



Et si on parlait de la science... en train de se faire !

La modélisation du climat et de son changement global

Olivier THUVAL, Toulouse INP et CERFACS





**COMPTOIR DES
SCIENCES**

Plan de la présentation

1 - Je suis chercheur, les métiers de la recherche

2 - Mon sujet de recherche

3 - De la question à la publication

4 - À quoi sert la recherche ?

1 - Métiers de la recherche

- *Qui suis-je, mon parcours, comment devient-on chercheur ?*

Lycée à Saint-Malo

Bac C (scientifique) en 1975

Classes Préparatoires à Rennes (2 ans)

École Polytechnique à Palaiseau (1 + 2 ans)

École Nationale de la Météorologie à Paris (2 ans)

Chercheur à Météo-France à Toulouse (12 ans)

Professeur des universités à Toulouse INP (29 ans)

Professeur émérite depuis un an : retraite active



Thèse de doctorat (1986) en
Mécanique des fluides



NCAR

Séjour de recherche (2 ans) au
National Center of Atmospheric
Research (NCAR), USA

Responsable (34 ans) de l'équipe
Climat du Centre Européen de
Recherche et de Formation Avancée
en Calcul Scientifique (CERFACS)

Chercheur (29 ans) à l'Institut de
Mécanique des Fluides de Toulouse



CERFACS

Météo-France



IMFT

1 - Métiers de la recherche

- *Je suis enseignant chercheur => 50% d'enseignement*

Études scientifiques après le lycée

Classes préparatoires aux
grandes écoles (CPGE)

Exemple :



J'ai été président du concours
MP des CCINP (5 ans)

Classes préparatoires
intégrées (2 ans)

Exemple :

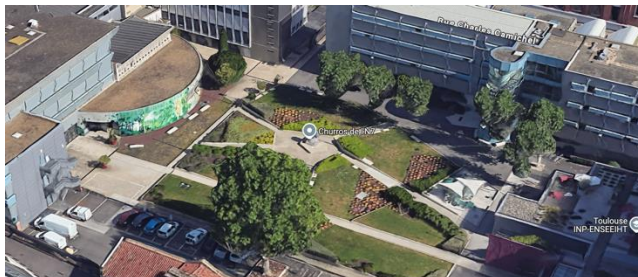


J'enseigne à la Prépa des INP de Toulouse

Licence dans une
université (3 ans)



Écoles d'ingénieurs (3 ans)



J'ai enseigné à l'ENSEEIH pendant 30 ans
dans le département « Mécanique des fluides »

Exemple :



Master (Bac + 5)

Doctorat (Bac + 8)

J'ai encadré 30 thèses et
participé à 70 jurys de thèse

Pensez-vous que les études scientifiques sont plus appropriées pour les garçons que pour les filles ?



Image créée avec ChatGPT à partir de la question posée.

