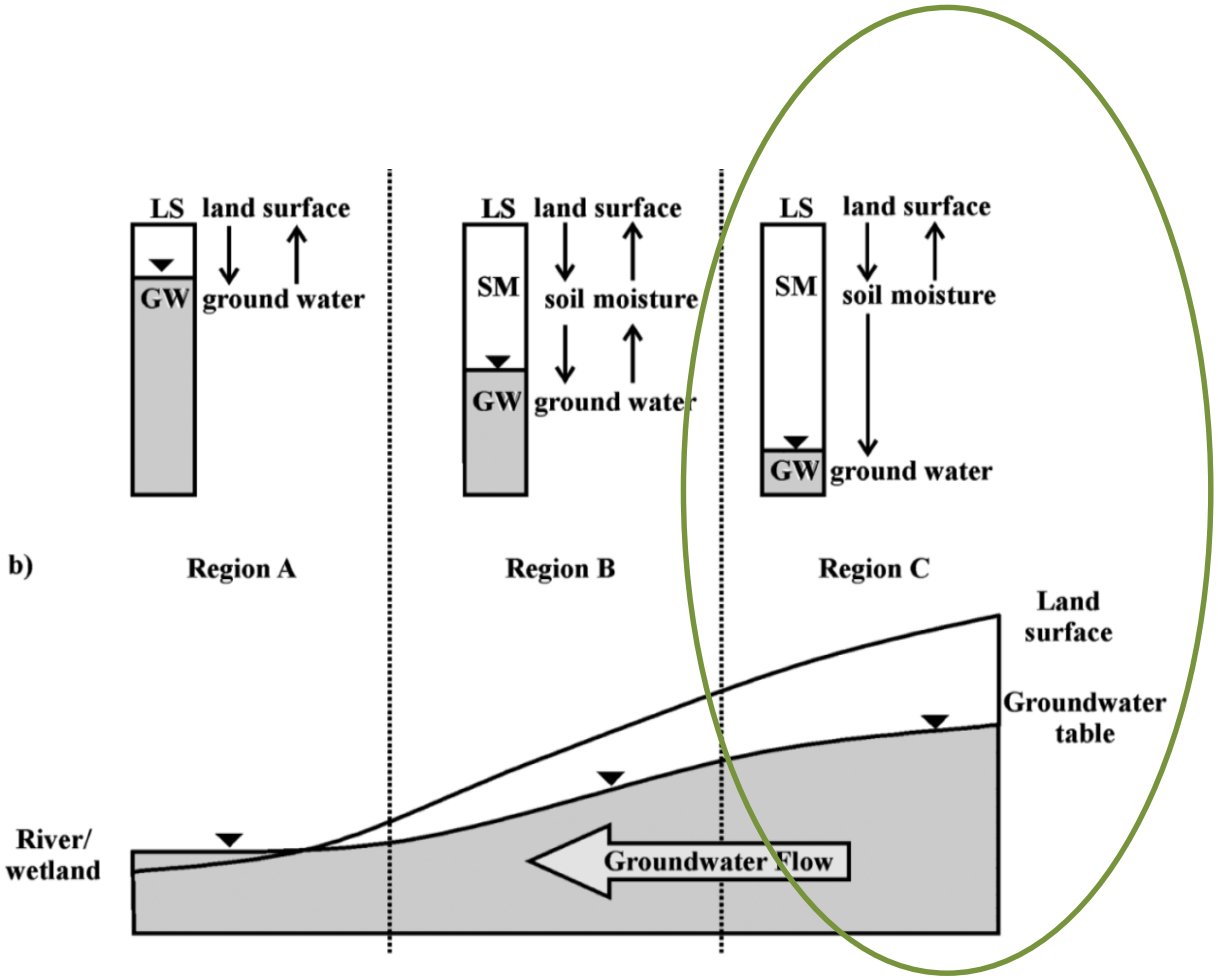
Mais les paysages ne sont pas plats…





Photographs from Fan et al. 2019, WRR

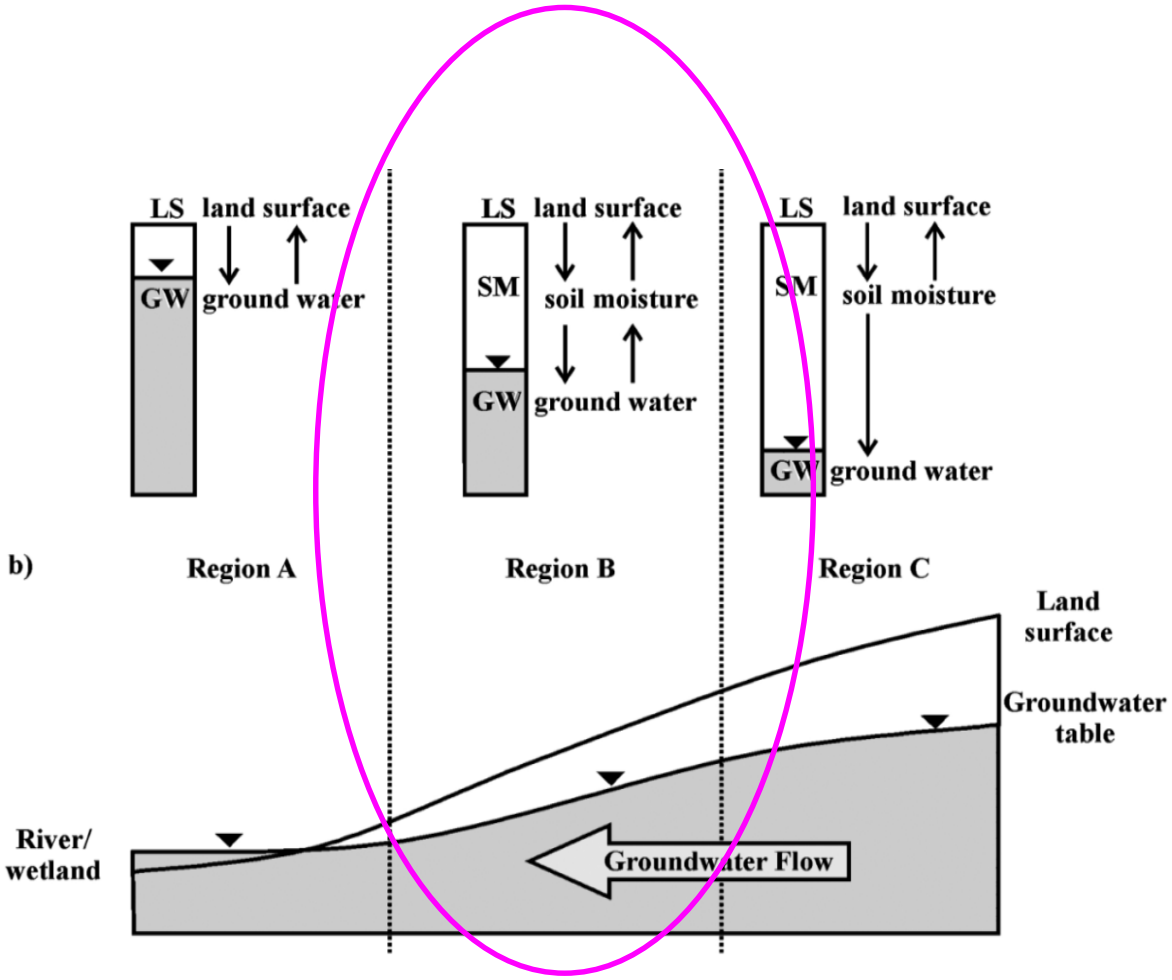
Avec des impacts sur les couplages surface/atmosphère



