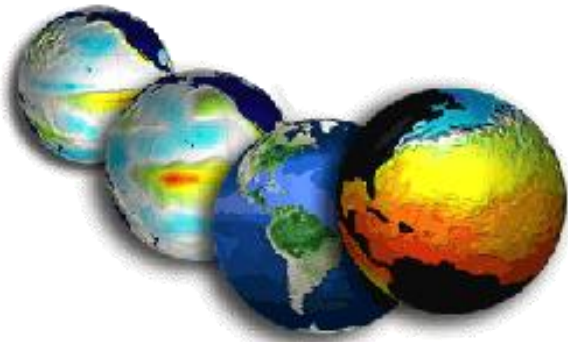


# Théorie unifiée du Climat



Publié le 29 décembre 2011 par Anthony Watts  
Note : c'est un poster adapté à un billet spécialement pour WUWT par l'auteur, Ned Nikolov. Mes remerciements pour l'effort supplémentaire à convertir le poster en un format plus agréable . – Anthony

**Développement du concept d'effet de serre atmosphérique en utilisant les principes thermodynamiques : Implications pour la prédiction du changement climatique à venir**

**Ned Nikolov, Ph.D. doctorat et Karl Zeller, Ph.D.**

USFS Rocky Mountain Research Station, Fort Collins CO, USA

Courriels : [ntconsulting@comcast.net](mailto:ntconsulting@comcast.net) [kzeller@colostate.edu](mailto:kzeller@colostate.edu)

Poster présenté à la *Open Science Conference* du Programme de recherche mondial du climat, 24 octobre 2011, Denver CO, États-Unis

[http://www.wcrp-climate.org/conference2011/posters/C7/C7\\_Nikolov\\_M15A.pdf](http://www.wcrp-climate.org/conference2011/posters/C7/C7_Nikolov_M15A.pdf)

## Résumé

Nous présentons les résultats d'une nouvelle révision critique du concept de serre atmosphérique (greenhouse = GH). Trois problèmes principaux sont identifiés dans la théorie GH actuelle. Il est démontré que les principes thermodynamiques basés sur la loi des gaz doivent être invoqués pour expliquer complètement l'effet de serre naturel. Nous montrons via une analyse originale des climats de planètes du système solaire que la nature physique du prétendu effet de GH est une majoration thermique induite par la pression (pression thermal enhancement = PTE) qui est indépendante de la composition chimique de l'atmosphère. Cette conclusion mène à un paradigme nouveau et radicalement différent pour la détermination du climat. Les résultats de notre recherche sont combinés avec ceux d'autres études pour proposer une nouvelle Théorie Unifiée du Climat qui explique un certain nombre de phénomènes que la théorie actuelle manque à expliquer. Les implications du nouveau paradigme pour prédire les

tendances à venir du climat sont discutées brièvement.

## 1. Introduction

Des études récentes ont révélé que les modèles globaux du climat (global climate model = GCM) ont surestimé le réchauffement de la planète de façon significative depuis 1979 manquant à prédire l'arrêt observé de l'augmentation globale de température pendant les 13 dernières années. (p. ex. McKittrick et al. 2010). Aucun consensus n'existe actuellement quant au pourquoi la tendance au réchauffement a cessé en 1998 malgré une augmentation continue de la concentration atmosphérique de CO<sub>2</sub>. De plus, la relation CO<sub>2</sub>-température montre de grandes incohérences à toutes les échelles de temps. En plus, les projections des GCM dépendent fortement des rétro-actions positives, alors que les observations des satellites indiquent que le système climatique est probablement gouverné par de fortes rétro-actions négatives (Lindzen et Choi 2009; Spencer et Braswell 2010). En même temps, il y a une pression politique croissante pour une législation « *Cap-and-Trade* » et une taxe mondiale globale sur le carbone, pendant que des scientifiques et des entrepreneurs proposent des solutions de géo-ingénierie pour refroidir la planète qui impliquent une manipulation physique à grande échelle de la haute atmosphère. Cette situation perturbante demande un réexamen attentif du paradigme actuel du changement climatique; c'est la raison de cette étude.

## 2. L'Effet de serre : Réexamen des fondamentaux

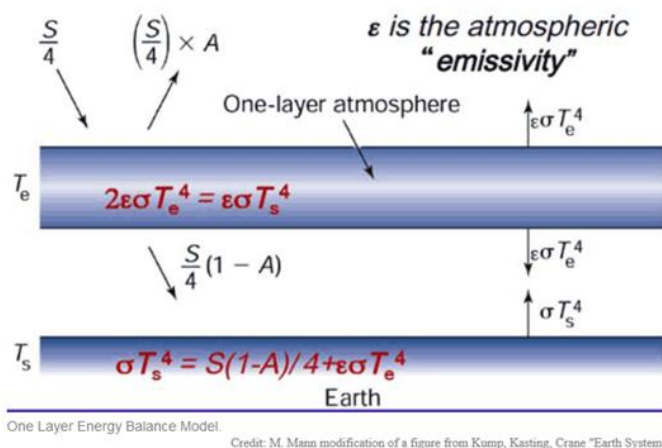


Figure 1. L'effet de serre atmosphérique comme enseigné dans les universités dans le monde (diagramme du site Internet du Département de météorologie de l'université *Penn State*).

Selon la théorie actuelle, l'effet de serre (greenhouse effect = GHE) est un **phénomène radiatif** causé par des gaz piégeurs de chaleur dans l'atmosphère comme le CO<sub>2</sub> et la vapeur d'eau qui

sont supposés *réduire* le taux de refroidissement infrarouge de la surface vers l'espace en *absorbant* l'émission sortante à ondes longues (long wave = LW) et en *rerayonnant* une partie vers le sol augmentant ainsi le flux total d'énergie vers la surface. On pense que cela augmente la température de la Terre de 18 K – 33 K comparée à un corps gris sans atmosphère absorbante comme la Lune; rendant notre planète habitable. La figure 1 illustre ce concept en utilisant un système simple à deux couches connu comme « modèle de serre idéal » (idealized greenhouse model = IGM). Dans cet exemple populaire,  $S$  est l'irradiance solaire ( $W m^{-2}$ ) en haut de l'atmosphère (top of atmosphere = TOA),  $A$  est l'albédo de la Terre pour les ondes courtes,  $T_s$  est la température de la surface (K),  $T_e$  est la température d'*émission effective* de la Terre (K) souvent assimilée à la température moyenne du milieu de la troposphère,  $\epsilon$  est l'émissivité et  $\sigma$  est la constante de Stefan-Boltzmann (S-B).