▪ *Mon équipe au CERFACS*

Chercheuses, chercheurs, ingénieur·es de recherche permanent·es



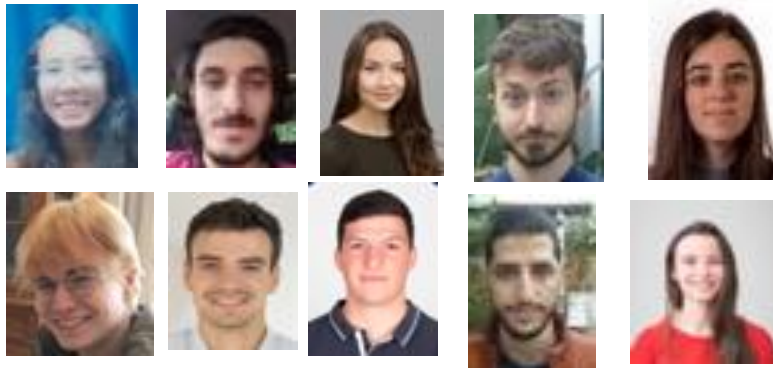
Direction



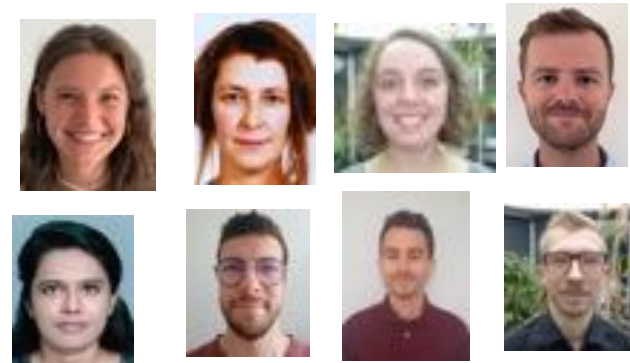
Assistante
administrative



Doctorantes et doctorants



Post-doctorant·es et ingénieur·es



16 femmes
19 hommes

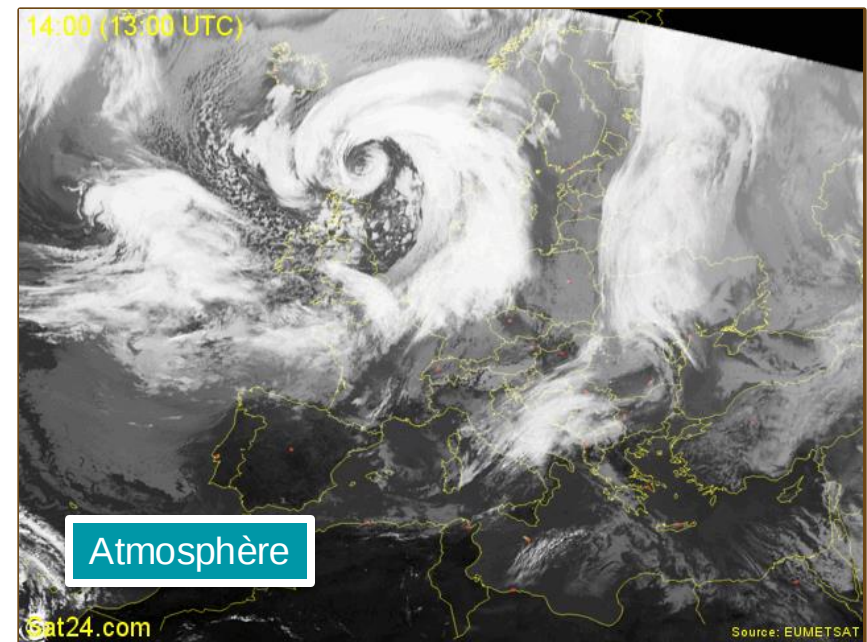
Quelles sont les principaux éléments composant le système climatique ?

Lithosphère

Biosphère

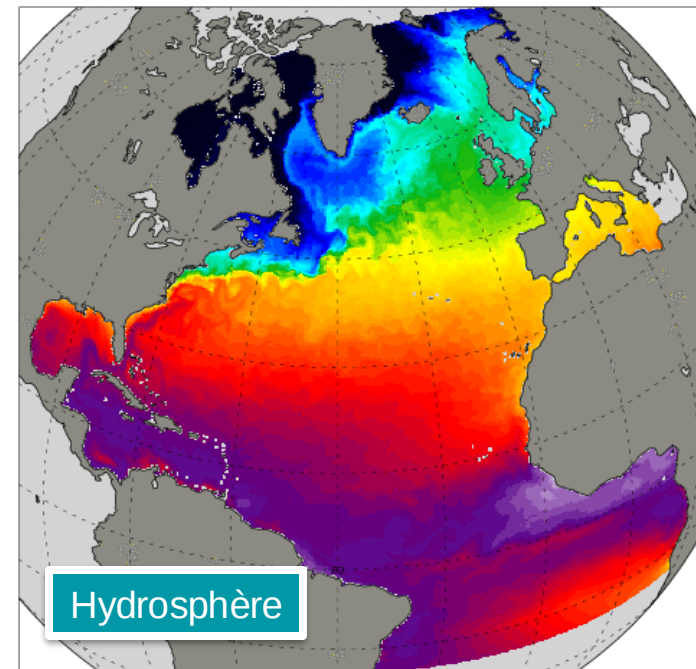


Cryosphère

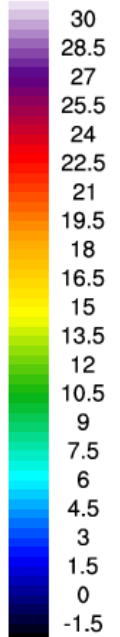


Atmosphère

Year 1993, Month 1, Day 3



Hydrosphère



Quelles sont les systèmes d'observation de la Terre qui fournissent le plus de données ?

