



Impacts du changement climatique sur le cycle de l'eau en Alsace

P. Ackerer, S. Lecluse

Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg
Université de Strasbourg - CNRS

1. Quelques généralités sur le changement climatique
 - Quelques observations
 - Les scénarii et prédictions
2. La nappe phréatique du Rhin Supérieur
3. Effets du changement climatique sur la nappe d'Alsace

Financements : Programme ANR 'Vulnérabilité, Milieux, Climats', Région Alsace, CNRS et Unistra.

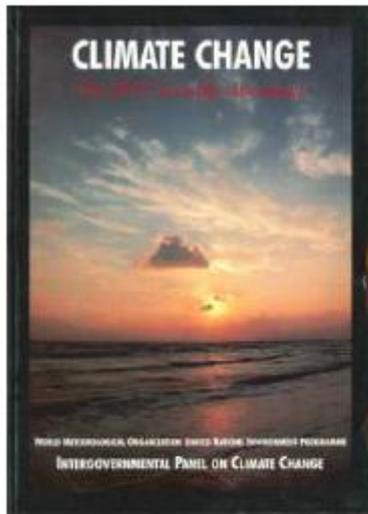
Qu'est ce que le GIEC (IPCC) ?

- Le **Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC ou IPCC en anglais)** a été mis en place en 1988 par l'Organisation Météorologique Mondiale et par le Programme des Nations Unis pour l'Environnement.
- Son premier objectif est **d'évaluer l'information scientifique et socio-économique sur le changement climatique, ses impacts et les différentes options pour l'atténuer ou s'y adapter.**
- Le deuxième objectif est de **produire, sur demande, des avis scientifiques, techniques et socio-économiques** à la Conférence des Parties à la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique.

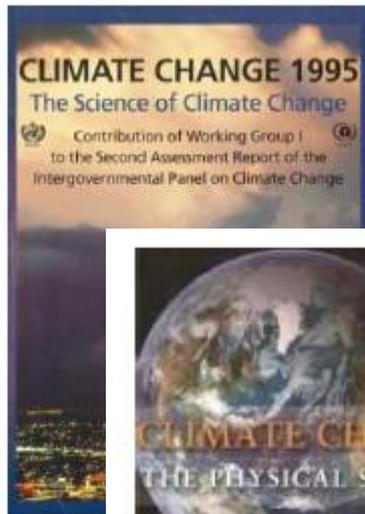
-
- Depuis sa création, le GIEC a notamment produit **3 séries de 3 rapports** d'évaluation correspondant aux travaux de trois groupes qui se focalisent sur **les bases scientifiques du changement climatique** (groupe I), sur **les impacts, l'adaptation et la vulnérabilité** (groupe II), et **sur l'atténuation** (groupe III).
 - A titre d'exemple, le premier volet du dernier rapport du groupe I (30 septembre 2013) fait 2216 p., a été rédigé par 259 auteurs de 39 pays et commenté par 1089 'réviseurs' experts.
 - **Les principaux résultats présentés ici sont issus des rapports de 2007.**

Différents rapports du GIEC disponibles :

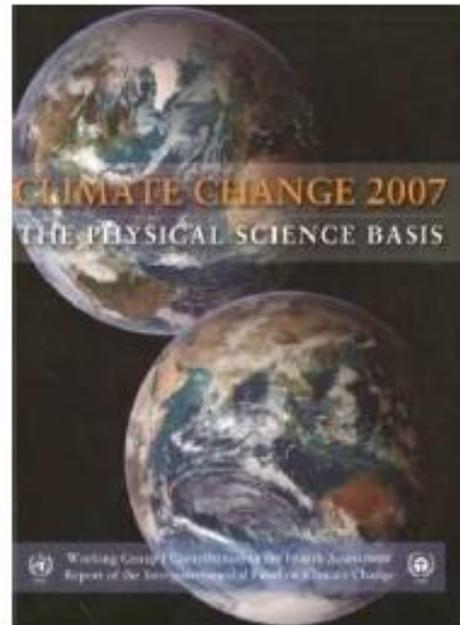
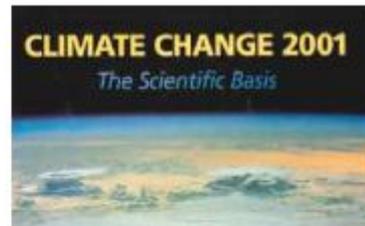
ipcc-wg1.ucar.edu, www.ipcc.ch, www.effet-de-serre.gouv.fr



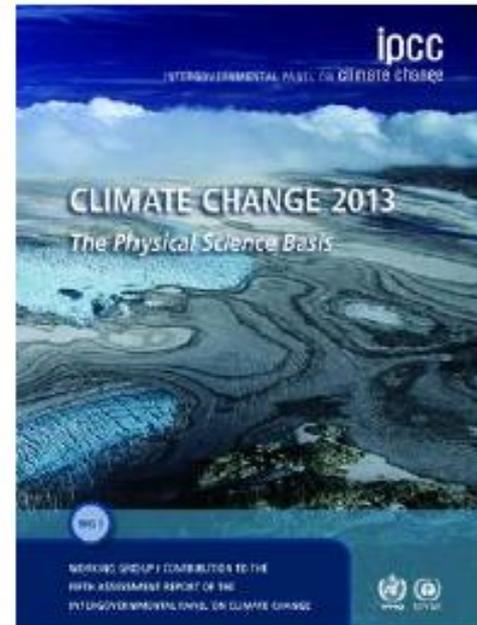
FAR 1990



SA



AR4 2007

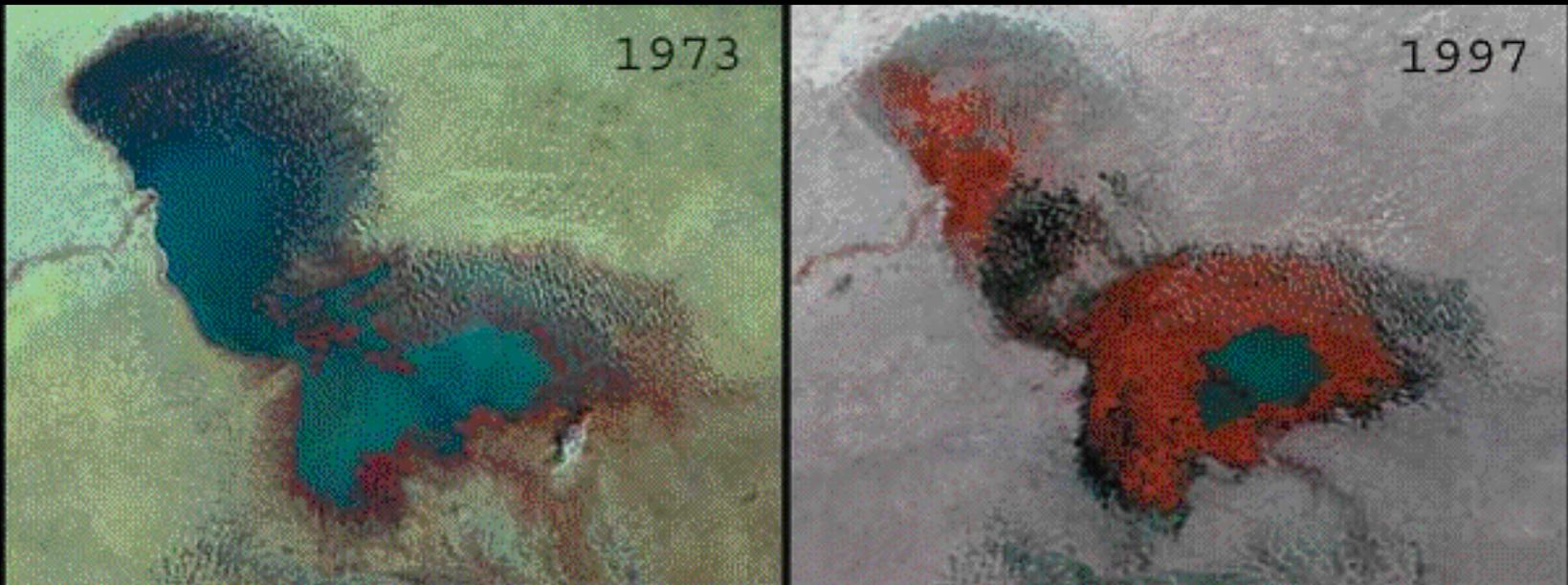


AR5 2013

Quelques observations...

AFRIQUE

Au cours des 30 dernières années, la superficie du lac Tchad a considérablement variée — de 25 000 km² à 2 000 km² — en raison de la variabilité des précipitations sur cette période.

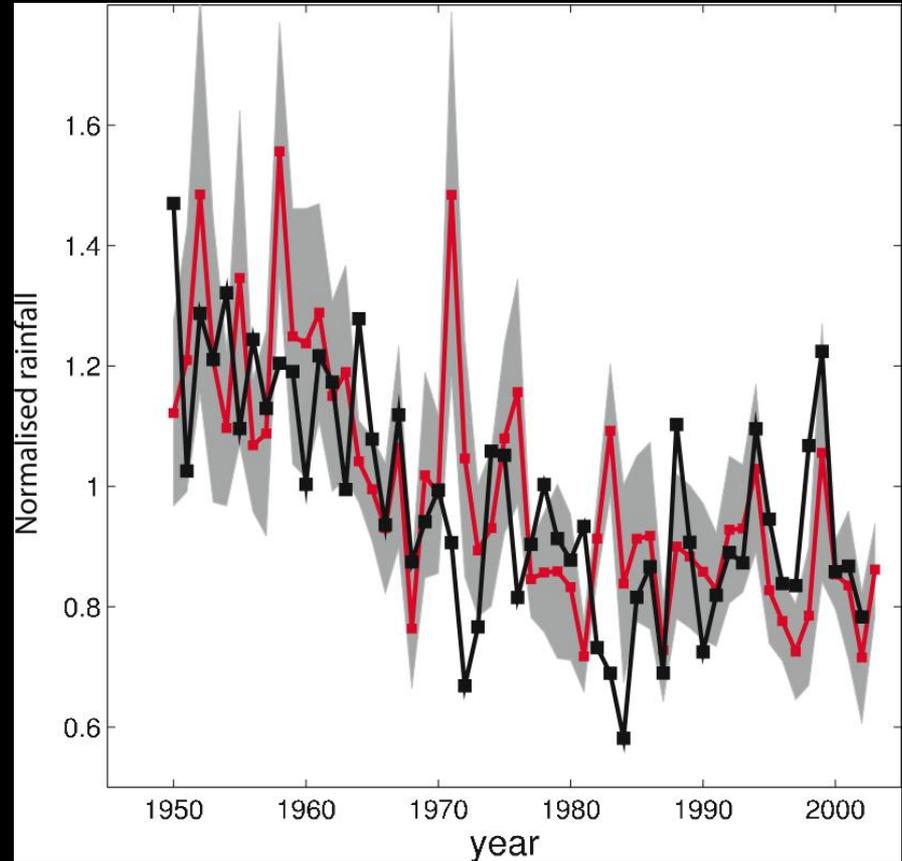


Le lac Tchad en 1973 et 1997; Source : NASA, 2001

Quelques observations...



De nombreuses régions arides deviennent encore plus arides.

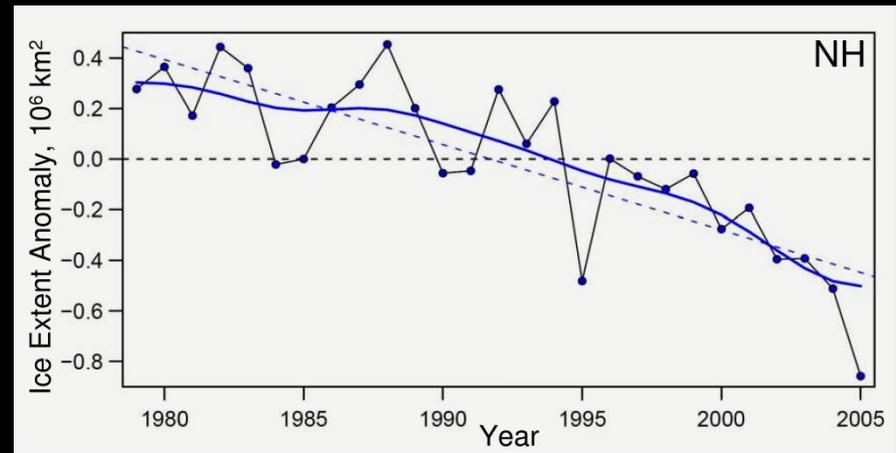


Déclin des précipitations sahéniennes.

Quelques observations...



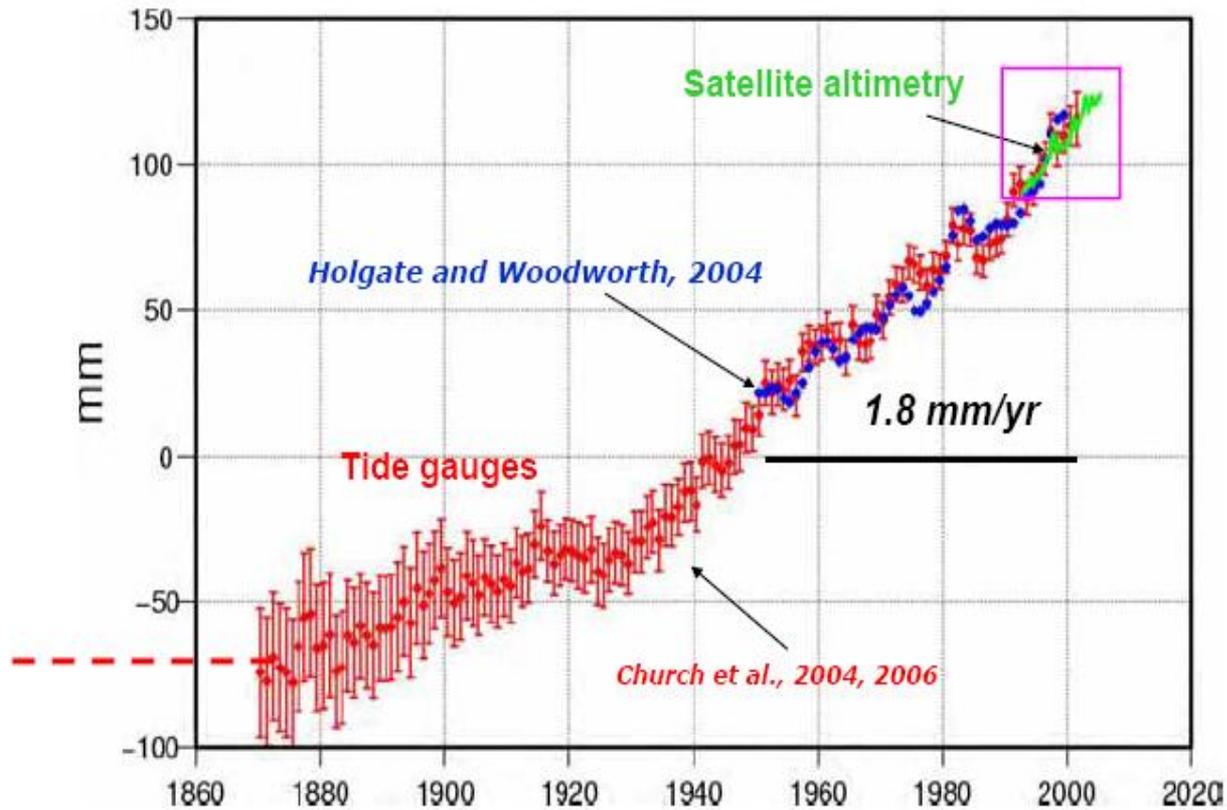
Seuls les changements de glaces continentales (glaciers, calottes,...) vont affecter le niveau des mers.



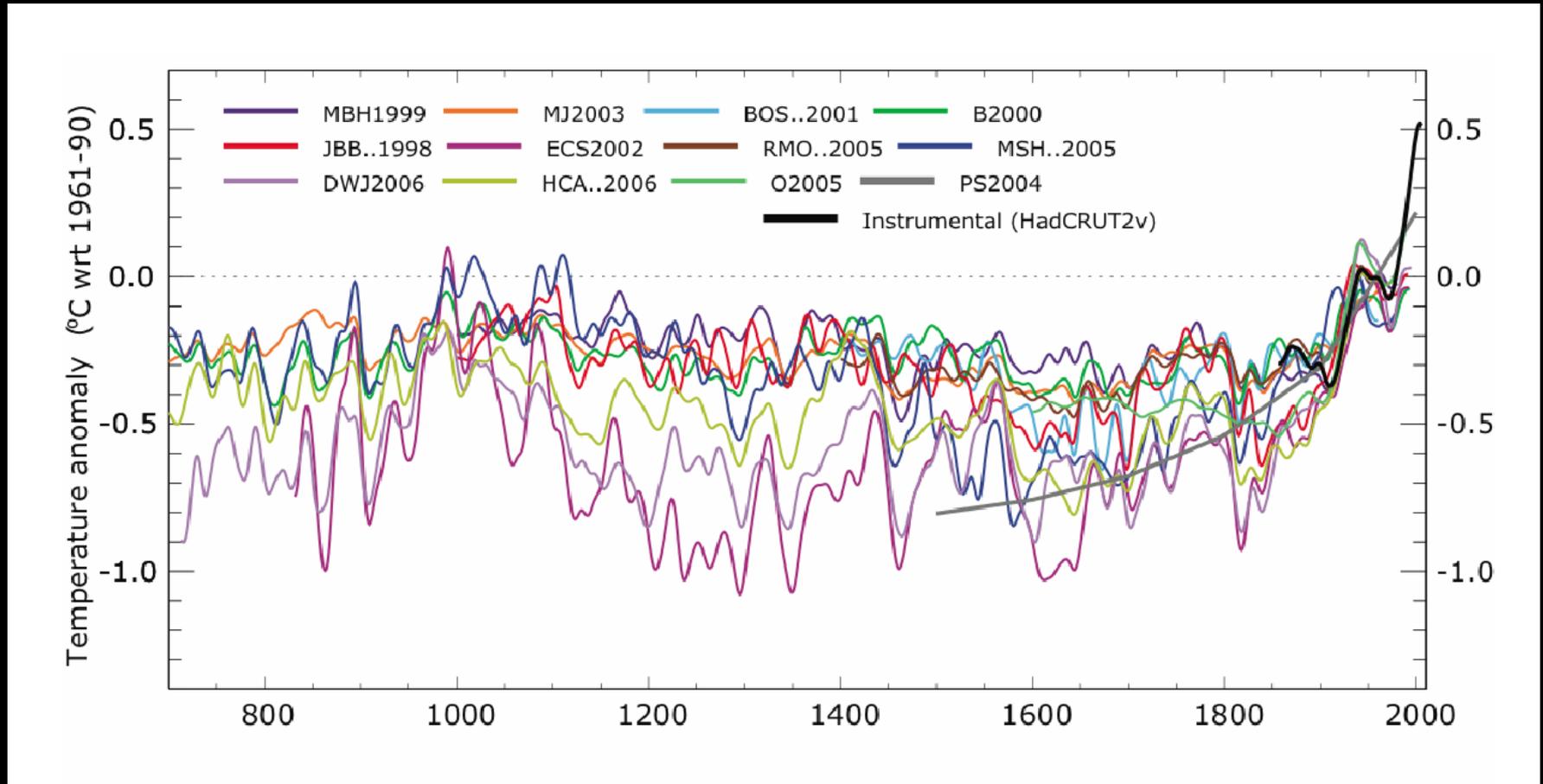
Réduction de l'étendue des glaces de mer Arctique.