## 2.1. Questions principales avec le concept actuel de GHE

### A) Grandeur de l'effet de serre naturel

Le GHE est souvent quantifié comme une différence entre la température globale moyenne réelle de surface ( $T_s = 287,6K$ ) et la température moyenne de la planète-corps-gris (sans atmosphère) ( $T_{gb}$ ), c'est-à-dire.  $GHE = T_s - T_{gb}$ . Dans la théorie actuelle,  $T_{gb}$  est égalé à la température *d'émission effective* ( $T_e$ ) directement calculée via la loi S-B en utilisant Eq.(1):

$$T_e = \left[ \frac{S_o (1 - \alpha_p)}{4\epsilon\sigma} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (1)$$

où  $\alpha_p$  est l'albédo planétaire de Terre ( $\approx 0,3$ ). Pourtant, c'est conceptuellement *incorrect*! En raison de l'inégalité de Hölder entre les intégrales non linéaires (Kuptsov 2001),  $T_e$  n'est pas physiquement compatible avec une température moyenne vraie mesurable d'une planète sans air. Pour être correct,  $T_{gb}$  doit être calculé par l'intégration sur la sphère du champ de températures de la planète. Cela veut dire calculer la température en chaque point sur la sphère de Terre d'abord en prenant la racine 4<sup>e</sup> de la relation de S-B et en faisant *ensuite* la moyenne du champ de températures sur la surface de la planète, c.-à-d.

$$T_{gb} = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^1 \sqrt{\frac{(S_0 + c_s)(1 - \alpha_{gb})\mu}{\epsilon\sigma}} d\mu d\varphi$$

$$= \frac{2}{5} \left[ \frac{(S_0 + c_s)(1 - \alpha_{gb})}{\epsilon\sigma} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (2)$$

où  $\alpha_{gb}$  est l'albédo de la Terre sans atmosphère ( $\approx 0,125$ ),  $\mu$  est le cosinus de l'angle d'incidence solaire en chaque point et  $c_s = 13,25e-5$  est une petite constante qui garantit que  $T_{gb} = 2,72K$  (température de l'espace profond) quand  $S_0 = 0$ . L'équation (2) suppose un albedo spatialement constant ( $\alpha_{gb}$ ). C'est une approximation raisonnable pour essayer d'estimer une température planétaire moyenne.

Alors, conformément à l'inégalité de Hölder  $T_{gb} \ll T_e$  ( $T_{gb} = 154,3K$ ), GHE devient beaucoup plus grand qu'estimé à présent.

Selon Eq. (2), notre atmosphère augmente la température de surface de Terre non pas de 18K-33K comme actuellement supposé, mais de 133 K ! Cela suscite la question : *Est-ce qu'une poignée de traces de gaz, moins de 0,5 % de la masse atmosphérique piège assez de chaleur rayonnante pour provoquer une si énorme augmentation thermique à la surface ?* La thermodynamique nous dit que ce n'est pas possible.

### B) Rôle de la convection.

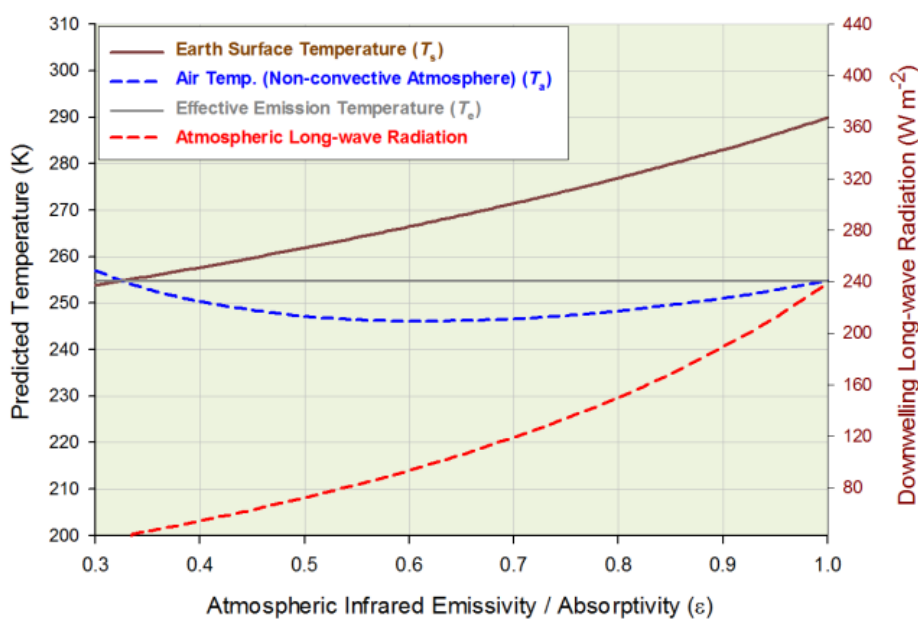
Le modèle conceptuel dans la Figure 1 peut être mathématiquement décrit par les équations simultanées suivantes (3),

$$\begin{cases} \frac{S_0}{4} (1 - \alpha_p)(1 - \nu_a) + \epsilon\sigma T_a^4 - \sigma T_s^4 = 0 \\ \frac{S_0}{4} (1 - \alpha_p)\nu_a + \epsilon\sigma T_s^4 - 2\epsilon\sigma T_a^4 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

où  $\nu_a$  est la fraction atmosphérique de l'absorption du rayonnement à ondes courtes total. La figure 2 représente la solution d'Eq. (3) pour les températures sur une gamme d'émissivités atmosphériques ( $\epsilon$ ) supposant  $S_0 = 1\,366\text{ W m}^{-2}$  et  $\nu_a = 0,326$  (Trenberth et al. 2009). Une augmentation de l'émissivité atmosphérique provoque vraiment en effet un réchauffement à la surface comme exposé par la théorie actuelle. Pourtant, Eq. (3) est **physiquement incomplète**, parce qu'elle ne prend pas en compte la convection qui se produit **simultanément** avec le transfert radiatif. Le fait d'ajouter un terme convectif à Eq. (3) (comme un flux de chaleur) produit le système :

$$\begin{cases} \frac{S_0}{4}(1 - \alpha_p)(1 - v_a) + \epsilon\sigma T_a^4 - \sigma T_s^4 - c_p\rho(T_s - T_a)g_{bH} = 0 \\ \frac{S_0}{4}(1 - \alpha_p)v_a + \epsilon\sigma T_s^4 + c_p\rho(T_s - T_a)g_{bH} - 2\epsilon\sigma T_a^4 = 0 \end{cases} \quad (4)$$

où  $g_{bH}$  est la conductance aérodynamique pour l'échange turbulent de chaleur. L'équation (4) change radicalement la solution d'Eq. (3) en réduisant à rien les différences entre  $T_s$ ,  $T_a$  et  $T_e$  et en effaçant pratiquement le GHE (Figure 3). C'est parce que le refroidissement convectif est de **plusieurs ordres** de grandeur **plus efficace** que le refroidissement radiatif. Ces résultats ne changent pas en utilisant des modèles multicouches. Dans les modèles de transfert radiatifs,  $T_s$  augmente avec  $\epsilon$  non pas par piégeage de la chaleur par les gaz de serre, mais par **manque** de refroidissement convectif, exigeant ainsi un plus grand gradient thermique pour exporter la quantité de chaleur nécessaire. Les GCM modernes ne résolvent pas **simultanément** le transfert radiatif et la convection. Ce **decouplage** des transports de chaleur est la raison profonde du réchauffement projeté de la surface par les GCM en réponse à l'augmentation des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre. Le changement global des températures mené par le  $CO_2$  n'est plus qu'un artefact du modèle !



