

Commentaires sur le rapport de l'Académie des Sciences

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Jean-Loup PUGET, Délégué de la section des sciences de l'univers, Rapporteur

René BLANCHET, Président du groupe « Climat » du Comité de l'environnement, Rapporteur

Jean SALENÇON, Président de l'Académie des sciences

Alain CARPENTIER, Vice-président de l'Académie des sciences

Coordination éditoriale : Jean-Yves CHAPRON

Commentaires de *Robert KANDEL*

Commentaire général

**De manière générale, ce rapport est –
heureusement - bien plus près des résultats
scientifiques établis que certains des
« rapports » présentés lors du « débat ».**

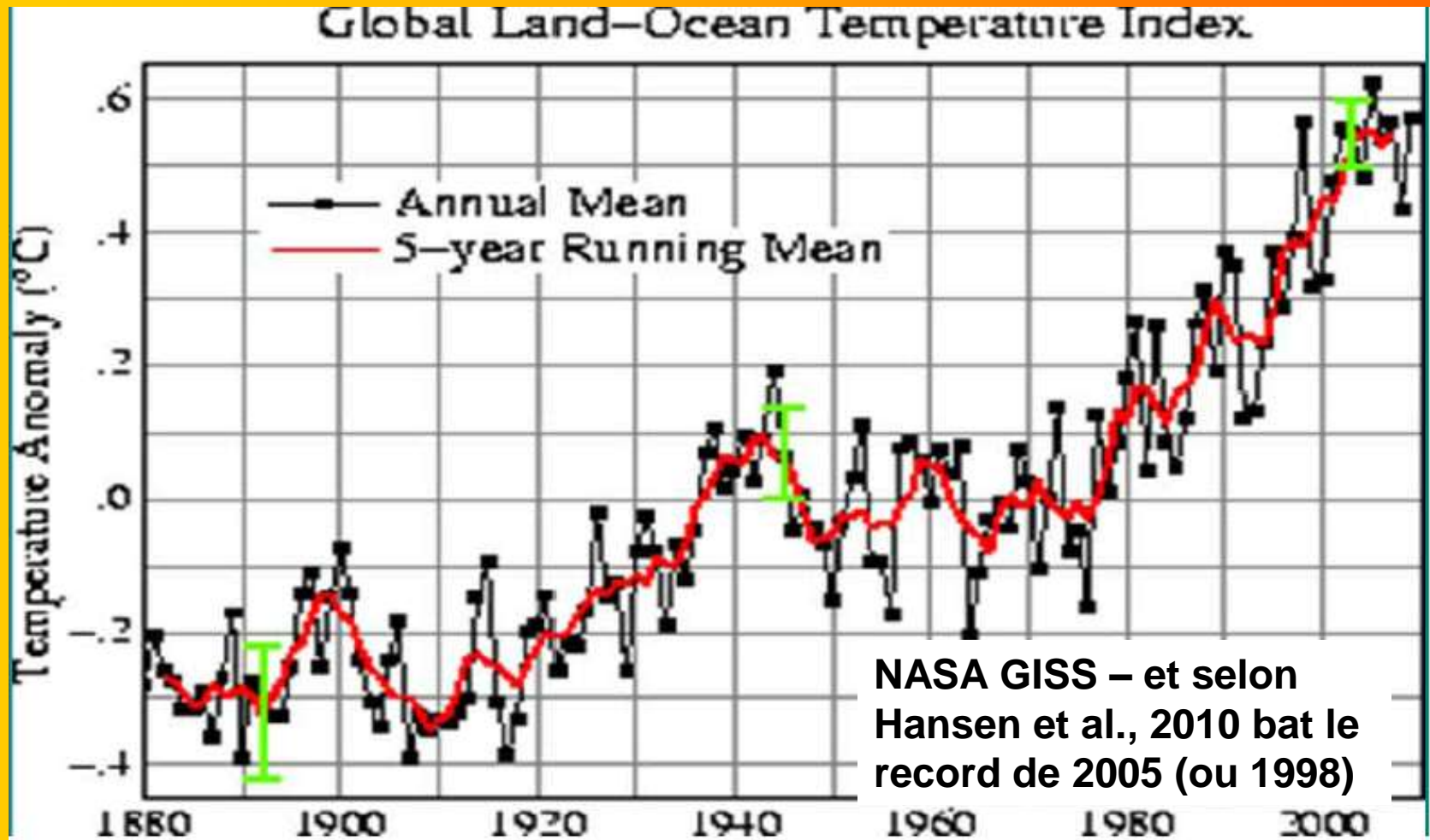
**Il reste cependant *trop complaisant* à l'égard des
hypothèses de forçage des variations climatiques
récentes par des variations de l'activité solaire,
hypothèses invalidées par les confrontations
avec les observations.**

Page 5

« En résumé, depuis la seconde moitié du XIXe siècle, plusieurs indicateurs indépendants montrent sans ambiguïté un réchauffement climatique, post-Petit âge glaciaire, modulé dans le temps, avec une augmentation de 1975 à 2003. »

Pourquoi s'arrêter à 2003 ? On peut au moins inclure l'année 2005 (record selon NASA GISS), et de manière générale, malgré les variations interannuelles, aller jusqu'au présent (2009-2010).

