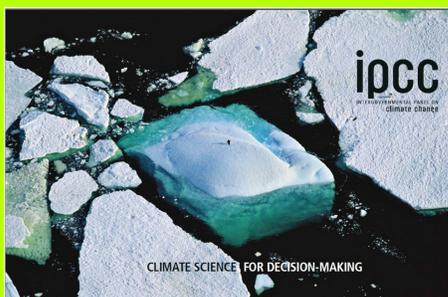


# Changement climatique : les nouvelles simulations françaises pour le prochain rapport du GIEC

## Le GIEC

La question de l'effet éventuel des activités humaines sur le climat commence à préoccuper la communauté scientifique internationale dans les années 70. Dès 1979, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) met sur les rails le Programme mondial de recherche sur le climat (PMRC). Puis, en 1988, est créé le GIEC ou Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, sous les auspices de deux organisations dépendant de l'ONU, le Programme des Nations-Unies pour l'environnement (PNUE) et l'OMM.



- Trois groupes de travail et d'une équipe spéciale.
- **Groupe I** : les éléments scientifiques de l'évolution du climat. Son observation, sa compréhension et son estimation future.
  - **Groupe II** : les questions concernant la vulnérabilité des systèmes socio-économiques et naturels aux changements climatiques, les conséquences de ces changements et les mesures d'adaptation.
  - **Groupe III** : les mesures d'atténuation.
  - **Equipe spéciale** : les inventaires nationaux de gaz à effet de serre



Pour établir leurs conclusions, les auteurs des rapports s'appuient notamment sur les résultats de simulations du climat. Leur réalisation mobilise de nombreux chercheurs dans le monde.

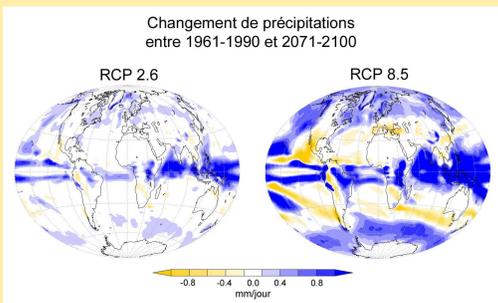
Le projet CMIP-5 fournit un cadre de travail précis aux équipes développant les modèles de climat et réalisant les simulations climatiques (une vingtaine de groupes dans le monde).

Les résultats de toutes les simulations sont regroupés dans une base de données internationale à laquelle les chercheurs du monde entier peuvent accéder pour analyser les prédictions des modèles.

## Les résultats

En France, deux groupes participent aux exercices de modélisation définis en amont des rapports du GIEC : l'IPSL et le CNRM-CERFACS. Loin d'être un objet de concurrence, la comparaison des deux modèles français est très féconde pour améliorer la représentation des processus physiques dans les modèles.

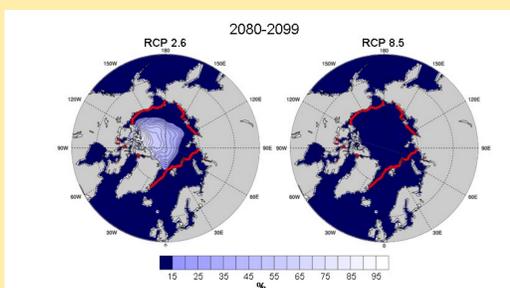
### Les précipitations



- Le modèle de l'IPSL prévoit
- une **augmentation significative des précipitations annuelles aux hautes latitudes ainsi que sur l'océan Pacifique équatorial**
  - une **diminution dans les latitudes subtropicales**.
- Ces changements sont d'autant plus marqués que le scénario considéré anticipe une forte augmentation des concentrations des gaz à effet de serre.

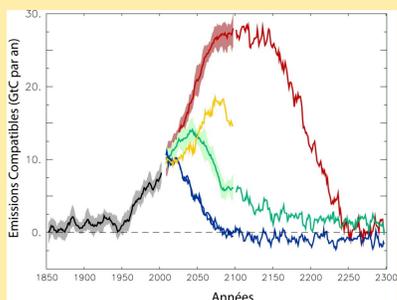
### La couverture de glace

Dans le cas du scénario le plus pessimiste (RCP8.5), la glace de mer estivale disparaît en Arctique vers 2060 (modèle de l'IPSL) ou vers 2040 (modèle du CNRM-CERFACS)\*. Dans le cas du scénario RCP2.6, plus optimiste, la glace de mer estivale se maintient tout au long du 21e siècle (modèle de l'IPSL) ou bien disparaît complètement l'été pendant quelques années entre 2060 et 2080, avant de se reformer en fin de siècle (modèle du CNRM/CERFACS). \* Seuls les résultats de l'IPSL sont montrés ici.



### Emissions de carbone compatibles & émissions anthropiques « autorisées »

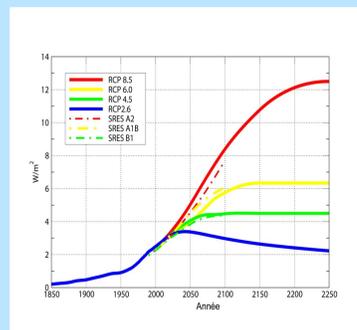
Lorsque le modèle de l'IPSL tient compte du couplage entre le climat et le cycle du carbone, l'océan et la biosphère continentale deviennent de moins en moins efficaces pour absorber le gaz carbonique émis par l'homme, et ceci quel que soit le scénario futur. Les émissions de carbone anthropiques amplifient donc le changement climatique (on dit qu'il y a une rétroaction positive). Après 2100, les continents deviennent même, pour les scénarios pessimistes, une source de carbone pour l'atmosphère.



