

**LMD**



Institut  
**Pierre  
Simon  
Laplace**

# Les défis du développement durable : Le Changement Climatique

Jean-Yves GRANDPEIX

(Laboratoire de Météorologie Dynamique - Paris)

[grandpeix@lmd.jussieu.fr](mailto:grandpeix@lmd.jussieu.fr)

## Plan

1. Vie de chercheur climatologue modélisateur.
2. Fonctionnement de la machine climatique terrestre.
3. Action de l'homme sur le climat.
4. Changement climatique ? Certainement, mais lequel ?
5. Des catastrophes ? Vraisemblablement, mais lesquelles ?
6. Conclusion.

## Partie 1 : chercheur, climatologue, modélisateur

- La recherche : étudier des phénomènes inconnus, aborder des questions confuses ou mal posées.
- Climatologue = Etude du climat subi par l'homme et, pour cela, étude de tous les climats (y compris ceux des autres planètes)
- Modélisateur = Etude d'équations décrivant les processus atmosphériques et océaniques ; création et amélioration de modèles climatiques permettant de simuler le climat.

## Modèles Climatiques

- Les **modèles climatiques** sont des programmes informatiques dont le but est d'imiter (ou simuler) l'évolution du climat, de la végétation, de l'océan . . . au cours des siècles.
- Ils fournissent une description simplifiée de l'état de l'atmosphère, de l'océan etc ... toutes les demi-heures, pendant quelques dizaines ou centaines d'années.
- Il existe une trentaine de modèles climatiques dans le monde (2 en France : Météo-France et IPSL).

**Problème : on ne peut pas prouver la validité de ces modèles !**

## Partie 2 : La machine climatique terrestre

- Structure générale : la Terre chauffée par le soleil.
- Cycle de l'eau ; océans et continents.
- Effet de serre.
- Nuages.

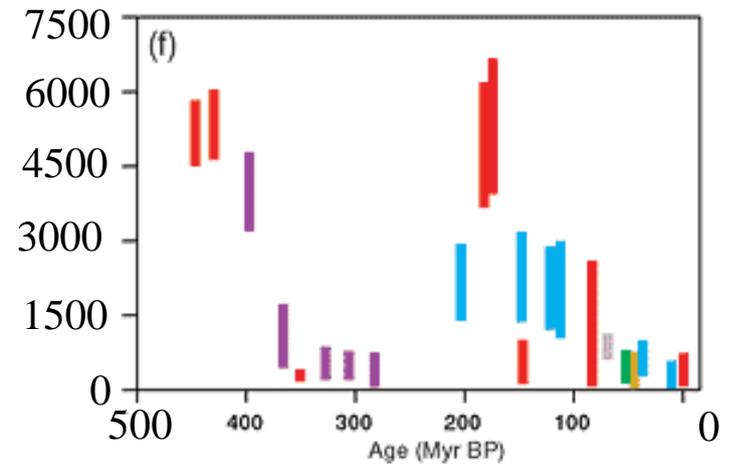
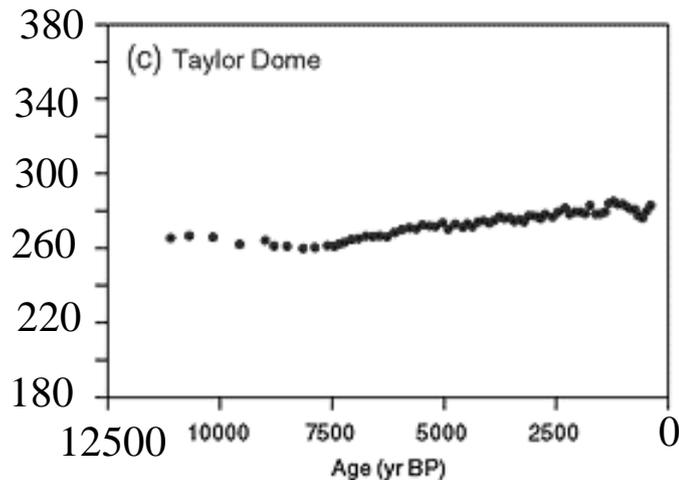
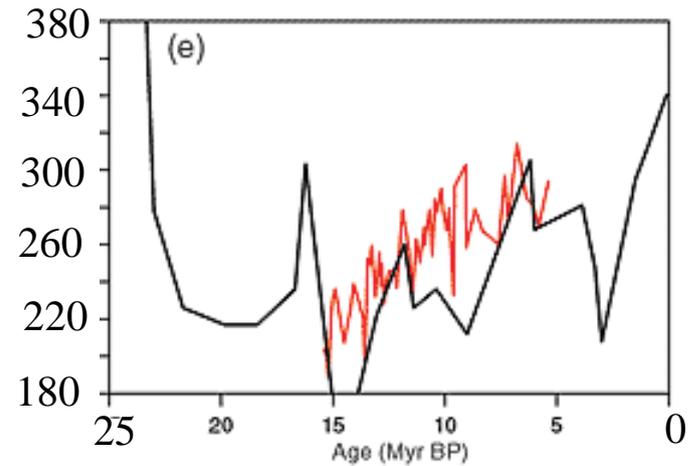
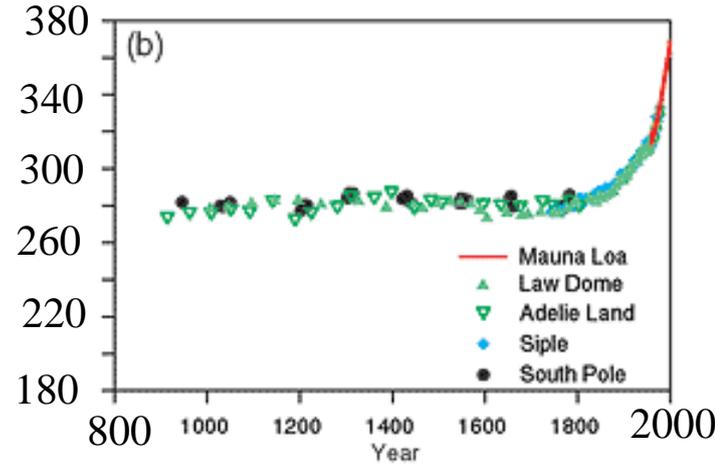
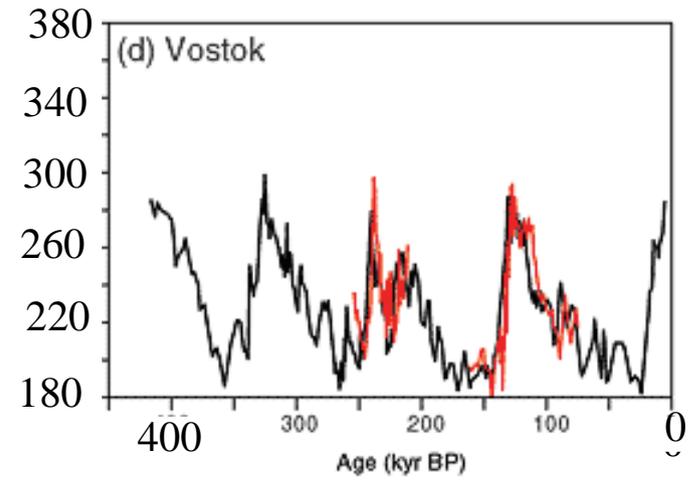
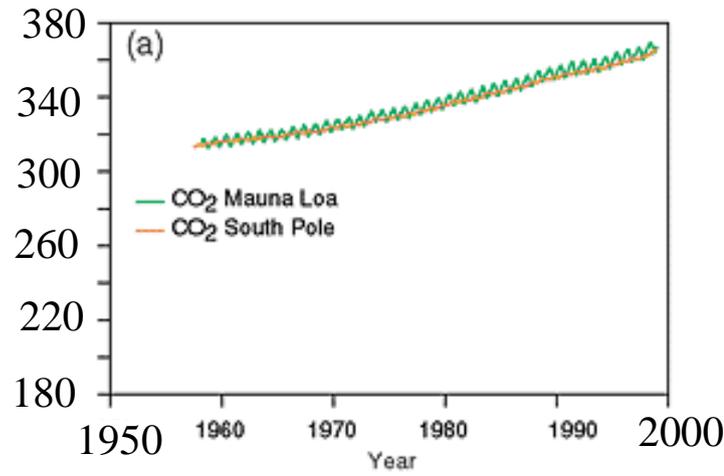