Atmosphère

Biosphère

Cryosphère

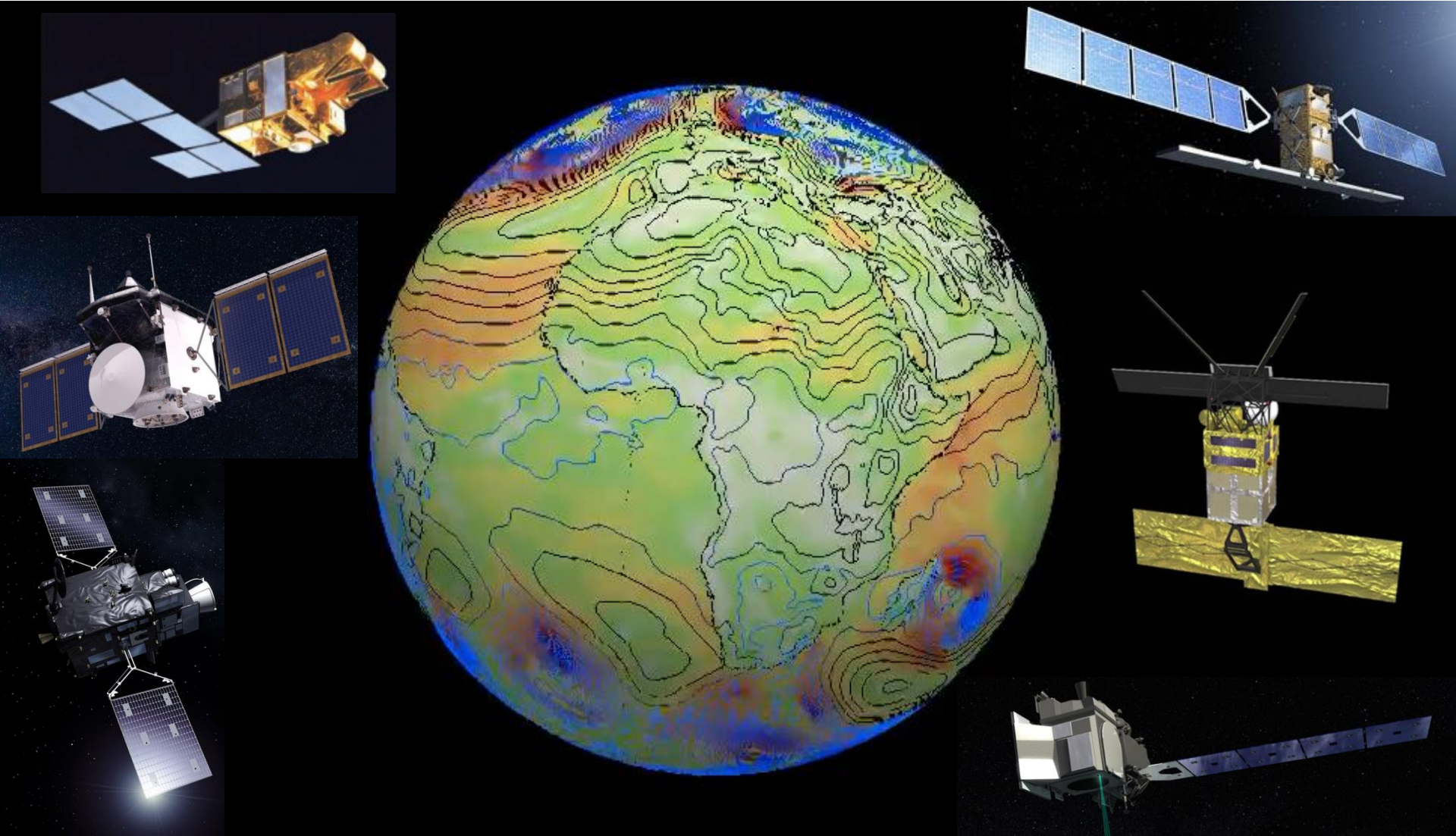
Hydrosphère

Lithosphère



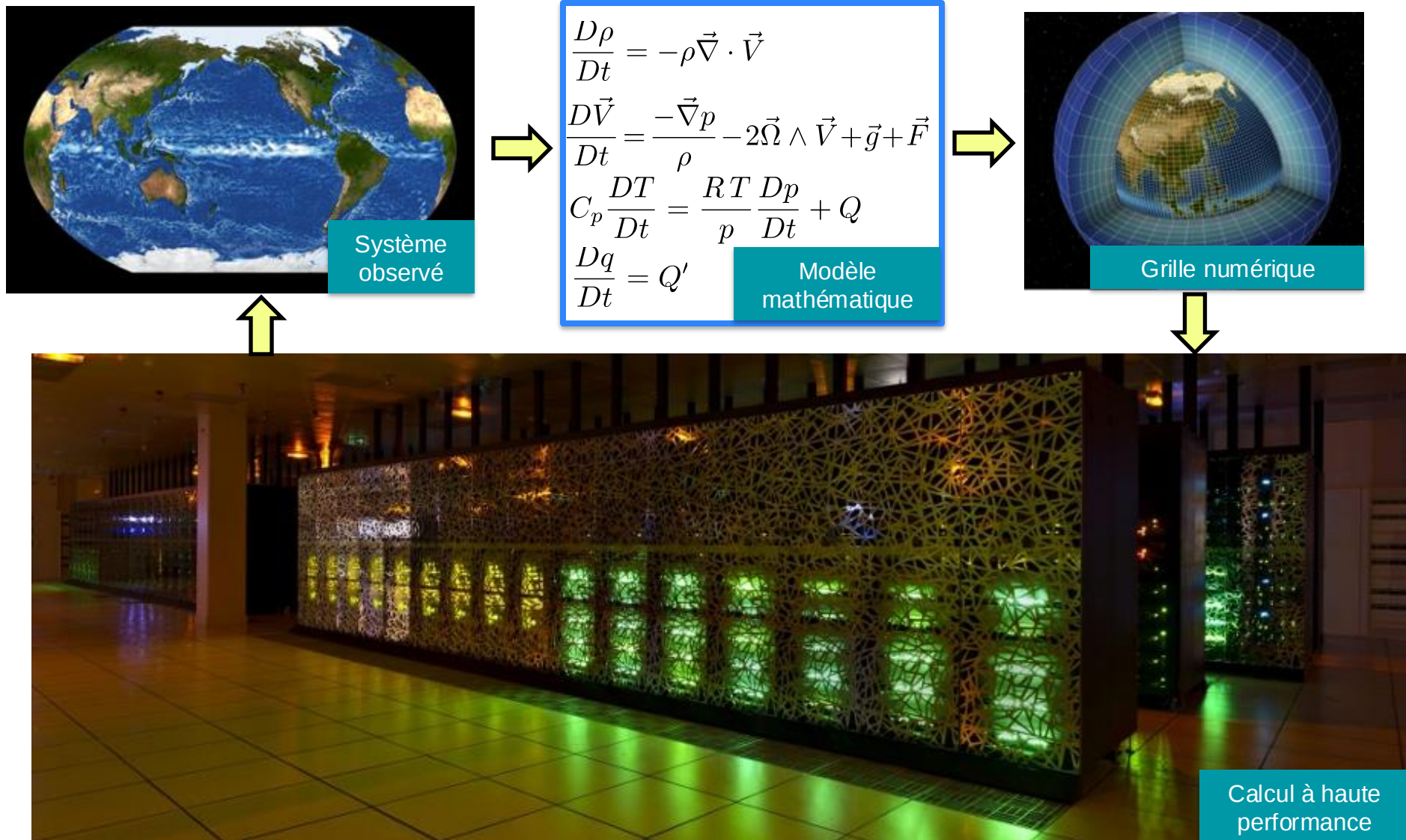
Image créée avec ChatGPT pour décrire le système climatique.

Quelles sont les systèmes d'observation de la Terre qui fournissent le plus de données ?