Quelques observations...

Global mean sea level rise during the 20th century

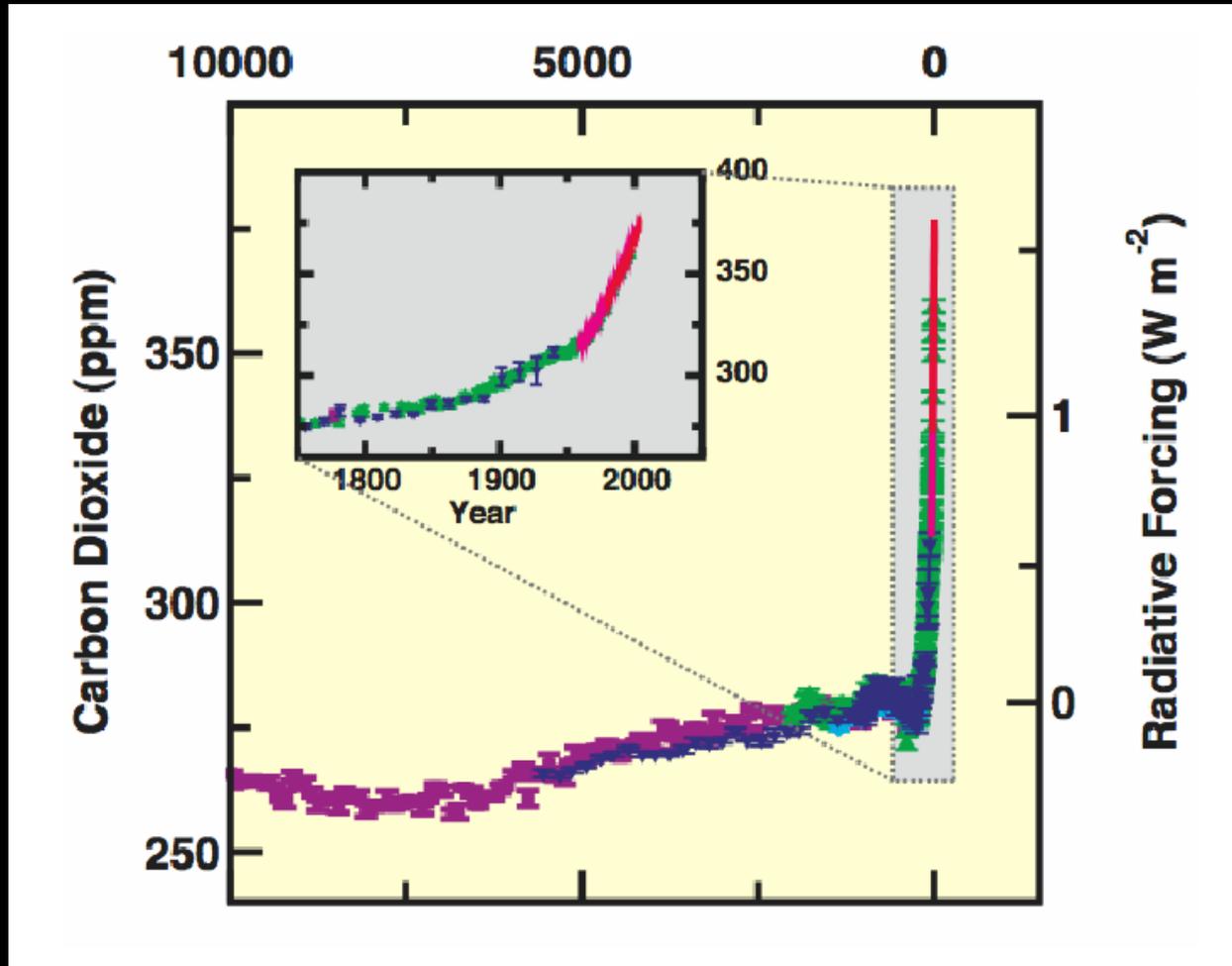


Quelques observations...



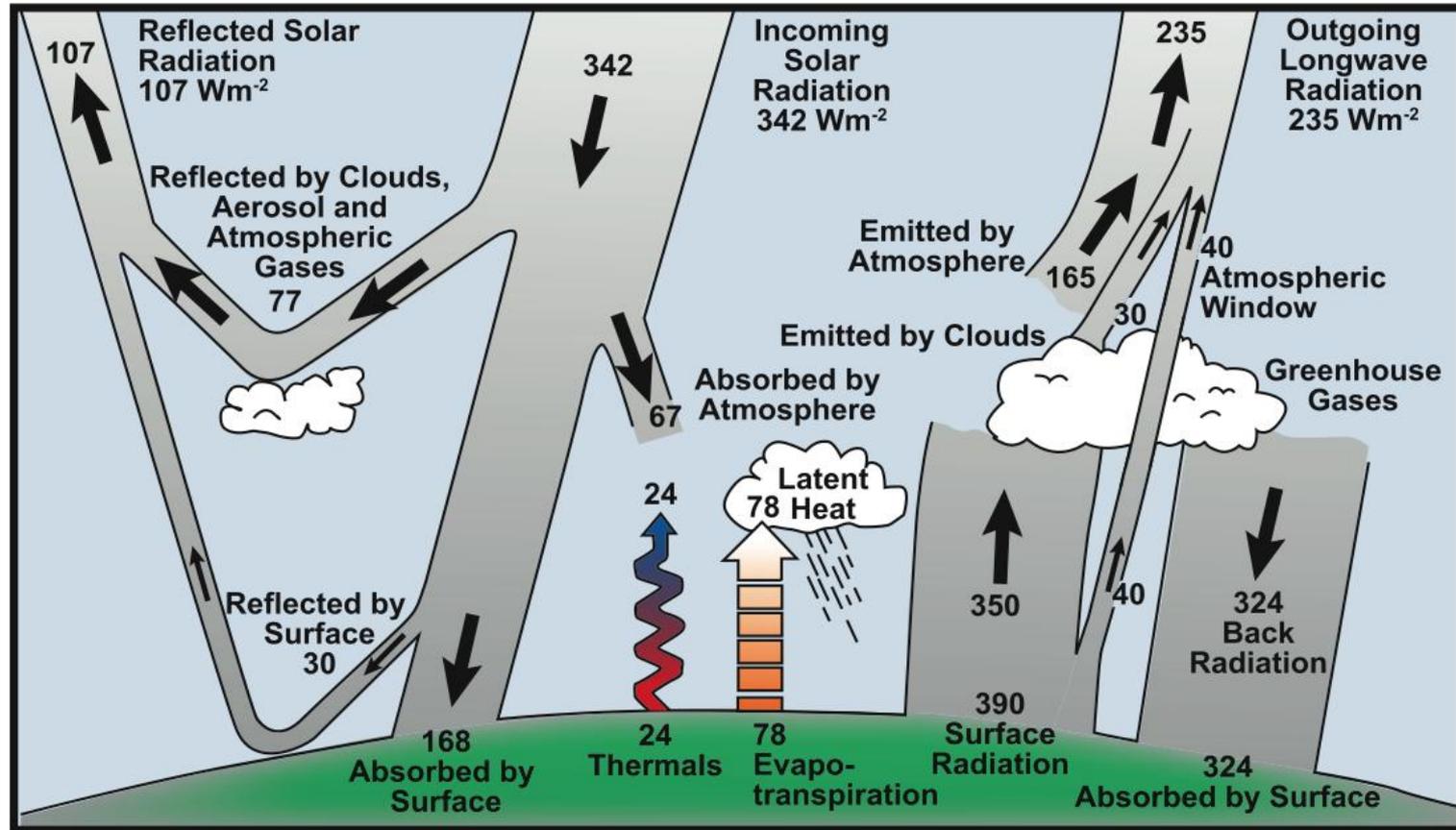
Reconstruction de la température moyenne de l'hémisphère nord (GIEC, 2007)

Quelques observations...



Concentration de CO₂ sur les 10 derniers milliers d'années (GIEC, 2007)

Les changements climatiques: une question d'énergie ?



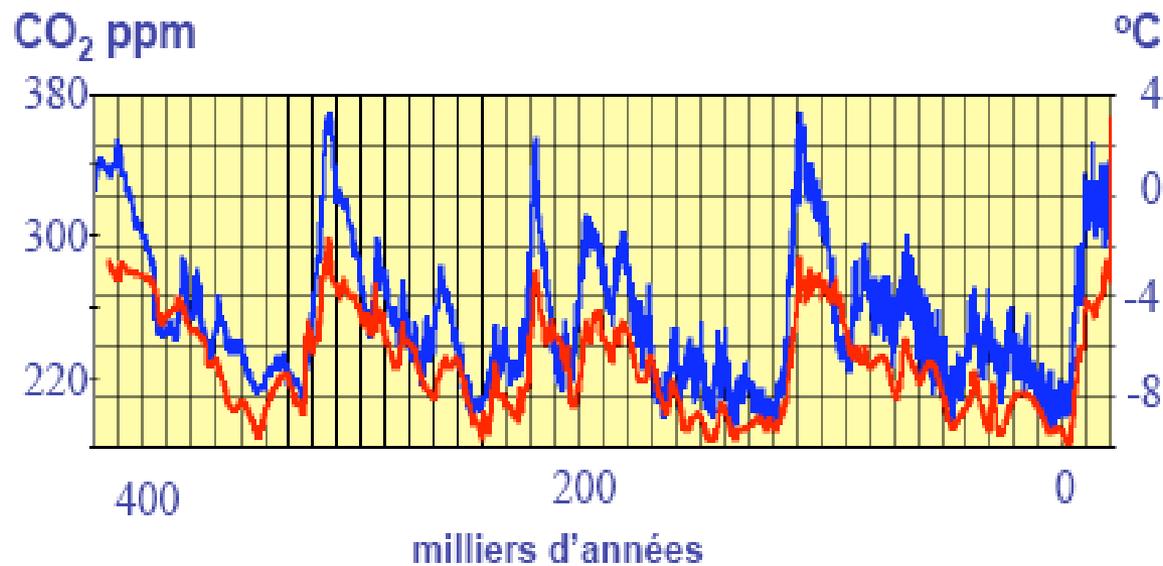
Bilan annuel global d'énergie

420.000 ans d'enregistrement de T et CO₂ à Vostok

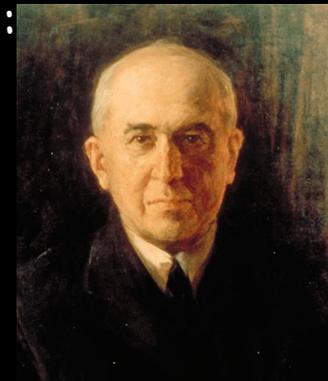
Petit et al. (1999)



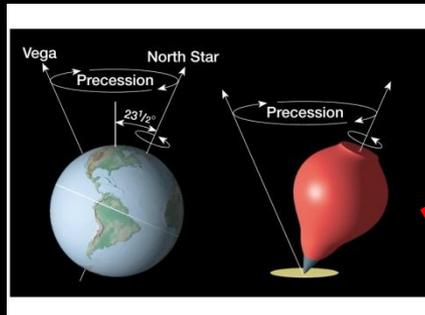
Antarctic Ice Core Data 1



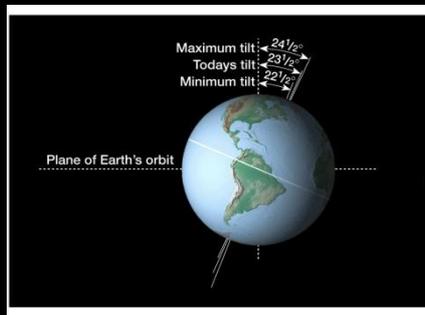
L'augmentation des températures serait due au forçage naturel: les paramètres orbitaux (Milankovitch, 1920).



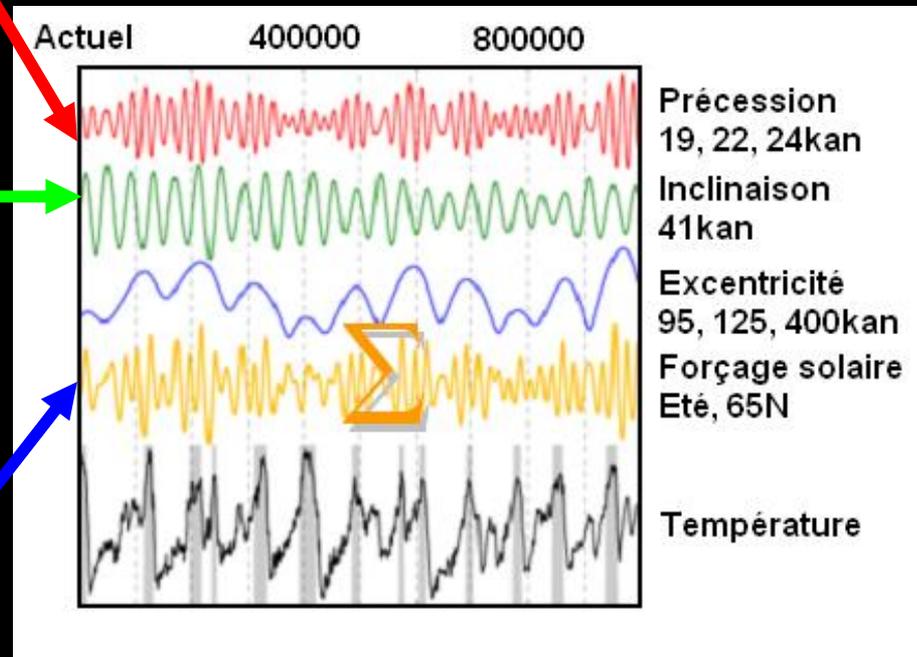
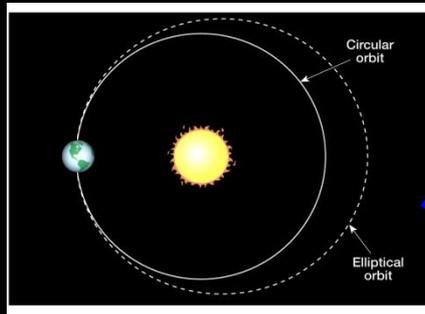
Précession



Inclinaison

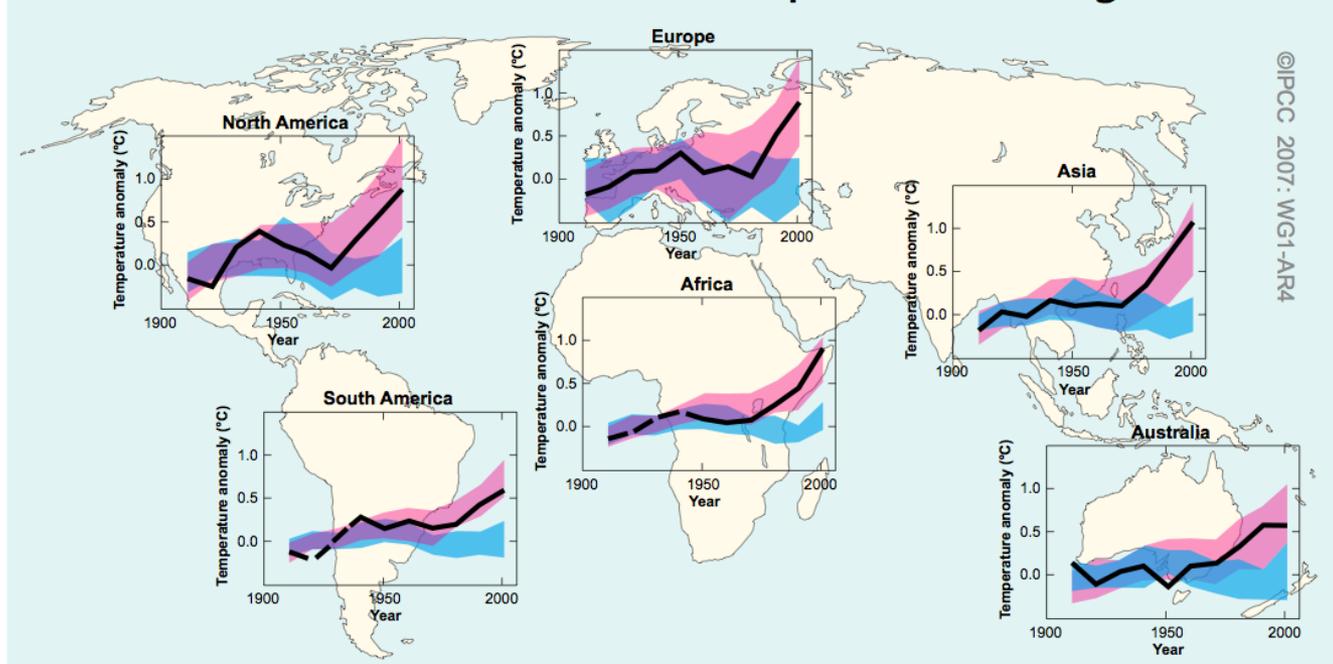


Excentricité



Global and Continental Temperature Change

Le réchauffement anthropique est discernable sur tous les continents (sauf l'Antarctique)