### Partie 3 : Action de l'homme sur le climat

- Le  $CO_2$  (dioxyde de carbone) dans l'atmosphère et le cycle du carbone.
- Les combustibles fossiles et la destruction des forêts tropicales.
- Historique du  $CO_2$ .
- Saut dans l'inconnu : on s'attend à un réchauffement, mais que vont faire les nuages ?

# Variations in atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations on different time-scales (ppm)

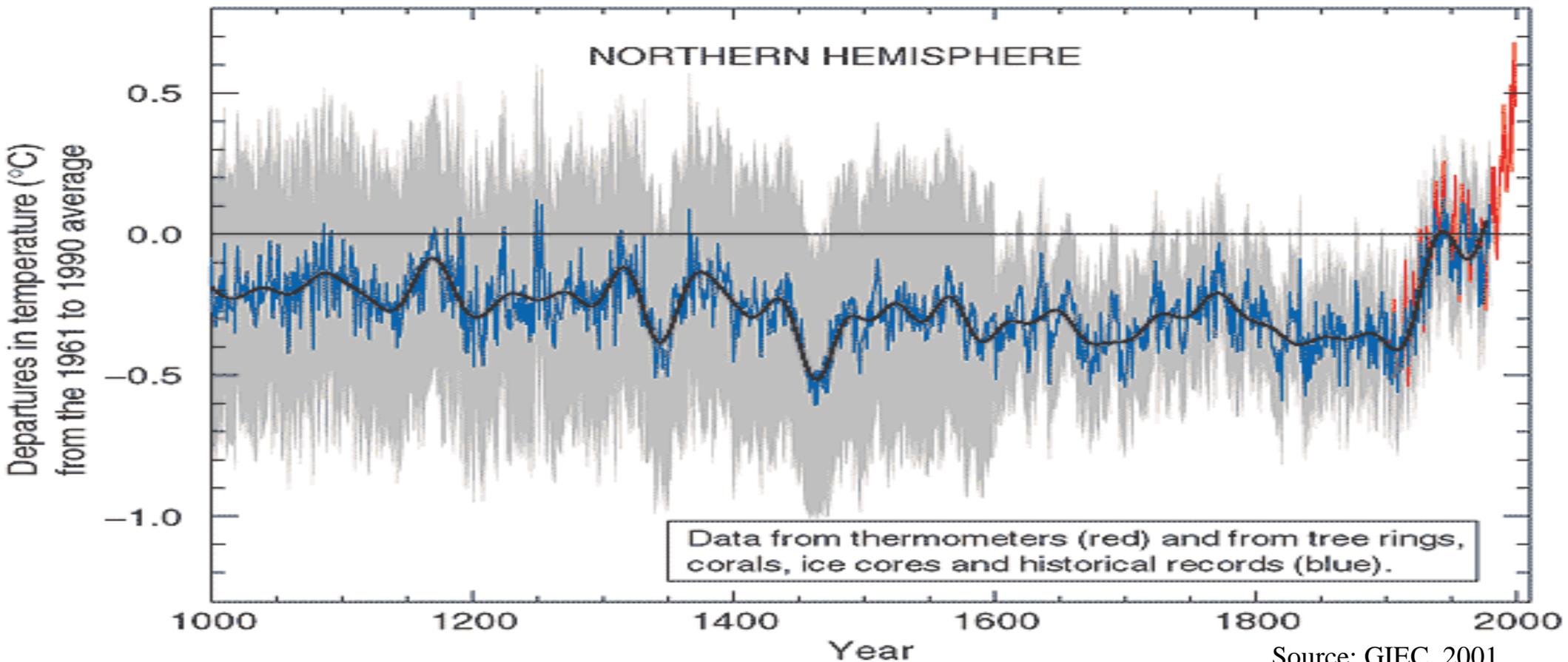
(Source:  
Third IPCC Report  
- 2001)