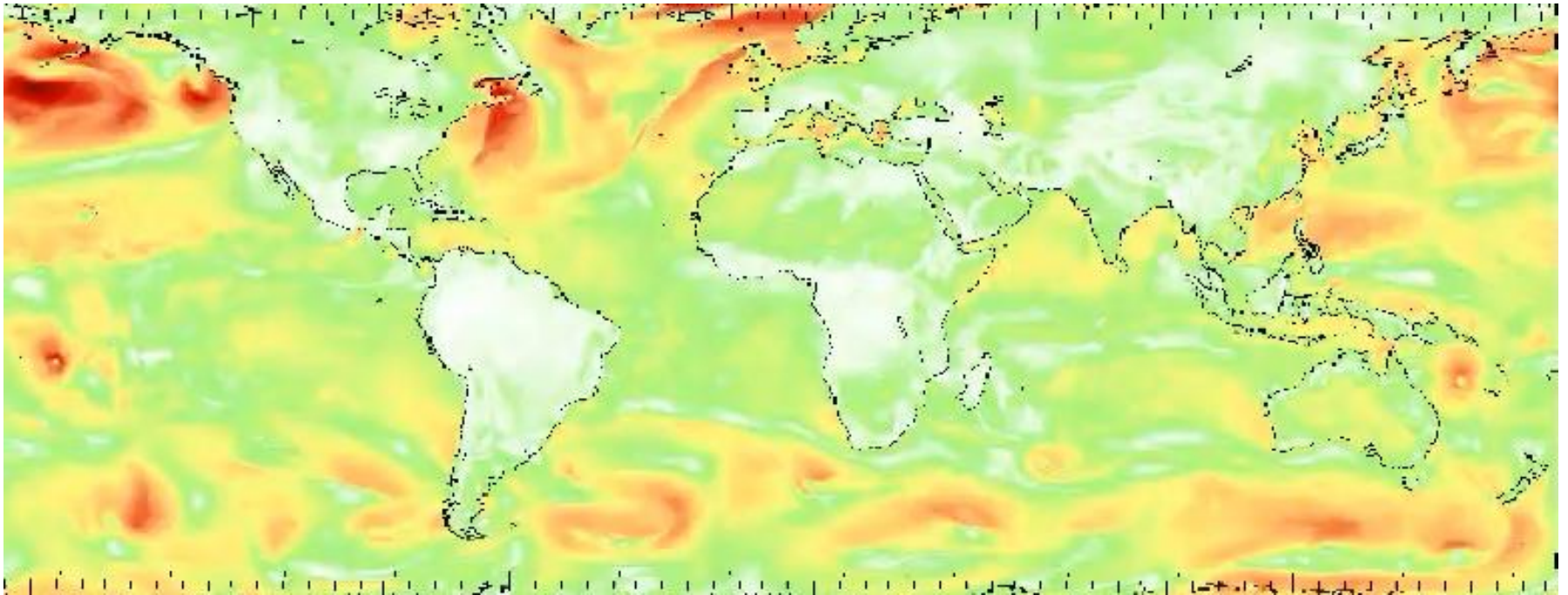


2 - Mon sujet de recherche

- *Modélisation du climat et de son changement global*



Comment simuler numériquement un système d'équations mathématiques décrivant un fluide ?

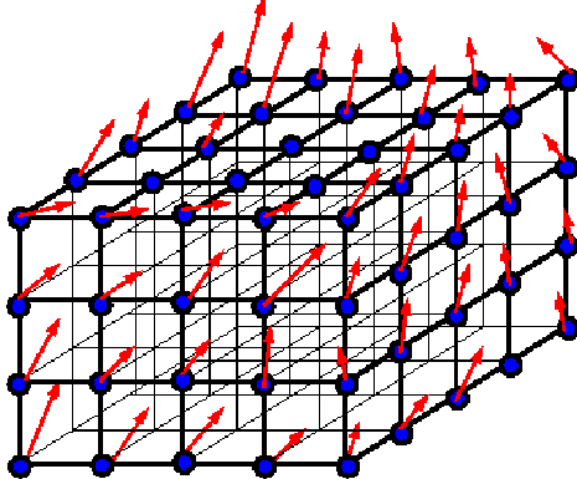
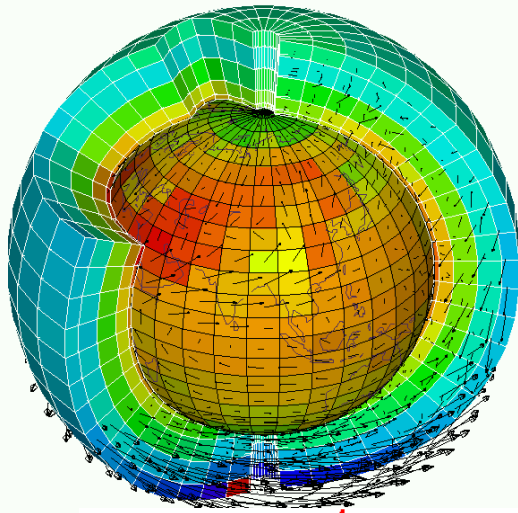


Vent à 10 m de 1994 à 2003

2 - Mon sujet de recherche

▪ Modélisation du Climat et de son changement global

La simulation numérique de la dynamique d'un fluide



Pour chaque point
de la grille :
mise en mémoire
des valeurs des
quantités physiques

(u, v, w)