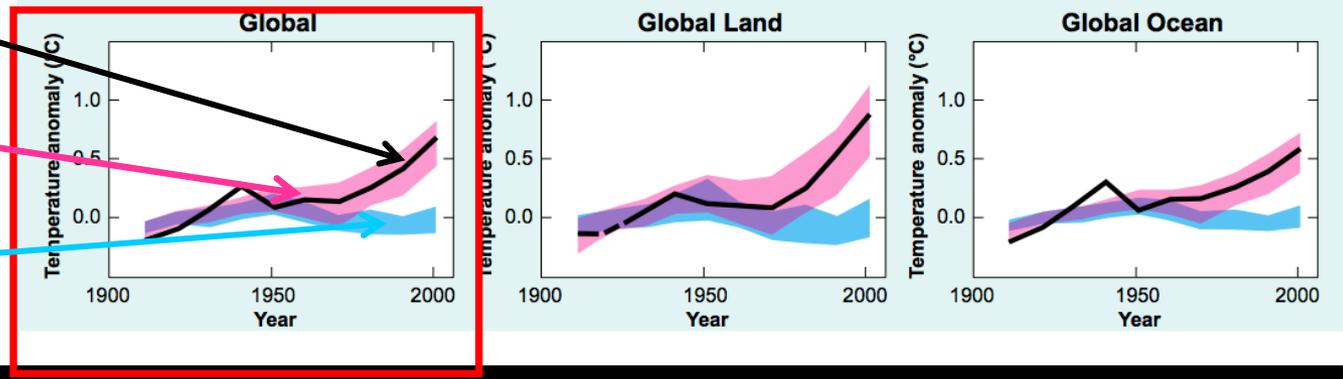


©IPCC 2007: WG1-AR4

Mesures

Tous les forçages

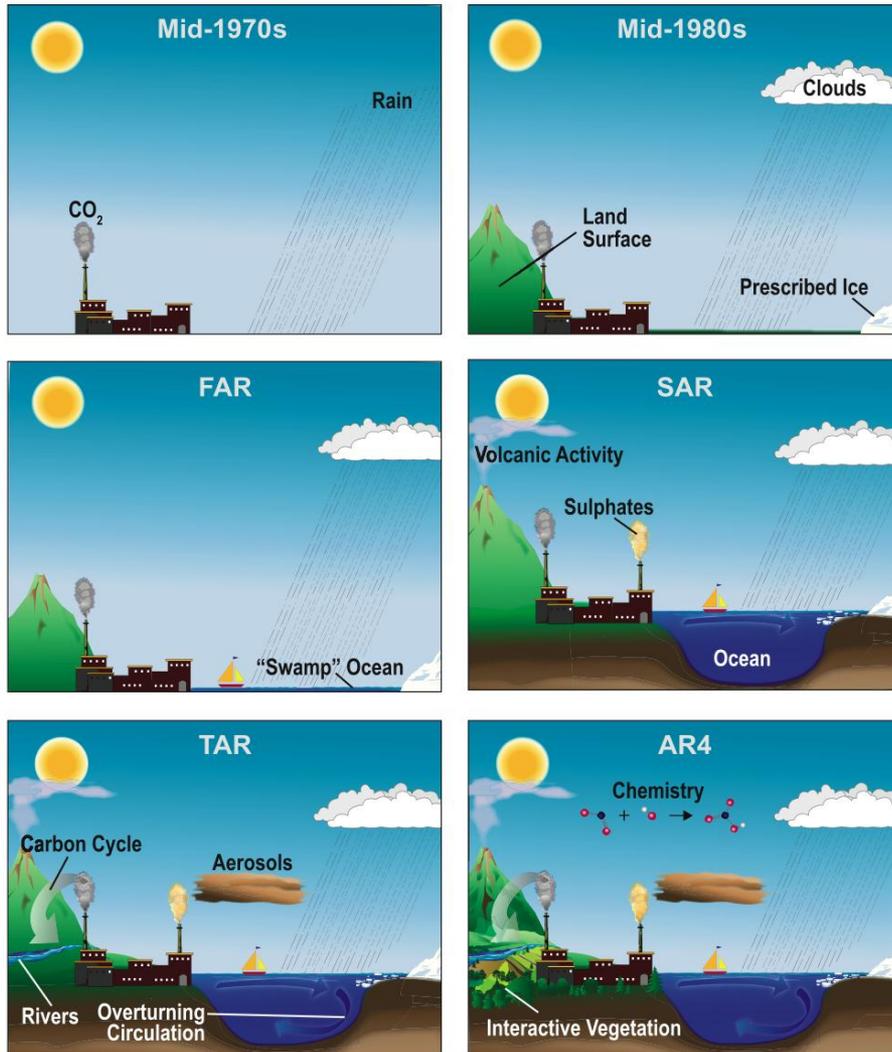
Forçages naturels seuls



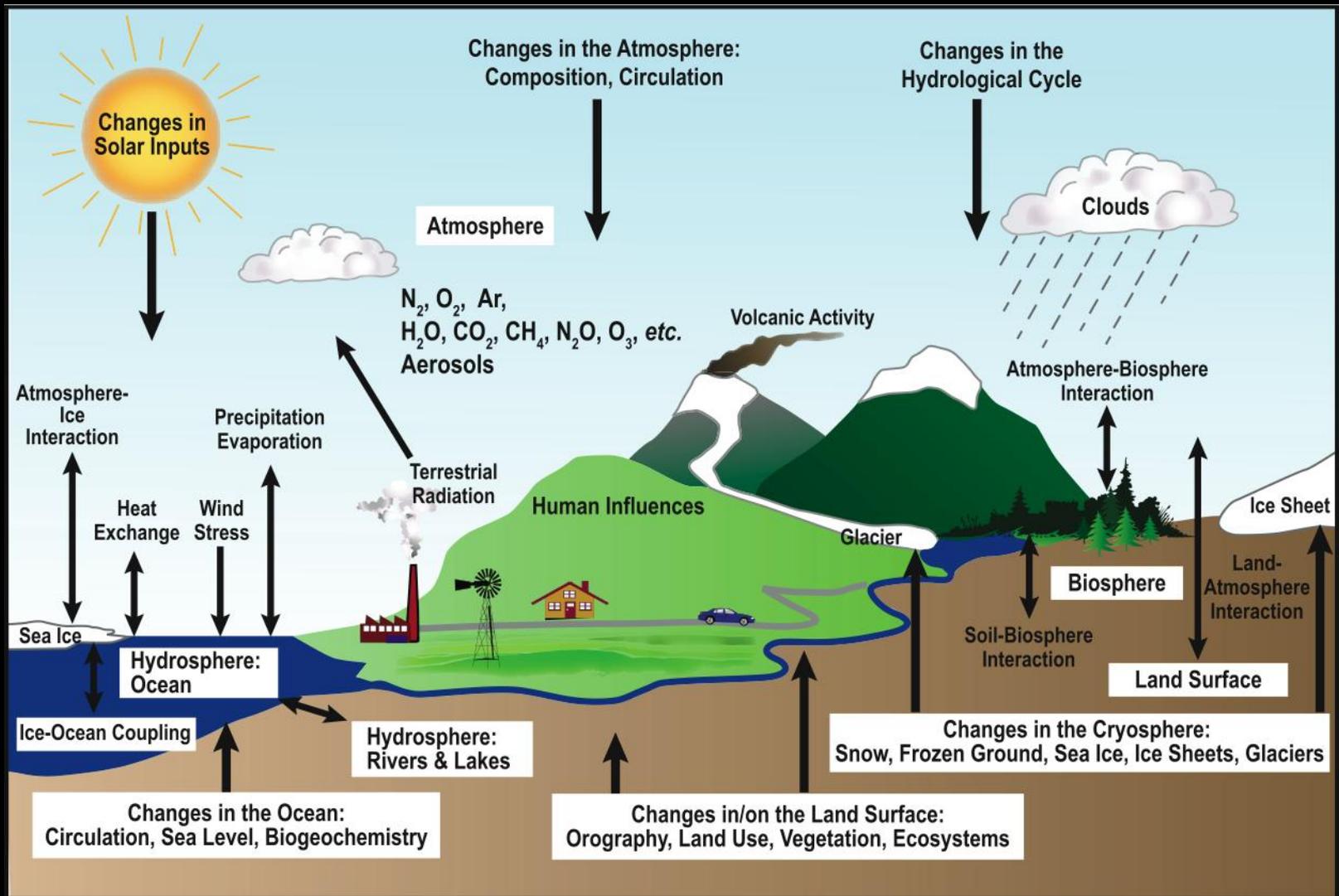
Les scénarios d'émissions et les prévisions

Scénario	Population	Economie	Environ.	Equité	Technologie	Mondial.
A1FI						
A1B						
A1T						
B1						
A2						
B2						

The World in Global Climate Models

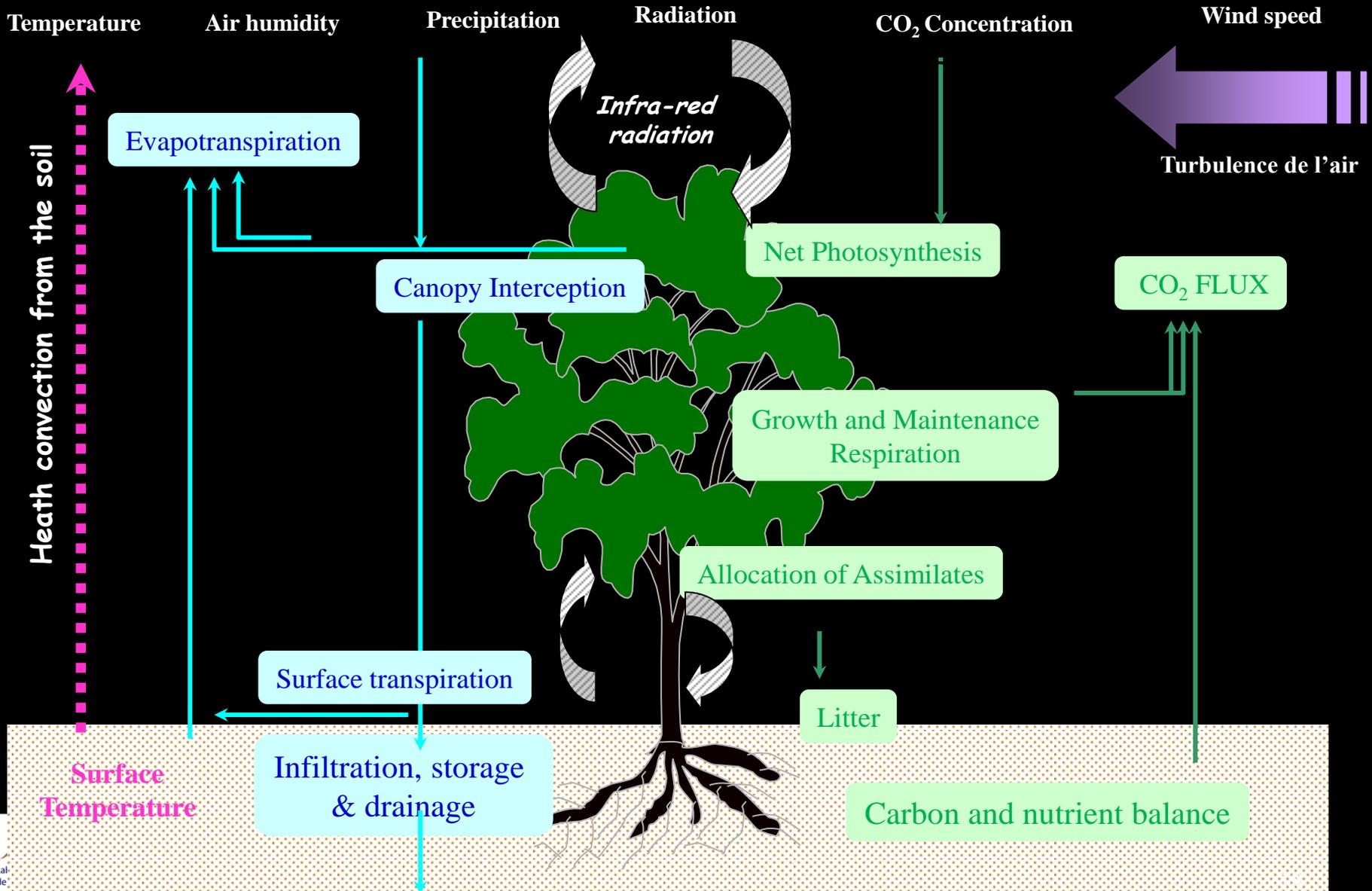


Evolution de la modélisation
 FAR (IPCC, 1990), SAR (IPCC, 1996), TAR (IPCC, 2001a), et
 AR4 (2007).

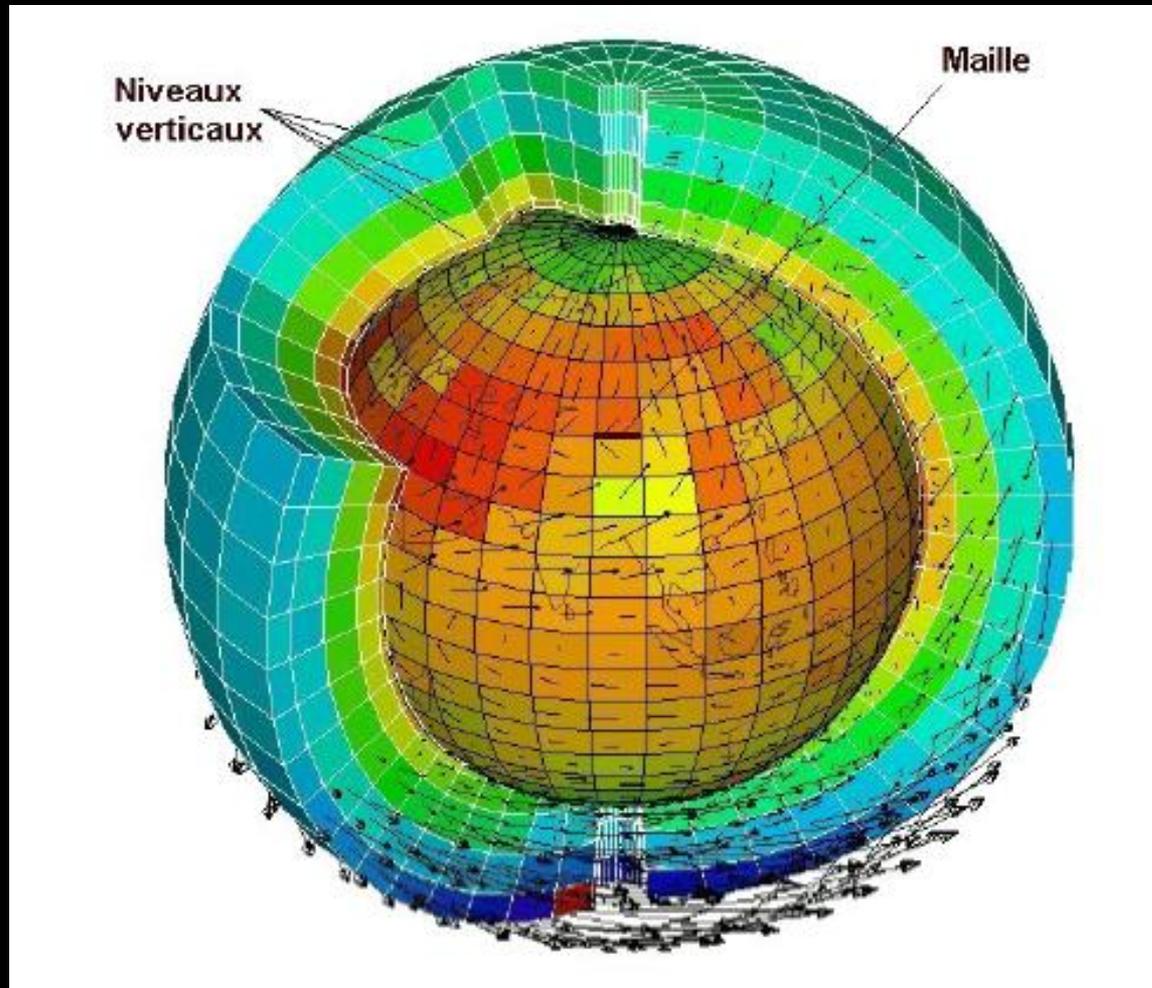


Les modèles actuels

ORCHIDEE: un modèle 'global' de l'écosystème (IPSL)