**Figure 2.** Solution du modèle en deux couches dans Eq. (3) pour  $T_s$  et  $T_a$  fonction de l'émissivité atmosphérique supposant une atmosphère non-convective. On montre aussi la plongée prédite du flux de LW ( $L_d$ ). Notez que  $L_d \leq 239 W m^{-2}$ .

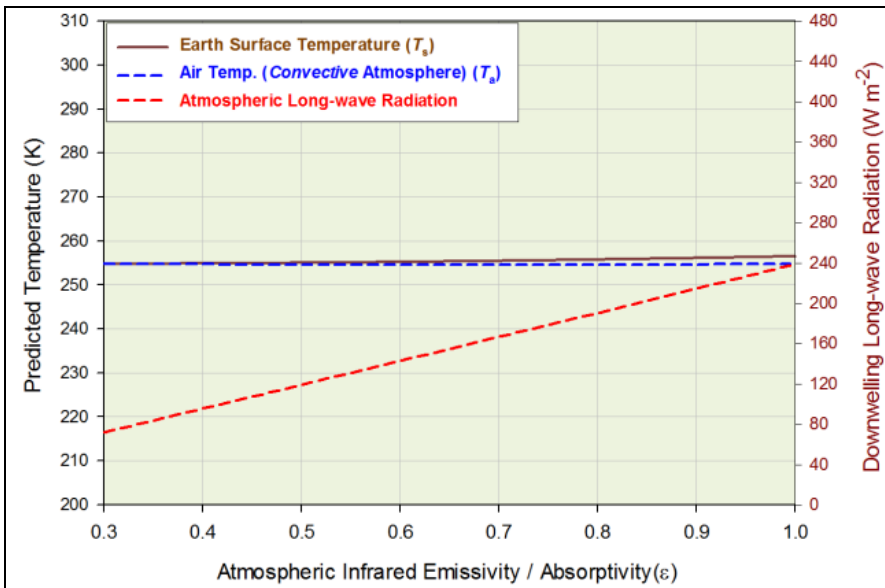


Figure 3. La solution du modèle en deux couches dans Eq. (4) pour  $T_s$  et  $T_a$  comme fonction de l'émissivité atmosphérique supposant une atmosphère convective ( $g_{bH} = 0,075$  m/s). On montre aussi la plongée prédite du flux de LW ( $L_d$ ). Notez que  $L_d \leq 239$  W m<sup>-2</sup>.

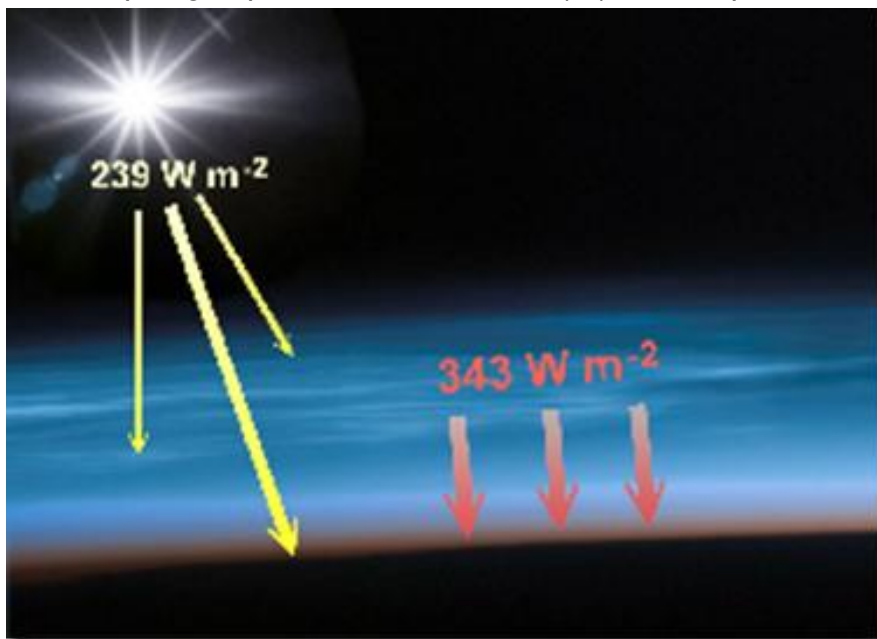


Figure 4. Selon les observations, le système Terre-atmosphère absorbe en moyenne un flux solaire net de 239 W m<sup>-2</sup>, pendant que la basse troposphère seule émet 343 W m<sup>-2</sup> de rayonnement thermique vers la surface.

### C) Énergie cinétique supplémentaire dans la troposphère.

Les observations montrent que la basse troposphère émet 44 % *plus* de rayonnement vers la surface que le flux solaire *total* absorbé par le système terre-atmosphère *entier* (Pavlakakis et al. 2003) (Figure 4). Le transfert radiatif seul *ne peut pas* expliquer cet effet (p. ex. Figures 2 et 3)

étant donné la capacité de stockage de chaleur négligeable de l'air, peu importe comment le modèle est détaillé. Ainsi, la preuve empirique indique que la basse atmosphère contient *plus* d'énergie cinétique que fourni par le Soleil. La compréhension de l'origine de cette énergie supplémentaire est une clé du GHE.

### 3. L'augmentation thermique atmosphérique

Les études précédentes ont noté que le terme effet de serre est une appellation impropre quand il est appliqué à l'atmosphère, puisque les serres réelles retiennent la chaleur par un mécanisme entièrement différent comparé à celui de l'atmosphère libre, c.-à-d. en piégeant physiquement la masse atmosphérique et en restreignant l'échange de chaleur convectif.

Dorénavant, nous proposons un nouveau terme en remplacement l'augmentation thermique atmosphérique proche de la surface (*near-surface atmospheric thermal enhancement* = ATE) défini comme un rapport *non-dimensionnel* ( $N_{TE}$ ) de la température moyenne air-surface réelle de la planète ( $T_s$ , K) à la température moyenne d'un corps gris planétaire standard (*standard planetary gray body* = SPGB) sans atmosphère ( $T_{gb}$ , K) recevant le *même* rayonnement solaire c.-à-d.  $N_{TE} = T_s / T_{gb}$ . Cette nouvelle définition met l'accent sur l'essence du GHE qui est la **forte augmentation** de température à la surface en raison de la présence d'une atmosphère. Nous employons Eq. (2) pour estimer  $T_{gb}$  en supposant un albedo  $\alpha_{gb} = 0,12$  et une émissivité de surface  $\varepsilon = 0,955$  pour le SPGB fondé sur les données de la Lune, de Mercure et de la surface de Terre. L'utilisation de  $S_0 = 1362 \text{ W m}^{-2}$  (Kopp et Lean 2011) dans Eq. (2) produit  $T_{gb} = 154,3\text{K}$  et  $N_{TE} = 287,6/154,3 = 1,863$  pour la Terre. Cela amène la question : ***Quel mécanisme permet à notre atmosphère de faire grimper la température de surface de planète à environ 86 % au-dessus d'un SPGB ?*** Pour y répondre tournons-nous vers la thermodynamique classique.