Partie haute : les nappes profondes n'ont pas d'influence sur la surface

Kollet & Maxwell, 2008, WRR

Avec des impacts sur les couplages surface/atmopshère



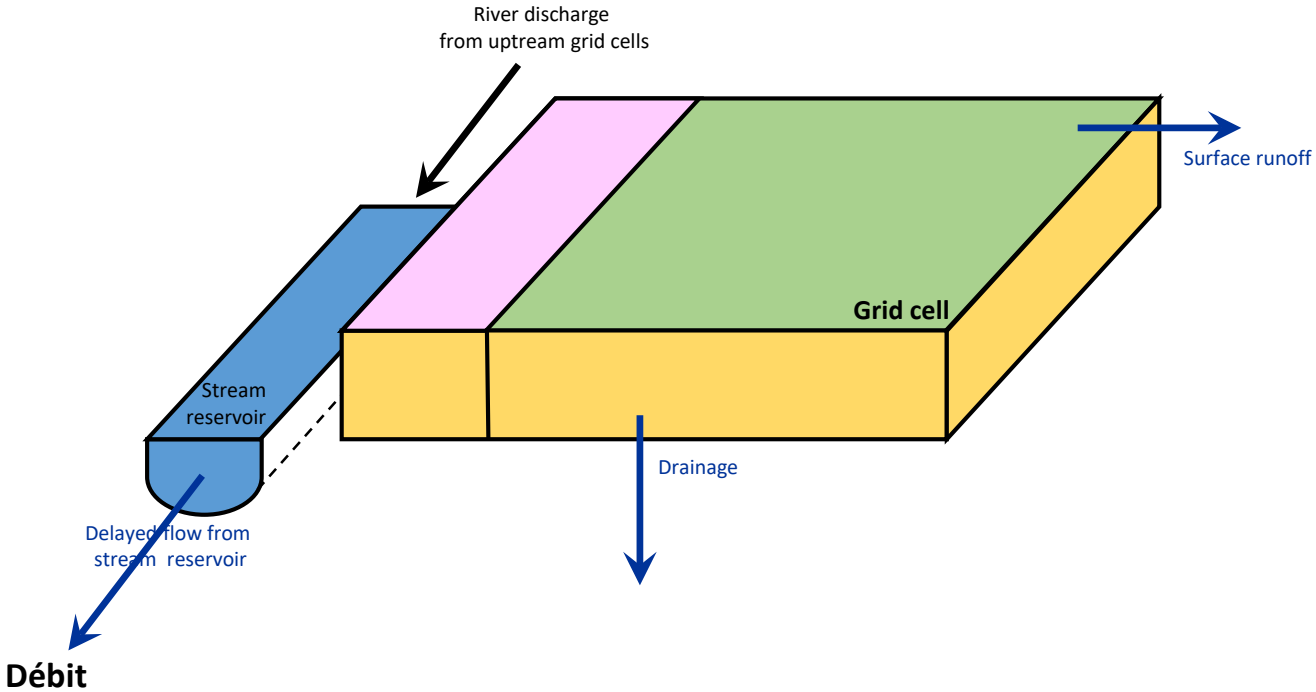
Partie basse :

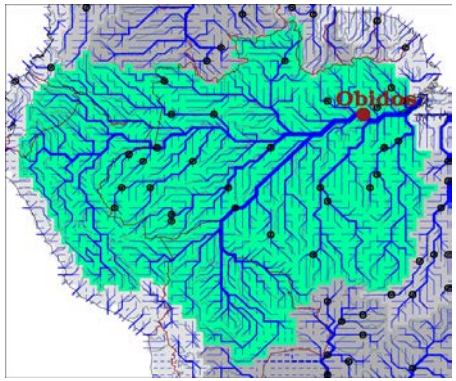
Les nappes superficielles alimentent l'humidité des sols avec une influence sur l'atmosphère

Kollet & Maxwell, 2008, WRR

Vers une représentation plus réaliste

Introduction d'une nouvelle fraction

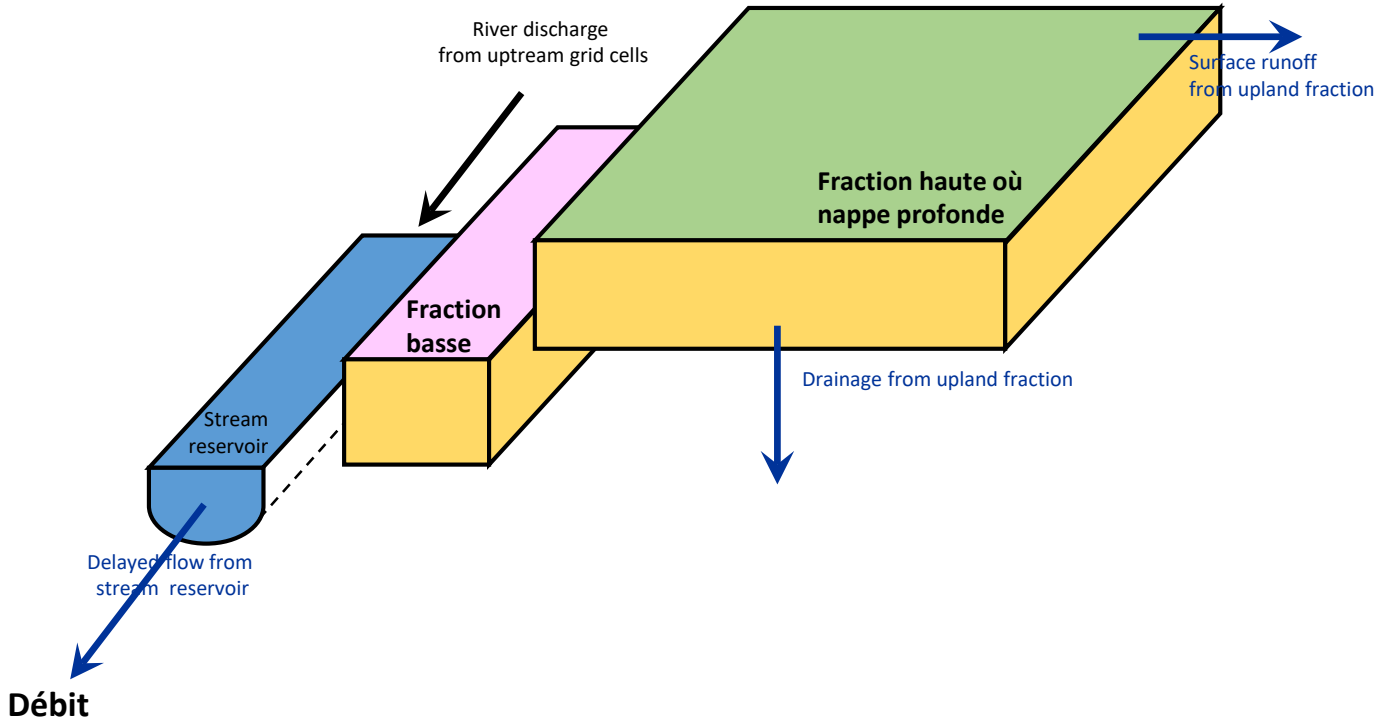


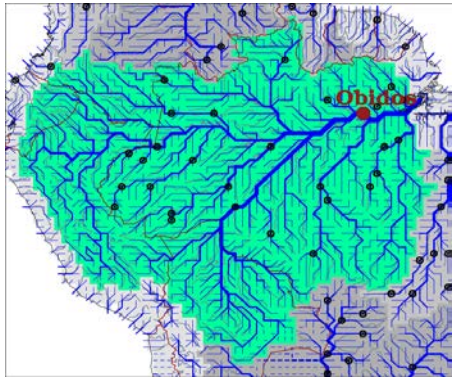


Vers une représentation plus réaliste

Introduction d'une nouvelle fraction

- basse (« lowland »)