Réchauffement 1880 - 2010



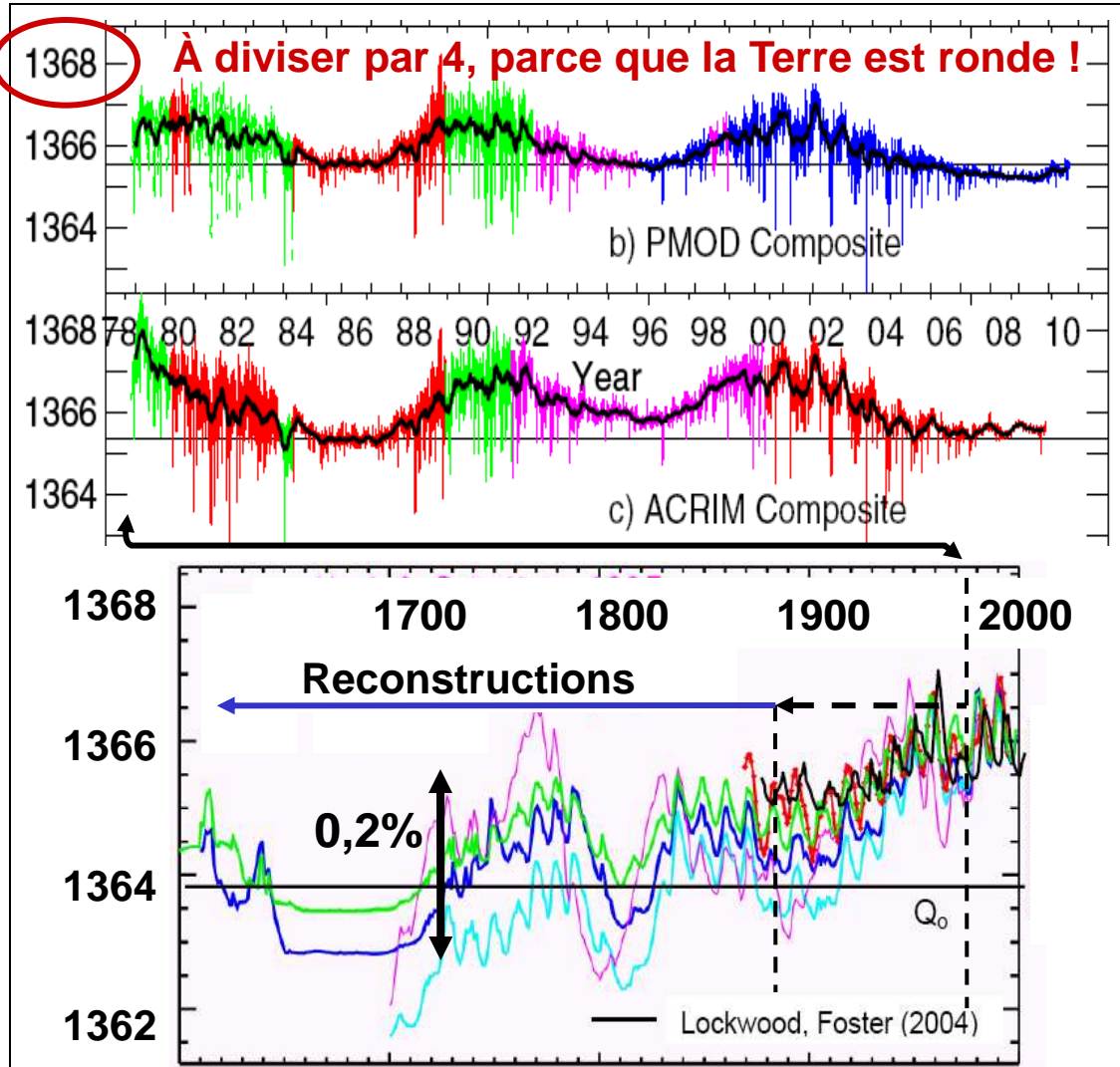
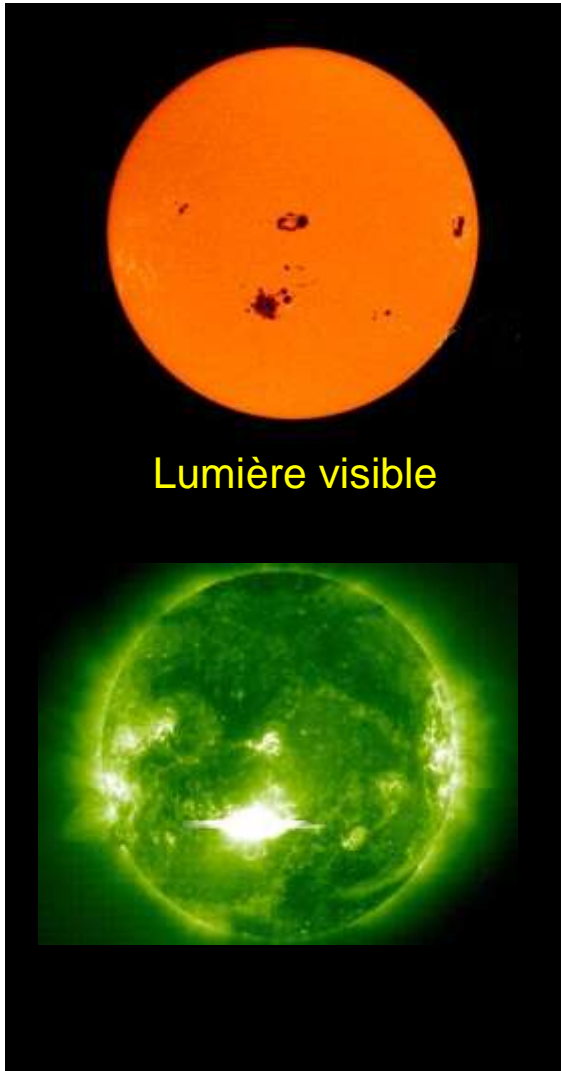
Page 6