#### 3.1. Les implications climatiques de la loi des gaz parfaits

L'état thermodynamique moyen de l'atmosphère d'une planète peut être exactement décrit par la loi du gaz parfait (*ideal gas law* = IGL) :

$$PV = nRT \quad (5)$$

où  $P$  est la pression (Pa),  $V$  est le volume du gaz ( $\text{m}^3$ ),  $n$  est la quantité du gaz (mole),  $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  est la constante universelle des gaz et  $T$  est la température du gaz (K). L'équation (5) a trois caractéristiques qui sont importantes pour notre discussion :

a) le produit  $P \times V$  définit l'énergie *cinétique* interne d'un gaz (mesuré dans Joules) qui produit sa température;

b) le rapport linéaire dans Eq. (5) garantit qu'une température globale moyenne peut être **exactement** estimée à partir des **moyennes** planétaires de pression de surface et du volume d'air (ou densité). C'est en contraste absolu avec le rapport non linéaire entre la température et les flux rayonnants (Eq. 1) gouvernés par l'inégalité de Hölder des intégrales;

c) sur une échelle planétaire, la pression dans la basse troposphère est effectivement **indépendante** d'autres variables dans Eq. (5) et est seulement une fonction de gravité ( $g$ ), de la masse atmosphérique totale ( $M_{at}$ ) et de l'aire de la planète ( $A_s$ ), c.-à-d.  $P_s = g M_{at}/A_s$ .

Dorénavant, on peut supposer sans risque que la dynamique atmosphérique proche de la surface est gouvernée (sur des temps non-géologiques) par des processus en moyenne **presque isobares**, c.-à-d. opérant à pression **constante**. Cette nature isobare de la thermodynamique troposphérique implique que le volume atmosphérique moyen varie en proportion fixe des changements de la température moyenne surface-air selon la loi de Charles/Gay-Lussac, c.-à-d.  $T_s/V = \text{const.}$  Cela peut être écrit en termes de densité moyenne de l'air  $\rho$  ( $\text{kg m}^{-3}$ ) comme  $\rho T_s = \text{const.} = P_s M / R$  (6) où  $P_s$  est la pression d'air moyenne en surface (Pa) et  $M$  est la masse moléculaire de l'air ( $\text{kg mol}^{-1}$ ). Eq. (6) révèle une caractéristique importante du processus thermodynamique moyen à la surface, à savoir qu'une variation de pression globale aussi bien augmentant que diminuant la masse atmosphérique totale changera **à la fois** la température et la densité atmosphérique. Ce qui est à présent inconnu est l'**effet différentiel** d'un changement de pression global sur chaque variable. Nous en offrons une solution dans § 3.3. Les équations (5) et (6) impliquent que la pression commande **directement** l'énergie cinétique et la température de l'atmosphère. Sous insolation solaire égale, une plus haute pression de surface (en raison d'une plus grande masse atmosphérique) produirait une troposphère plus chaude, alors que d'une pression plus basse s'ensuivrait une troposphère plus froide. À la limite, une pression zéro (en raison de l'absence complète d'une atmosphère) produirait la température de corps gris de la planète.

L'effet thermique de pression est démontré de manière éclatante sur une échelle cosmique par le processus de formation des étoiles où l'augmentation de pression du gaz provoquée par la gravité fait monter la température d'un nuage interstellaire jusqu'au seuil de la fusion nucléaire. À un niveau planétaire, l'effet est manifeste dans les vents de Chinook, où le flot d'air chauffé adiabatiquement en descente fait monter la température locale de 20C-30C en quelques heures. Cela mène à une question logique : **la pression de l'air pourrait-elle être responsable de l'augmentation thermique observée à la surface de Terre à présent connue comme un 'Effet de**



*serre Naturel'* ? Pour y répondre nous devons analyser le rapport entre  $N_{TE}$  et les variables atmosphériques clefs en incluant la pression pour une *large* gamme de climats planétaires. Heureusement, le système solaire nous offre un spectre convenable de corps célestes pour une telle analyse.

### 3.2. Ensemble de données interplanétaires

Nous avons basé notre sélection de corps célestes pour l'analyse ATE sur trois critères :

- 1) la présence d'une surface planétaire solide avec au moins des traces d'atmosphère;
- 2) la disponibilité de données sûres sur la température de surface, la pression totale, la composition atmosphérique etc. de préférence par des mesures directes;
- 3) la représentation d'une large gamme de masses atmosphériques et de compositions.

De là découle notre choix de quatre planètes *Lune* de la Terre, *Europa* de Jupiter, *Titan* de Saturne et *Triton* de Neptune. Chaque corps céleste est décrit par 14 paramètres dans la table 1. Pour les planètes avec des atmosphères tangibles, c.-à-d. Vénus, la Terre et Mars, les températures calculées par IGL s'accordent plutôt bien avec les observations. Notez que, pour des pressions extrêmement basses comme sur Mercure et la Lune, la loi des gaz produit  $T_s \approx 0,0$ . Les températures SPGB pour chaque corps céleste ont été estimées avec Eq. (2) en utilisant des données publiées de l'irradiance solaire et en supposant  $\alpha_{gb} = 0,12$  et  $\varepsilon = 0,955$ . Pour Mars, les moyennes globales de température de surface et de pression d'air ont été calculés à partir des données de détection récupérées via la méthode de radio-occultation par l'Équipe de Science Radio (RST) à l'Université de Stanford en utilisant des observations faites par *Mars Global Surveyor* (MGS) de 1999 à 2005. Dès lors que l'analyse MGS RST a une large couverture spatiale, les nouvelles moyennes représentent beaucoup plus exactement les conditions moyennes actuelles sur la planète rouge que les données plus vieilles basées sur les observations de Viking des années 1970.