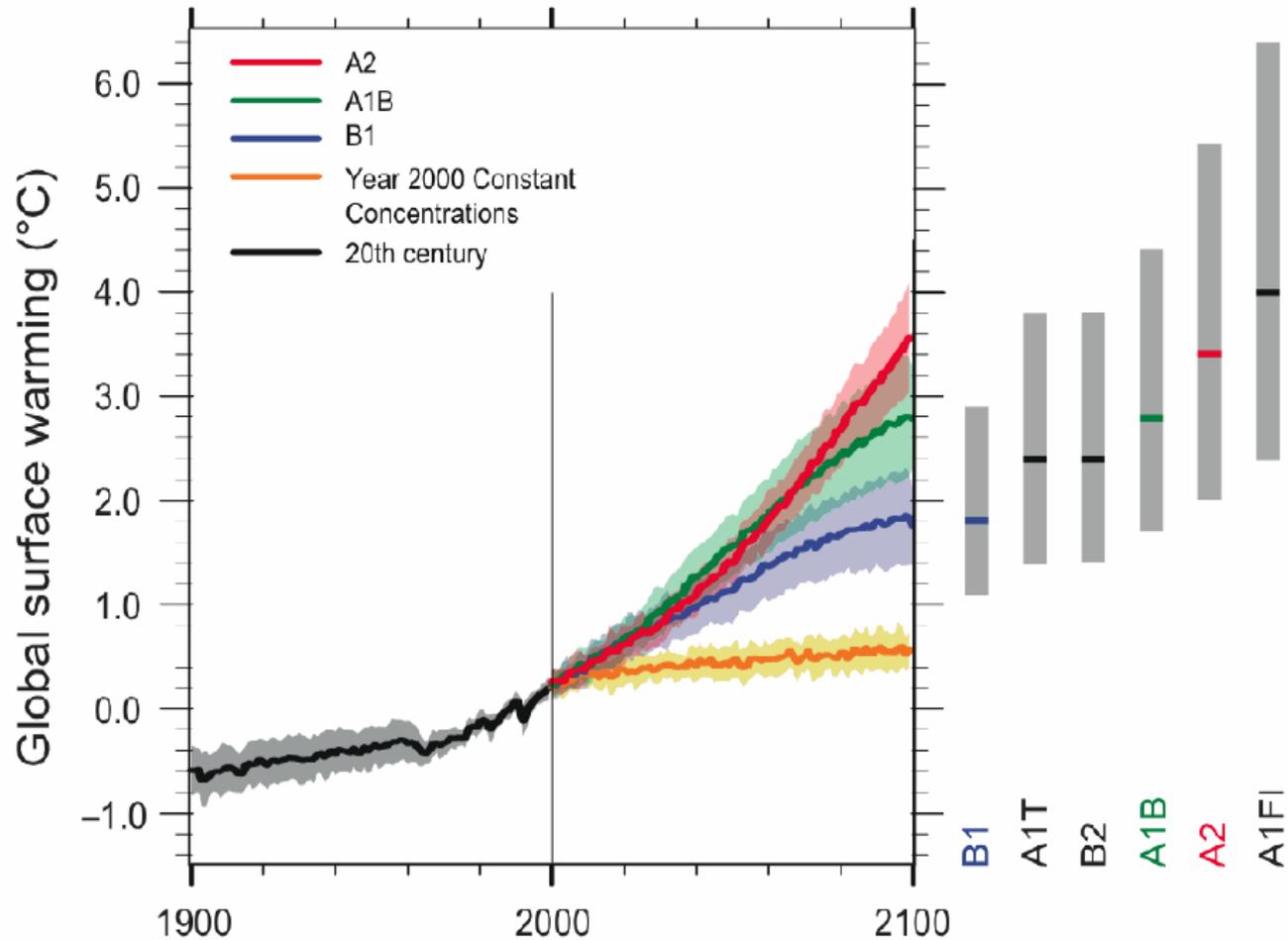


Maillage 3D d'un modèle atmosphérique

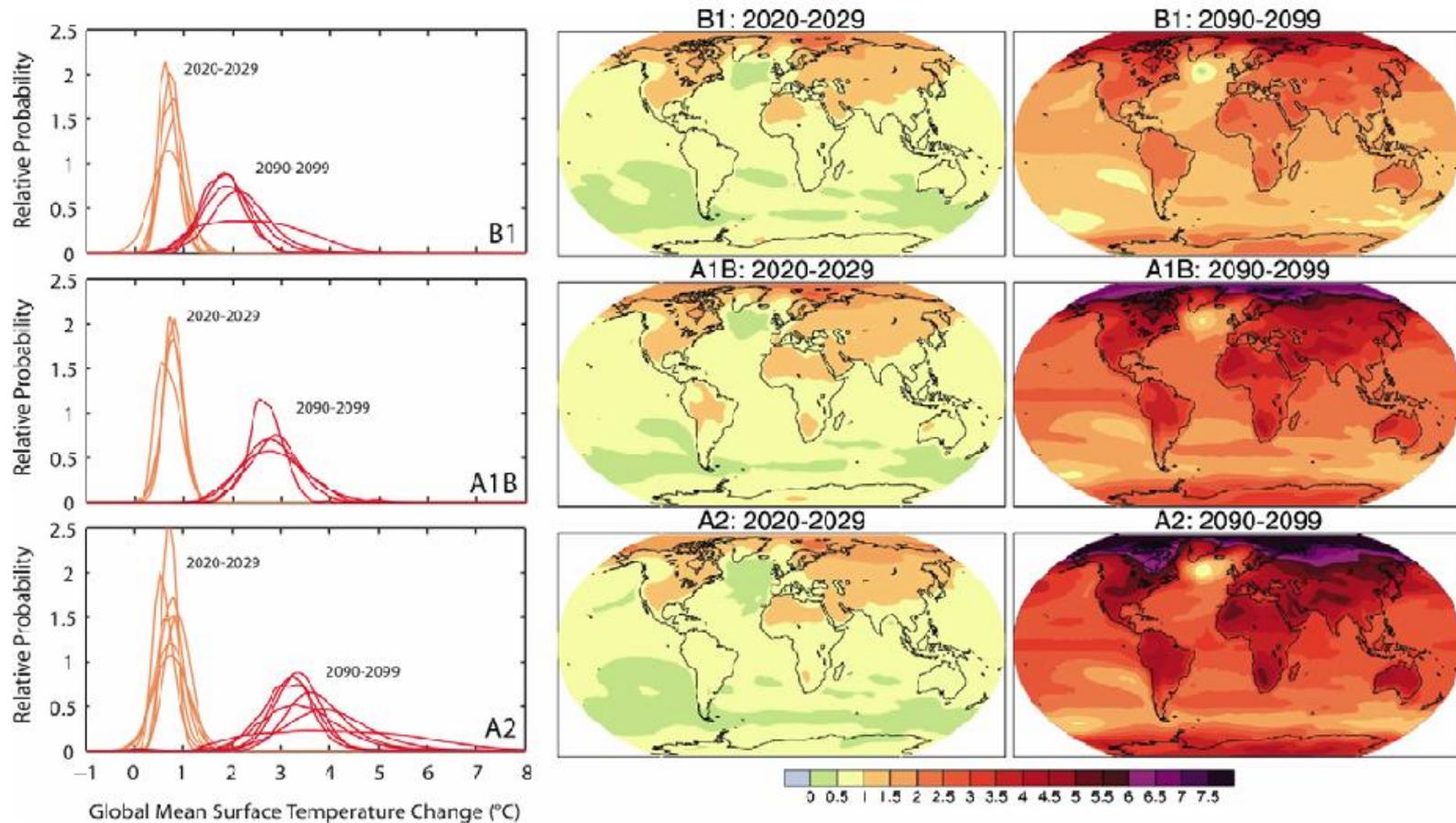


Source: IPSL

*Moyennes multi-modèles et intervalles estimés
du réchauffement global en surface 1900-2099 (GIEC, 2007)*

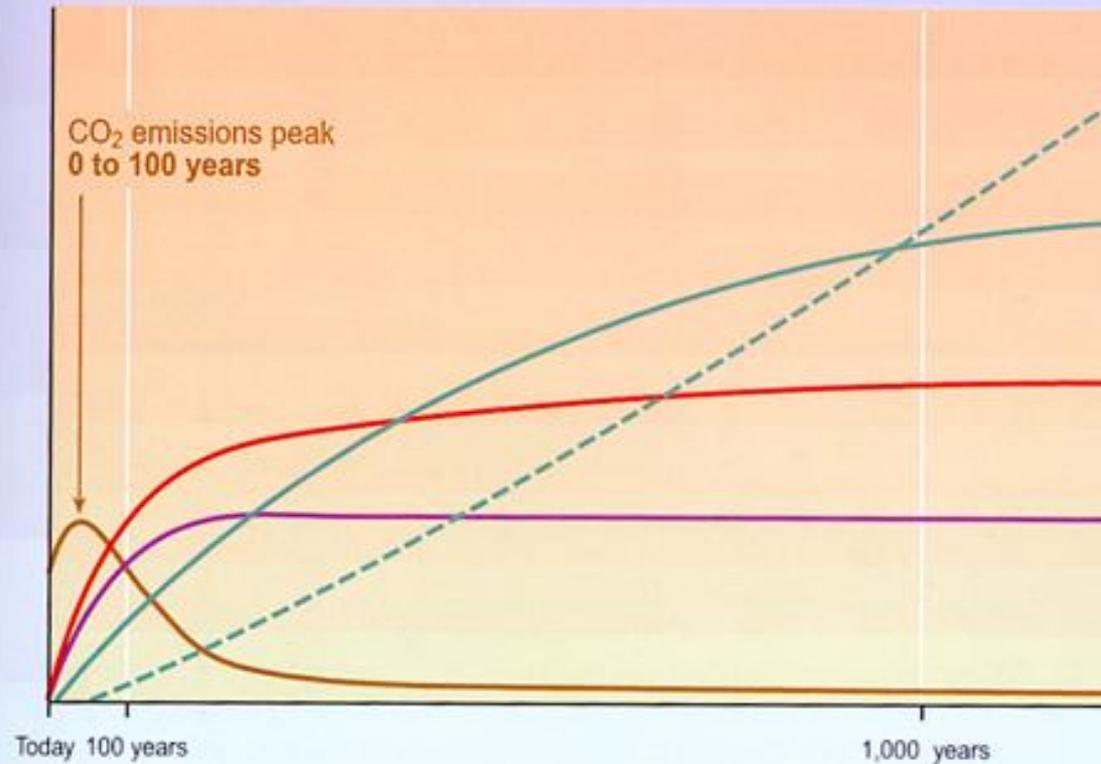


Projections des températures de surface par les modèles de circulation générale couplés.



CO₂ concentration, temperature, and sea level continue to rise long after emissions are reduced

Magnitude of response



Time taken to reach equilibrium

Sea-level rise due to ice melting:
several millennia

Sea-level rise due to thermal expansion:
centuries to millennia

Temperature stabilization:
a few centuries

CO₂ stabilization:
100 to 300 years

CO₂ emissions

QUELQUES ENSEIGNEMENTS

- Les estimations les plus probables du **réchauffement** au 21^{ème} siècle sont comprises entre 1,8 et 4 pour différents scénarios, et probablement comprises entre **1,1 à 6,4** en tenant compte des incertitudes de la simulation du climat.

- Le réchauffement et l'élévation du niveau de la mer dus à l'Homme **continueraient pendant des siècles** à cause des échelles de temps associées aux processus climatiques et aux rétroactions, **même si les concentrations des gaz à effets de serre étaient stabilisées.**

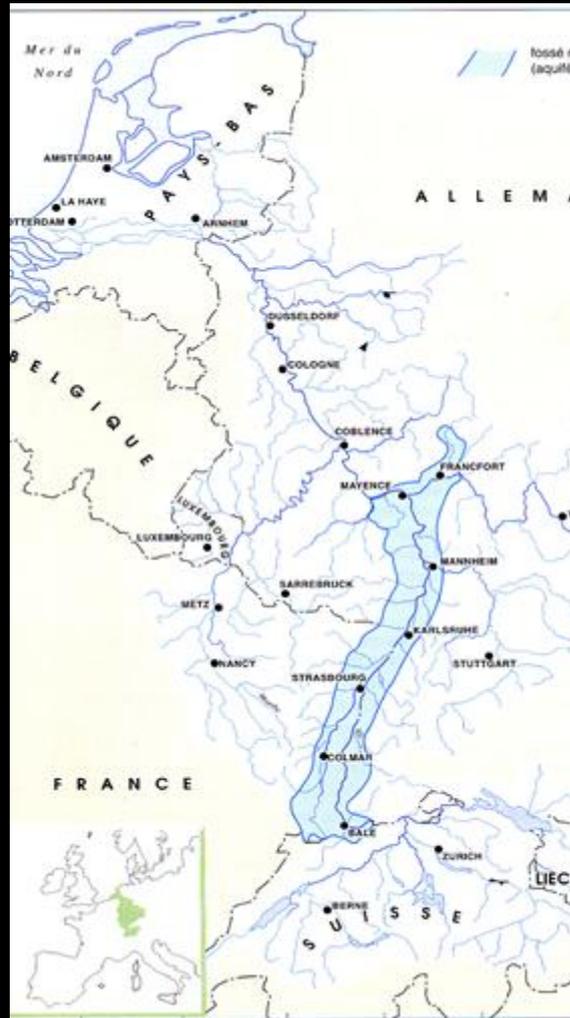
La nappe d'Alsace: Sa structure et son fonctionnement.