Selon le Rapport : « *L'activité du Soleil ne peut donc être le facteur **dominant** de ce réchauffement, même si des corrélations entre l'activité solaire et certaines variations **à court terme** de la température terrestre ont été mises en évidence, qui pourraient être le signe d'un couplage. »*

A mon avis, il aurait fallu écrire:

« *L'activité du Soleil ne peut donc être un facteur **significatif** de ce réchauffement, bien que certains chercheurs croient avoir mises en évidence des corrélations entre l'activité solaire et certaines variations **à court terme** de la température terrestre qui pourraient être le signe d'un couplage, corrélations invalidées par les analyses rigoureuses par d'autres chercheurs. »*

Le Soleil – activité parfois spectaculaire mais irradiance presque *constante*



Paris: 16/12/2010

Commentaires Rapport
Académie - Robert Kandel

Page 7

On passe des échelles de temps de 700 millions d'années aux échelles de temps de Milankovitch (20 à 400 millénaires) sans mentionner le fait qu'il y a 700 millions d'années, les continents n'étaient pas aux mêmes latitudes.

Les échelles de temps du climat

4,55 10⁹ ans

Evolution du Soleil dans la Galaxie

Rotation galactique

Déplacement des continents / océans

Co-évolution de l'atmosphère et de la vie

10⁸ ans

Fluctuations et catastrophes

10⁶ ans

400.000, 100.000, 40.000, 21.000 ans

Variations des paramètres de l'orbite et de la rotation de la Terre

10⁴ ans

Altération anthropique de la biosphère

10² ans

Altération anthropique de l'atmosphère

Pages 8-9

Beaucoup trop complaisant, à mon avis, à l'égard de l'hypothèse de forçage indirect des nuages par la modulation du flux de rayons cosmiques galactiques par l'activité solaire.

D4 & D5. Soleil et échanges Strato-Tropo

commentaires R. Kandel - suite

- 3) Quant aux effets de l'activité solaire sur les particules qui atteignent l'atmosphère, ce qui a été évoqué par Svensmark et d'autres, c'est non pas les éjections de particules énergétiques solaires, mais le flux de rayons cosmiques galactiques relativement « mous » atteignant l'orbite terrestre, modulé (phénomène observé) par le «vent solaire» (flux de particules peu énergétiques),. *Mais ces rayons cosmiques galactiques sont nécessairement déviées par le bouclier magnétique de la Terre et ne pénètrent guère aux basses couches de l'atmosphère, surtout en zone tropicale.*

- 4) Claudia Stubenrauch – chercheur avec de nombreuses années d'expérience (au LMD et au NASA GISS) des données satellitales sur la nébulosité, en plus de quelques années de travail au CERN – a analysé cette question et montré que les corrélations entre activité solaire et nébulosité basse invoquées par Svensmark ***n'existent pas.***

Page 9: Calottes glaciaires et climats du Quaternaire.

Comme cela est souvent le cas, on néglige de mentionner le rôle presque certainement dominant (et imbriqué dans les modèles) de **la rétroaction vapeur d'eau** dans les alternances glaciaires-interglaciaires en écrivant

« Les basculements entre périodes glaciaires et interglaciaires semblent, eux, affectés par des rétroactions positives fortes entre température, contenu en CO2 et surfaces des calottes glaciaires de l'hémisphère Nord pour les variations les plus rapides. »

Il faut ajouter *la rétroaction positive forte entre température et vapeur d'eau atmosphérique !*

Richard Lindzen a émis des doutes légitimes il y a près de 20 ans, mais tous les résultats récents confirment l'opération de cette rétroaction positive dans la réalité.

Les gaz à effet de serre

« L'effet direct d'un changement de concentration du CO₂ sur l'atmosphère est bien compris. Il se traduit par une augmentation du rayonnement infrarouge émis par le sol, évaluée à $3,7 \pm 0,1$ W/m² pour un doublement du CO₂ atmosphérique, correspondant à un réchauffement moyen en surface évalué à $1,1 \pm 0,2$ ° C. »

Plus exactement, il faudrait écrire : Un « doublement du CO₂ atmosphérique » (donc si par rapport au niveau de 2008, passage de 385 à 770 ppm), se traduirait, **si rien d'autre (contenu en vapeur d'eau, nébulosité) ne change dans le système**, par une augmentation de la profondeur optique infrarouge (aux longueurs d'onde de 4 à 100 µm) de la surface, donc du rayonnement infrarouge thermique piégé entre la surface et le « sommet de l'atmosphère ». Ce « forçage » est évalué par les calculs rigoureux de transfert radiatif à $3,7 \pm 0,1$ W/m². Si cela doit être compensé uniquement par une augmentation du rayonnement infrarouge thermique émis par la surface, cela correspond à un réchauffement moyen en surface évalué à $1,1 \pm 0,2$ ° C. »