	Mercury	Venus	Earth	Moon	Mars	Europa	Titan	Triton
Mean TOA Total Solar Irradiance ( $W m^{-2}$ ), $S_0$	9,126.0	2,613.9	1,361.7	1,361.7	589.2	50.5	13.7	1.51
Bond Albedo, $\alpha_p$	0.12	0.75	0.30	0.11	0.18	0.67	0.22	0.76
Mean Gravity ( $m s^{-2}$ ), $g$	3.700	8.836	9.798	1.622	3.690	1.314	1.352	0.779
Planet's Total Atmospheric Mass (kg), $M_{at}$	-	-	$5.148 \times 10^{18}$	25,000	-	-	-	↓
Planet Surface Area ( $\times 10^{12} m^2$ ), $A_s$	74.8	460.0	510.072	37.93	144.8	30.9	83.0	23.0
Atmospheric Mass per Unit Surface Area ( $kg m^{-2}$ ), $M_{at}/A_s$	$*2.7 \times 10^{-10}$	$*1.0412 \times 10^6$	$*10,092.7$	$*6.6 \times 10^{-10}$	$*185.7$	$*1.284 \times 10^{-7}$	$*108,505.9$	$*2.2$
Mean Surface Pressure (Pa), $P_s$	$10^{-9}$	$9.2 \times 10^6$	$*98,888.2$	$*1.069 \times 10^{-9}$	685.4	$10^{-7}$	146,700.0	1.7
Mean Surface Air Density ( $kg m^{-3}$ ), $\rho$	0.00	65.00	1.20	0.00	0.02	$*5.24 \times 10^{-12}$	$*5.24$	$1.58 \times 10^{-4}$
Atmospheric composition (% of volume)	N/A	96.5 CO <sub>2</sub> 3.5 N <sub>2</sub> 0.02 SO <sub>2</sub>	78.08 N <sub>2</sub> 20.95 O <sub>2</sub> 0.93 Ar 0.039 CO <sub>2</sub>	N/A	95.3 CO <sub>2</sub> 2.7 N <sub>2</sub> 1.6 Ar 0.13 O <sub>2</sub>	$\approx 100$ O <sub>2</sub>	98.6 N <sub>2</sub> 1.6 CH <sub>4</sub>	98.0 N <sub>2</sub> 2.0 CH <sub>4</sub>
Molecular Mass of Air ( $kg mol^{-1}$ ), $M$	N/A	$*0.0434$	$*0.0290$	N/A	$*0.0434$	$*0.0320$	$*0.0278$	$*0.0278$
Observed Mean Surface Temperature ( $^{\circ}K$ ), $T_s$	$*248.2$	737.2	287.6	154.3	182.0	73.4	93.7	36.8
Mean Surface Temperature from Gas Law ( $^{\circ}K$ ), $T_s$	$*0.0$	$*738.8$	$*287.4$	$*0.0$	$*182.0$	73.4	93.7	$*35.9$
SPGB Mean Surface Temperature ( $^{\circ}K$ ), $T_{gb}$	$*248.2$	$*181.6$	$*154.3$	$*154.3$	$*125.1$	$*67.7$	$*48.9$	$*28.2$

Table 1. Données planétaires utilisées pour analyser la nature physique de la ( $M_{TE}$ ). Les informations ont été recueillies de sources multiples en références croisées. Les données des

trois rangs du bas ont été estimées en utilisant les équations discutées dans le texte de cette étude.

### 3.3. La nature physique d'ATE / GHE

Notre analyse de données interplanétaires dans la Table 1 n'a trouvé aucun rapport significatif entre ATE ( $N_{TE}$ ) et des variables comme le rayonnement solaire total absorbé par les planètes ou la quantité de gaz de serre dans leurs atmosphères. En revanche, nous avons découvert que  $N_{TE}$  est *fortement* relié à la pression totale de surface en accord presque parfait avec une régression via la fonction non linéaire suivante :

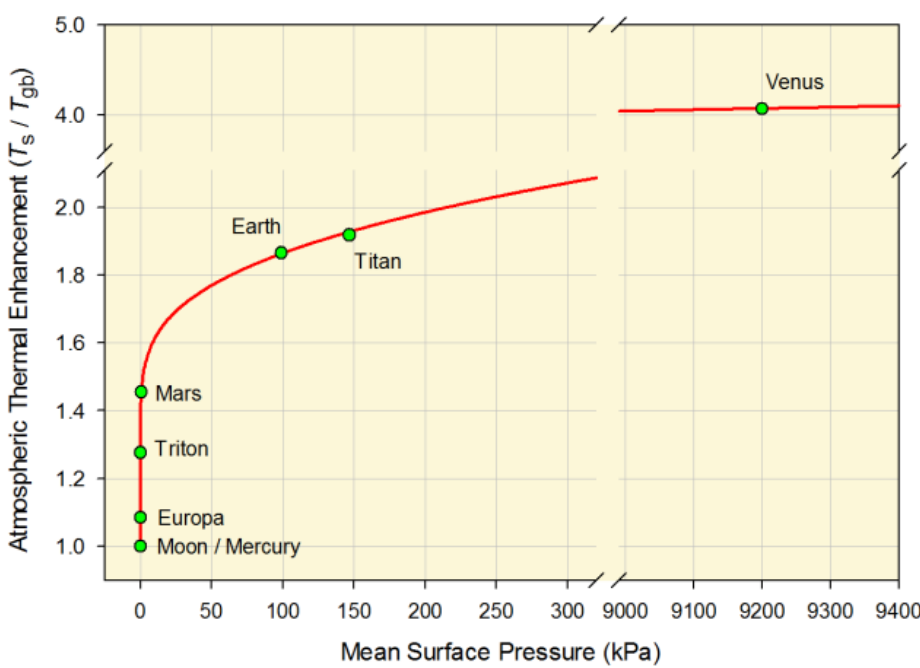
$$N_{TE}(P_s) = \frac{T_s}{T_{gb}} = \exp(0.233001 P_s^{0.0651203} + 0.0015393 P_s^{0.385232}) \quad (7)$$

où  $P_s$  est dans Pa. La figure 5 montre graphiquement l'Eq. (7). Le rapport étroit indique un effet *causal* de pression sur  $N_{TE}$ , qui est théoriquement soutenu par l'IGL (voir § 3.1). Aussi, la courbe  $P_s$ - $N_{TE}$  dans la Figure 5 ressemble remarquablement à la réponse du rapport température/potentiel. ( $T/\theta$ ) avec les changements de pression en altitude décrits par la formule bien connue de Poisson déduite d'IGL (Figure 6). Une telle similarité dans les réponses suggère qu'à la fois  $N_{TE}$  et  $\theta$  personnifient l'effet d'un chauffage adiabatique de l'air commandé par la pression, bien que les deux mécanismes ne soient pas identiques. Cela mène à une conclusion fondamentale que l'effet de serre naturel est en fait une augmentation thermique produite par la pression (PTE) dans la nature.