## Partie 4 : Changement climatique ?

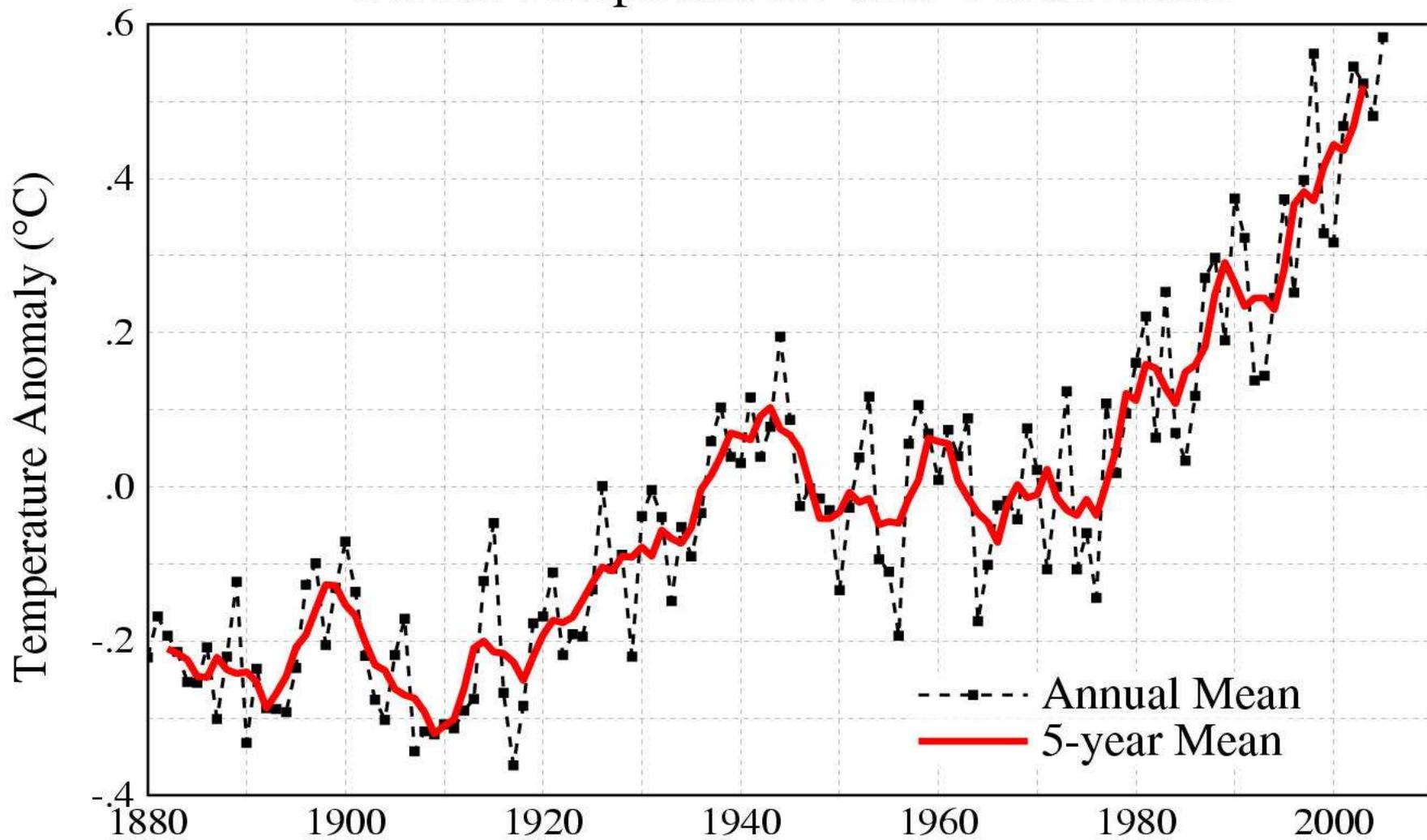
- Augmentation de l'effet de serre et amplification par la vapeur d'eau.
- Amplification ou atténuation par les nuages, selon les modèles.
- Observations des premiers signes de réchauffement.
- Prévisions.
- Le GIEC (Groupe International d'Experts sur le Changement Climatique)