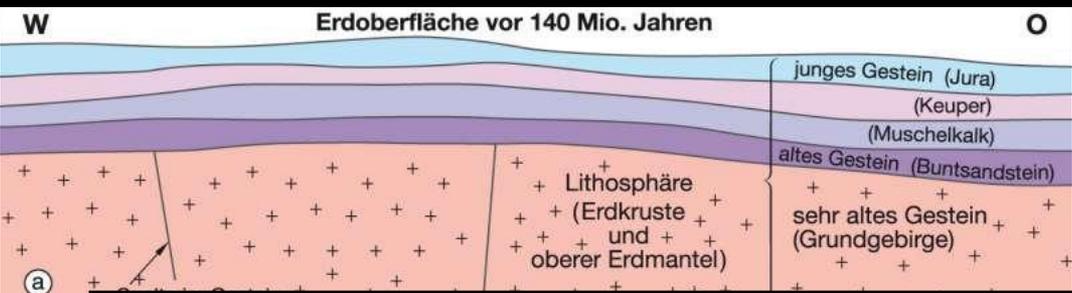
Surface : 2850 km²

Volume d'eau : 30 à 50 milliards de m³

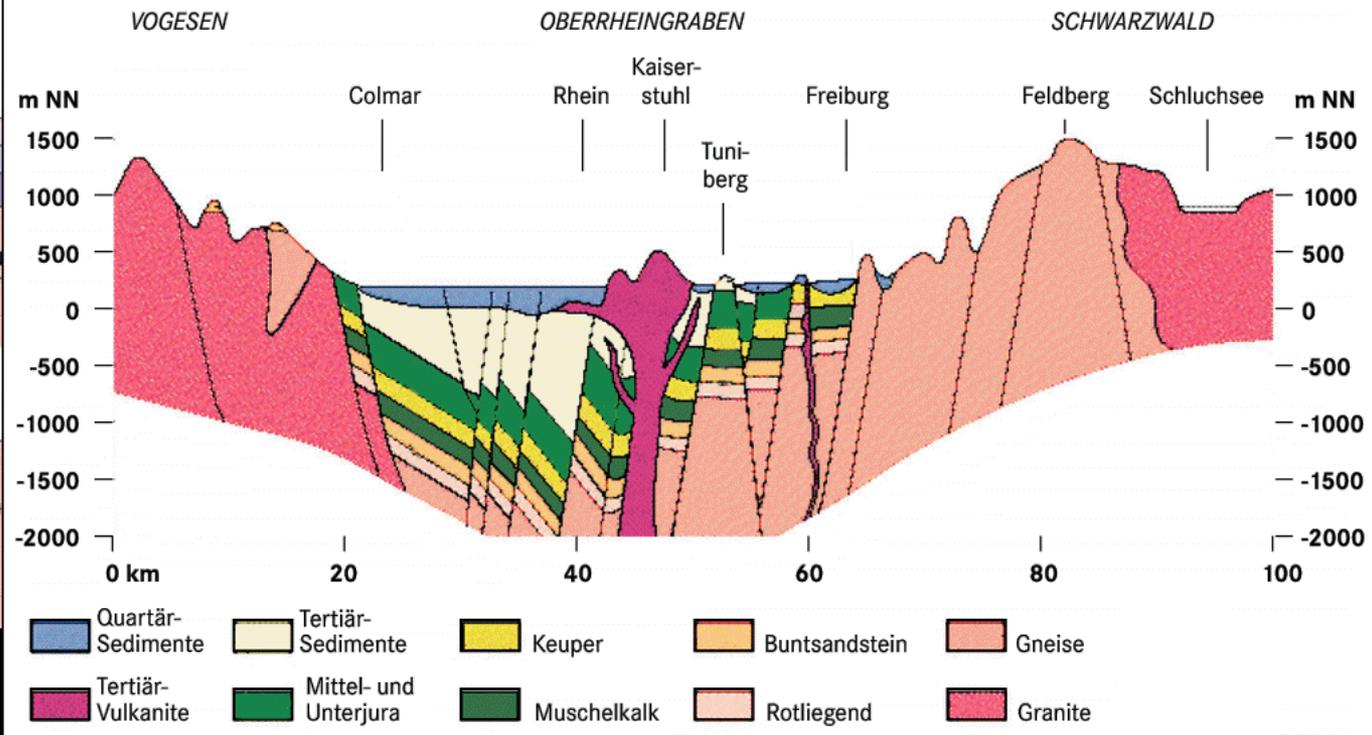
Recharge : 1,3 à 1,5 milliards de m³/an

Prélèvements : 0,5 milliards de m³/an



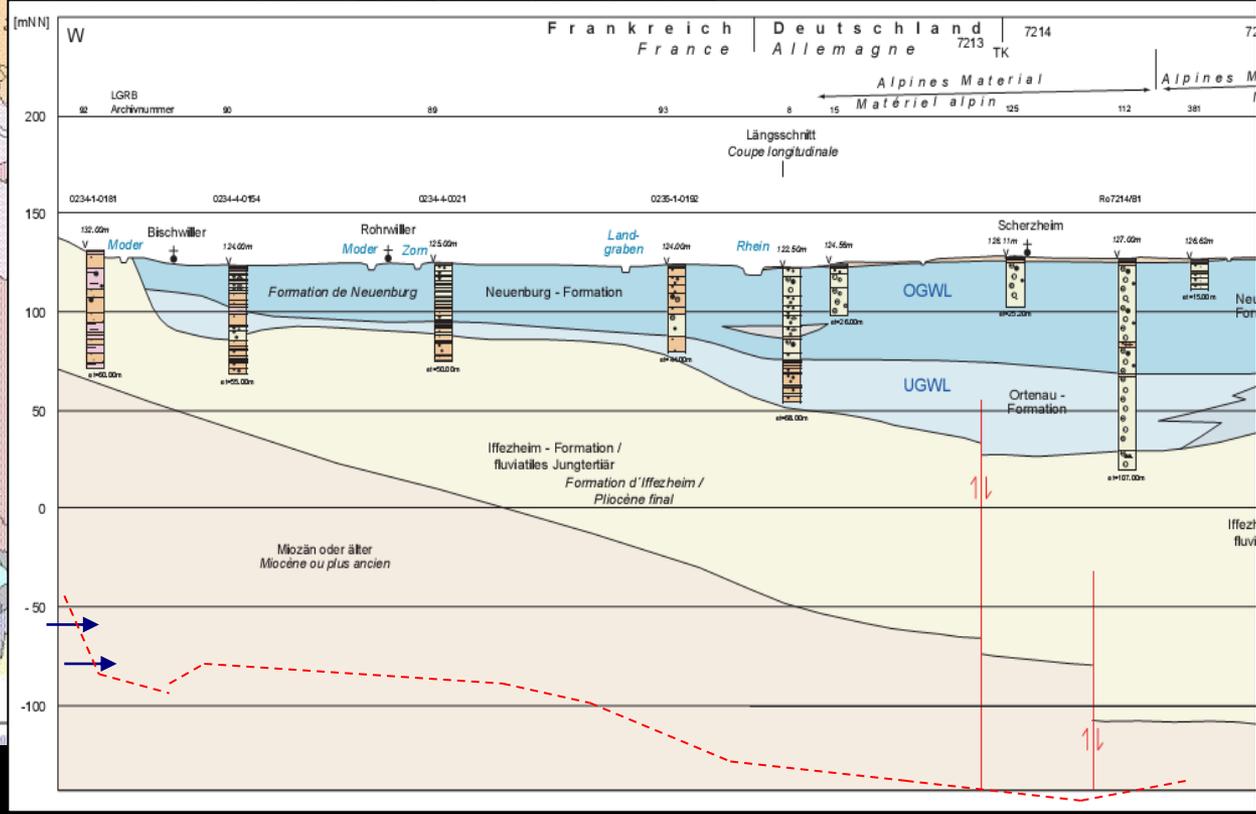
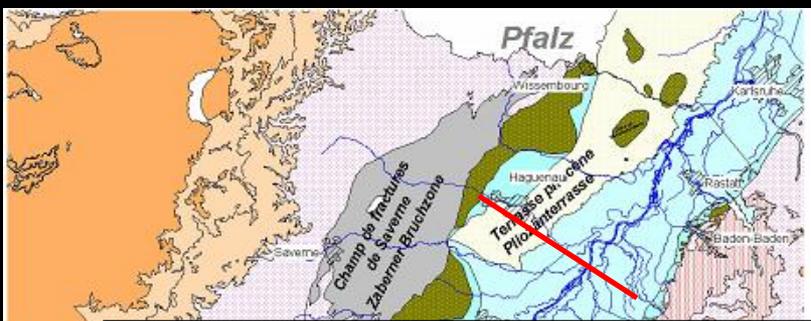


Der Oberrheingraben im Querschnitt

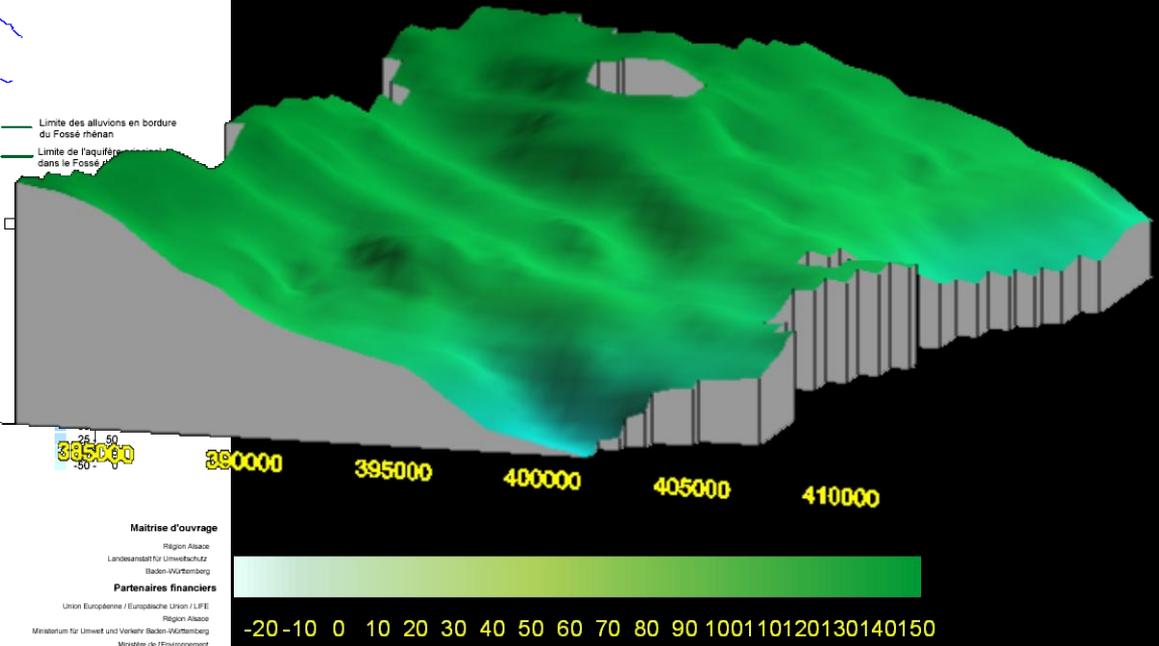
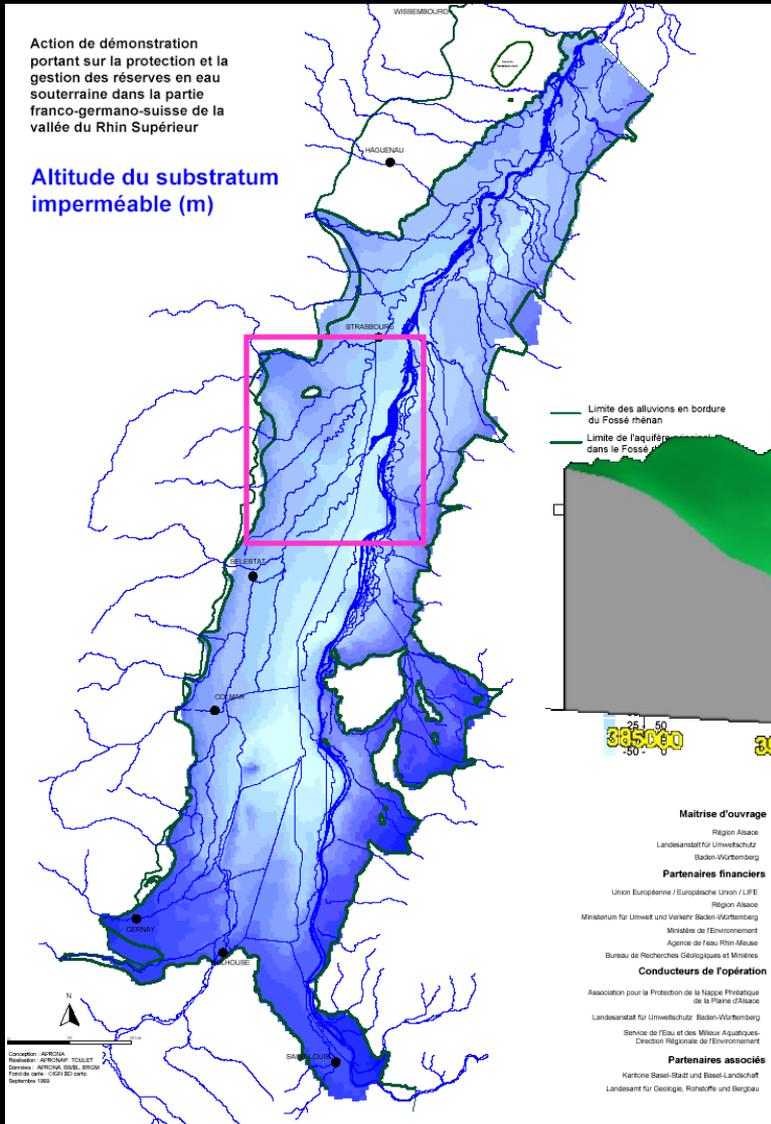