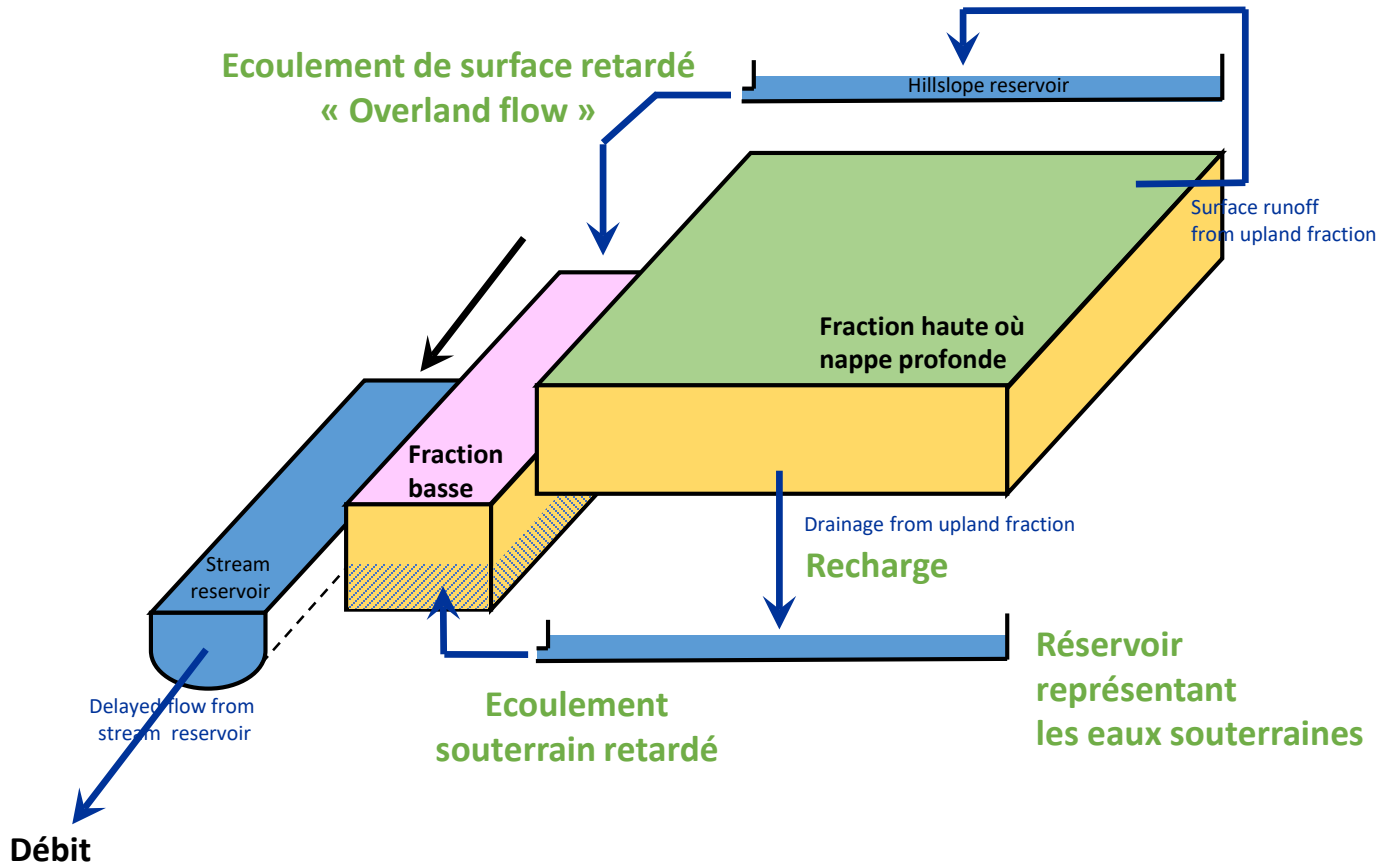


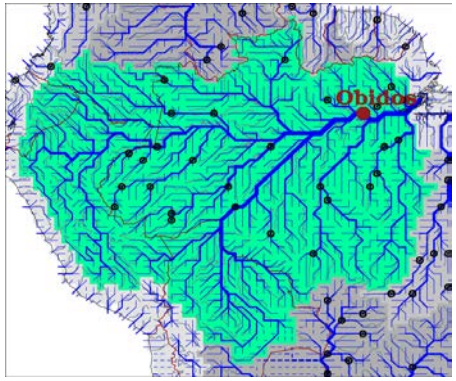


Vers une représentation plus réaliste

Introduction d'une nouvelle fraction

- basse (« lowland »)
- potentiellement humide car alimentée par les écoulements latéraux

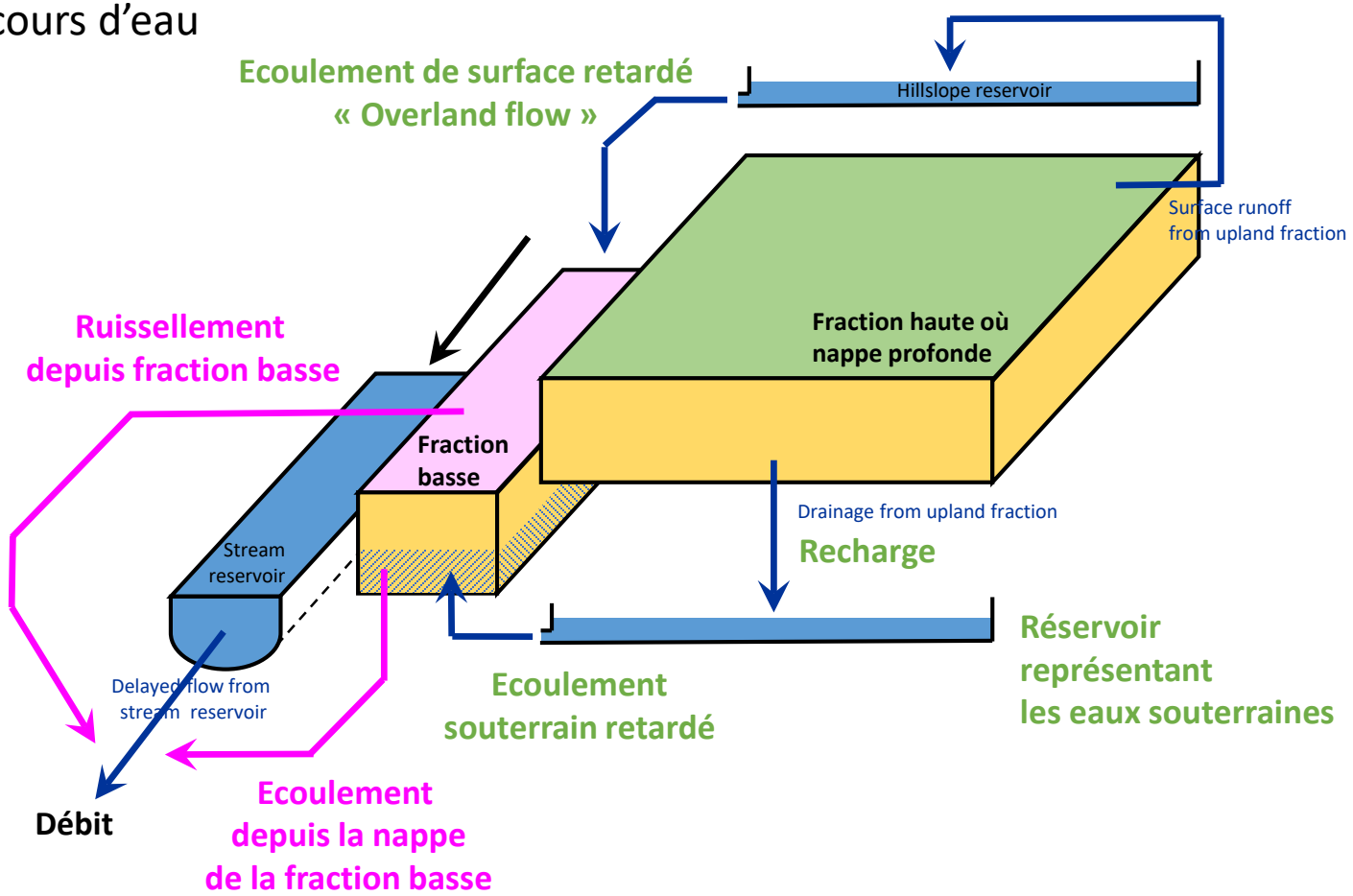


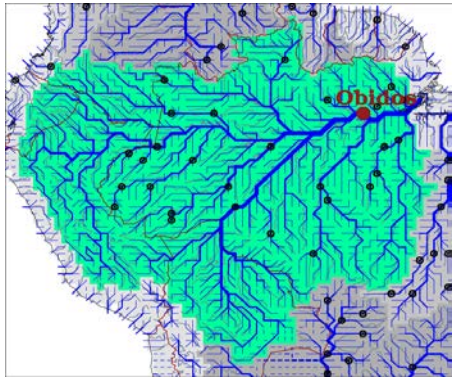


Vers une représentation plus réaliste

Introduction d'une nouvelle fraction

- basse (« lowland »)
- potentiellement humide car alimentée par les écoulements latéraux
- qui alimente les cours d'eau





Détails dans la thèse de Tootchi (2019)

Comment définir la fraction basse ?