Vecteur vitesse



ρ

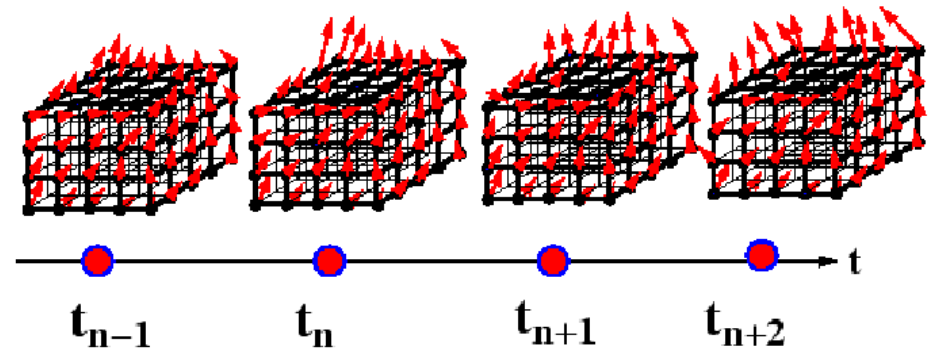
Densité

p

Pression

T

Température



A chaque pas de temps,
le système évolue
en respectant les principes
de base de la Mécanique :

- Conservation de la masse
- Conservation de la quantité de mouvement
- Conservation de l'énergie
- Lois de comportement et lois d'état

3 - De la question à la publication

▪ Exemples de publications dans des revues

Climatology and interannual variability simulated by the ARPEGE-OPA coupled model

L. Terray¹, O. Thual¹, S. Belamari¹, M. Déqué², P. Dandin^{3*}, P. Delecluse³, C. Lévy³

¹ Climate Modelling and Global Change Project, Cerfacs, 42, Avenue Gustave Coriolis, 31057 Toulouse Cedex, France

² Météo-France, Centre National de Recherches Météorologiques, 42, Avenue Gustave Coriolis, 31057 Toulouse Cedex, France

³ Laboratoire d'Océanographie Dynamique et de Climatologie – UMR 121, Université Pierre et Marie Curie – Case 100, 4, Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France

Received: 20 June 1994 / Accepted: 24 April 1995

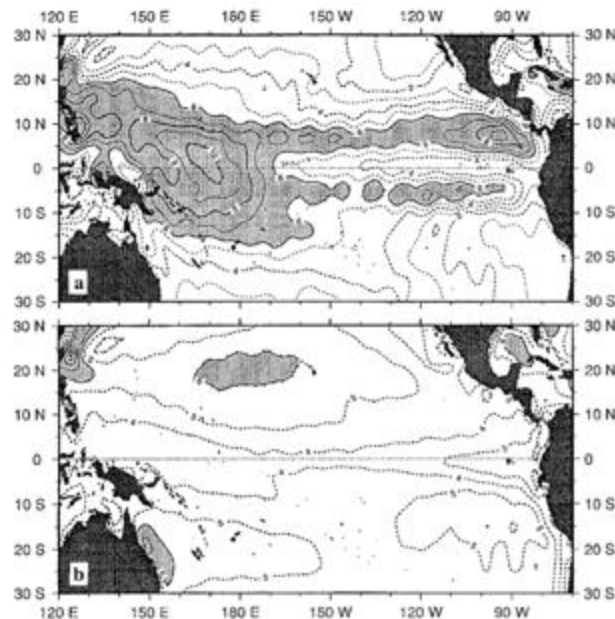
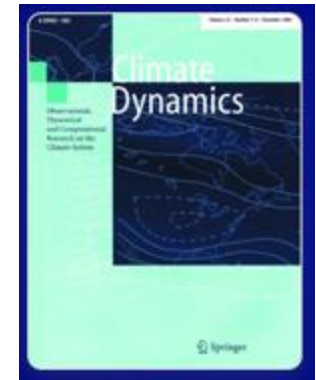


Fig. 5a, b. Simulated annual mean (mm day^{-1}) of **a** precipitation and **b** evaporation. Contour interval is 1 mm day^{-1} and values above 6 mm day^{-1} are shaded

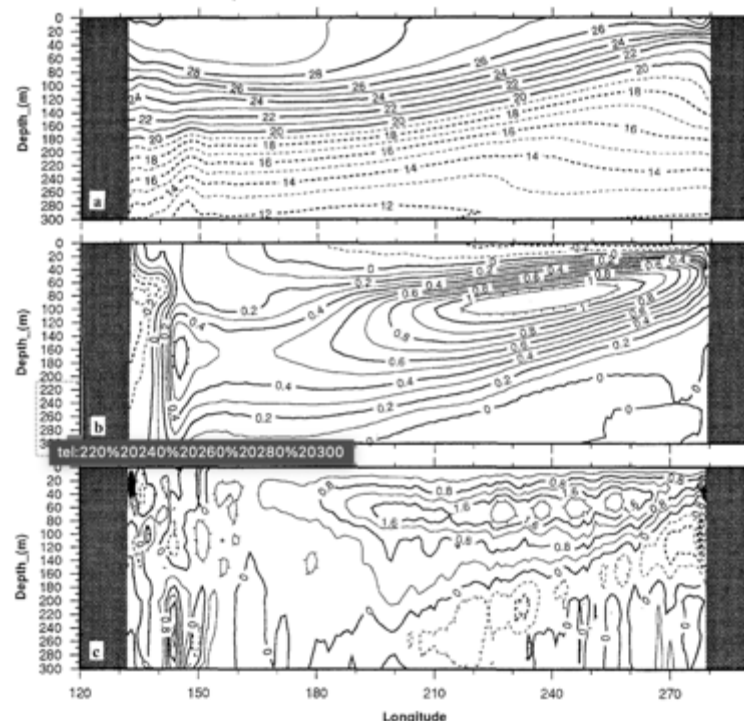


Fig. 6a-c. Equatorial depth-longitude sections of annual mean: **a** temperature ($^{\circ}\text{C}$) contour interval is 1°C ; **b** zonal current velocity (m s^{-1}) contour interval is 10 cm s^{-1} and solid lines indicate eastward current; **c** vertical current velocity (m day^{-1}) contour interval is 0.4 m day^{-1} and solid (dashed) contours indicate upwelling (downwelling)