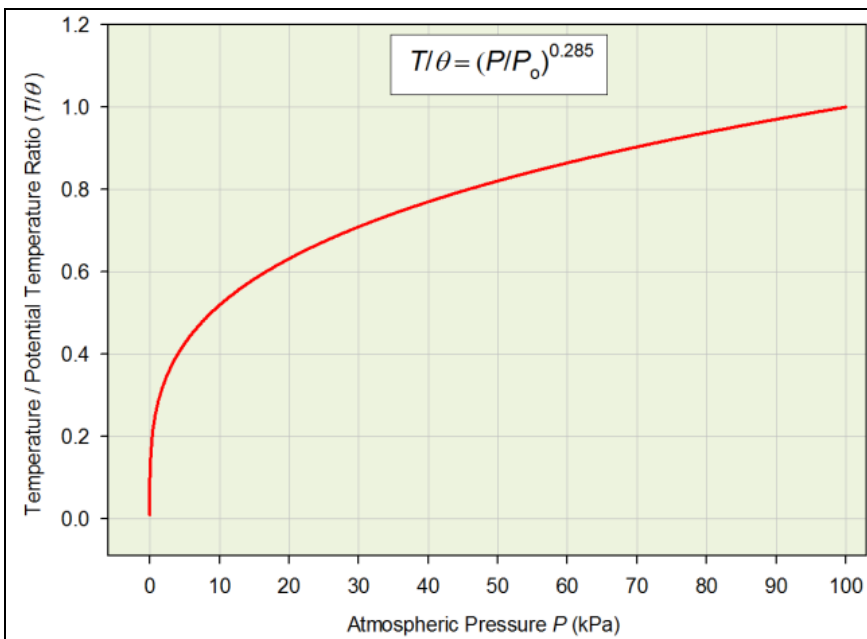
$N_{TE}$  ne devrait pourtant pas être confondu avec une énergie réelle, puisqu'il définit seulement l'augmentation relative (toute petite) de la température de surface d'une planète au-dessus de ce SPGB. La pression n'est pas isolément une source d'énergie ! Disons plutôt qu'elle *renforce* (*amplifie*) l'énergie fournie par une source externe comme le Soleil à des taux dépendants de densité de collision moléculaire. Cette majoration relative se manifeste comme une énergie *réelle seulement* en présence de chauffage externe. Ainsi, la Terre et Titan ont des valeurs de  $N_{TE}$  semblables, alors que leurs températures absolues de surface sont radicalement différentes en raison d'une insolation solaire considérablement différente. Pendant que la pression ( $P$ ) commande la grandeur du facteur de majoration, le chauffage solaire détermine le volume atmosphérique moyen ( $V$ ) et le produit  $P \times V$  définit l'*énergie cinétique totale* et la *température* de l'atmosphère. Donc, pour insolation solaire particulière, le facteur  $N_{TE}$  donne lieu à de l'énergie cinétique *supplémentaire* dans la basse atmosphère *au-delà* de la quantité fournie par le Soleil. Cette *énergie supplémentaire* est responsable de porter la surface de Terre à 133 K de plus

qu'elle serait faite d'atmosphère et est la source des 44 % supplémentaires observés de chute du flux de LW dans la basse troposphère (voir § 2.1 C). Dès lors, l'atmosphère n'agit pas comme une « couverture » qui réduit le refroidissement infrarouge de surface vers l'espace comme le maintient la théorie de GH actuelle, mais est *dans et par lui-même* une source d'énergie supplémentaire par la pression. Cela fait du GH un phénomène *thermodynamique* et pas *radiatif* comme à présent supposé ! L'équation (7) nous permet de dériver une formule simple et robuste pour prédire la température moyenne de surface d'une planète comme une fonction de seulement *deux* variables – TOA l'irradiance solaire et la pression atmosphérique moyenne de surface, c.-à-d.

$$T_s = 25.3966 (S_o + 0.0001325)^{0.25} N_{TE}(P_s) \quad (8)$$



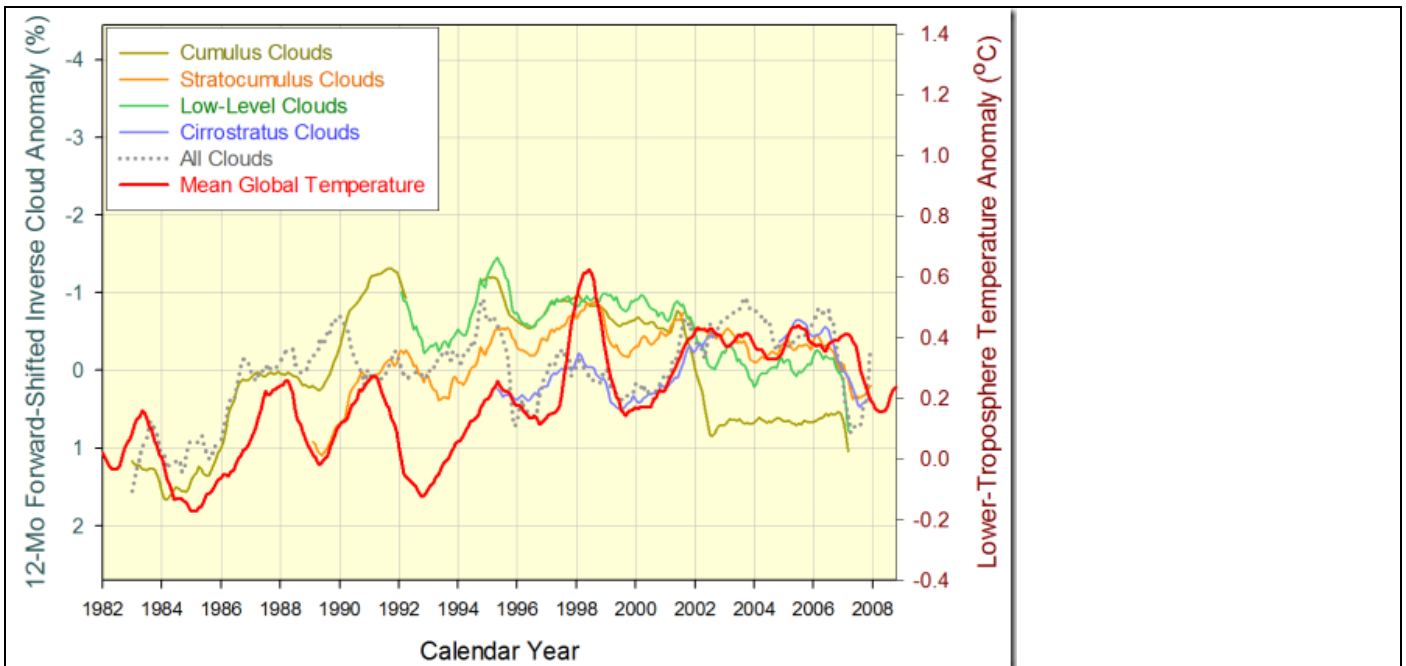
**Figure 5.** La  $N_{TE}$  comme fonction de la pression totale moyenne de surface ( $P_s$ ) pour les 8 corps célestes énumérés dans la Table 1. Voir Eq. (7) pour la formule mathématique exacte.