L'effet de serre et son renforcement

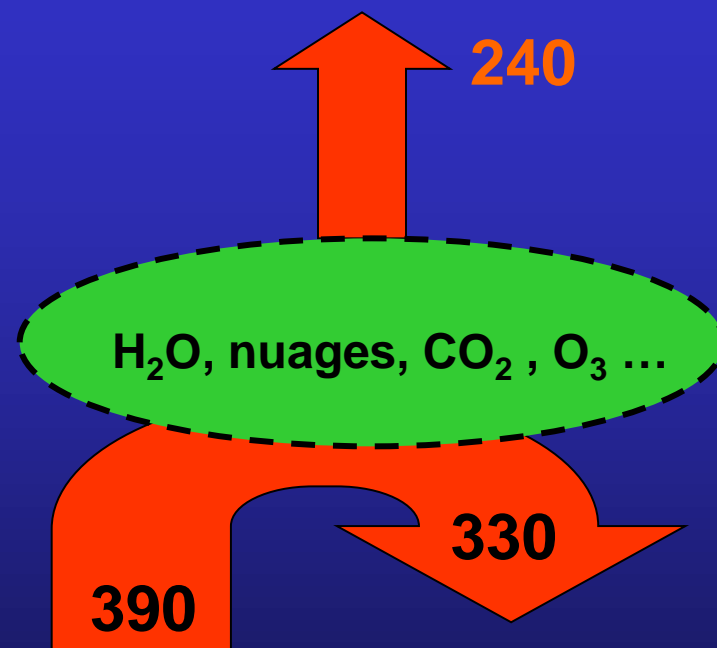
Contrôle l'évacuation d'énergie vers l'espace par rayonnement infrarouge.

Absorption/émission de l'infrarouge par les seules molécules *polyatomiques* de l'atmosphère ainsi que par les nuages.

L'azote, l'oxygène, l'argon (99% de l'atmosphère) ne jouent aucun rôle.

Le rayonnement infrarouge vers le bas réchauffe la surface du globe et les basses couches de l'atmosphère.

Ajouter des molécules de CO_2 à l'atmosphère *intensifie* l'effet de serre.



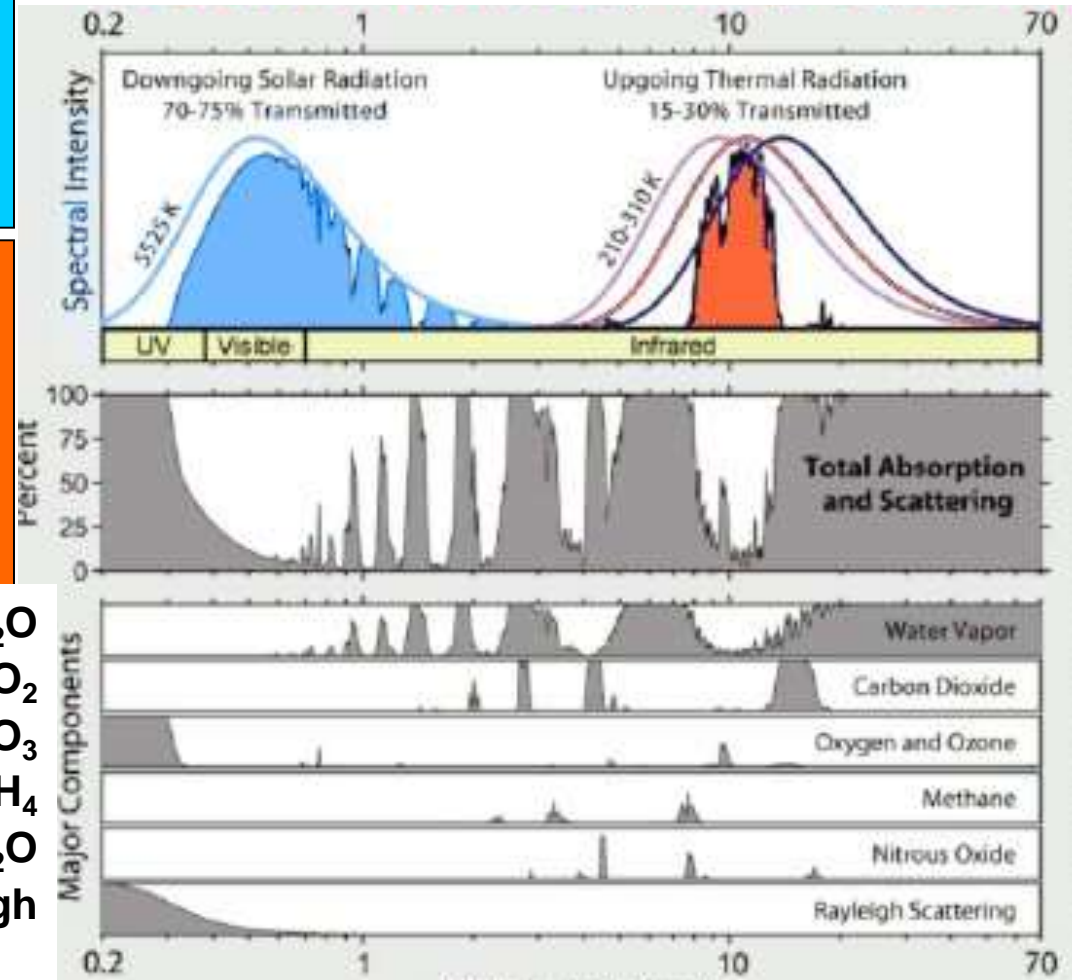
Effet de serre: $390 - 240 = 150 \text{ Wm}^{-2}$
Principalement dû à
H₂O 90; nuages 30; CO₂ 30
ozone, méthane, protoxyde d'azote, CFC ...