Emissions de CO2 compatibles avec les concentrations de CO2 imposées soit par les données avant 2005, soit par les différents scénarios RCP sur la période 2006-2300 (du plus au moins optimiste : RCP2.6 en bleu, RCP4.5 en vert, RCP6.0 en jaune et RCP8.5 en rouge).

## Les scénarios socio-économiques

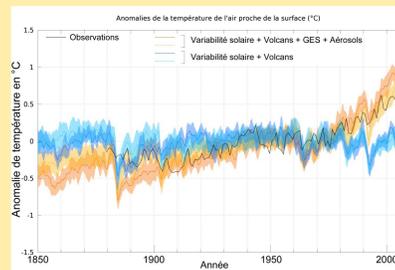
Dans le cadre de CMIP-5, modélisateurs du climat et économistes ont travaillé en parallèle : les premiers pour effectuer des projections climatiques, les seconds pour élaborer des scénarios socio-économiques, à partir de « trajectoires » d'évolution des concentrations de gaz à effet de serre (les RCP pour « Representative Concentration Pathways »). Ces trajectoires proviennent des résultats des recherches les plus récentes menées à partir de modèles intégrant les évolutions socio-économiques et climatiques.



Evolution du bilan radiatif de la terre ou « forçage radiatif », en W/m<sup>2</sup> sur la période 1850-2250. Après 2006, les traits continus représentent les nouveaux scénarios dits « Representative Concentration Pathways » et les traits pointillés les anciens scénarios (GIEC, 2001 et 2007). © CNRM-GAME (Météo-France/CNRS)

### Les températures

La température moyenne planétaire est un très bon indicateur de l'évolution climatique car elle traduit de manière synthétique la réponse du climat à différents facteurs, qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine.

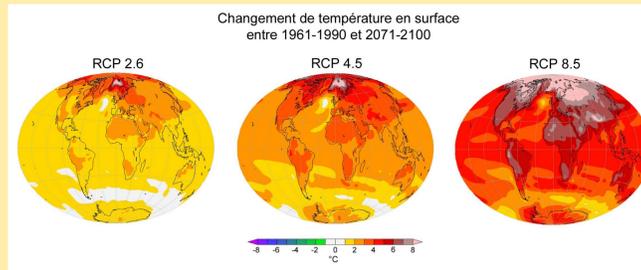
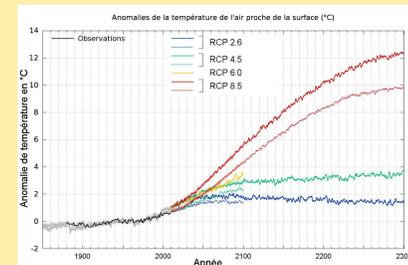


Cette figure montre l'évolution de la température moyenne de la planète sur la période 1850-2005 simulée par les deux modèles climatiques en tenant compte :

- des seuls facteurs externes naturels (variabilité solaire et volcanisme), en bleu
- de ces facteurs auxquels s'ajoutent ceux d'origine humaine (augmentation des gaz à effet de serre, modification de la concentration des aérosols), en noir

La réponse aux seuls facteurs naturels ne permet pas d'expliquer le réchauffement moyen constaté à partir de la seconde moitié du 20e siècle.

L'évolution de la température moyenne de la planète sur la période 1850-2300 est représentée ici, lorsque l'ensemble des facteurs naturels et d'origine humaine ont été pris en compte. Sur la période 1850-2005, les simulations sont en bon accord avec l'évolution observée (en noir). A partir de 2006, les résultats jusqu'en 2100 ou 2300 dépendent du choix du scénario RCP.



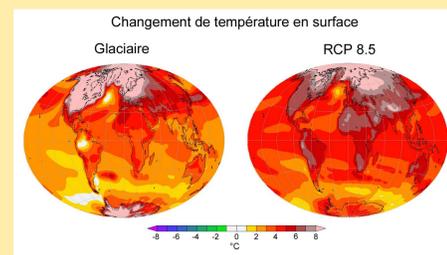
Changements de la température à la surface de la Terre pour la période 2071-2100 par rapport à celle de la période 1971-2000 calculés par le modèle de l'IPSL pour trois scénarios.

Les simulations à échéance 20-30 ans et 100 ans précisent les grandes caractéristiques du changement climatique.

- **Durant les premières décennies du 21e siècle, le réchauffement dépend peu du scénario considéré** : il est relativement uniforme sauf dans les régions arctiques affectées par la fonte de la glace de mer.
- **A plus longue échéance (une centaine d'années), le réchauffement est plus intense sur les continents que sur les océans et est amplifié dans les régions polaires**. L'hémisphère Sud, principalement couvert d'océans, se réchauffe moins que l'hémisphère Nord.

Au dernier maximum glaciaire, il y a 21 000 ans, les continents de l'hémisphère Nord étaient recouverts de calottes de glace culminant à environ 3 000 mètres en Amérique du Nord et en Scandinavie.

La transition entre ce climat très froid du dernier maximum glaciaire et la période actuelle représente une augmentation de la température globale de l'ordre de 4 à 5°C et cette transition a essentiellement eu lieu sur une période d'environ 9 000 ans durant la déglaciation.



Or, à l'échelle globale, le réchauffement projeté pour les 100 à 150 prochaines années par le scénario moyen (RCP4.5) est du même ordre de grandeur que celle qui a eu lieu sur 9000 ans. Ainsi, la rapidité et l'amplitude du réchauffement projeté pour le 21e siècle représentent des modifications profondes du climat.