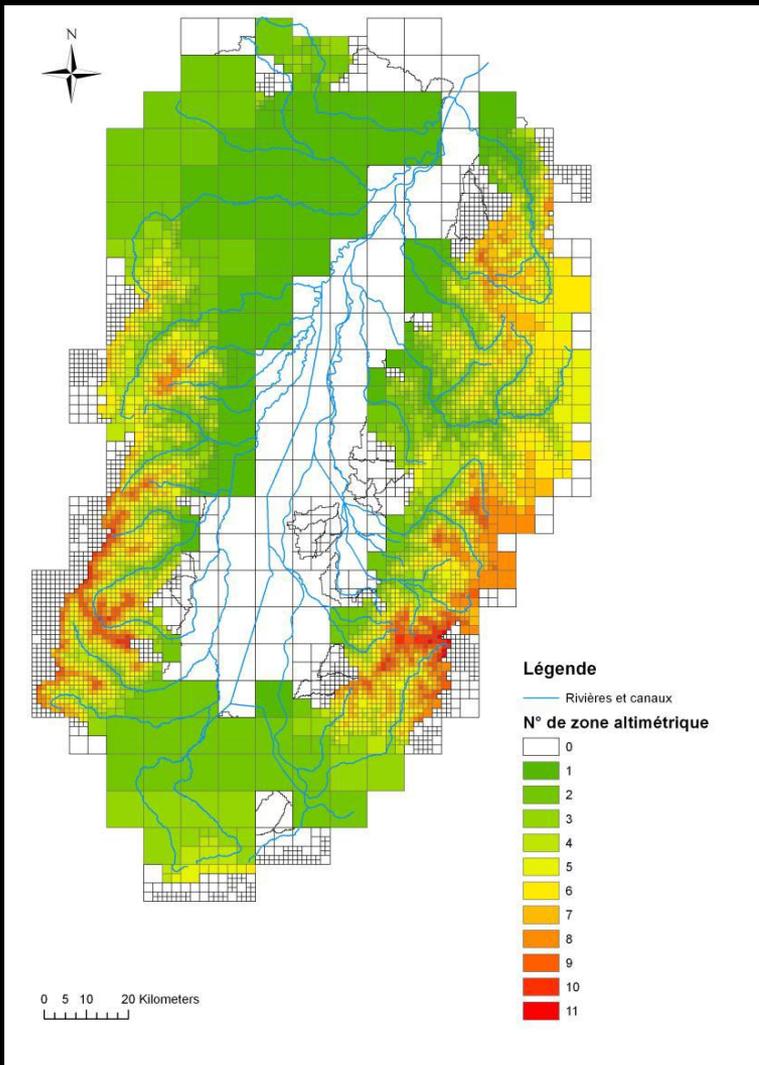
BZ-GRAFIK

QUELLE: BREISACH-TOURISTIK

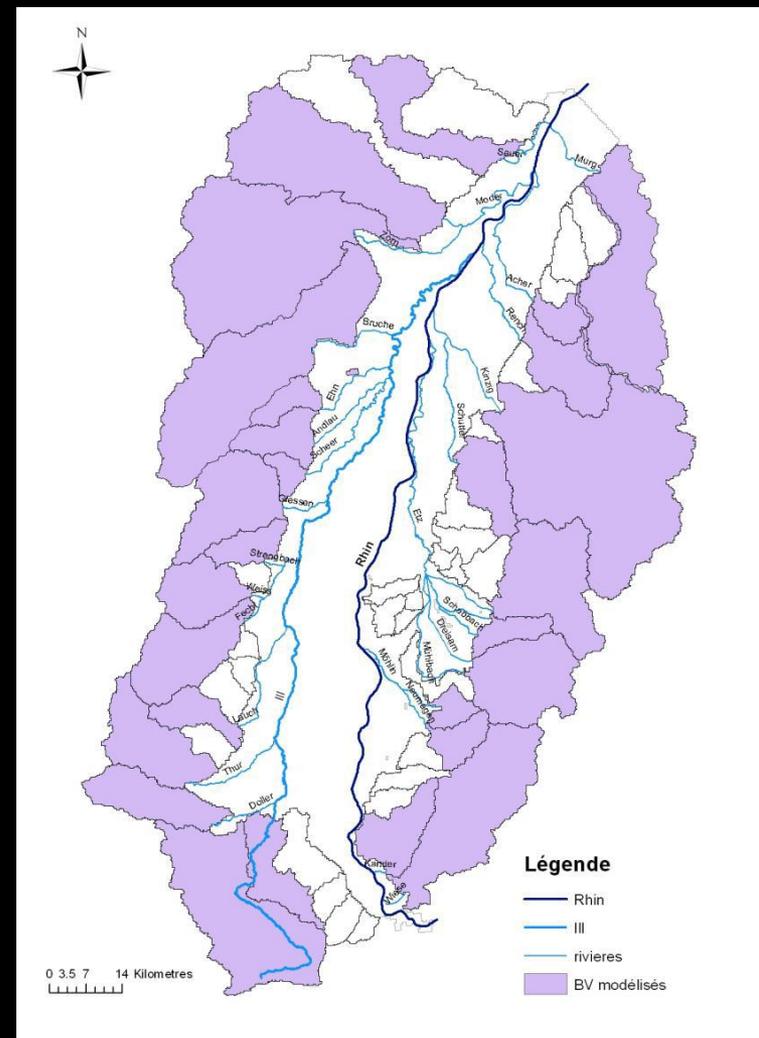


Une géométrie complexe

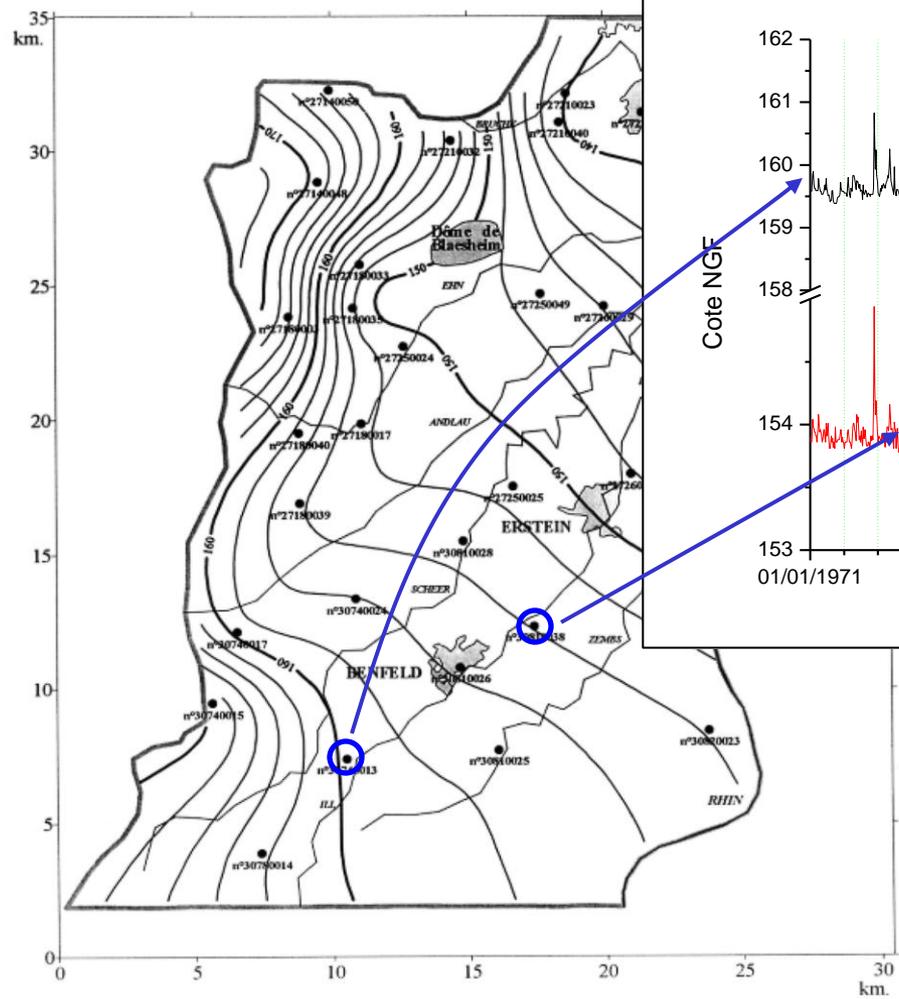




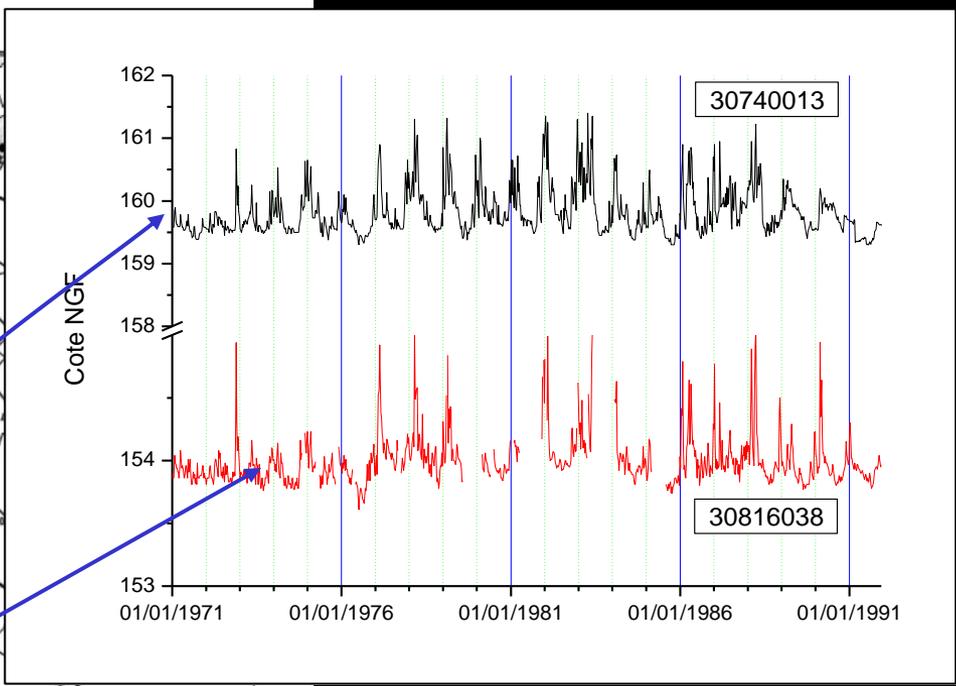
La topographie

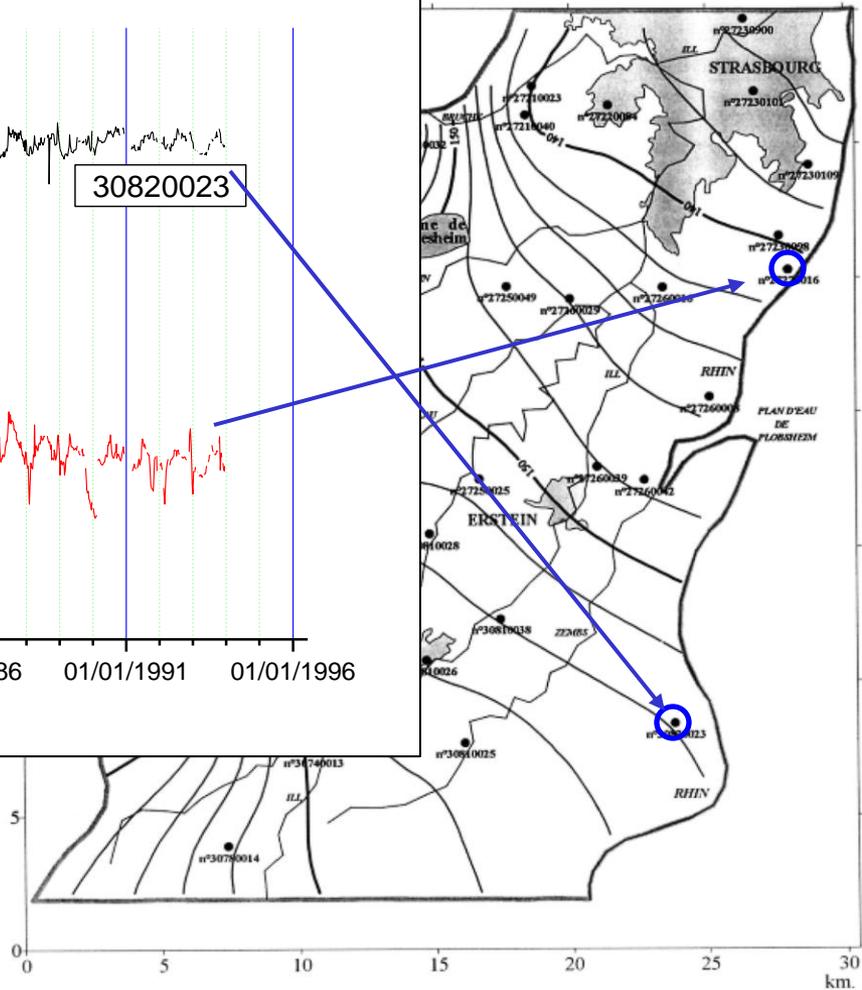
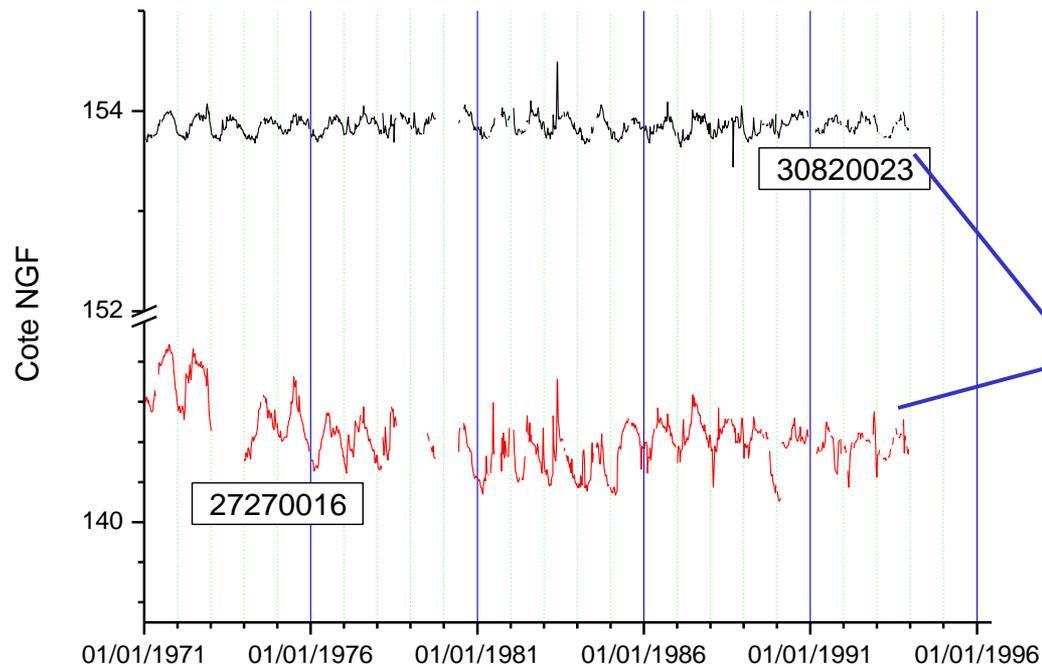


Les bassins versants

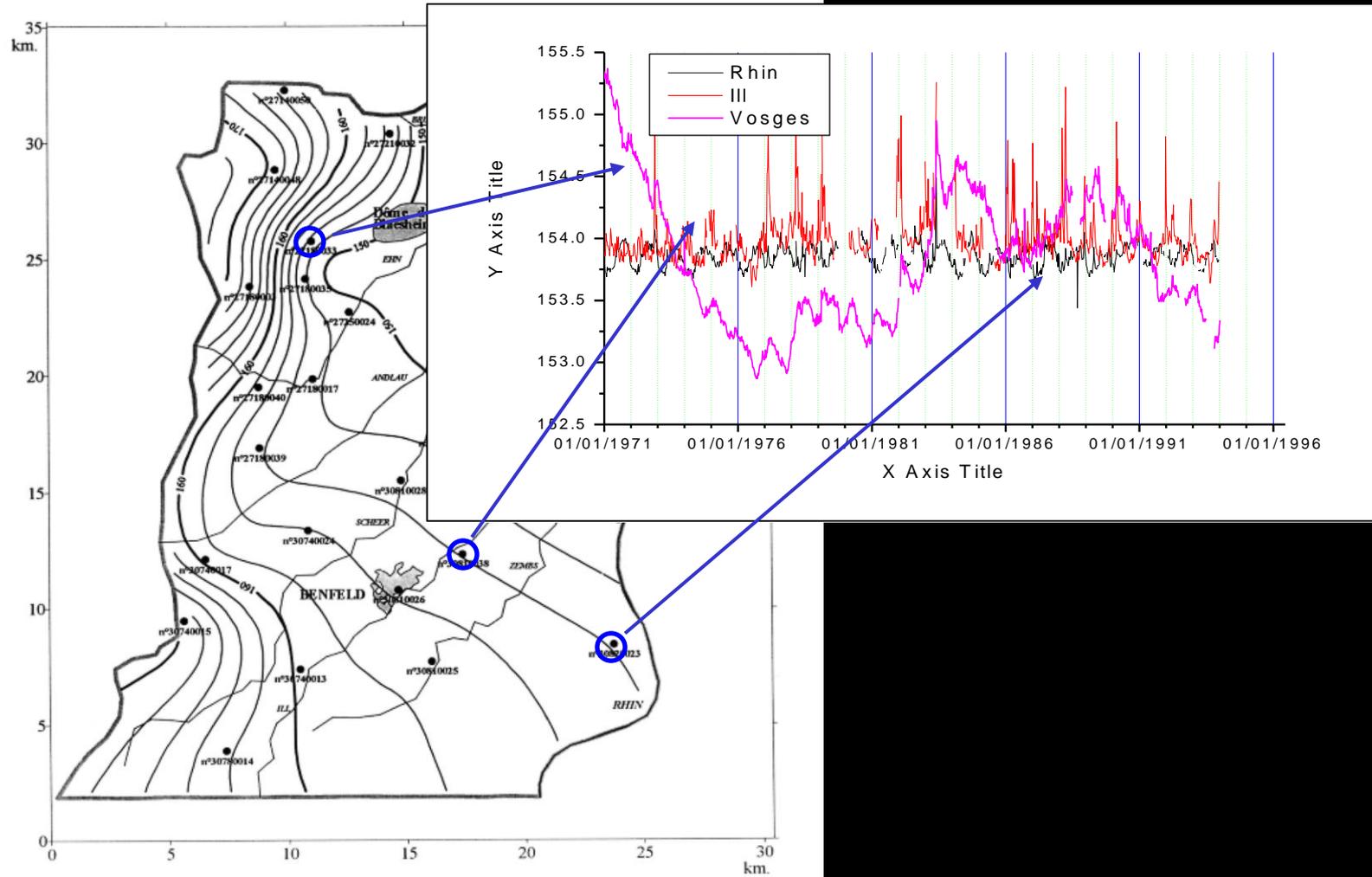


Carte de la piézométrie moyenne
année 1993

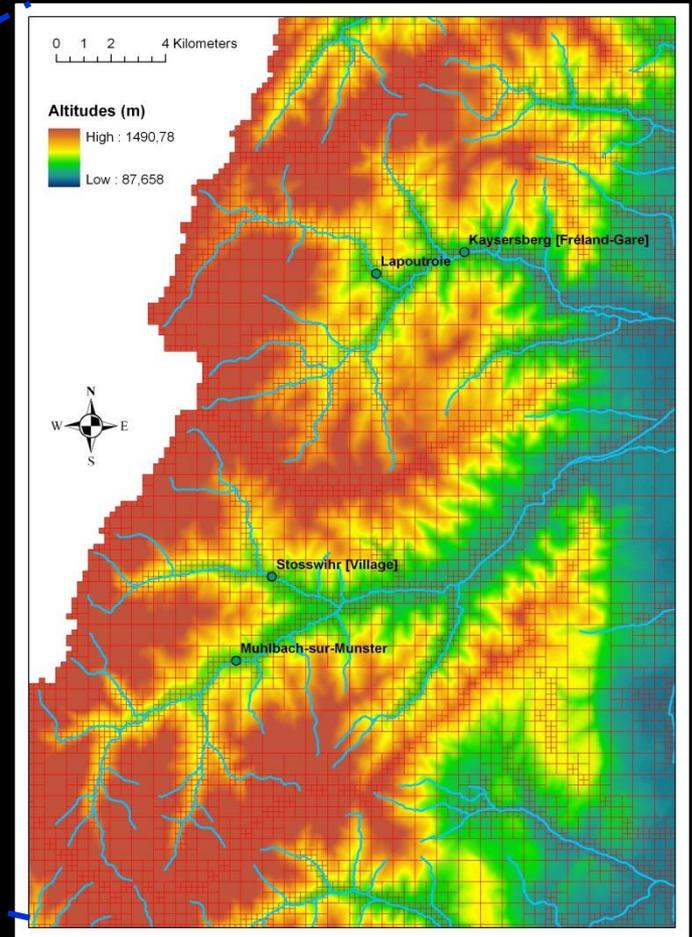
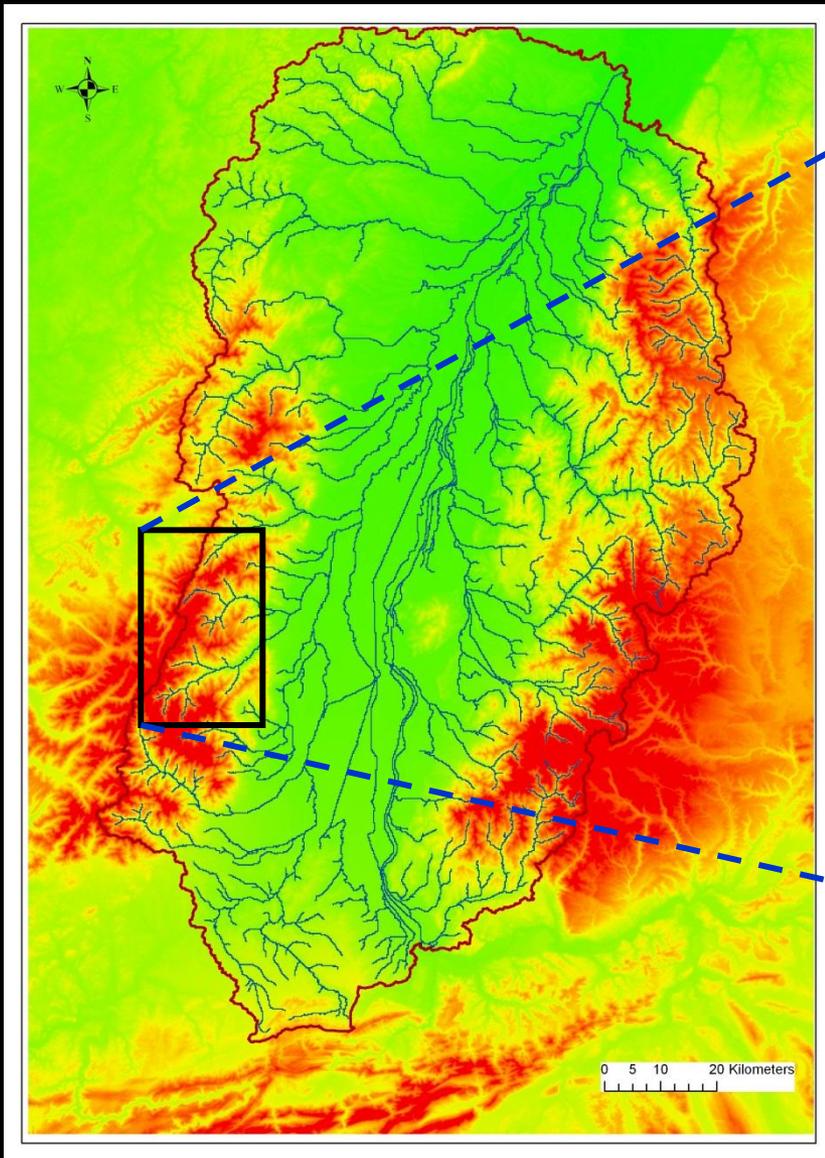


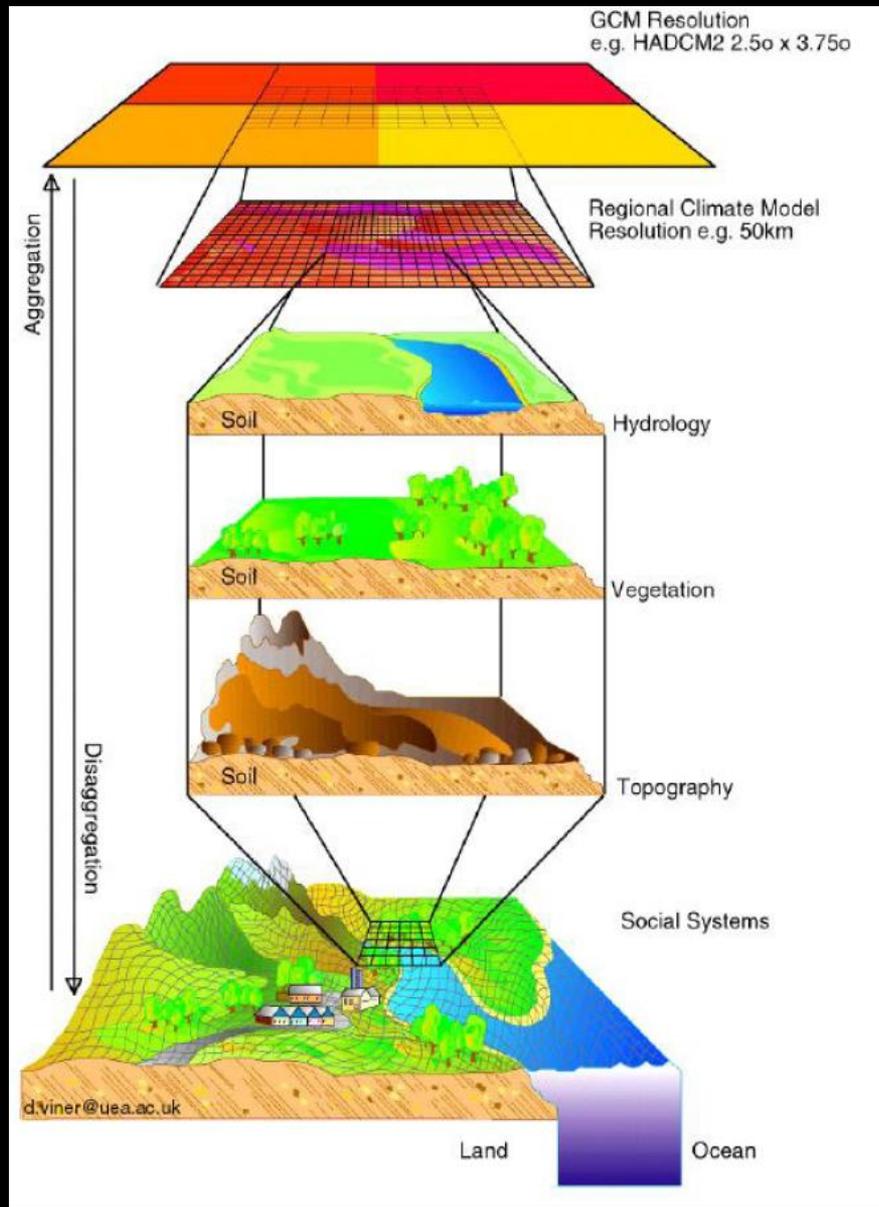


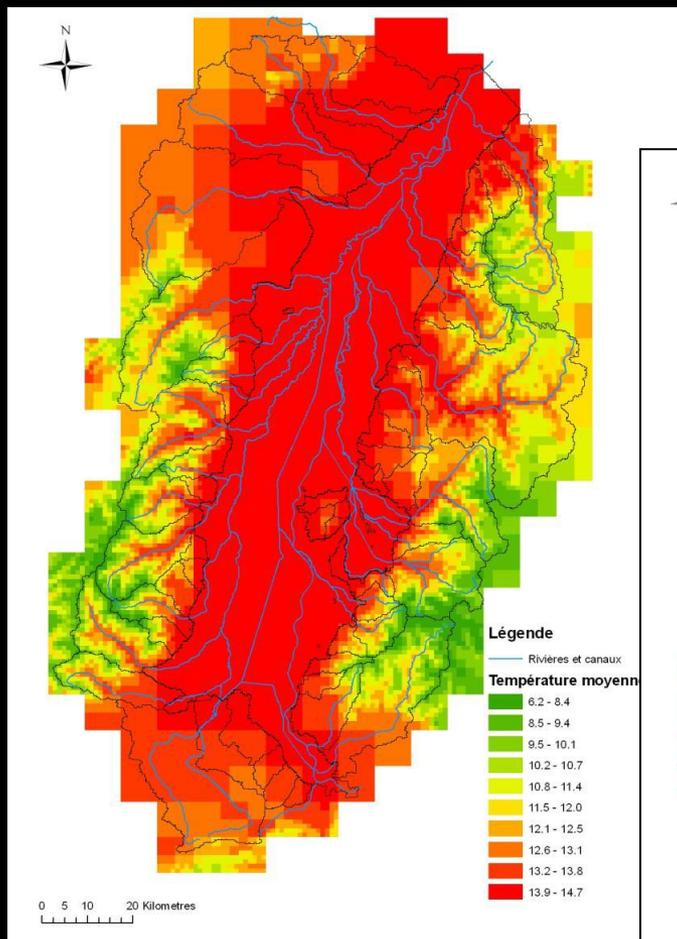
Carte de la piézométrie moyenne
année 1993