3 - De la question à la publication

- *Exemples de publications dans des revues*



Monthly Weather Review

Editorial Type: **Article**

Article Type: **Research Article**

Distributed Ocean–Atmosphere Modeling and Sensitivity to the Coupling Flux Precision: The CATHODE Project

C. Cassou, P. Noyret, E. Sevault, O. Thual, L. Terray, D. Beaucourt, and M. Imbard

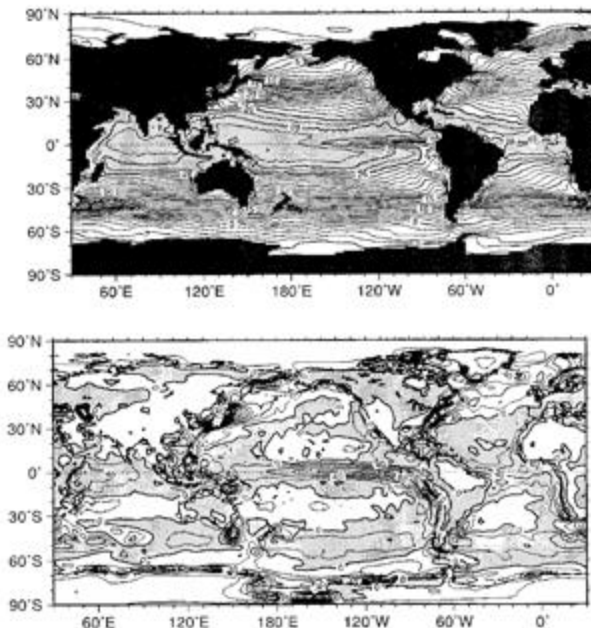


FIG. 2. (a) Sea surface temperature (SST) of CG3 simulation averaged during year 25. Values greater than 26°C are shaded and contour interval is 1°C. (b) Total heat flux transmitted from the atmosphere to the ocean of run CG3 averaged during year 25 of the simulation. The heat flux is positive when the atmosphere heats the ocean. Positive values are shaded and contour interval is 20 W m⁻².

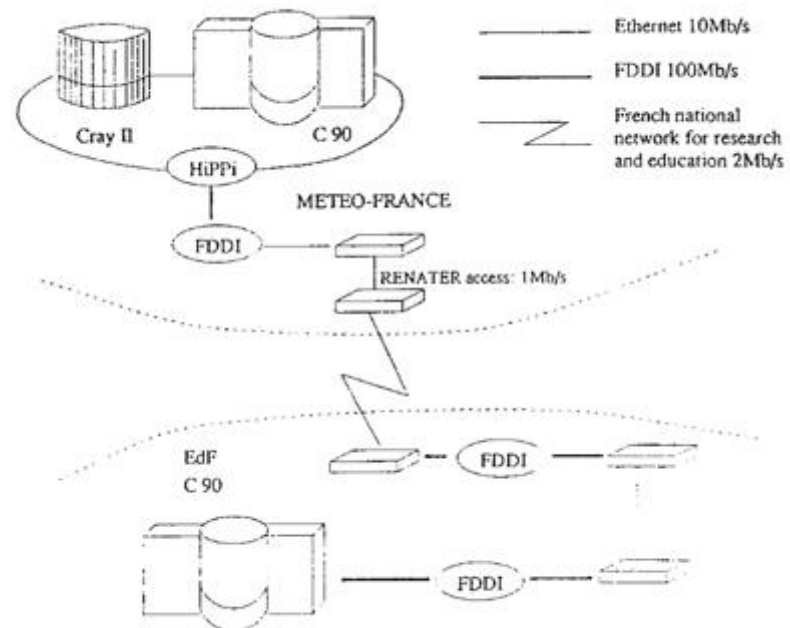


FIG. 3. Network architecture between EDF and Météo-France.

Qu'est-ce que le GIEC ? What is IPCC ?

Que produit-il tous les quatre ou cinq ans ?

Publié le 20 mars 2023

**Publication du 6e rapport de synthèse
du GIEC**

**Rapport de synthèse du GIEC : les risques sont
beaucoup plus élevés que dans les prévisions
antérieures**

**Document : le résumé pour les décideurs du
rapport de synthèse du GIEC**

Le texte approuvé par les 195 pays membres du Groupe d'experts intergouvernemental sur



**Ce qu'il faut retenir
du 6^e rapport d'évaluation
du GIEC**



≡ Sixième rapport d'évaluation du GIEC

Qu'est-ce que le GIEC ? What is IPCC ?