Elle est décrite par une carte globale des zones potentiellement humides

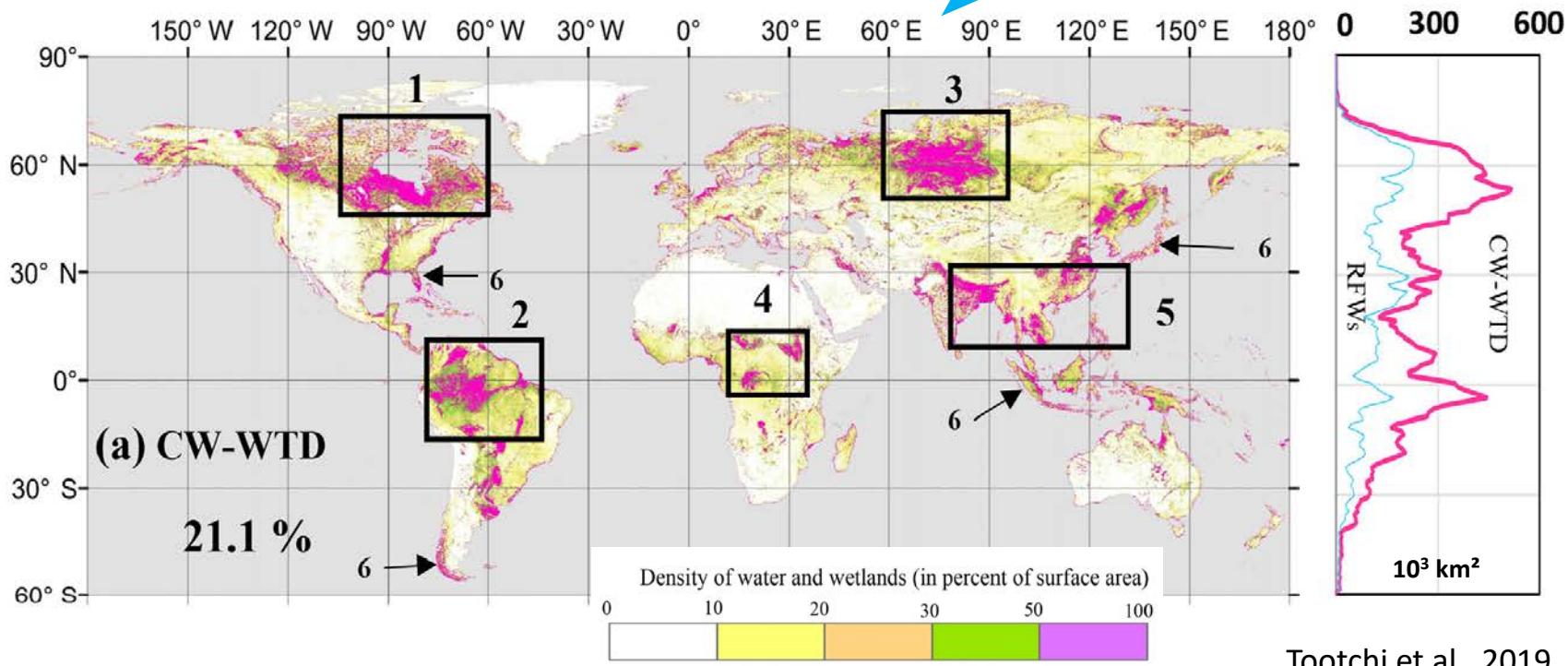
GDW
Ground-water driven wetland

Fan et al. 2013

RFW
Regularly flooded wetland

GIEMS-D15 + JRC surface water
+ ESA CCI wetland class

Résolution
500 m



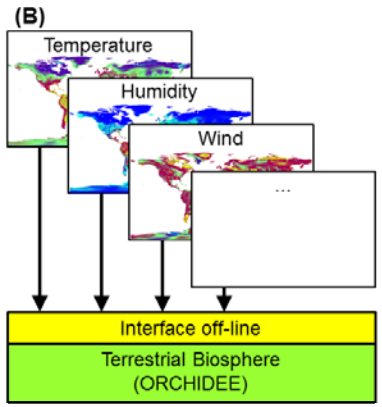
Tootchi et al., 2019, ESSD

Quelques résultats

Plusieurs paires de simulations

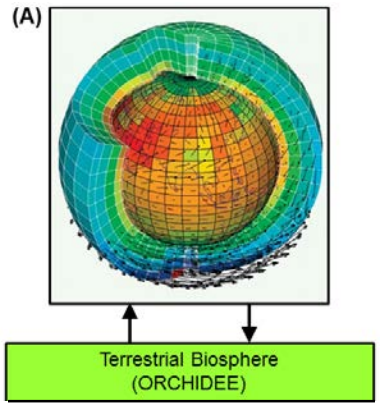
REF vs **GWF** (GW-fed Fraction)

1. Forcé
« Historique »



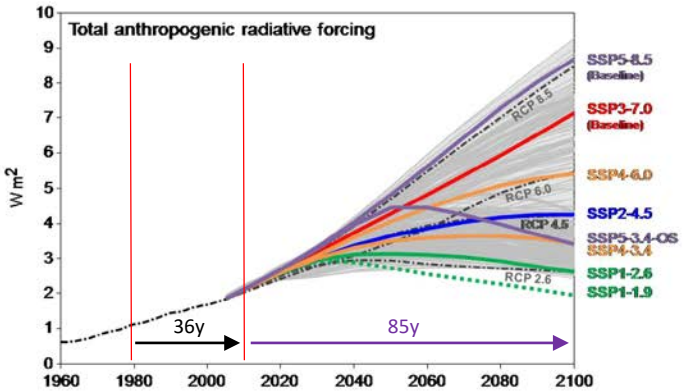
1979-2010
Forçage atmosphérique
Princeton-GPCC
à 1°x1°

2. Couplé
« Historique »



1979-2014
Forçages radiatifs, SST et SIC
« AMIP »
basées sur observations

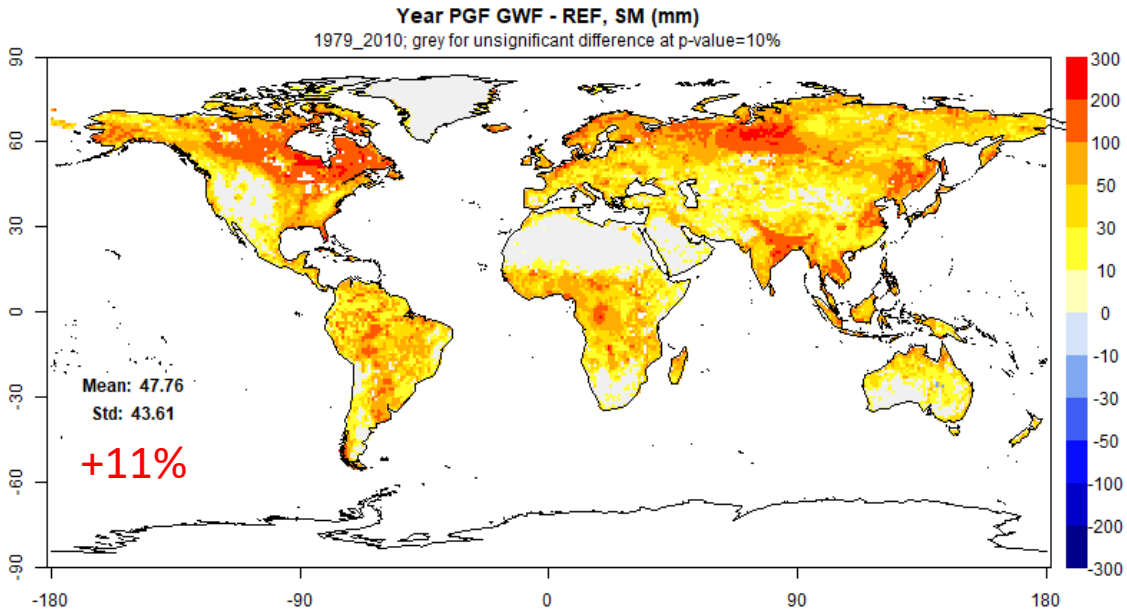
3. Couplé
« Futur »

