

Réponse à la réfutation de W. Aeschbach-Hertig dans l'article « Sur les forces globales de la nature qui influencent le climat de la Terre. L'humain est-il impliqué ? » de LF Khilyuk et GV Chilingar

GV Chilingar /Æ OG Sorokhtin /Æ LF Khilyuk

Reçu : 17 mai 2007 / Accepté : 27 juin 2007 / Publié en ligne : 24 août 2007
Springer Verlag 2007

Introduction

La théorie anthropique traditionnelle du réchauffement climatique observé actuellement affirme que les rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère (résultant en partie de l'utilisation de combustibles fossiles) entraînent une augmentation de la température atmosphérique, car les molécules de CO₂ (et d'autres gaz à effet de serre) absorbent le rayonnement infrarouge de la surface terrestre. Cette affirmation repose uniquement sur l'hypothèse d'Arrhenius, qui n'a pas été vérifiée (Arrhenius 1896). Une hypothétique « amplification de l'effet de serre » due à des émissions supplémentaires de dioxyde de carbone anthropique et d'autres gaz à effet de serre, principe sacré de la croyance climatique du Dr Aeschbach-Hertig, n'a été ni démontrée expérimentalement ni prouvée théoriquement. Dans notre réponse au Dr Aeschbach-Hertig, qui, il l'avoue, ne connaît pas la littérature russe ni certaines théories modernes, nous nous concentrerons sur l'effet des émissions de CO₂ sur la température de l'atmosphère, qui est au cœur du débat sur le réchauffement climatique observé actuellement.

Les calculs basés sur la théorie adiabatique de l'effet de serre (dérivée des lois fondamentales de la physique et vérifiée par des données expérimentales) montrent qu'une concentration croissante de CO₂ dans l'air devrait entraîner un refroidissement plutôt qu'un réchauffement de l'atmosphère.

GV Chilingar LF Khilyuk Université de
Californie du Sud, Los Angeles, Californie,
États-Unis

Institut d'océanologie

OG Sorokhtin de l'Académie des sciences de Russie, Moscou, Russie

GV Chilingar (&)
101 S. Windsor Blvd., Los
Angeles, CA, États-Unis
Courriel : gchiling@usc.edu

Les partisans de la théorie anthropique ne prennent en compte qu'une seule composante du transfert de chaleur dans l'atmosphère : le rayonnement. Or, dans la troposphère dense de la Terre, à une pression $p > 0,2$ atm, la chaleur de la surface terrestre est principalement transférée par convection (Sor-okhtin 2001a, b). Selon nos estimations, la convection représente 67 %, la condensation de la vapeur d'eau dans la troposphère 25 % et le rayonnement environ 8 % du transfert total de chaleur de la surface terrestre vers la troposphère.

Ainsi, la convection est le processus dominant de transfert de chaleur dans la troposphère et toutes les théories du réchauffement (ou du refroidissement) de l'atmosphère terrestre doivent d'abord prendre en compte ce processus de redistribution de la chaleur (énergie) et de la masse dans l'atmosphère (Sorokhtin 2001a, b ; Khilyuk et Chilingar 2003, 2004).

Lorsque la température d'une masse d'air donnée augmente, celle-ci se dilate, s'allège et s'élève. À son tour, l'air plus dense et plus froid des couches supérieures de la troposphère descend et remplace l'air plus chaud des couches inférieures. Ce système physique (multiples cellules de convection atmosphérique) agit dans la troposphère terrestre comme un refroidisseur de surface continu. L'effet de refroidissement par convection atmosphérique peut surpasser considérablement l'effet de réchauffement du rayonnement.

La conclusion la plus importante de cette observation est que la distribution de température dans la troposphère doit être proche de l'adiabatique, car la masse d'air se dilate et se refroidit en s'élevant, et se comprime et se réchauffe en s'abaissant. Cela n'implique pas nécessairement qu'à un instant donné, la distribution de température doive être adiabatique. Il convient d'envisager une distribution moyenne sur des intervalles de temps de l'ordre du mois.