Effet de Serre naturel

Rayonnement solaire descendant: 70-75% transmis (surtout visible, proche IR)
Absorption de l'UV : O₂ et O₃
+ diffusion par nuages

Rayonnement thermique infrarouge (IR moyen: 4-70 μm) montant (15-30% transmis)
Absorption surtout par H₂O, CO₂, O₃, CH₄ ...
+ blocage par nuages

Rayonnement transmis par l'atmosphère

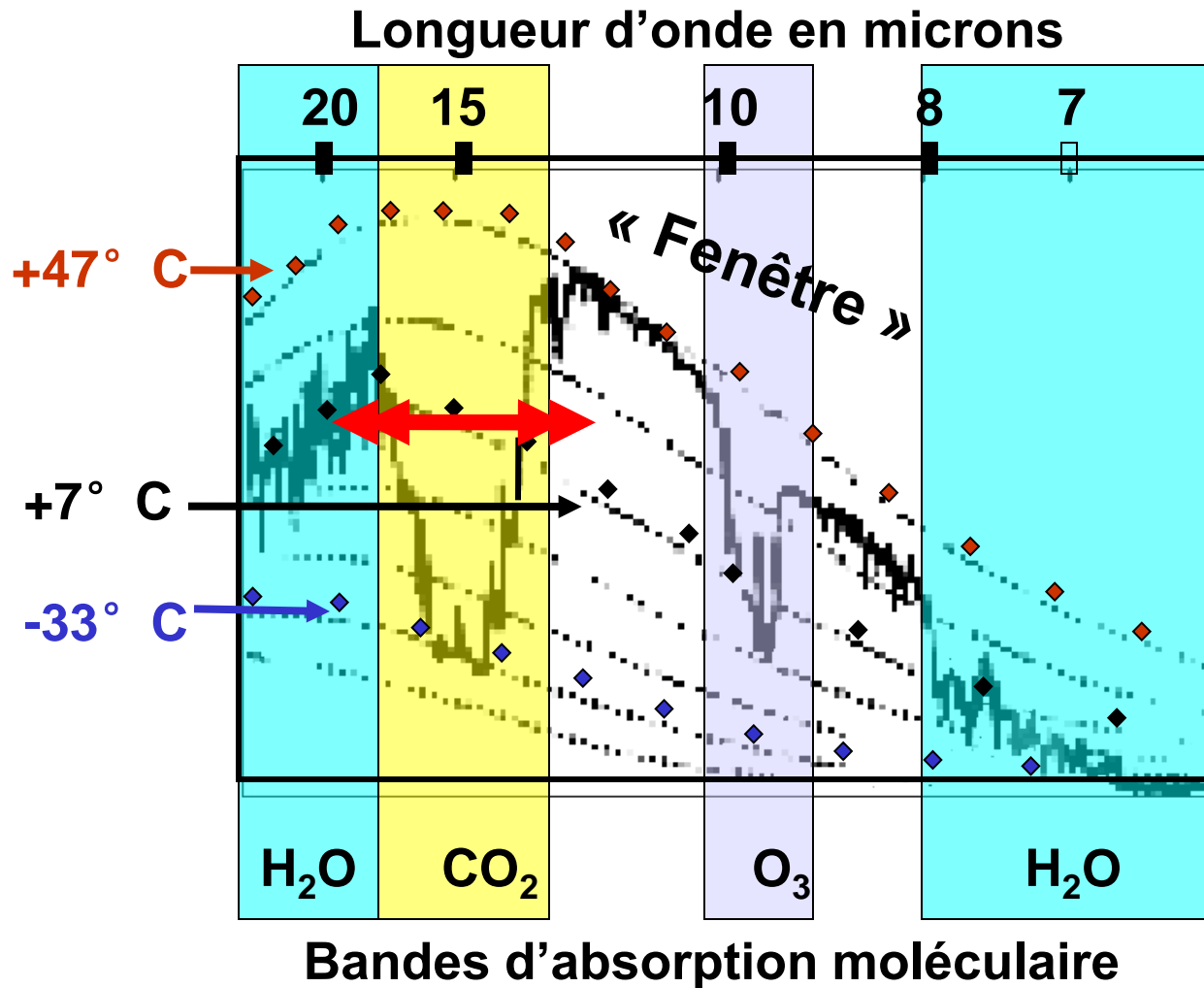


H₂O
 CO₂
 O₂, O₃
 CH₄
 N₂O
 Diffusion Rayleigh

Longueur d'onde (μm)