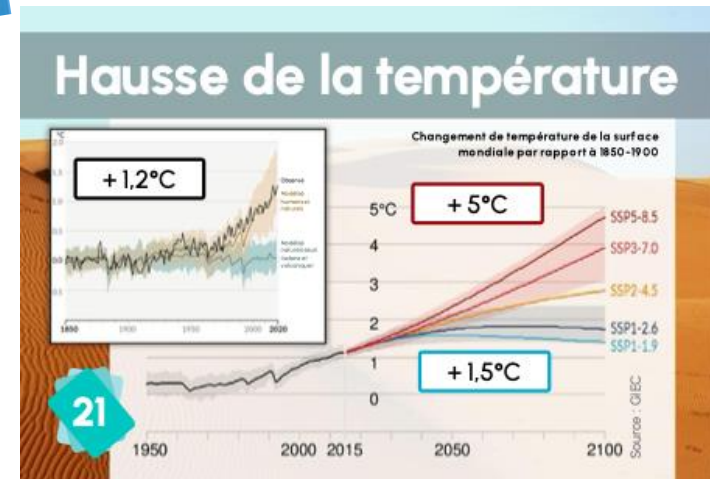
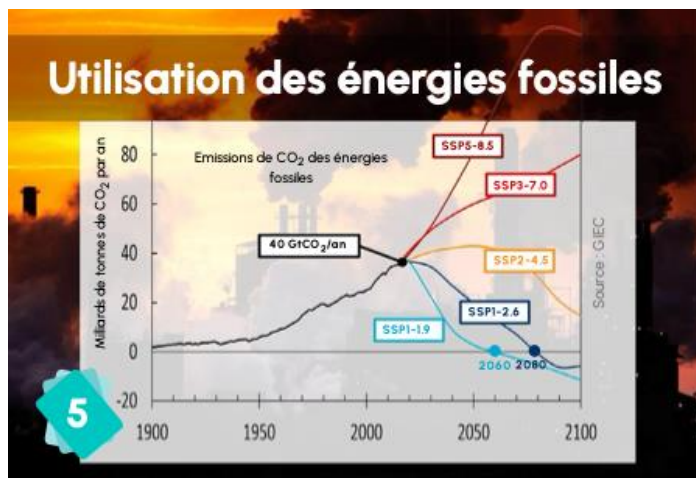
Que produit-il tous les quatre ou cinq ans ?



Groupe d'Expertise et de Conseil
Intergouvernemental sur l'évolution du Climat



Intergovernmental Panel
on Climate Change

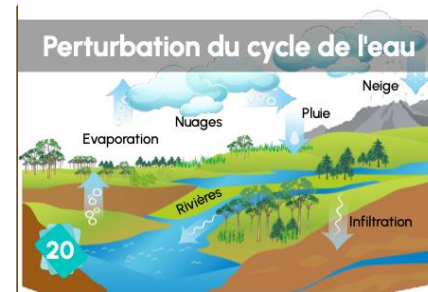
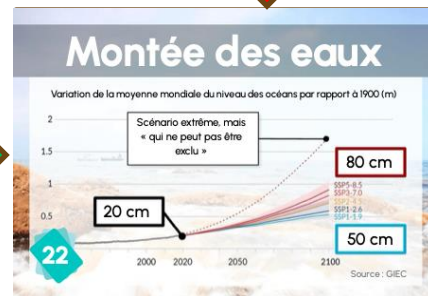
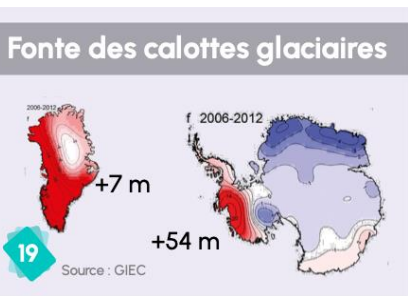
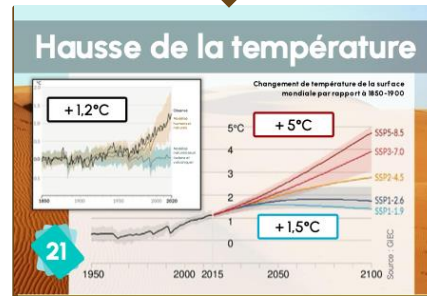
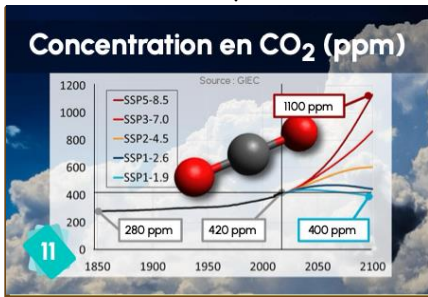