Points clés de la théorie adiabatique de l'effet de serre

Par définition, l'effet de serre est la différence DT entre la température moyenne de la surface de la planète T_s et

sa température effective T_e (qui est déterminée par le rayonnement solaire et l'albédo de la Terre) :

$$DT \frac{1}{4} T_s T_e$$

δ1p

La température moyenne actuelle à la surface du globe est de 288 K et la température effective de 255 K. Par conséquent, l'effet de serre actuel est d'environ +33 °C. Le terme « effet de serre » est source de confusion d'un point de vue physique et induit le grand public en erreur.

Selon l'hypothèse d'Arrhenius, l'atmosphère, contenant des « gaz à effet de serre », est transparente au rayonnement solaire à ondes courtes mais absorbe le rayonnement à ondes longues (infrarouge) émis par la surface chauffée de la Terre, réduisant ainsi les pertes de chaleur terrestre dans l'espace. Ce dernier est considéré comme la principale cause du réchauffement atmosphérique : plus la concentration de « gaz à effet de serre » dans l'atmosphère est élevée, plus sa température globale est élevée. Le terme « effet de serre » a été inventé par analogie avec les serres en verre, car le verre est transparent pour la partie visible du spectre solaire mais absorbe le rayonnement infrarouge. Cependant, le principal effet de chauffage dans la serre est dû à l'isolation du volume d'air contenu dans la serre et à l'empêchement de son mélange avec l'air extérieur. Dès que les fenêtres de la serre sont ouvertes, la convection se produit et l'effet de serre disparaît.

Dans la troposphère terrestre, la composante convective du transfert de chaleur prédomine. Lorsque le rayonnement infrarouge est absorbé par les gaz à effet de serre, son énergie se transforme en oscillations des molécules de gaz (échauffement du volume exposé du mélange gazeux). En conséquence, le gaz chauffé se dilate, devient plus léger et monte rapidement vers les couches supérieures de la troposphère, où la chaleur est émise dans l'espace par rayonnement. En refroidissant, le gaz redescend vers la surface terrestre, où les températures de surface antérieures (voire inférieures) sont rétablies. Une situation analogue est observée avec le réchauffement de l'air dû à la condensation de la vapeur d'eau.

La température de rayonnement effective est déterminée par la loi de Stefan-Boltzmann :

$$1=4 T_e \frac{1}{4} \frac{1}{\delta 1} A p S=4 r$$

δ2p

où $r (= 5,67 \cdot 10^5 \text{ erg/cm}^2 \text{ s } C_4)$ est la constante de Stefan-Boltzmann ; S est la constante solaire à la distance de la Terre au Soleil ($S = 1,367 \cdot 10^6 \text{ erg/cm}^2 \text{ s}$) ; A est l'albédo, qui est déterminé principalement par la couverture nuageuse (pour la Terre $A \approx 0,3$). Selon l'équation 2, la température effective T_e est égale à 255 K (ou 18 °C). Par conséquent, l'effet de serre actuel pour la Terre est égal à 33 °C.

La condensation de la vapeur d'eau dans la troposphère engendre des nuages, qui déterminent dans une large mesure les propriétés réfléchissantes de la planète, c'est-à-dire son albédo A .

ce dernier donne lieu à une forte rétroaction négative entre la température de surface T_s et la température du « corps absolument noir » T_{bb} , qui est déterminée par le rayonnement solaire S atteignant la surface de la Terre à sa distance du Soleil.

En effet, toute augmentation de la température de surface intensifie l'évaporation de l'eau et accroît la nébulosité terrestre, ce qui, à son tour, augmente l'albédo terrestre. En conséquence, la réflexion de la chaleur solaire des nuages vers l'espace augmente, l'afflux de chaleur à la surface terrestre diminue et la température moyenne de surface revient à son niveau précédent. Une forte rétroaction négative dans tout système conduit à une dépendance linéaire de la sortie du système à son entrée. Cela implique que la température de surface T_s (ainsi que la température T à toute altitude dans la troposphère) est proportionnelle à la température de rayonnement effective T_e , déterminée par le rayonnement solaire à une certaine distance de la Terre par rapport au Soleil.