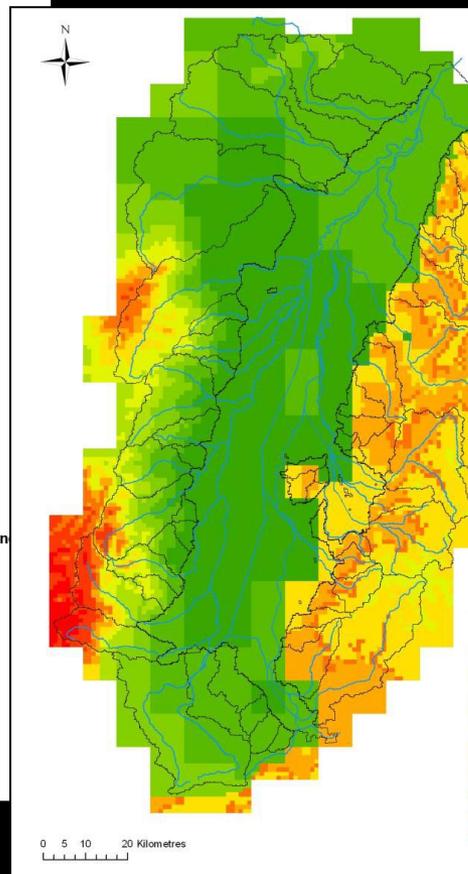
Carte de la piézométrie moyenne
année 1993



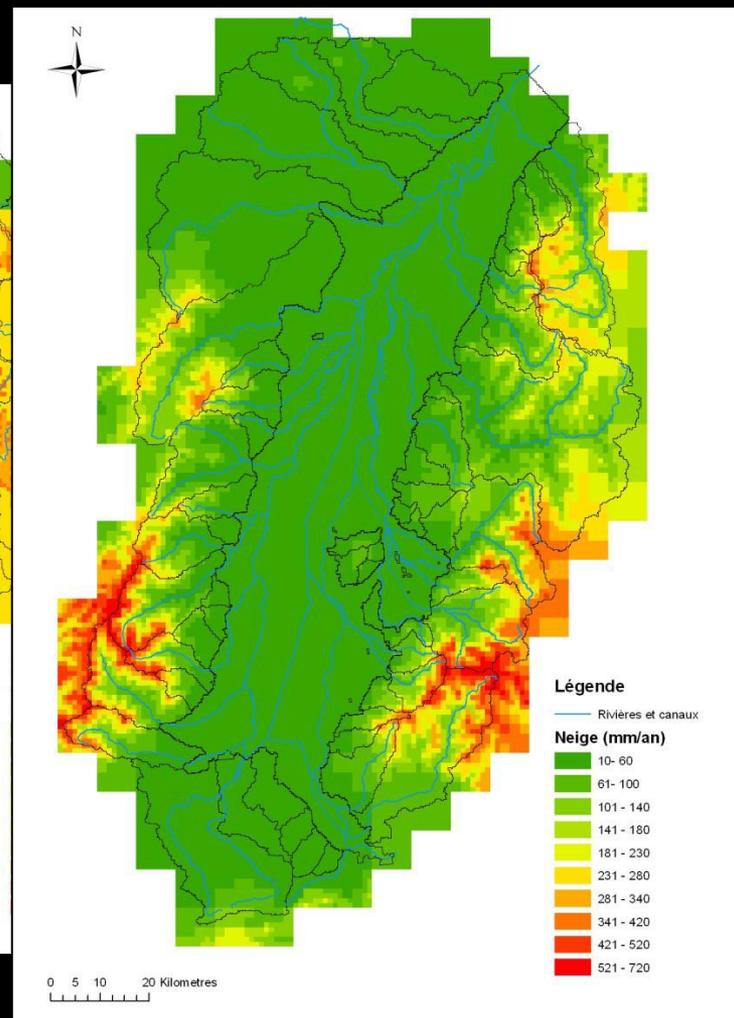




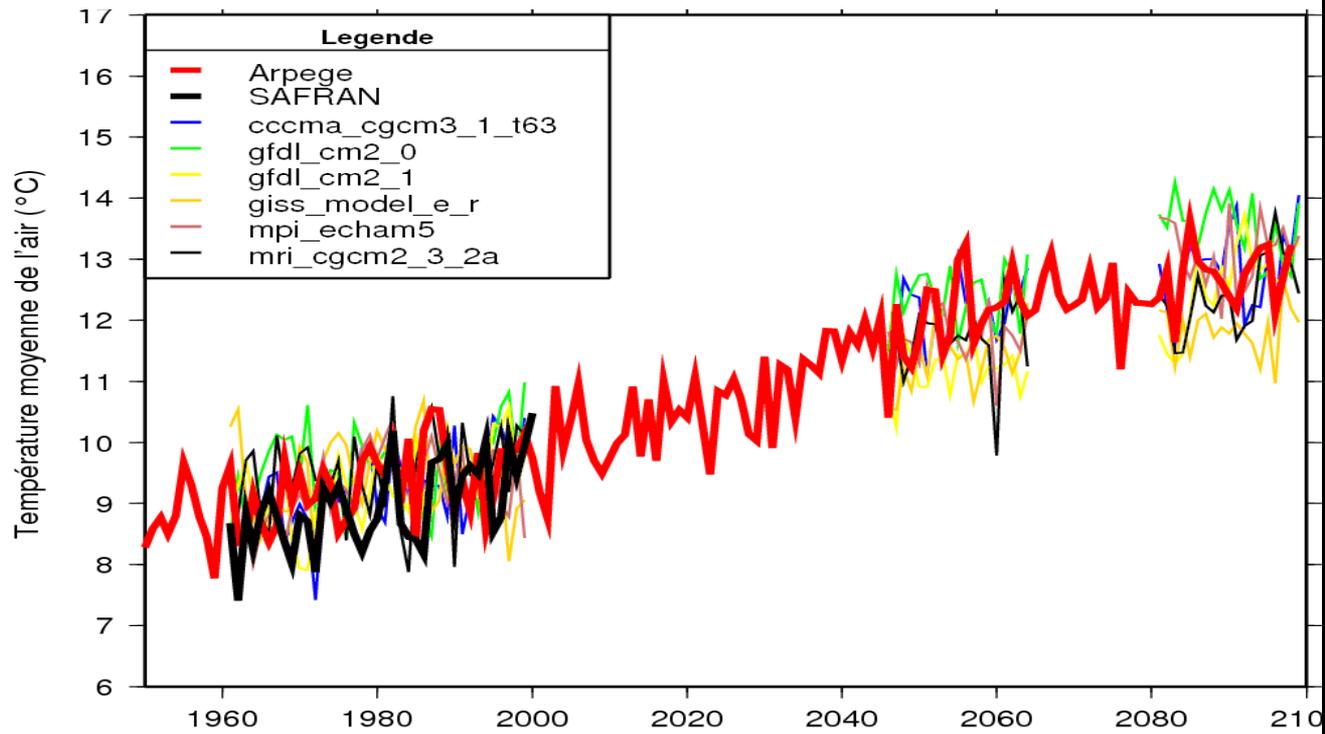
La température moyenne



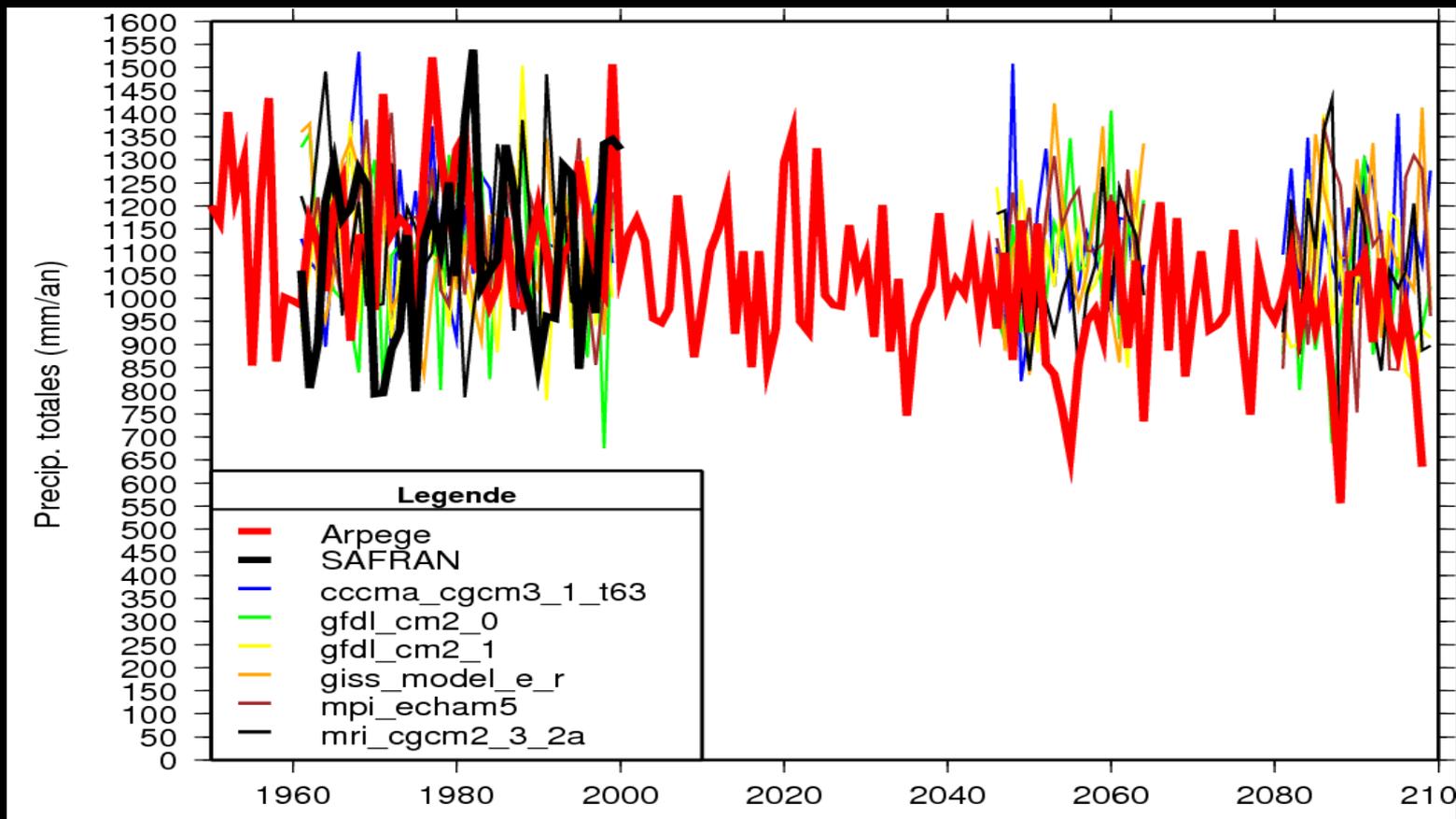
Les précipitations



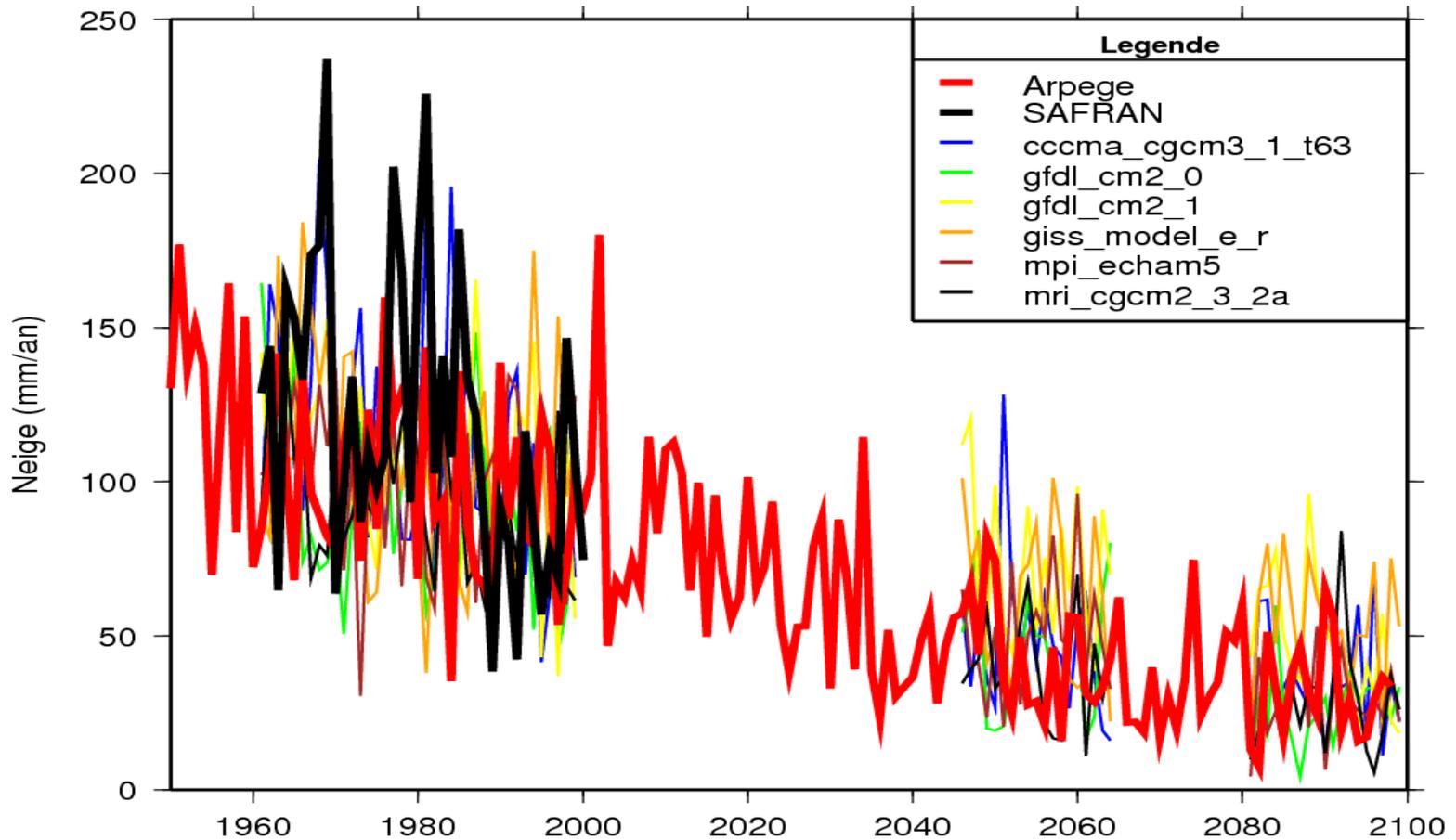
La couverture neigeuse



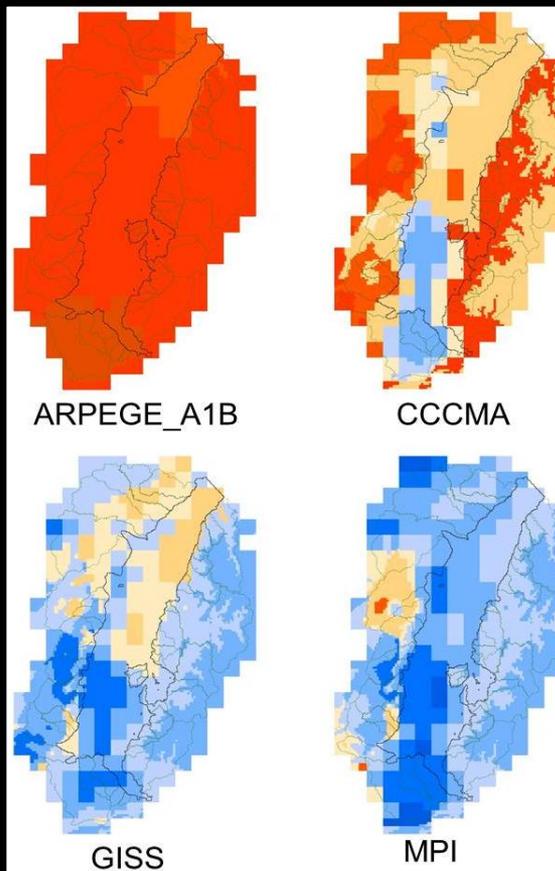
Evolution de la température dans le Bassin du Rhin Supérieur.