# Evolution de la *température moyenne de surface de la Terre* (en °C) observée durant le dernier millénaire

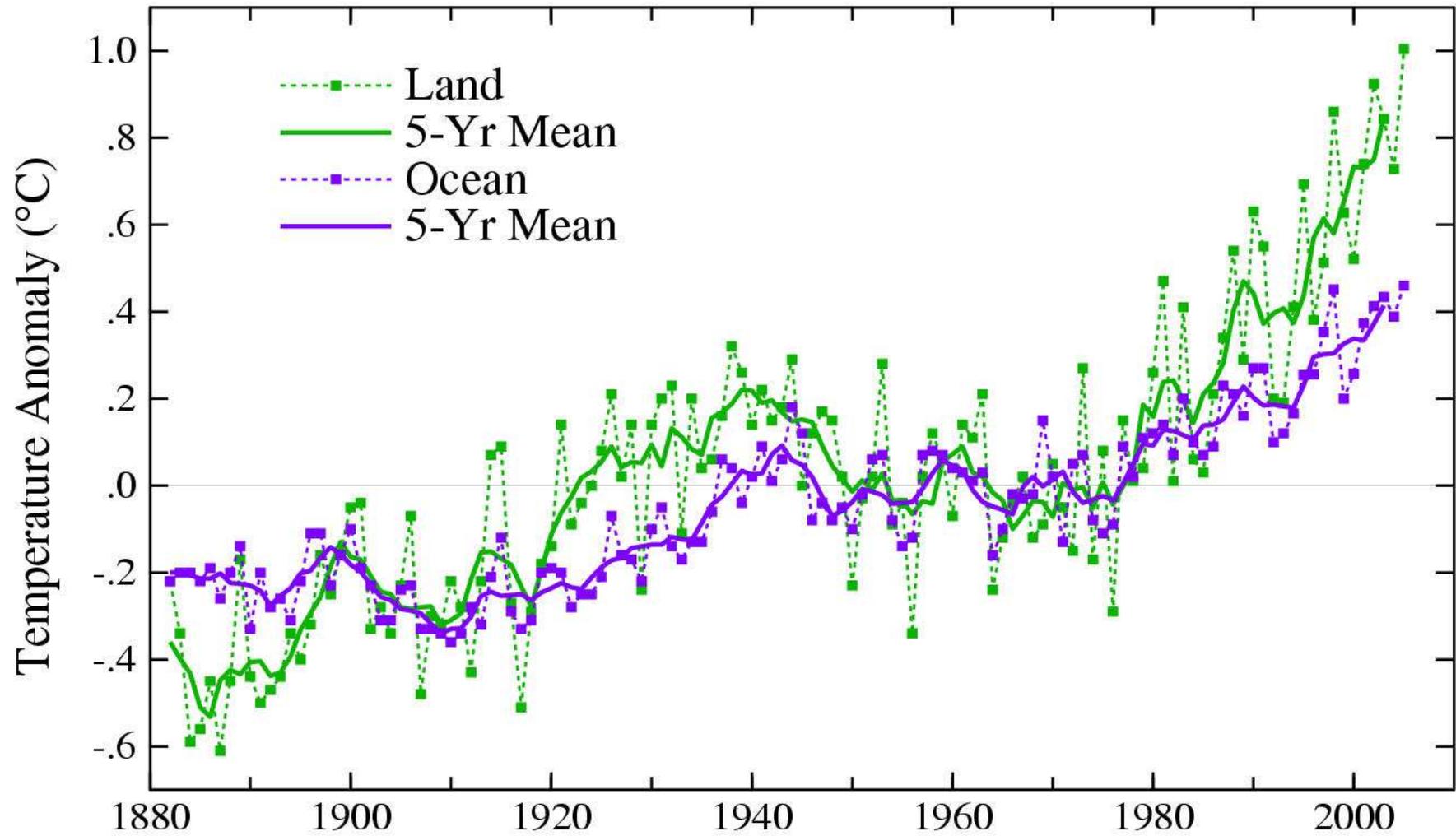


Source: GIEC, 2001