Pour le processus adiabatique, la température absolue du gaz T est une fonction de la pression p (Landau et Lifshits 1979) :

$$T \frac{1}{4} C p a$$

δ3p

où C est une constante, qui peut être déterminée à l'aide de considérations théoriques ou de données expérimentales. En utilisant les considérations théoriques précédentes, l'équation 3 peut être réécrite sous la forme suivante :

$$T \frac{1}{4} b a T_e \delta p = p_0 \delta p^{\frac{1}{a}}$$

δ4p

où p est la pression atmosphérique à une certaine altitude ; p_0 est la pression au niveau de la mer ($p_0 = 1 \text{ atm}$) ; a est l'exposant adiabatique, $a = (c_p c_v)/c_p$, où c_p et c_v sont les chaleurs spécifiques du mélange gazeux d'air à une pression constante et un volume constant, respectivement ; et b est un coefficient d'échelle $b = [1/(1A) 1/4] 1/a$.

L'exposant adiabatique a , qui est une fonction de la composition et de l'humidité de l'atmosphère, peut être déterminé à l'aide de l'équation suivante (Voytkevitch et al. 1990) :

$$a \frac{1}{4} R = l \delta c p \delta C w \delta C r \delta$$

δ5p

$$c p \frac{1}{4} \frac{1}{2} p \delta N_2 \delta c p \delta N_2 \delta p \delta O_2 \delta c p \delta O_2 \delta$$

$$p \delta CO_2 \delta c p \delta CO_2 \delta p \delta A r \delta p;$$

δ6p

où $R (= 1,987 \text{ cal/mol } C)$ est la constante universelle des gaz ; l est le poids moléculaire du mélange d'air (pour la Terre, $l \approx 29$) ; $p(N_2)$ & 0,7551, $p(O_2)$ & 0,2315, et $p(CO_2)$ & 0,00046, et $p(Ar)$ & 0,0128 atm sont les pressions atmosphériques partielles de l'azote, de l'oxygène, du dioxyde de carbone et de l'argon, respectivement ; $p + 1 \text{ atm}$ est la pression atmosphérique totale ; $c_p(N_2) = 0,248$, $c_p(O_2) = 0,218$, $c_p(CO_2) = 0,197$, $c_p(Ar) = 0,124 \text{ cal/g } C$ sont les chaleurs spécifiques de l'azote, de l'oxygène, du dioxyde de carbone et de l'argon (à pression constante), respectivement (Bachinskiy et al. 1951) ; C_w et C_r sont des coefficients correctifs tenant compte de l'effet de chauffage de

Condensation de l'eau et absorption du rayonnement infrarouge par les gaz à effet de serre, respectivement. L'équation 5 permet d'obtenir :

$C_w \cdot \frac{1}{4} R = \delta l \cdot a \cdot c_p$ δ1b

La meilleure adéquation de la distribution théorique de température (équation 4) aux données expérimentales moyennes dans la troposphère terrestre se produit à $a = 0,1905$. Pour le mélange d'air sec de l'atmosphère terrestre, $c_p = 0,2394 \text{ cal/g}$ C. En remplaçant ces données dans l'équation 7, on obtient $C_w + C_r = 0,1203 \text{ cal/g}$ C.

Pour déterminer les composants C_w et C_r séparément, il faut utiliser les températures de surface (T_s) et effective (T_e) de la planète (Sorokhtin 2001a, b) :

$C_r \cdot \frac{1}{4} R \delta T_s = l \cdot T_e \cdot c_p$ δ8b

$C_w \cdot \frac{1}{4} R T_e = l \cdot a \cdot T_s \cdot c_p$ δ9b

Français En remplaçant les paramètres de l'atmosphère terrestre ($a = 0,1905$, $l = 29$, $c_p = 0,2394 \text{ cal/g}$ C, $T_s = 288,2 \text{ K}$, $T_e = 263,6 \text{ K}$ et $R = 1,987 \text{ cal/mol}$ C) dans les équations 8 et 9, on obtient $C_r = 0,0307 \text{ cal/g}$ C, $C_w = 0,0896 \text{ cal/g}$ C et $C_w + C_r = 0,1203 \text{ cal/g}$ C, ce qui est exactement la même valeur que la valeur déterminée précédemment. Ces estimations des composantes de la chaleur spécifique du mélange d'air permettent de comparer les effets relatifs de divers processus de transfert de chaleur dans l'atmosphère terrestre : la convection représente environ 67 %, la condensation de la vapeur d'eau 25 % et le rayonnement environ 8 %.