Le spectre infrarouge de la Terre

L'effet de serre et son *intensification* par le CO_2 ajouté



Désert
à midi,
ciel clair

L'oxygène (O_2)
et l'azote (N_2),
n'affectent pas
l'infrarouge,
car la structure
de ces
molécules est
trop simple

Question - la
rétroaction
 H_2O

Page 13 - Conclusions

Dans le 3ème paragraphe, on trouve:

- *Les mécanismes pouvant jouer un rôle dans la transmission et l'amplification du forçage solaire et, en particulier, de l'activité solaire ne sont pas encore bien compris. L'activité solaire, qui a légèrement décru en moyenne depuis 1975, ne peut être dominante dans le réchauffement observé sur cette période.*

A la place d'une telle phrase, on aurait mieux fait d'écrire

« *L'activité solaire, qui a légèrement décru en moyenne depuis 1975, peut avoir masqué une partie du réchauffement qui aurait du être induit par le renforcement de l'effet de serre du CO₂ (et du CH₄, N₂O ...) et par la rétroaction de la vapeur d'eau, sur cette période.* »

Voir par exemple Lockwood et Fröhlich, *Proc. Roy. Soc. A*, 2007, doi :10.1098/rspa.2007.1880):

Conclusions – paragraphe 3 - suite

Et encore - à la place d'une phrase comme:

« Les mécanismes pouvant jouer un rôle dans la transmission et l'amplification du forçage solaire et, en particulier, de l'activité solaire ne sont pas encore bien compris. »

On pourrait aussi bien écrire, plus généralement :

« Les mécanismes pouvant jouer un rôle dans la transmission et l'amplitude des forçages extraterrestres (solaire, lunaire, planétaires, cométaire, météoritique...) voire des forçages auxquels personne n'a pensé (le fantôme de César, ou de Napoléon ?), ne sont pas encore bien compris.»

Ce n'est pas sérieux.

Page 13 - Conclusions

En fait, il faudrait au moins préciser de quel forçage solaire il s'agirait : variations de l'irradiance solaire totale, ou de l'irradiance dans l'ultraviolet, ou dans le visible et le proche infrarouge, variations du vent solaire.

Il est pour le moins regrettable de donner des chiffres pour les variations de l'irradiance solaire (TSI) sans rappeler que ce qui compte pour le bilan radiatif terrestre c'est ce chiffre *divisé par 4* et diminué encore de 30% pour tenir compte de l'albédo quand il s'agit du rayonnement visible. Donc $0,25 \text{ Wm}^{-2}$ pour l'UV, $0,035 \text{ Wm}^{-2}$ pour le visible. En outre, pour le changement climatique, une telle variation faible et cyclique (11 ans) est ***négligeable*** à côté du renforcement croissant de l'effet de serre.

Pour les variations de l'ultraviolet, il y a des effets mesurés dans la stratosphère, et le problème reconnu des interactions stratosphère – troposphère. **Il y a là des mécanismes possibles que l'on commence à étudier par la modélisation physique.** (Dessler et al dans *Science*, 2010)

Incertitudes ? Certes !

Sur la rétroaction radiative des nuages, bien discutée dans le Rapport. Mais des résultats très récents (*Science*, 2010) semblent indiquer que cette rétroaction est *positive*, donc que la sensibilité climatique aux forçages se situe en haut de la fourchette.

Sur l'intensité du cycle de l'eau global, sur la répartition des changements dans les précipitations et le bilan hydrique. En effet, et cela soulève la question: adaptation, oui, mais à quoi au juste ?

Sur l'évolution des glaces continentales et du niveau de la mer. Faut-il voir les déglaciations rapides comme une fluctuation interdécennale ou le début d'une tendance en accélération ?