**Figure 6.** Le rapport température à température/potentiel comme fonction de la pression atmosphérique selon la formule Poisson basée sur la loi des gaz ( $P_0 = 100$  kPa.). Notez la similarité frappante dans la forme avec la courbe de la Figure 5 où  $N_{TE}(P_s)$  est défini par Eq. (7). L'équation (8) explique presque complètement la variation du  $T_s$  des corps célestes analysés, fournissant ainsi la fonction nécessaire pour analyser l'effet d'un changement de pression global sur les variables dépendantes  $\rho$  et  $T_s$  dans Eq. (6). Ensemble les équations (6) et (8) impliquent que la composition chimique d'une atmosphère affecte la densité moyenne de l'air par sa masse moléculaire, mais n'a *aucun* impact sur la température moyenne de surface.

#### 4. Les implications du nouveau concept ATE

Les implications des conclusions précédentes sont nombreuses et changent le paradigme. Voici quelques exemples :



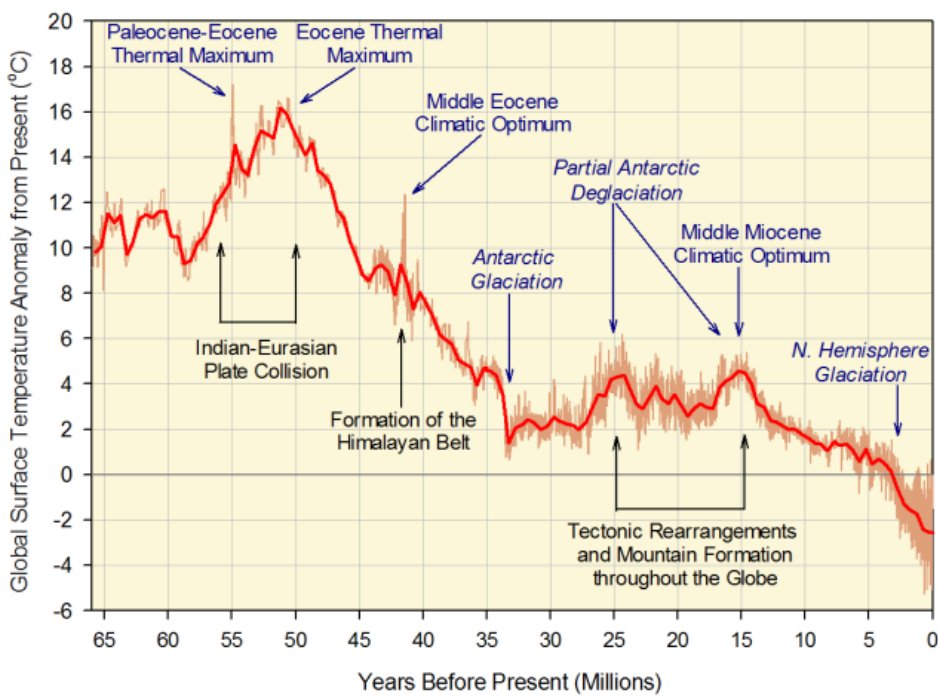
**Figure 7.** La dynamique de la température globale et les types de couverture de nuages décalés de 12 mois vus par les observations satellites. Les changements des nuages précèdent les variations de température de 6 à 24 mois et semblent avoir commandé ces dernières pendant les 30 dernières années (Nikolov et Zeller, manuscrit).

A) La température globale de surface est *indépendante* du flux descendant de LW connu comme *serre* ou rétro- rayonnement, parce que ces deux quantités viennent du *même* réservoir d'énergie cinétique atmosphérique maintenu par le chauffage solaire et la pression de l'air. Les variations du flux descendant de LW (provoqué par une augmentation de l'émissivité troposphérique, par exemple) sont *complètement* compensées par les changements du taux de refroidissement convectif de la surface car c'est ainsi que le système conserve son énergie interne.

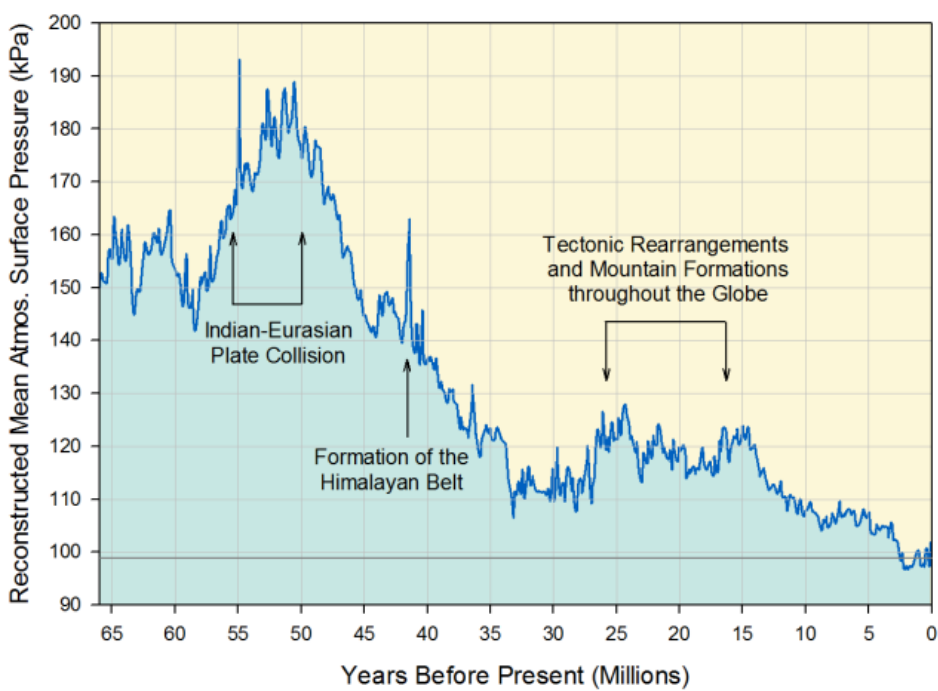
B) Modifier la composition chimique de l'atmosphère *ne peut pas* changer l'énergie cinétique totale du système, donc la grandeur d'ATE (GHE). C'est soutenu par IGL et le fait que les planètes de compositions atmosphériques considérablement différentes suivent la même relation  $P_s - N_{TE}$  dans la Figure 5. L'absence d'impact de la composition atmosphérique sur la température de surface est expliquée via l'effet de compensation du refroidissement convectif sur le rétro-rayonnement discuté ci-dessus.

C) L'équation (8) suggère que l'albedo de la planète est essentiellement un *produit* de climat plutôt qu'un pilote de cela. C'est parce que le gros de l'albédo est fonction de l'énergie cinétique fournie par le Soleil et de la pression atmosphérique. Pourtant, des petits changements indépendants dans l'albédo sont possibles et peuvent produire des variations séculaires de 1%-3

% dans la couverture de nuages, qui sont plus probablement conduits par l'activité magnétique solaire. Ces changements de couverture de nuages provoquent des fluctuations semi-périodiques de  $\pm 0.7^{\circ}\text{C}$  dans la température globale aux échelles de temps décennales à centennales comme indiqué par les observations récentes des satellites (voir la Figure 7) et les reconstructions de climat des 10 000 ans passés.