Substitution de T_e déterminée par l'équation 2 dans les résultats de l'équation 4 dans l'équation suivante :

$T \cdot \frac{1}{4} b a \cdot \frac{1}{2} \delta l \cdot A b S = 4 r \cdot \delta p = p_0 b$ 1=4 un δ10b

Il est à noter que dans l'équation 10, la constante solaire S est divisée par 4, car la surface d'insolation du disque terrestre est quatre fois inférieure à la surface totale éclairée de la Terre.

L'équation 10 n'est valable que si l'axe de rotation de la planète est strictement perpendiculaire au plan écliptique, c'est-à-dire que l'angle de précession w est égal à zéro.

L'angle d'inclinaison du plan équatorial par rapport au plan écliptique n'est pas égal à zéro et change dans le temps.

Par conséquent, chaque région polaire de la Terre n'est insolée que six mois. L'autre moitié de l'année, elle est privée d'énergie solaire. Lorsqu'une région polaire est insolée, l'autre se trouve dans l'ombre de la Terre et ne reçoit pas d'énergie solaire. Le reste de la surface terrestre reçoit régulièrement sa part d'énergie solaire ; par conséquent, l'équation 10 est valable pour le calcul de la température de l'air. Par conséquent, pour calculer la température moyenne d'une planète « inclinée » aux hautes latitudes (régions polaires), il faut diviser la constante solaire par 2 (et non par 4). De plus, il faut prendre en compte

En considérant la forme sphérique de la région polaire, la constante solaire de l'équation 10 doit être divisée par un nombre N compris entre 2 et 4. Compte tenu de tout ce qui précède et en supposant que l'angle de précession est relativement faible, on peut déduire l'équation suivante pour la distribution de la température moyenne dans la troposphère :

$T \cdot \frac{1}{4} b a \cdot \frac{2}{4} \frac{S \cdot \delta l \cdot A b}{4 \delta p = 2 w b \cdot 4 w r \cdot \frac{1}{2} b \cdot p = 2} \cdot \frac{1}{p = 2 \delta l \cdot \cos w b} = \frac{3}{5} \delta p = p_0 b$ 1=4 un δ11b

En simplifiant l'équation 11, on peut obtenir la formule suivante pour la température atmosphérique, qui est pratique pour le calcul de la température à une altitude (pression) donnée :

$T \cdot \frac{1}{4} b a \cdot f S \delta l \cdot A b = \frac{1}{2} r \cdot f 4 \delta p = 2 w b = \delta p = 2 b \cdot 2 w \delta 2 = p b \cdot 2 = \delta l \cdot b \cdot \cos w b \cdot g \cdot 1 = 4$ un

$\delta p = p_0 b \cdot \delta 12b$

où w est l'angle de précession de la Terre ; p est la pression atmosphérique à une altitude donnée ($0,2 \text{ atm} < p < p_0$), et $p_0 = 1 \text{ atm}$.

Pour l'angle d'inclinaison actuel de la Terre ($w = 23,44^\circ$), la température moyenne de surface au niveau de la mer T_S & $288,2 \text{ K}$ et le coefficient b sont égaux à $1,597$. Pour l'atmosphère azote-oxygène $b a = 1,093$. Si l'albédo est constant, alors le coefficient b est constant, tandis que la valeur $b a$ varie avec la valeur de a , qui dépend à son tour de la composition de l'atmosphère.

La composante convective du transfert de chaleur prédomine dans la troposphère. Lorsque le rayonnement infrarouge est absorbé par les gaz à effet de serre, l'énergie du rayonnement se transforme en oscillations des molécules de gaz, c'est-à-dire en réchauffement du volume exposé du mélange gazeux. Le transfert de chaleur ultérieur peut alors se produire soit par diffusion, soit par transfert convectif de volumes de gaz dilatés. Les chaleurs massiques de l'air étant très faibles (environ $5,3 \cdot 10^5 \text{ cal/cm} \cdot \text{s} \cdot \text{C}$), les taux de transfert de chaleur par diffusion ne dépassent pas quelques cm/s, tandis que les taux de transfert de chaleur par convection dans la troposphère peuvent atteindre plusieurs mètres par seconde. Une situation analogue se produit lors du réchauffement de l'air par condensation de vapeur d'eau : les taux de transfert convectif de volumes d'air chauffés dans la troposphère sont de plusieurs ordres de grandeur supérieurs aux taux de transfert de chaleur par diffusion.