# Global Temperature: Land-Ocean Index

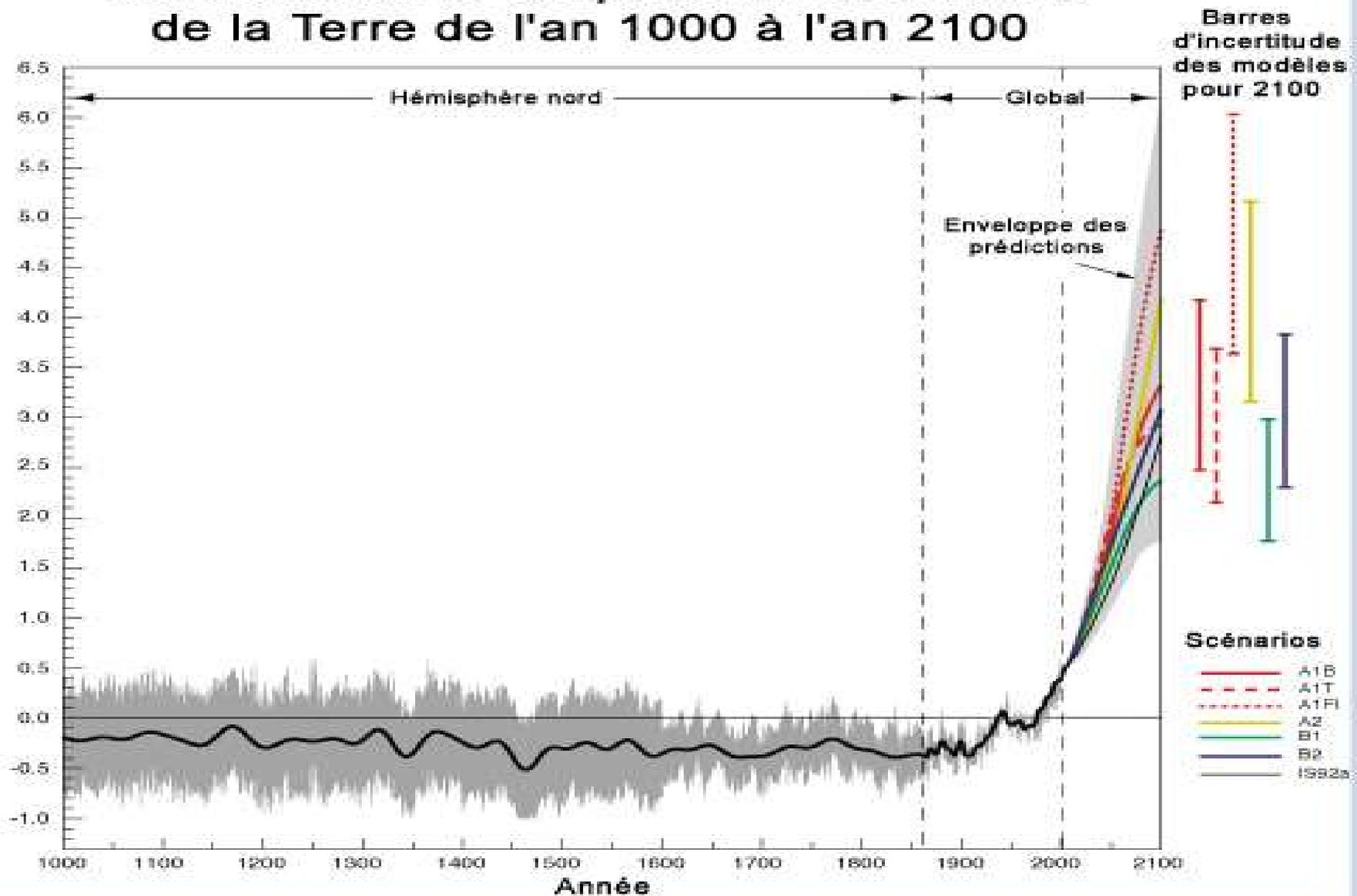


# Mean Temperature over Land & Ocean



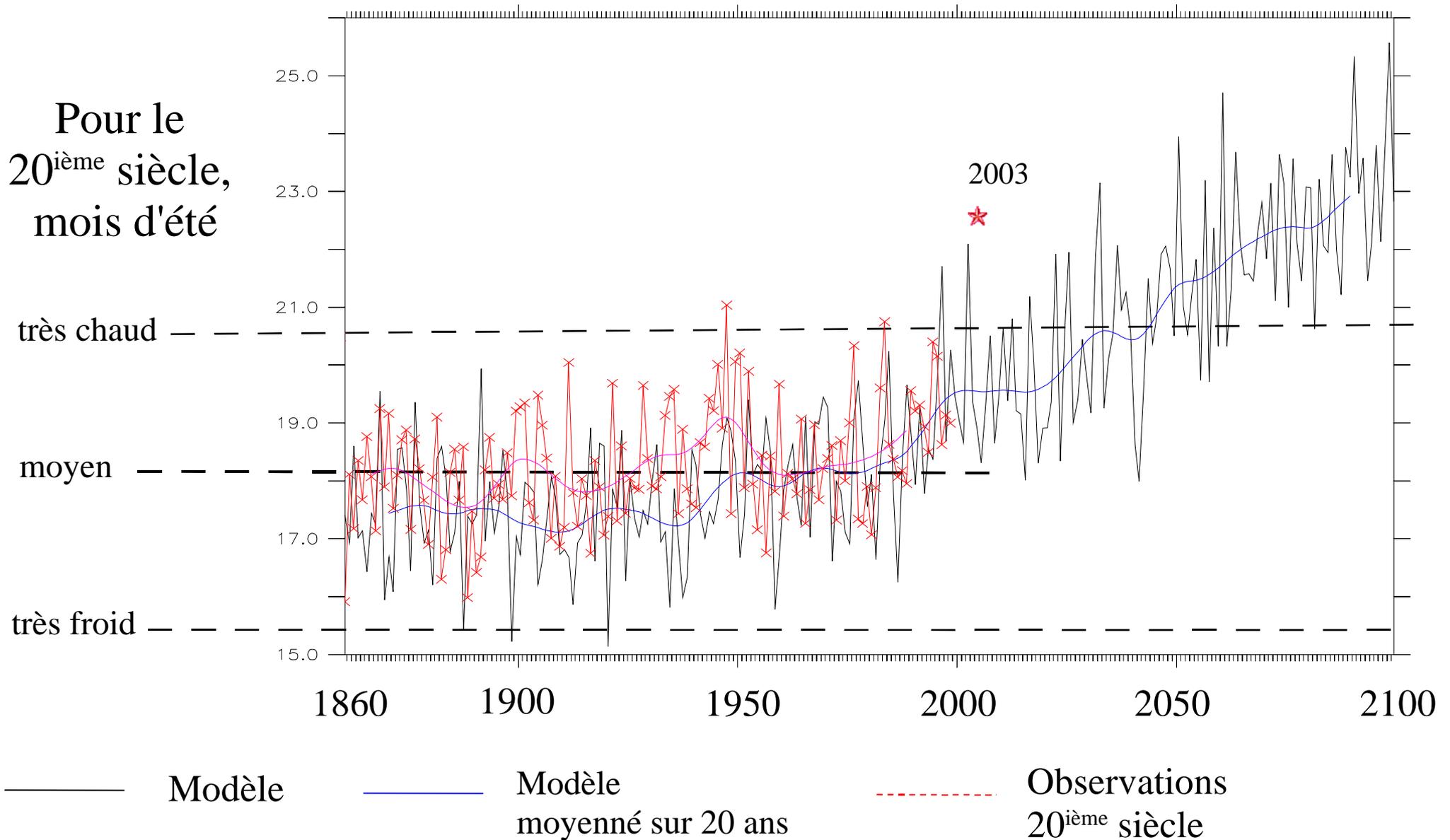
# Et dans 100 ans ?