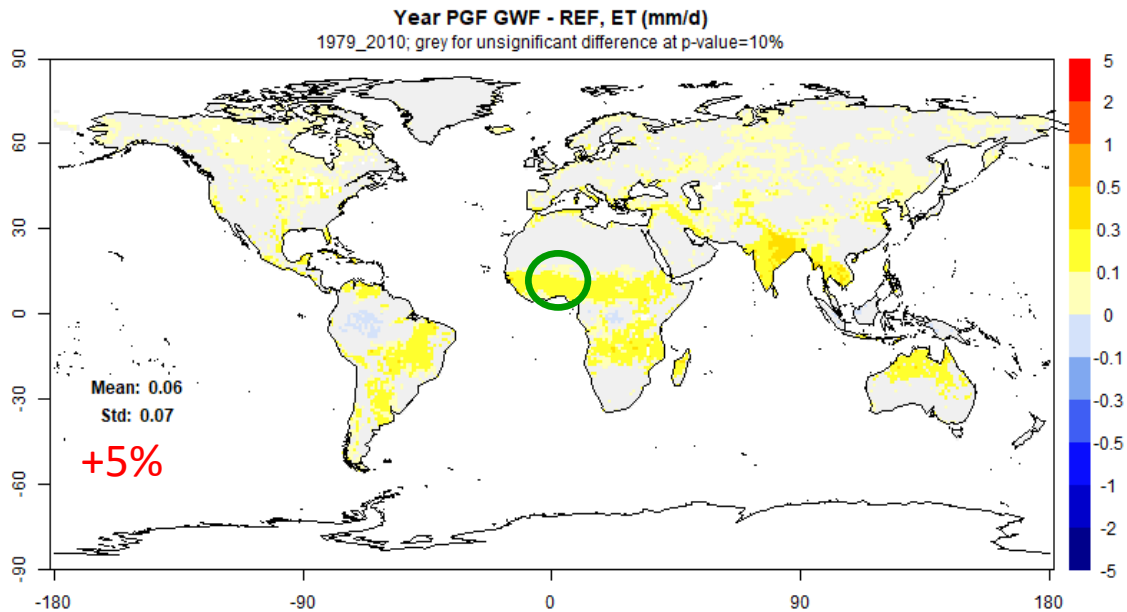


1979-2100
Forçage radiatif historique + **SSP5-8.5**
SST et SIC basées sur simulations
avec océan couplé par CNRM-CM6

Atmospheric model LMDZOR6.1
144x142x79

Simulations forcées : humidité du sol et ET



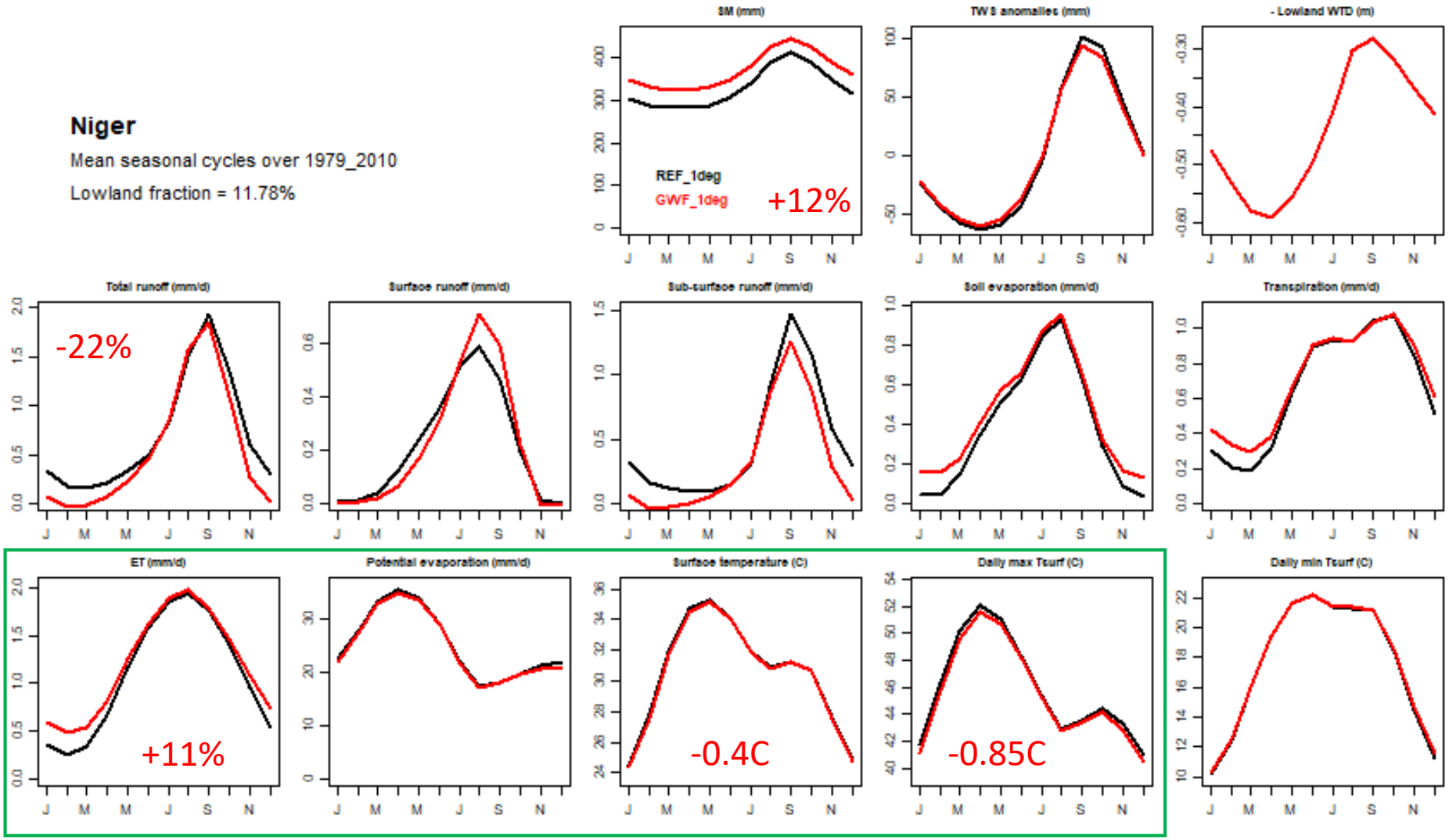


REF = 1.17 mm/d
GWF = 1.23 mm/d

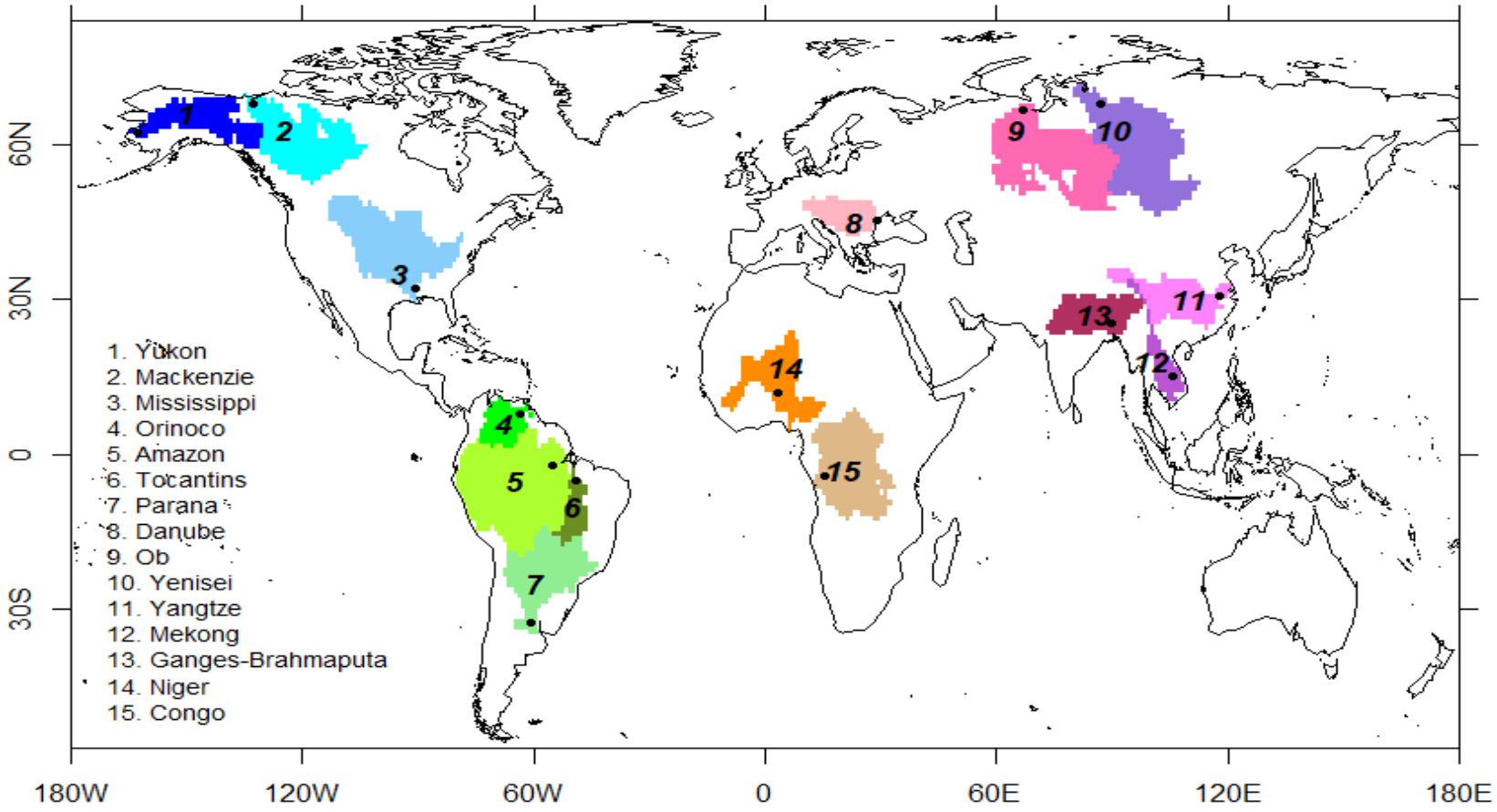
GLEAM = 1.37 mm/d
Rodell et al. 2015
= 1.45 mm/d