**Figure 8.** Dynamique de la température globale de surface pendant l'ère Cénozoïque reconstruite de par proxies  $^{18}\text{O}$  de sédiments marins (Hansen et al. 2008).



**Figure 9.** Dynamique de la pression atmosphérique moyenne en surface pendant l'ère

Cénozoïque reconstruite à partir de l'enregistrement des températures dans la Figure 8 en inversant Eq. (8).

D) De grands changements climatiques évidents dans les paléo-enregistrements comme le refroidissement *directionnel* de 16C du Globe pendant les 51 derniers millions d'années (Figure 8) peuvent maintenant être expliqués via les changements de masse atmosphérique et de la pression en surface provoquée par les variations géologiques dans l'activité tectonique de la Terre. Ainsi, nous émettons une hypothèse que le méga-refroidissement observé de Terre depuis le début de l'Éocène était dû à une perte nette de 53 % de l'atmosphère vers l'espace provoqué par une réduction du dégazage du manteau à la suite d'un ralentissement de la dérive des continents et de l'étalement du plancher océanique. La figure 9 représente la dynamique reconstruite de la pression moyenne de surface pour les 65,5 M d'années passées basée sur Eq. (8) et l'enregistrement des températures dans la Figure 8.

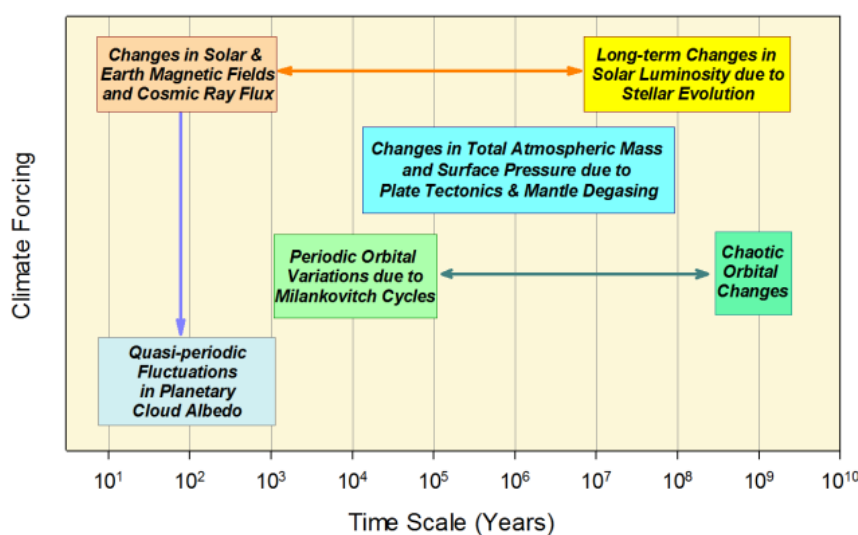
## 5. Théorie unifiée du climat

Les conclusions précédentes peuvent aider à rectifier des incohérences physiques dans le concept actuel de GH et aider au développement d'une théorie unifiée du climat (unified theory of climate = UTC) basée sur une compréhension plus profonde et plus robuste des différents forçages du climat et des échelles de temps de leurs actions. La figure 10 présente une hiérarchie de forçages climatiques comme partie de l'UTC proposée qui est en accord avec les résultats de notre recherche aussi bien qu'avec d'autres études publiées dans les 15 dernières années. Un nouveau pilote clef du climat proposé est la variation du total de la masse atmosphérique et de la pression en surface à l'échelle des temps géologiques (c.-à-d. de dizaines de milliers à des centaines de millions d'années). Selon notre nouvelle théorie, le changement climatique pendant les 100-300 ans passés est dû aux variations d'albedo global des nuages qui ne sont *pas* rattachées à GHE/ATE. C'est essentiellement différent du concept actuel de GH qui essaie d'expliquer les changements climatiques sur une large gamme d'échelles de temps (c.-à-d. de décennies à des dizaines de millions d'années) avec le même forçage attribué aux variations du CO<sub>2</sub> atmosphérique et d'autres gaz en traces absorbant la chaleur (p. ex. Lacis et al. 2010).

Le climat de la Terre est actuellement dans une des périodes les plus chaudes de l'Holocène (les 10 000 dernières). Il est improbable que la planète devienne un peu plus chaude pendant les 100 prochaines années, parce que la couverture de nuages a l'air d'avoir atteint un minimum



pour les niveaux actuels d'irradiance solaire et de pression atmosphérique et que l'activité magnétique solaire a commencé à décliner ce qui peut causer plus de nuages et un plus grand albedo planétaire. À ce point, seulement une augmentation considérable de la masse atmosphérique totale peut provoquer un réchauffement significatif et soutenu. Pourtant, les émissions gazeuses humaines ne produiront très probablement pas une augmentation si de masse.



**Figure 10.** Forçages climatiques globaux et leur échelle de temps d'action selon la Théorie Unifiée du Climat proposée (UTC). Les flèches indiquent les interactions des processus.

## 6. Références

- Kopp, G. et J. L. Lean (2011). A new, lower value of total solar irradiance: Evidence and climate significance, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L01706, doi:10.1029/2010GL045777.
- Kuptsov, L. P. (2001) Hölder inequality, dans Hazewinkel, Michiel, *Encyclopedia of Mathematics*, Springer, ISBN 978-1556080104.
- Lacis, A. A., G. A. Schmidt, D. Rind, et R. A. Ruedy (2010). Atmospheric CO<sub>2</sub>: Principal control knob governing earth's temperature. *Science* 330:356-359.
- Lindzen, R. S. et Y.-S. Choi (2009). On the determination of climate feedbacks from ERBE data. *Geophys. Res. Lett.*, 36, L16705, doi:10.1029/2009GL039628.
- McKittrick, R. R. et al. (2010). Panel and Multivariate Methods for Tests of Trend Equivalence in Climate Data Series. *Atmospheric Science Letters*, Vol. 11, Issue 4, pages 270–277.
- Nikolov, N et K. F. Zeller (manuscript). Observational evidence for the role of planetary cloud-cover dynamics as the dominant forcing of global temperature changes since 1982.
- Pavlaklis, K. G., D. Hatzidimitriou, C. Matsoukas, E. Drakakis, N. Hatzianastassiou et I. Vardavas

(2003). Ten-year global distribution of down-welling long-wave radiation. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 3, 5099-5137.

Spencer, R. W. and W. D. Braswell (2010). On the diagnosis of radiative feedback in the presence of unknown radiative forcing, *J. Geophys. Res.*, 115, D16109, doi:10.1029/2009JD013371

Trenberth, K.E., J.T. Fasullo et J. Kiehl (2009). Earth's global energy budget. *BAMS*, March:311-323

<http://wattsupwiththat.com/2011/12/29/unified-theory-of-climate/>

Traduction par le pseudonyme François Marot