## Variations de la température de surface de la Terre de l'an 1000 à l'an 2100



# Donner du sens via des analogues

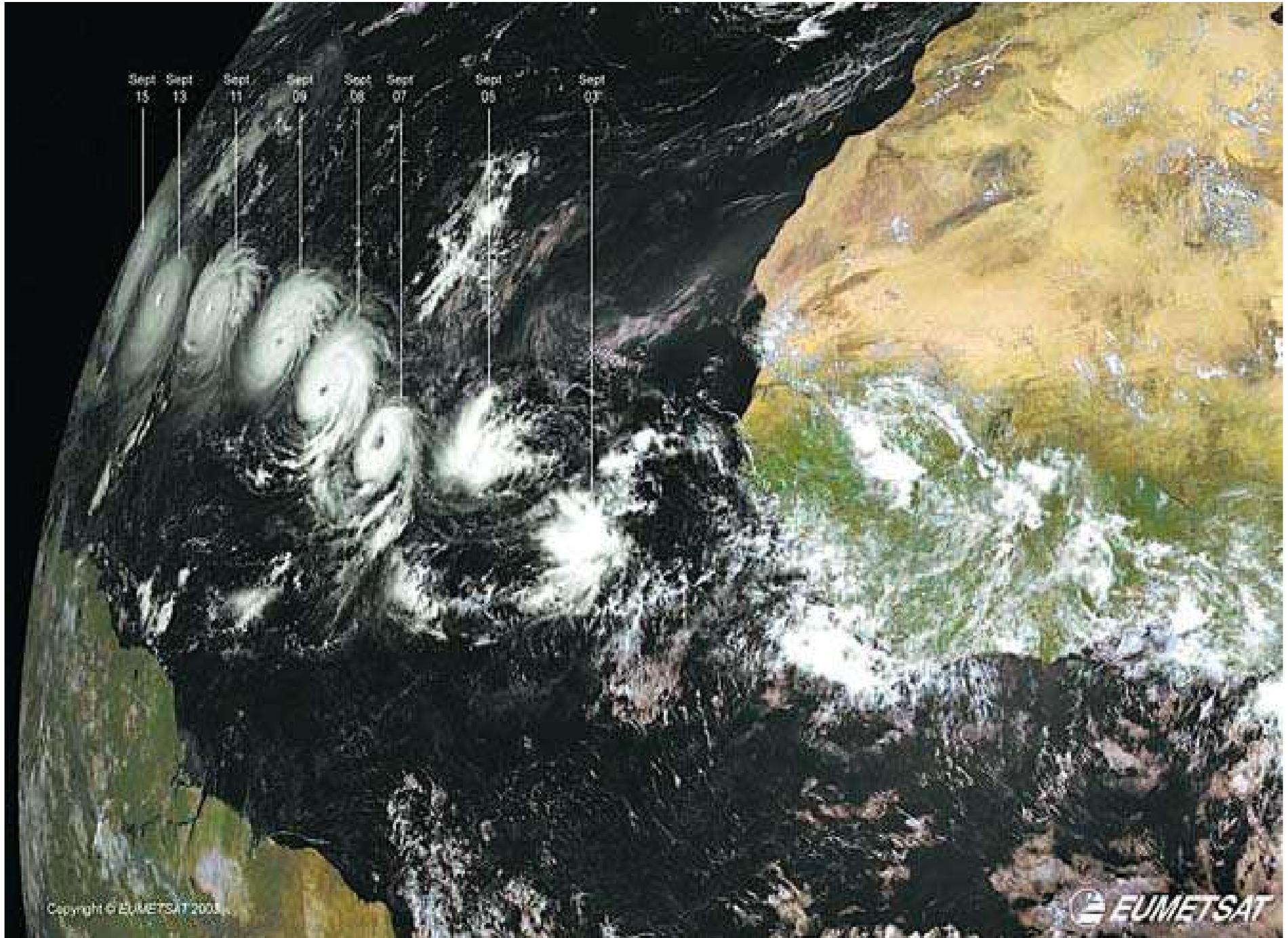
Evolution de la température moyenne en été en France de 1860 à 2100  
(modèle de l'IPSL, scénario SRES A2, sans aérosols)



## Partie 5 : Catastrophes ?

- Cycle de l'eau plus intense ; mais conséquences pas claires.
- Changement  $\Rightarrow$  sécheresses, inondations, bouleversement de l'économie, misère humaine.
- Cyclones : augmentation de l'intensité ; avis discordants sur le nombre.
- Hausse du niveau de la mer : au moins 50 *cm* au cours du XXI siècle.
- Effondrement des calottes glaciaires (Antarctique de l'Ouest) ?