(yearly means
excluding Antartica)

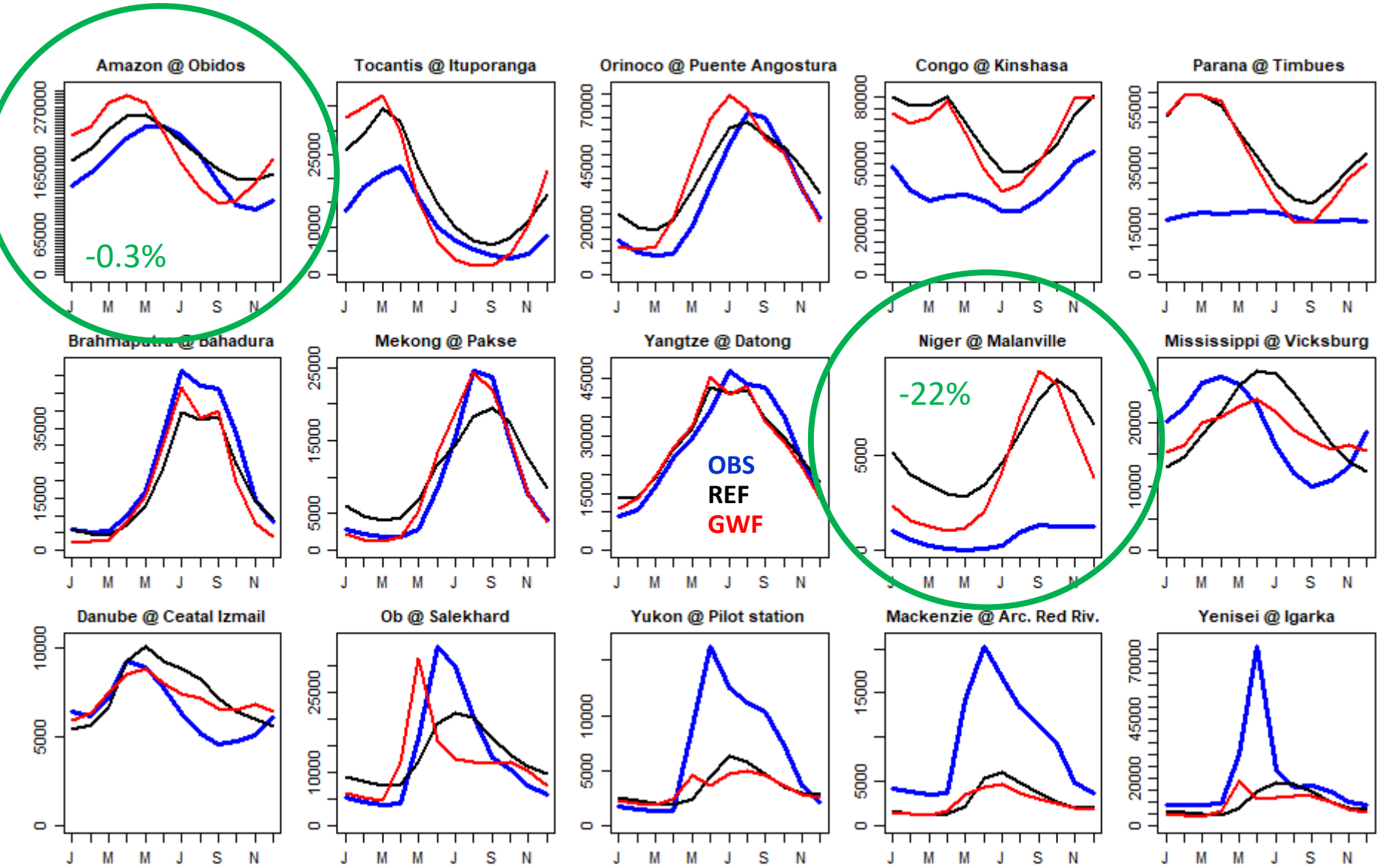
Simulations forcées : zoom sur le bassin du Niger



Simulations forcées : débits des grands fleuves

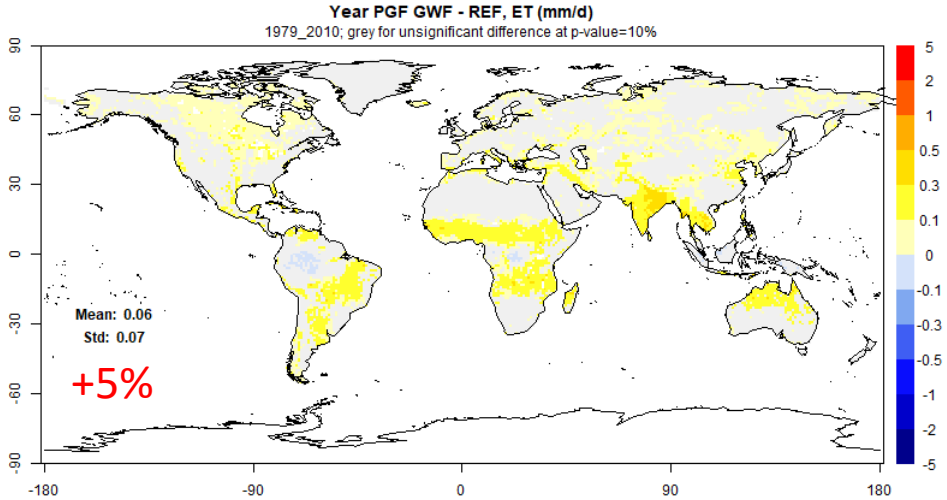


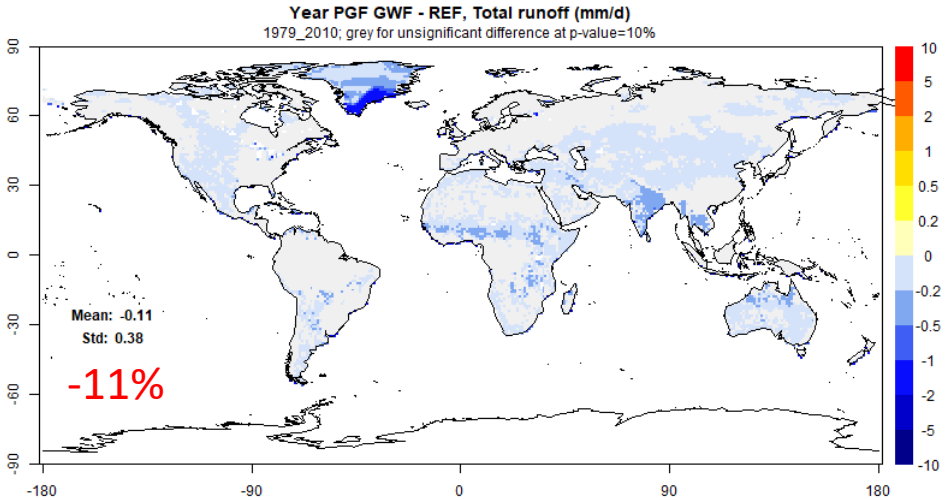
Simulations forcées : débits des grands fleuves