L'équation 12 (modèle adiabatique de la température atmosphérique) peut être appliquée au calcul de la distribution de la température atmosphérique pour toute planète possédant une atmosphère dense (avec une pression atmosphérique supérieure à $0,2 \text{ atm}$), ainsi que pour différentes périodes géologiques du développement de la Terre. Pour adapter le modèle adiabatique à différentes conditions, il est nécessaire de spécifier la valeur de la constante solaire.

S, l'angle de précession de la planète w et la valeur de l'exposant adiabatique a .

Français Le modèle adiabatique de l'effet de serre a été vérifié en comparant la distribution théorique de la température dans la troposphère de la Terre (construite sur la base de l'équation 12) avec le modèle standard basé sur des données expérimentales. Pour la Terre, les paramètres du modèle adiabatique ont été choisis comme suit : $S = S_0 = 1,367 \text{ erg/cm s}$; $w = 23,44$; et $a = 0,1905$. Les calculs de Sorokhtin (2001a, b) ont montré que la distribution théorique de la température basée sur l'équation 11 était identique à la distribution standard de la température de la Terre (Bachinskiy 1951) avec une précision de 0,1 %.

Le modèle standard de la température atmosphérique de la Terre donne des valeurs moyennes (sur la surface de la Terre) de température et de pression en fonction de l'altitude au-dessus du niveau de la mer. Ce modèle (avec un gradient de température de 6,5 K/km) est appliqué dans le monde entier pour l'étalonnage des jauges et des baromètres d'avions, qui sont utilisés pour les observations météorologiques.

Français Le modèle adiabatique a été vérifié plus avant en comparant la distribution théorique de la température dans la troposphère dense (constituée principalement de dioxyde de carbone) de Vénus avec les données expérimentales. Pour Vénus, $w \approx 3$, $a = 0,179$, $l = 43,5$, $c_p = 0,2015 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$; $T_s = 735,3 \text{ K}$ et $T_e = 228 \text{ K}$, et, par conséquent, $Cr = 0,177 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$, $Cw = 0,122 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ et $Cw + Cr = 0,055 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$. La valeur accrue du paramètre Cr , qui est une mesure de la composante de rayonnement du transfert de chaleur, peut très probablement s'expliquer par les conditions extrêmement chaudes de la troposphère de Vénus.

Le fait que $Cw < 0$ signifie que dans la troposphère de Vénus (en particulier dans ses couches inférieures et moyennes), les réactions endothermiques de dissociation de certains composés dominant (par exemple, la dissociation de l'acide sulfurique H_2SO_4 en SO_3 et H_2O). En revanche, dans les couches supérieures de la troposphère de Vénus, à des altitudes de 40 à 50 km et au-dessus de 60 km, le paramètre $Cw > 0$. Ainsi, les réactions exothermiques de formation de composés chimiques (l'acide sulfurique, par exemple) y dominent. De plus, la condensation de la vapeur d'eau dans les nuages de Vénus réchauffe son atmosphère.

Pour l'atmosphère de Vénus, $p_s = 90,9 \text{ atm}$ et $S = 2,62 \cdot 10^6 \text{ erg/cm}^2 \cdot \text{s}$ (Marov 1986 ; Planet Venus 1989). En substituant toutes ces valeurs dans l'équation 11, on peut construire la distribution de température de l'atmosphère de Vénus.

Les résultats du test du modèle adiabatique (Eq. 11) ont montré une bonne concordance entre les données théoriques et expérimentales (précision de 1% pour Vénus).

Impact anthropique sur le climat de la Terre

La théorie adiabatique permet d'évaluer quantitativement l'influence des émissions anthropiques de dioxyde de carbone sur le climat terrestre. La teneur en carbone de l'atmosphère

À la fin du siècle, la concentration de CO_2 dans l'atmosphère terrestre augmentait d'environ 3 milliards de tonnes par an. Le taux d'émission total de CO_2 d'origine anthropique dans l'atmosphère terrestre est actuellement d'environ 5 à 7 milliards de tonnes par an (Schimel, 1995 ; Robinson et al., 1998), soit environ 1,4 à 1,9 milliard de tonnes de carbone par an. Cette quantité de dioxyde de carbone augmente légèrement la pression atmosphérique.