# Cyclone Isabel 2001



## Partie 6 : Récapitulation

# Les prévisions de changement climatique: quelle crédibilité ?

## Les questions ouvertes.

• La vapeur d'eau et les nuages influencent fortement le bilan énergétique de la Terre:

- *Amplifieront-ils ou réduiront-ils* les perturbations dues à l'accroissement des gaz à effet de serre?
- Les modèles prévoient en moyenne une amplification d'un facteur 2 (1 à 3)

2. La moitié du CO<sub>2</sub> émis est absorbée par l'océan ou l'atmosphère

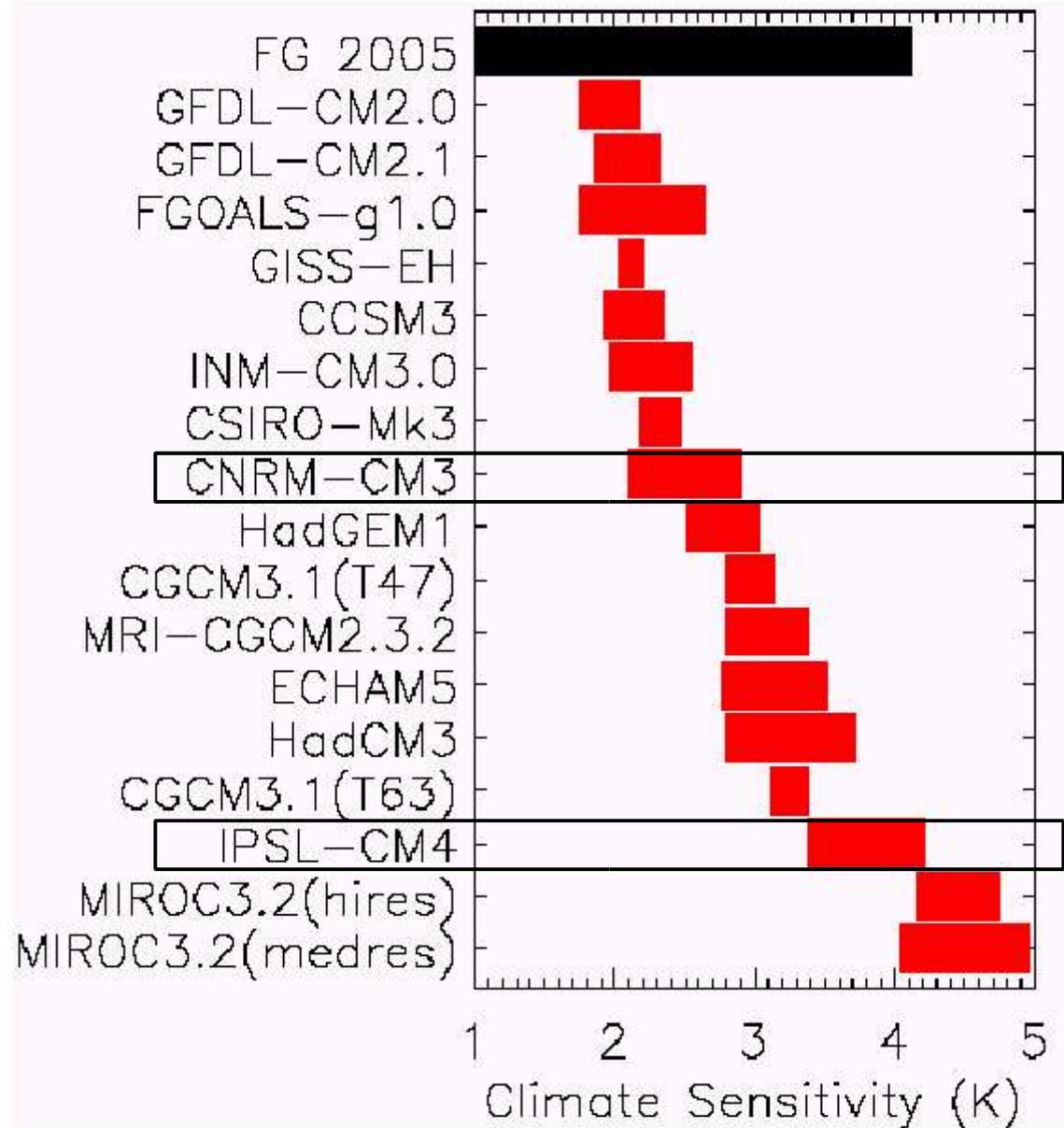
1. Cela continuera-t-il? (voir les différences entre modèle du Hadley Center et modèle de l'IPSL)