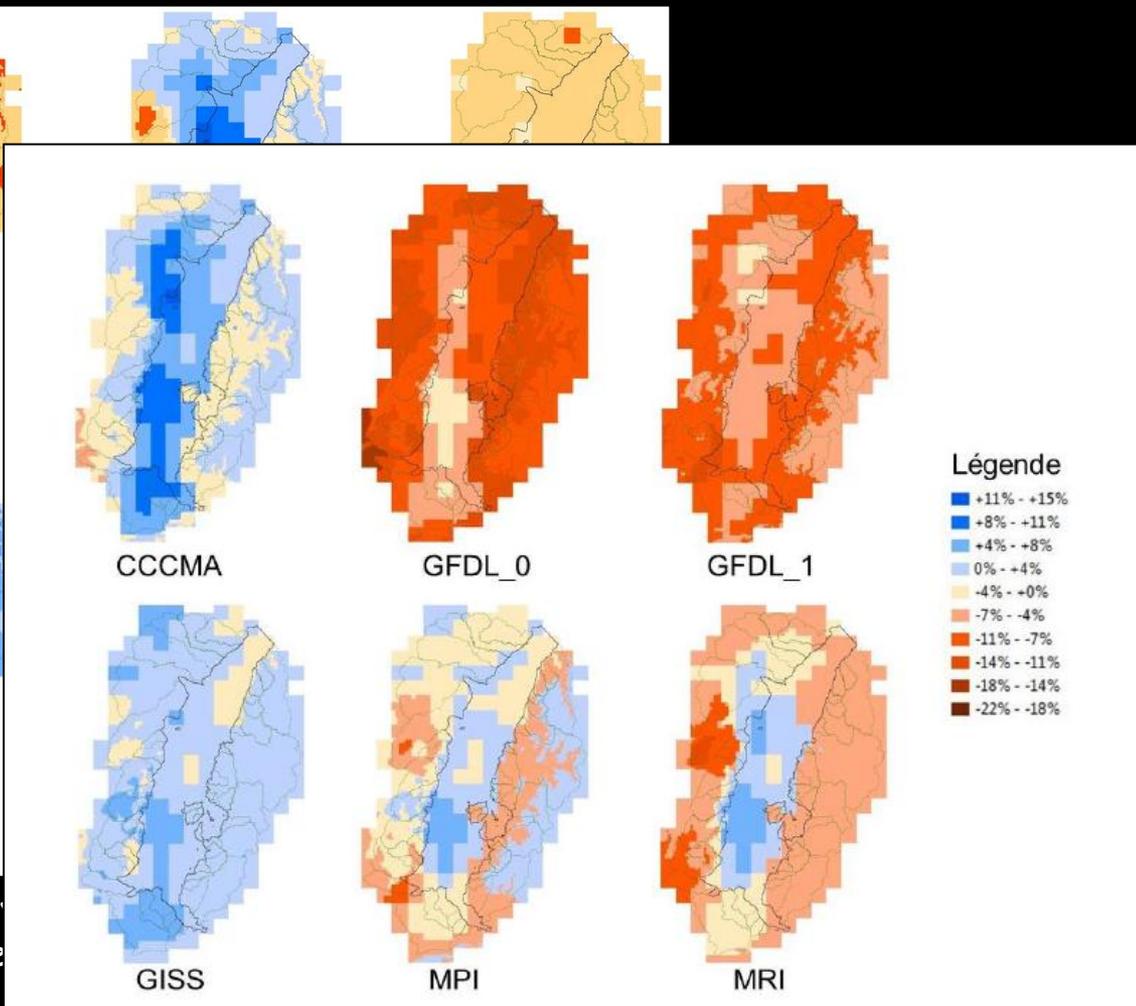
Evolution des précipitations dans le Bassin du Rhin Supérieur.



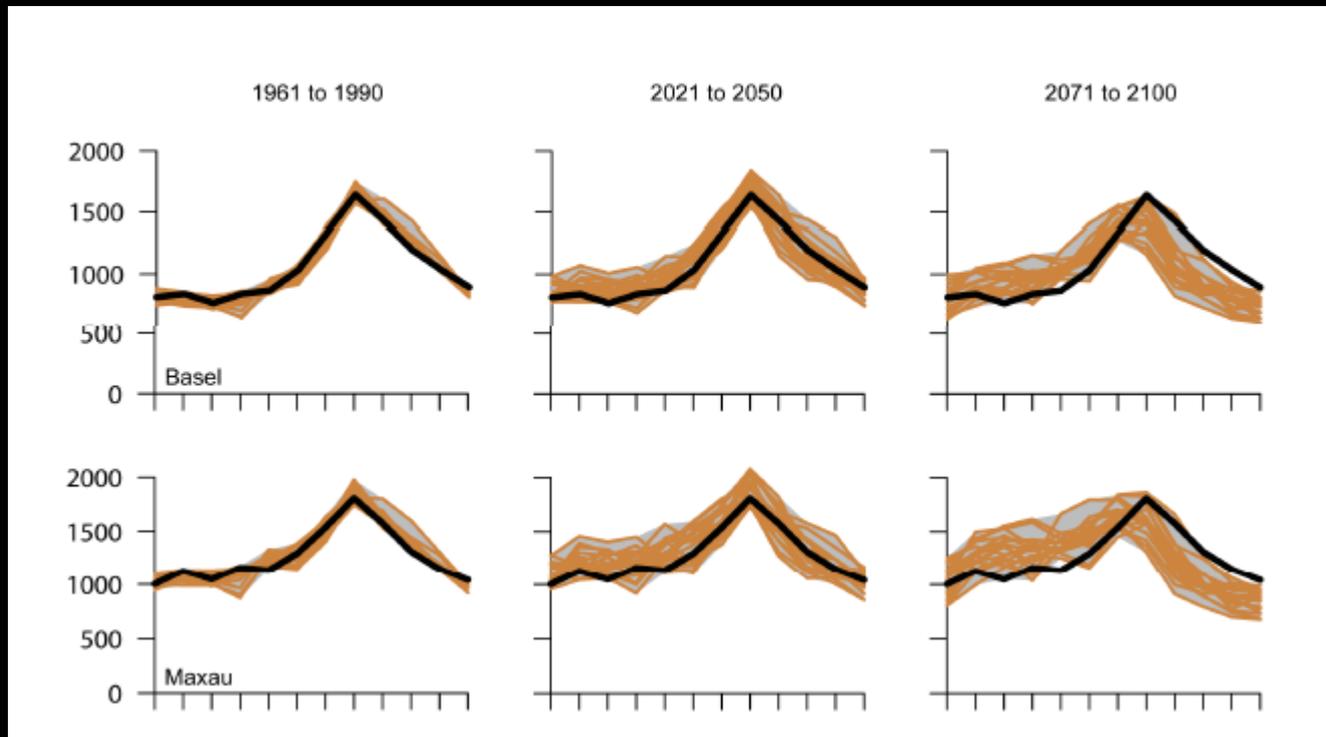
Evolution du manteau neigeux dans le Bassin du Rhin Supérieur.



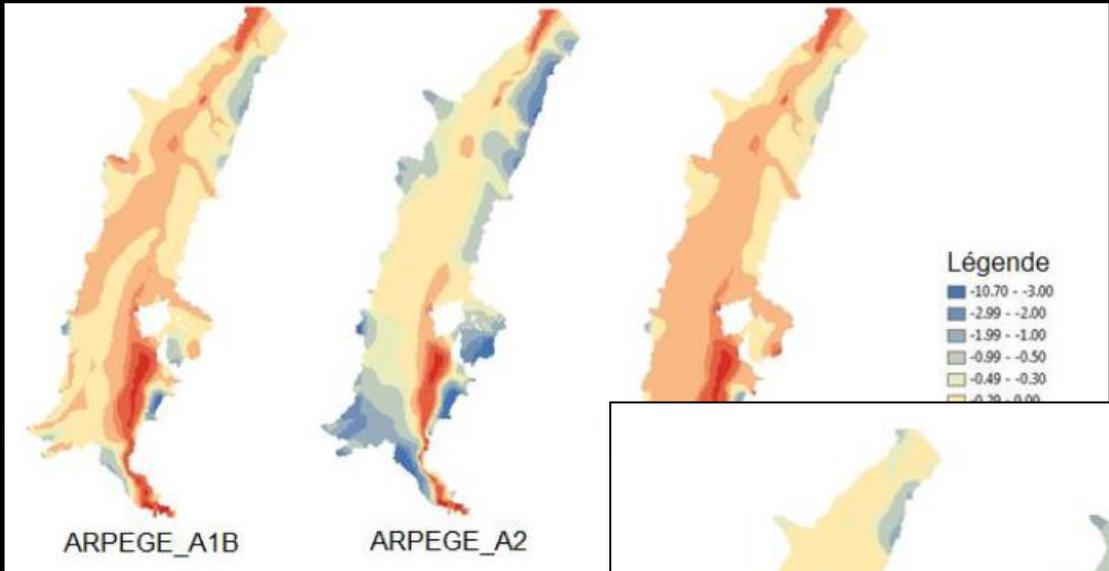
Variation des précipitations moyennes annuelles entre la période « temps présent » et la période « futur lointain »



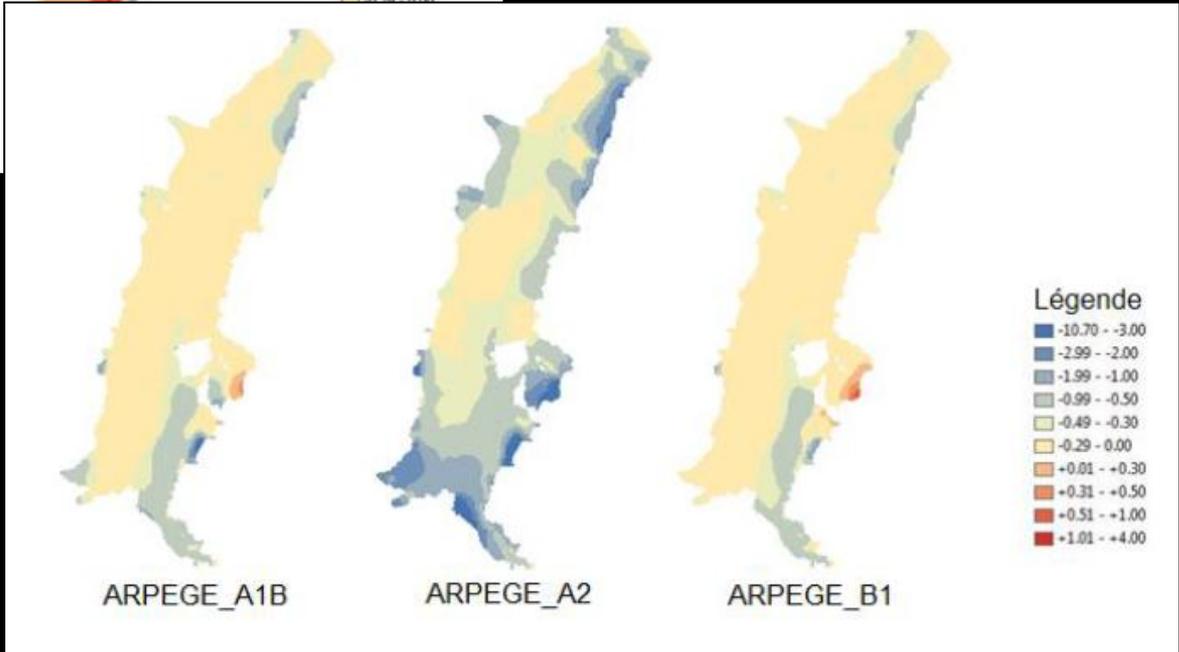
Variation des précipitations moyennes annuelles entre la période « temps présent » et la période « futur lointain »



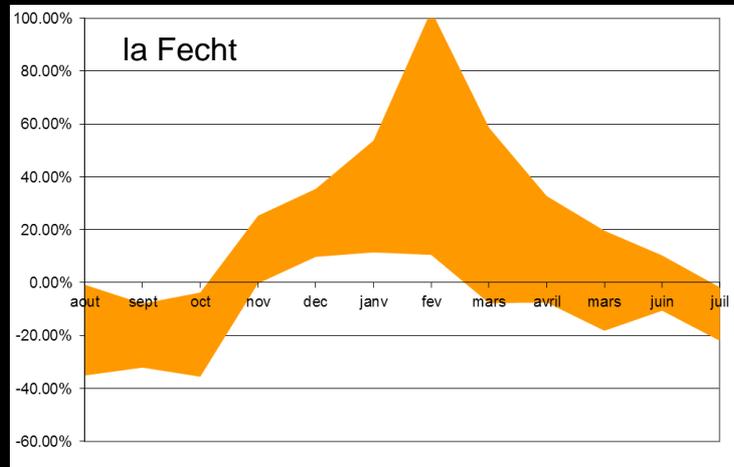
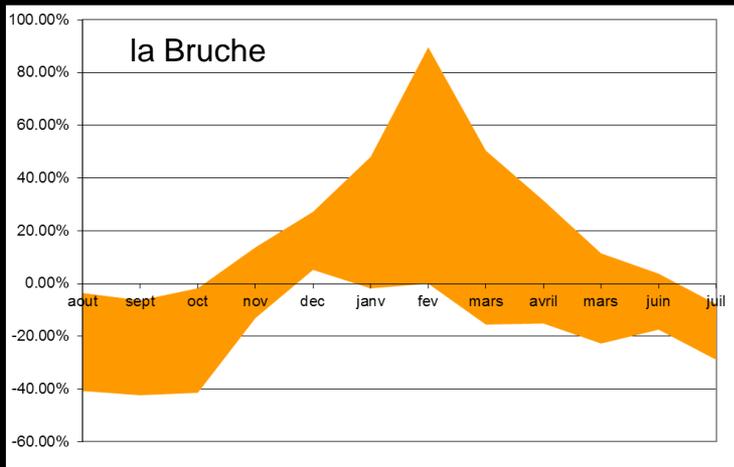
Evolution des débits mensuels du Rhin (Scénario A1B – Rheinblick 2050).



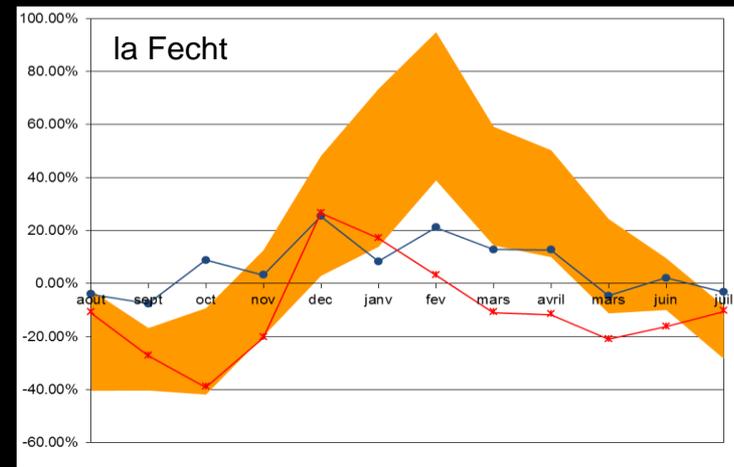
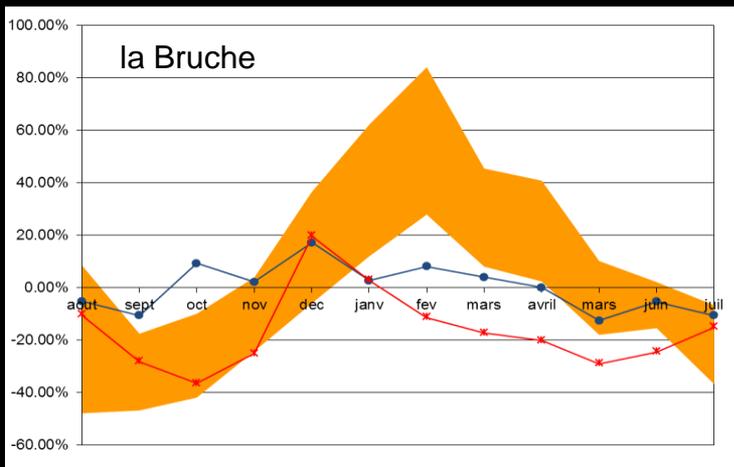
Impacts sur les niveaux de nappe



Impacts sur les niveaux de nappe en basses eaux (septembre)



Evolution des débits mensuels pour la période de futur proche (2040-2050).



Evolution des débits mensuels sur la période de futur lointain (2090-2100) (en rouge, le scénario A2, en bleu le scénario B1).

-
- Pour un futur proche (2046-2065) et un futur lointain (2081-2098) :
- la plupart des prédictions montrent une augmentation des débits de hautes eaux et **une baisse des débits des étiages**.
 - Quantitativement, ces incertitudes se traduisent par une **augmentation des débits de hautes eaux entre près de 0% à 80%** et une **baisse des débits de basse eaux entre 0% et 40%**.
 - **La prédiction des débits** pour un futur proche est associée à une forte incertitude liée à **la présence ou non d'un manteau neigeux de volume significatif**.
 - Pour un futur lointain, l'incertitude diminue nettement, les modèles de circulation générale océan-atmosphère s'accordent sur une baisse significative du manteau neigeux.

Les prévisions effectuées montrent **un impact potentiel** très fort du changement climatique **sur les débits mensuels dans les cours d'eau**.
Il est fort probable que cet impact sera encore plus fort pour des débits instantanés.



Merci pour votre attention