Pour estimer l'effet des émissions anthropiques de dioxyde de carbone sur la température globale, on peut utiliser le modèle adiabatique ainsi que l'analyse de sensibilité (Sorokhtin 2001a, b ; Khilyuk et Chilingar 2003, 2004).

Au niveau de la mer, si la pression est mesurée en atmosphères, alors $p = 1 \text{ atm}$ et

DT TaDp

$\delta 13p$

Français Si, par exemple, la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère augmente de deux fois (de 0,035 à 0,07 %), ce qui est prévu d'ici 2100, alors la pression atmosphérique augmentera de $Dp = 1,48 \cdot 10^4 \text{ atm}$ (Sorokhtin 2001a, b). Après substitution de $T = 288 \text{ K}$, $a = 0,1905$ et $Dp = 1,48 \cdot 10^4 \text{ atm}$ dans l'équation 13, on obtient $DT \approx 8,12 \cdot 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$. DT sera légèrement plus élevé aux altitudes plus élevées (Khilyuk et Chilingar 2003). Ainsi, l'augmentation de la température de surface au niveau de la mer causée par le doublement de la concentration actuelle de CO_2 dans l'atmosphère sera inférieure à $0,01 \text{ } ^\circ\text{C}$, ce qui est négligeable en comparaison des fluctuations temporelles naturelles de la température mondiale.

Ces estimations permettent de tirer une conclusion essentielle : même une augmentation considérable des émissions anthropiques de dioxyde de carbone n'entraîne pas de hausse notable de la température. Par conséquent, l'hypothèse selon laquelle le réchauffement climatique actuel résulterait d'une augmentation des émissions de dioxyde de carbone (gaz à effet de serre) dans l'atmosphère est fausse.

De plus, pour évaluer les conséquences climatiques des émissions anthropiques de CO_2 , il faut prendre en compte le fait que le dioxyde de carbone émis se dissout dans l'eau océanique (selon la loi de Henry) puis se fixe dans les carbonates. Au cours de ce processus, une partie de l'oxygène atmosphérique, avec le carbone, est également transférée dans les carbonates. Par conséquent, au lieu d'une légère augmentation de la pression atmosphérique, on devrait s'attendre à une légère diminution, accompagnée d'un léger refroidissement climatique. De plus, une partie du dioxyde de carbone est réduite en méthane lors de l'hydratation des roches de la croûte océanique. Du fait de la formation de carbonates et de la génération de méthane, environ 2,3 108 tonnes/an de CO_2 sont éliminées de l'atmosphère. La consommation potentielle de CO_2 lors de l'hydratation est cependant considérablement plus élevée. Bien que la période de ce cycle géochimique soit supérieure à 100 ans, l'effet de la consommation de CO_2 est additif.

Outre le CO₂ anthropique, une partie de l'O₂ est également éliminée de l'atmosphère (environ 2,3 g pour 1 g de carbone). Si l'océan et les plantes consomment tout ce CO₂ supplémentaire, cela entraînerait, après 2100, une baisse de la pression atmosphérique d'environ 0,34 mbar et un refroidissement climatique de $8,2 \cdot 10^2$ °C et 0,01 °C.

En fait, le métabolisme des plantes devrait presque complètement compenser la perturbation de l'équilibre par l'homme et rétablir l'équilibre climatique.

Refroidissement atmosphérique global dû à l'augmentation de la teneur en CO₂

L'augmentation de la teneur en CO₂ entraîne un refroidissement global de l'atmosphère. À première vue, cette conclusion paradoxale peut être déduite de la théorie adiabatique du transfert de chaleur. Pour comparer les caractéristiques de température d'une planète selon différentes compositions de son atmosphère, on peut utiliser l'équation 12.

Si l'on suppose que l'atmosphère d'azote et d'oxygène existante de la Terre est entièrement remplacée par une atmosphère imaginaire de dioxyde de carbone avec la même pression de 1 atm et un exposant adiabatique $a = 0,1428$, alors la valeur de $ba = 1,5970,1428 = 1,069$ et la température près de la surface diminuerait à 281,6 K. Ainsi, la température atmosphérique diminuerait de 6,4 °C, au lieu d'augmenter selon la théorie traditionnelle.