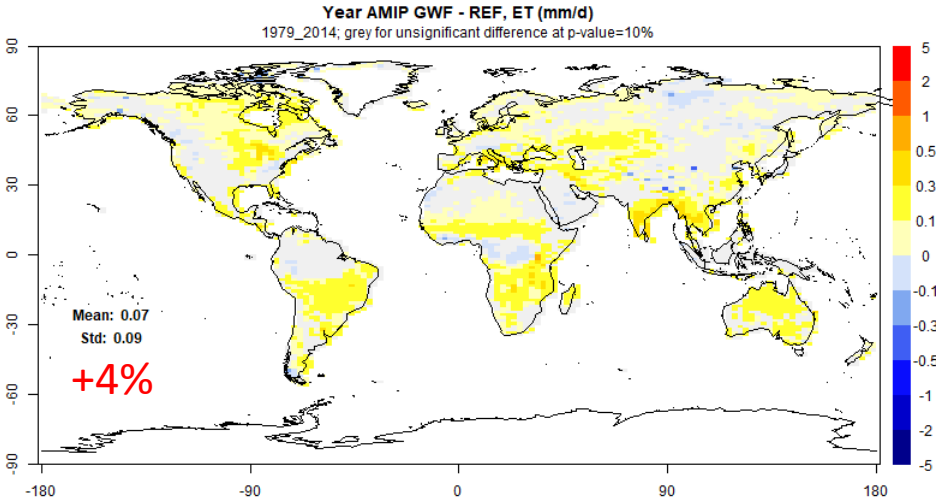
Impact sur le climat simulé

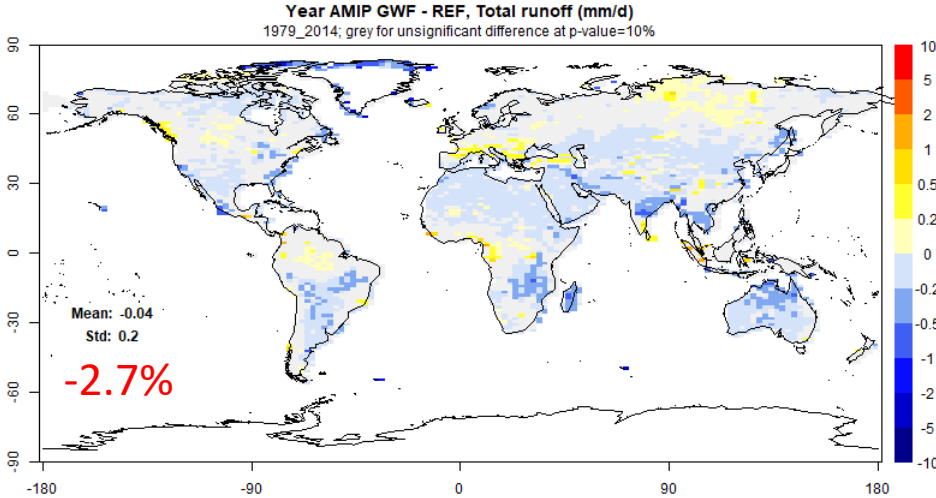
Forcé





Couplé

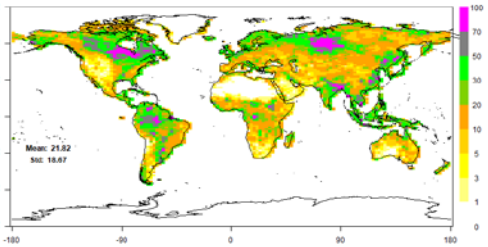


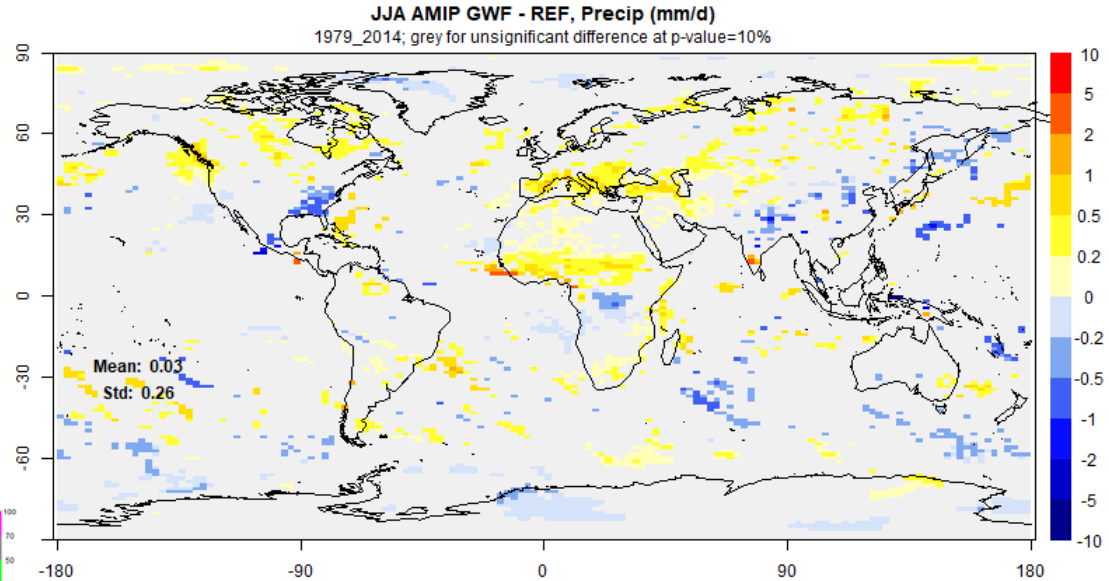


Impact sur le climat simulé

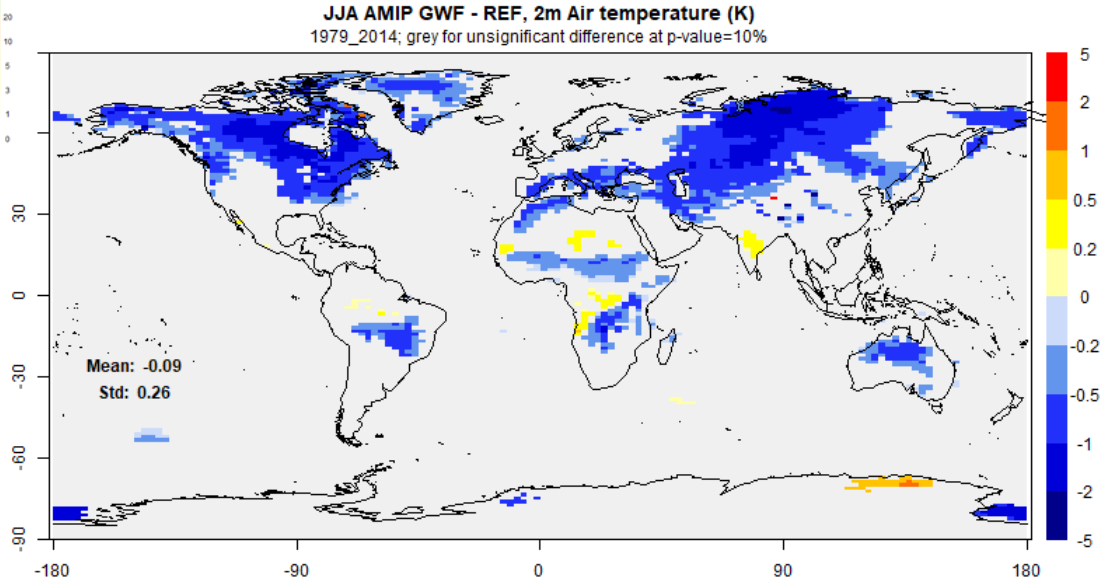
1979-2014
Eté boréal
Juin-Juil-Août

Fraction basse



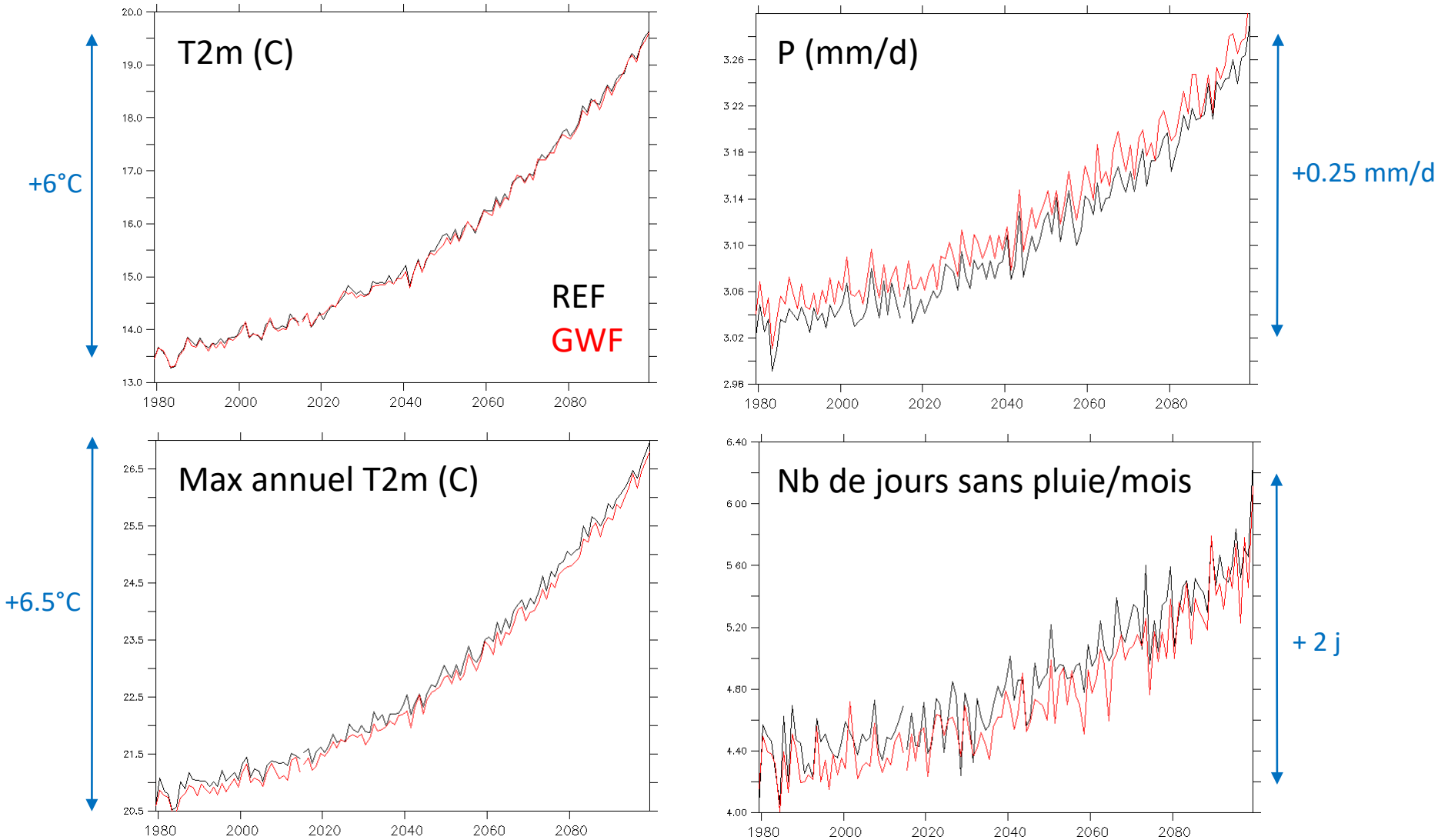


Précipitations
Δglob = +1 %
Δland = +2 %



T2m
Δglob = -0.1 C
Δland = -0.3 C

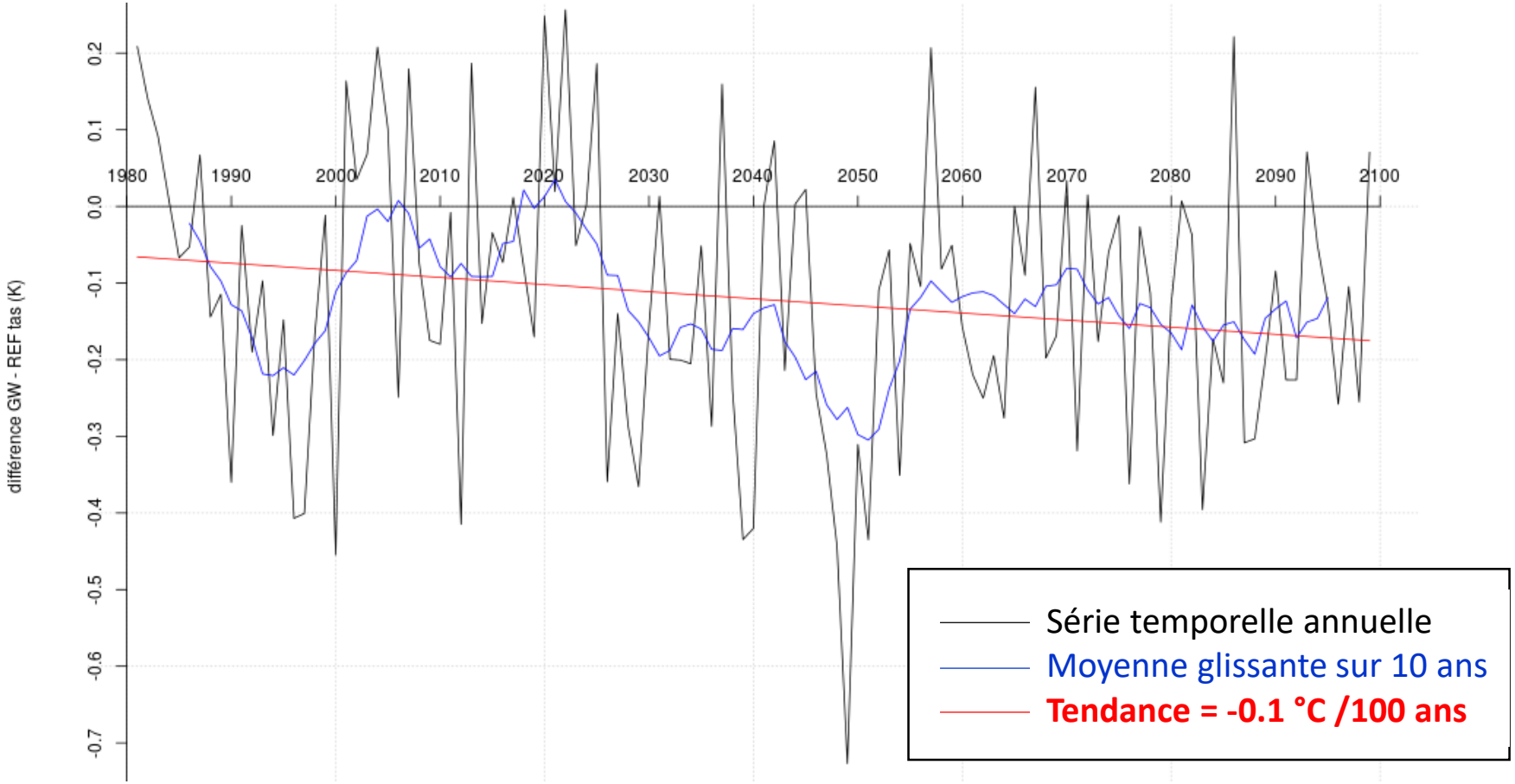
Impact sur les projections climatiques



Modèle climatique de l'IPSL, moyennes globales, 1 valeur par an

Impact sur les projections climatiques

Différence de température de l'air (GWF – REF, en °C)
Moyenne sur les continents



La prise en compte des écoulements latéraux sous-maille permet d'atténuer certaines manifestions du réchauffement global

Conclusions

- **Résultats préliminaires, plus marqués sur débits que sur climat**
- **Fort besoin de calibration & validation, mais interactions possibles avec beaucoup de développements :**
  - Gel du sol, inondations, vitesse des écoulements latéraux
  - Nouvelles PFTs, profondeur d'enracinement, biogéochimie des zones humides
  - Lacs, réservoirs artificiels, irrigation
  - Bilan d'énergie sous-maille

Comment représenter parcimonieusement les paysages hydrologiques complexes ?