Les glaciers de montagne reculent L'exemple du glacier du Rhône

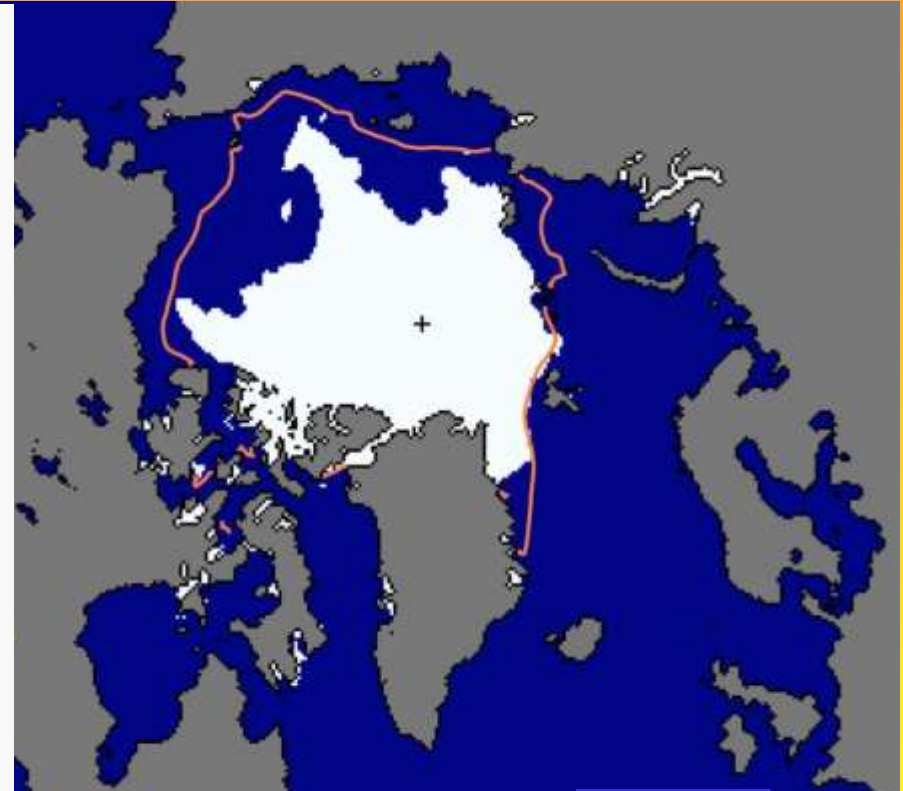
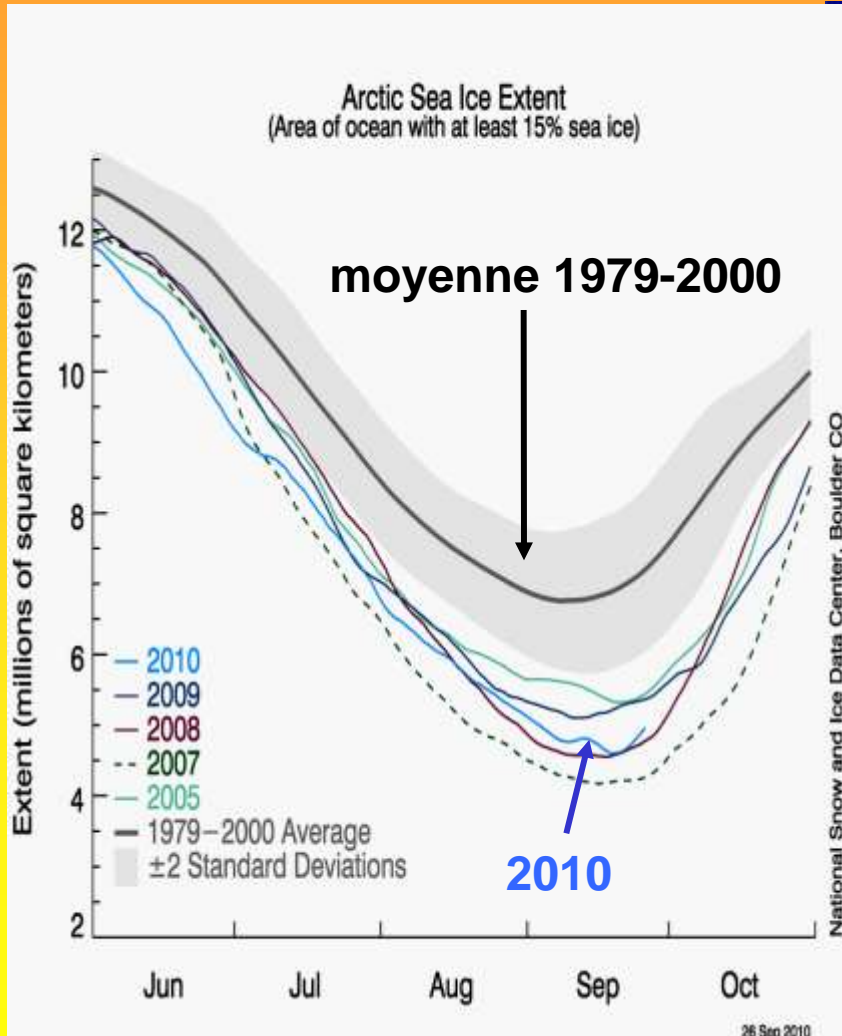


Paris: 16/12/2010

Commentaires Rapport
Académie - Robert Kandel

20

Les glaces flottantes de l'océan Arctique se sont amincies, et leur étendue a diminué.



moyenne 1979-2000 2010

Vers un Océan Arctique
libre de glaces en septembre 2050 ?
Ou avant ?

Velage accéléré des glaciers de l'Arctique ?



Bengstenbreen (Svalbard 80° N 22° E) 21/08/10 - 17.04 UTC
photo R. Kandel

Une *catastrophe* climatique ?

Le changement climatique selon les modèles entraînera des catastrophes pour divers éléments de la biosphère naturelle et des sociétés humaines. Il faut préparer l'adaptation.

Mais les modèles ont leurs limitations.