Français Pour construire les distributions de température dans l'atmosphère de dioxyde de carbone, il faut prendre en compte le fait que pour une même pression, l'altitude correspondante au-dessus du niveau de la mer est inférieure à celle de l'atmosphère d'azote-oxygène de la Terre : $h(\text{CO}_2) = h(\text{N}_2 + \text{O}_2) \cdot 29/44$, où h est l'altitude, et 29 et 44 sont les poids moléculaires des atmosphères d'azote-oxygène et de dioxyde de carbone, respectivement. Ces distributions de température sont présentées dans la figure 1. Sur cette figure, le graphique de distribution de température pour la troposphère de dioxyde de carbone se trouve sous le graphique de distribution pour l'atmosphère d'azote-oxygène. Ainsi, la température près de la surface de l'atmosphère de dioxyde de carbone est inférieure de 6,4 °C à celle de l'atmosphère d'azote-oxygène et n'est pas considérablement plus élevée que certains scientifiques continuent de le croire.

Par conséquent, l'accumulation de dioxyde de carbone en grandes quantités dans l'atmosphère ne devrait conduire qu'à un refroidissement du climat, tandis que des changements insignifiants dans la pression partielle de CO₂ (quelques centaines de ppm) n'influenceraient pratiquement pas la température moyenne de l'atmosphère à la surface de la Terre.

De même, si l'on suppose que l'atmosphère de dioxyde de carbone existante de Vénus est entièrement remplacée par l'atmosphère d'azote et d'oxygène à la même pression de 90,9 atm, alors sa température de surface augmenterait de

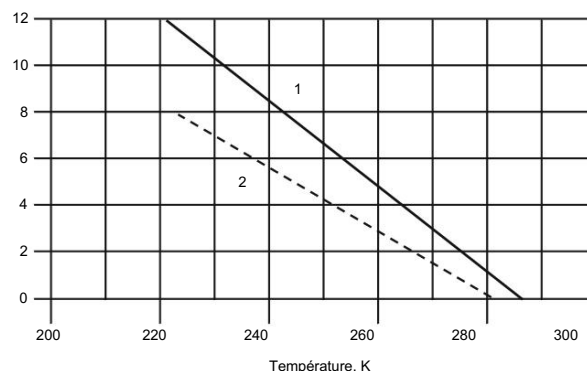


Fig. 1 Relation entre la température et l'altitude au-dessus du niveau de la mer pour 1 l'atmosphère d'azote et d'oxygène existante sur Terre et 2 le modèle hypothétique d'atmosphère de dioxyde de carbone

735 à 796 K. Ainsi, l'augmentation de la saturation de l'atmosphère en dioxyde de carbone (malgré sa capacité d'absorption des radiations), toutes autres conditions étant égales par ailleurs, entraîne une diminution et non une augmentation de l'effet de serre et une diminution de la température moyenne de l'atmosphère de la planète.

Les distributions de température moyennes pour l'atmosphère de dioxyde de carbone existante et l'atmosphère hypothétique d'azote et d'oxygène sur Vénus sont présentées dans la Fig. 2.

Conclusions

Au cours des trois derniers millénaires, on observe une nette tendance au refroidissement du climat terrestre (Keigwin, 1996; Sorokhtin et Ushakov, 2002; Gerhard, 2004; Khiyuk et Chilingar, 2006; Sorokhtin et al., 2007). Durant cette période, les écarts de température globale par rapport à cette tendance ont atteint jusqu'à 3 °C, avec une nette tendance à la baisse de la température globale d'environ 2 °C. Variations à relativement court terme.

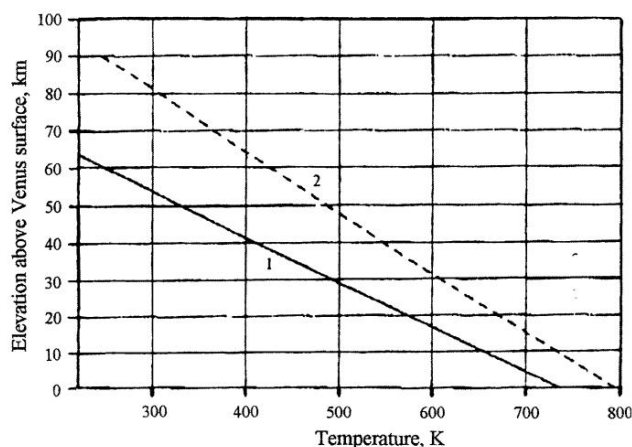


Fig. 2 Relation entre la température et l'altitude au-dessus de la surface de Vénus pour 1 atmosphère de dioxyde de carbone existante et 2 modèles hypothétiques d'atmosphère d'azote et d'oxygène

Les variations de la température mondiale sont principalement dues aux variations de l'activité solaire et ne sont pas liées aux changements de la teneur en dioxyde de carbone de l'atmosphère.