3. Il y aura changement climatique. Lequel ? Quels effets ?

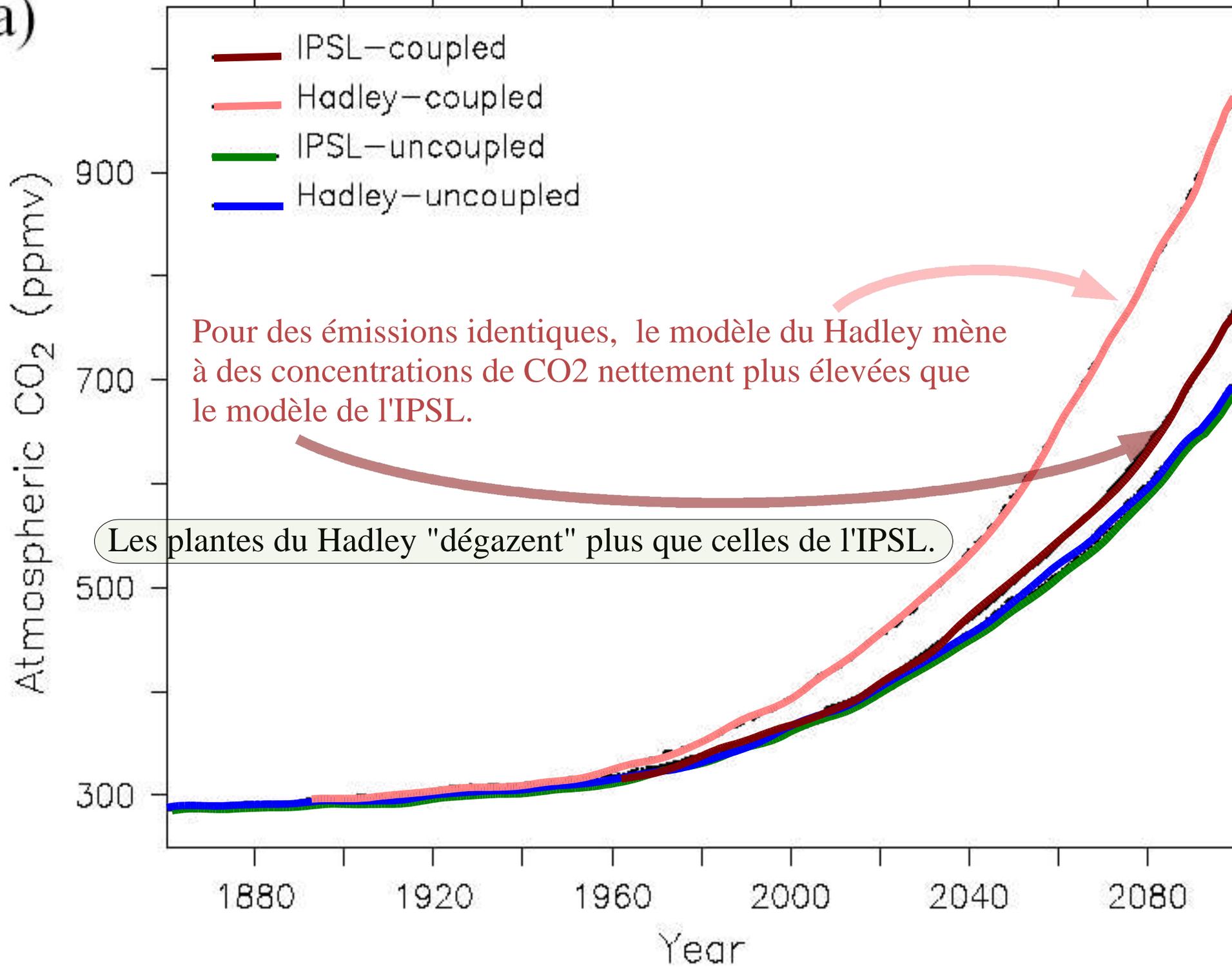
1. Amplitude
2. Cycle hydrologique
3. Ecosystème
4. Évènements climatique extrêmes
5. Changement brutal de la circulation océanique ?
6. Changement du niveau des mers

# Sensibilité climatique

Estimation de l'accroissement de température à l'équilibre dû à une doublement de CO<sub>2</sub>



(a)



# Les prévisions de changement climatique: quelle crédibilité ?

## Les questions encore plus ouvertes.

- Les prévisions sont fonctions des scénarios de développement:
  - Quelle est la pertinence de ces scénarios (quelle élaboration et par qui ?)?
  - Peut-on envisager une gouvernance mondiale ou tout cela relève-t-il d'études stratégiques ?
- Les prévisions actuelles sont faites à scénario donné ; mais y a-t-il une rétroaction économie-climat (-> problème de cohérence) ?
- Quels sont les bons indicateurs des souffrances et de la misère associées à chaque choix de développement ?

# CONCLUSION

**Votre génération devra relever  
des défis considérables**

# Bibliographie

- **Le climat est-il devenu fou?**, Robert Sadourny, ed. Le Pommier, Paris, 2002. Un excellent petit livre, simple et clair, qui résume les connaissances scientifiques actuelles sur les conséquences climatiques d'une augmentation des gaz à effet de serre.
- **L'effet de serre : Allons-nous changer le climat?** de Hervé Le Treut et Jean-Marc Jancovici, octobre 2001, Flammarion (Dominos)
- **L'air de notre temps. Le climat, les hommes et les molécules**, de Gérard Lambert, 1995, Seuil. Un excellent livre, qui se consacre principalement sur la composition de l'atmosphère, son évolution...
- **Climat d'hier à demain**, Sylvie Joussaume, CNRS éditions/CEA, Paris, 2000. Un livre accessible et attrayant, présentant à la fois les caractéristiques principales du climat et leurs évolutions au cours du temps (périodes glaciaires...)
- **L'incertitude des climats**, Robert Kandel, 1998, Paris : Hachette
- **Le climat de la terre**, Robert Sadourny, Dominos/Flammarion, 1994. Un livre au format " poches " qui contient beaucoup d'informations et permet une bonne compréhension du climat terrestre. Ne comporte pas d'équation mais requiert une lecture attentive.
- **Océans et Atmosphère**, Chapel A., Fieux M., Jacques G., Jacques J.M., Laval K., Letreut H., Synapses-Hachette Education, 1996.  
Un livre très complet, notamment destiné aux enseignants du secondaire.
- **La Physique de l'atmosphère**, J-L Dufresne, *in Graines de Sciences 4* , pp.59-94, Edition Le Pommier, 2002.
- **La Physique du climat**, J-L Dufresne, *in Graines de Sciences 2* , pp.77-100, Edition Le Pommier, Paris, 2000.