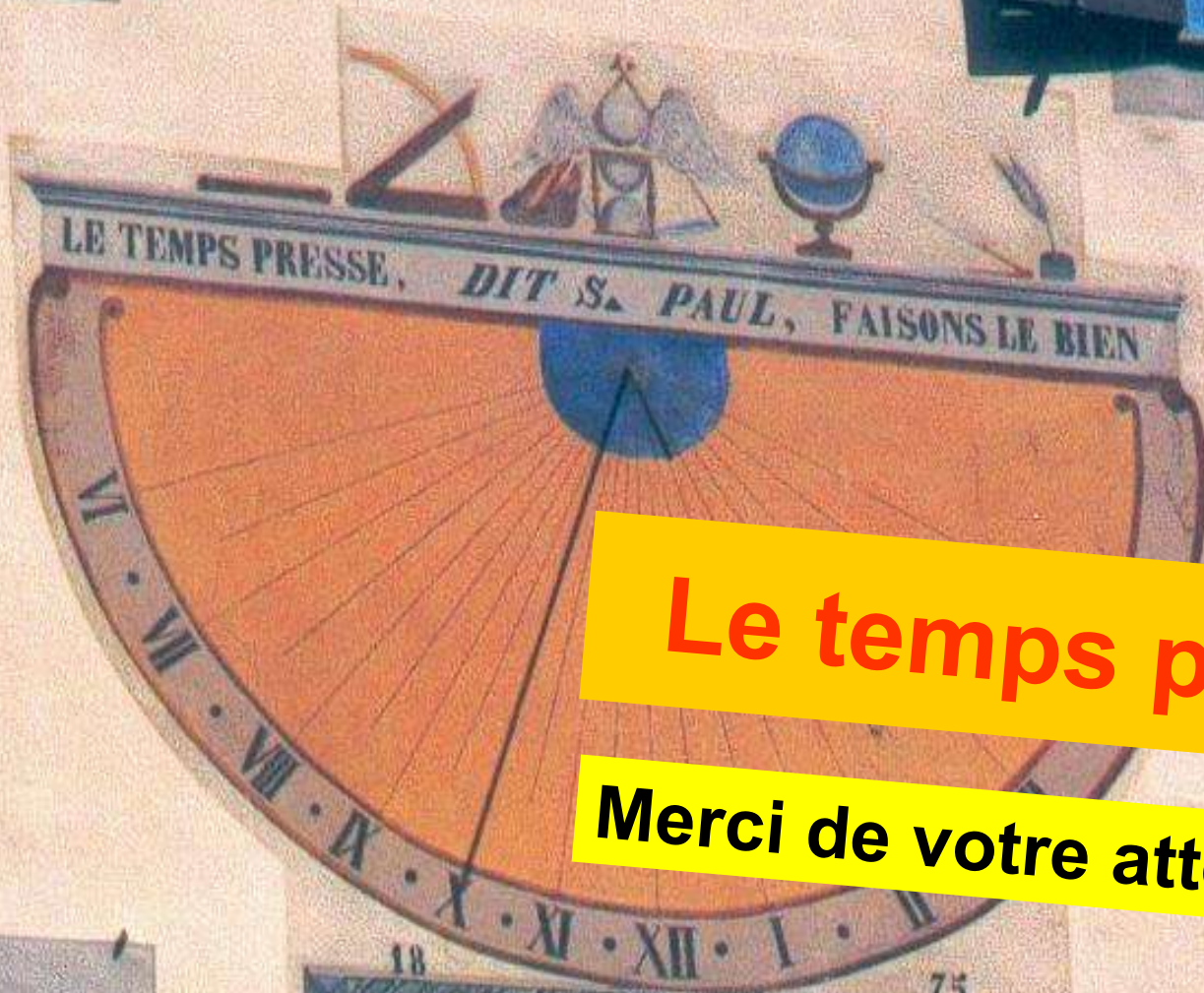
Et si les projections des modèles *sous-estiment l'ampleur et la rapidité* du changement climatique ?

Comment s'adapter à une mutation de la carte bioclimatique qui se dessinerait en moins de 20 ans ?

c. Quelles actions recommander ?

commentaires R. Kandel

- 1) Effectivement il serait utile que les non-spécialistes écoutent les spécialistes, et que l'on leur laisse plus de 7 minutes pour exposer des questions complexes.
- 2) Les actions coordonnées ? En France, je me souviens encore bien des premières réunions présidées par Pierre Morel en 1978 de l'ASP DGRST sur l'évolution des climats, devenue par la suite le PNEDC, associé aux programmes européen et mondial.
- 3) A l'échelle internationale, je me souviens encore des réunions de Balatonalmadi (Hongrie) en 1980 pour organiser concrètement l'ISCCP (International Satellite Cloud Climatology Program) qui fonctionne et évolue depuis 1983.
- 4) De plus, il est déjà prévu que les experts (e.g. S. Bony-Léna) examineront de beaucoup plus près les questions des rétroactions radiatives de la nébulosité dans la préparation du 5ème rapport WG1 du GIEC.
- 5) La communauté des scientifiques du climat travaille déjà depuis plusieurs décennies sur les risques d'un changement dangereux du climat provoqué par l'altération anthropique de l'atmosphère. Un peu de modestie, chers académiciens non-spécialistes ! Le temps presse !



Le temps presse !

Merci de votre attention

18 75

TABLE D'EQUATION
QUAND LE SOLEIL EST A MIDI VRAI UNE HORLOGE BONNE
BIEN REGLEE, DOIT MARQUER L'HEURE CI-BAS INDIQUEE.

JOURS DU MOIS	1 ^{er}	8	15	22	29
JANVIER	12	13	14	15	16
FEBVIER	13	14	15	16	17