Images extraites de



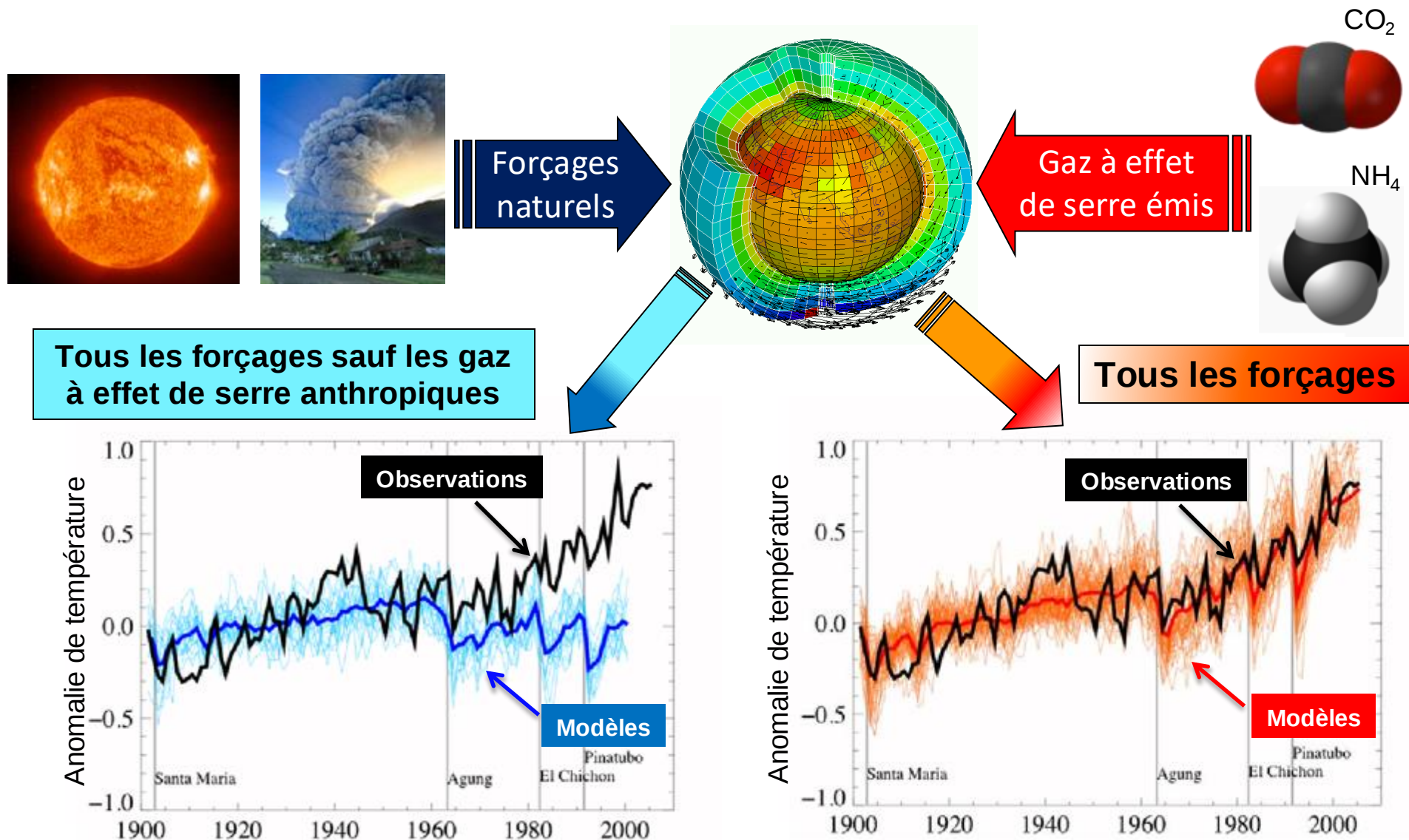
2 - Mon sujet de recherche

- *Modélisation du climat et de son changement global*



3 - De la question à la publication

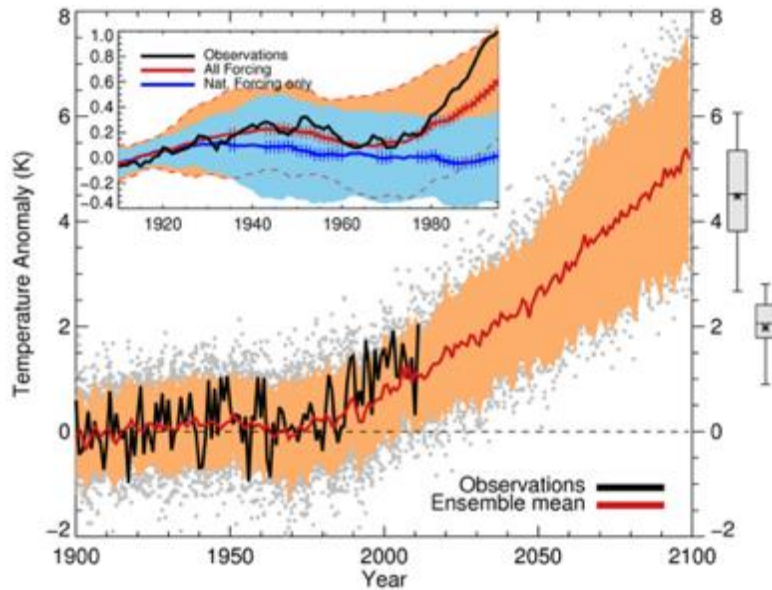
- *Les causes du réchauffement climatique*



Le réchauffement climatique est donc bien un effet anthropique

4 - À quoi sert la recherche ?

- *Prévoir les impacts du changement climatique*



Impact sur la température en France



Impact pour le potentiel éolien



Impact pour le débit des rivières



4 - À quoi sert la recherche ?

- *La recherche au CERFACS*

[Lien vers la vidéo de présentation du CERFACS](#)





**COMPTOIR DES
SCIENCES**

**Maintenant c'est à vous de
poser des questions !!!!**



**COMPTOIR DES
SCIENCES**

Annexes



1 - Métiers de la recherche

Les **post-doctorant-es** sont titulaires d'un doctorat, n'ont pas encore de poste fixe comme les chargé-es

Les **chargé-es de recherche** de l'équipe dirigent des projets de recherche et encadrent les doctorants

Les **maitres-ses de conférences** et **les professeur-es** passent la moitié de leur temps sur des projets de recherche l'autre moitié à l'enseigner à l'université

Les **doctorant-es** ont un master et passent 3 ans à travailler sur un projet de recherche sous la supervision d'un-e encadrant-e

Les **directeur-ices de laboratoire** gèrent l'ensemble des projets, cherche des financements, managent les équipes et les représentent

Les **ingénieur-es** sont en charge de domaines technique spécialisés ou complexes (microscopie, bio-informatiques, mise au point technique)

Métiers support de la recherche (extérieurs), médiation, financement...

Les **technicien-nes** font des expériences pour faire avancer les projets de recherche

Administration et gestion des plateformes techniques et installations de recherche



1 - Métiers de la recherche

- *Comment devient-on maître de conférences puis professeur des universités ?*

Lycée

Licence (bac + 3)

Master (bac + 5)

Doctorat (bac + 8)

Qualification aux fonctions de maître de conférences par le Conseil National des Universités (CNU)

Concours national

Poste de maître de conférences





1 - Métiers de la recherche

- *Comment devient-on ingénieur de recherche ?*