L'accumulation de grandes quantités de dioxyde de carbone dans l'atmosphère devrait conduire au refroidissement et non au réchauffement du climat comme le croient les partisans de la théorie traditionnelle du réchauffement climatique d'origine anthropique (Aeschbach-Hertig 2006). Cette conclusion a une explication physique simple : lorsque le rayonnement infrarouge est absorbé par les molécules de gaz à effet de serre, son énergie se transforme en dilatation thermique de l'air, ce qui provoque des flux convectifs de masses d'air rétablissant la distribution adiabatique de la température dans la troposphère. Nos estimations montrent que le rejet de faibles quantités de dioxyde de carbone (plusieurs centaines de ppm), typiques des émissions anthropiques, n'influence pas la température globale de l'atmosphère terrestre.

Références

- Aeschbach-Hertig W (2006) Réfutation de l'article « Sur les forces globales de la nature qui influencent le climat de la Terre. L'humain est-il impliqué ? » de LF Khilyuk et GV Chilingar. *Environ Geol*. Publié en ligne : 5 octobre 2006.
- Arrhenius S (1896) Sur l'influence de l'acide carbonique dans l'air sur la température du sol. *Philos Mag* 41:237–276 Bachinskiy AI, Putilov W, Suworov NP (1951) Manuel de physique. Uchpedgiz, Moscou, 380 pp. Gerhard
- LC (2004), Changement climatique : conflit entre science observationnelle, théorie et politique. *Am Assoc Petrol Geol Bull* 88(9) : 1211– 1220.
- Keigwin LD (1996) Le petit âge glaciaire et la période chaude médiévale en la mer des Sargasses. *Science* 274 : 1504–1508
- Khilyuk LF, Chilingar GV (2003) Réchauffement climatique : confondons-nous cause et effet ? *Energy Sources* 25 : 357–370 Khilyuk LF, Chilingar
- GV (2004) Réchauffement climatique et changements climatiques à long terme : rapport d'étape. *Environ Geol* 46 : 970–979 Khilyuk LF, Chilingar GV (2006) Sur les forces mondiales de la nature qui influencent le climat de la Terre. L'humain est-il impliqué ? *Environ Geol* 50 : 899–910
- Khilyuk LF, Chilingar GV, Endres B, Robertson J (2000) Migration des gaz. Gulf Publishing Company, Houston, 389 pp. Landau LD, Lifshits EM (1979) Physique statistique. Nauka, Moscou, 559 pp
- Marov MYa (1986) Planètes du système solaire. Nauka, Moscou, 320 pp Robinson AB, Baliunas SL, Soon W, Robinson ZW (1998) Effets environnementaux de l'augmentation du dioxyde de carbone atmosphérique, 8 pp. <http://www.info@oism.org>; <http://www.info@marshall.org> Schimel DS (1995) Les écosystèmes terrestres et le cycle du carbone. *Global Change Biol* 1:77–91
- Sorokhtin OG (1990) L'effet de serre de l'atmosphère dans l'histoire géologique de la Terre. *Dokl AN SSSR* 315(3):587–592 Sorokhtin OG (2001a) Effet de serre : mythe et réalité. *Vestn Russ Acad Nat Sci* 1(1):8–21 Sorokhtin OG (2001b) Distribution de la température sur
- Terre. *Izvest RAN Phys Earth* 3:71–78 Sorokhtin OG, Ushakov SA (2002) Évolution de la Terre, Éditions de l'Université
- de Moscou, Moscou, 560 pp Sorokhtin OG, Chilingar GV, Khilyuk LF, Gorfunkel MV (2006)
- Évolution du climat mondial. *Sources d'énergie* 29(1) : 1–19
- Sorokhtin OG, Chilingar GV, Khilyuk LF (2007) Réchauffement et refroidissement planétaires. Évolution du climat sur Terre. Elsevier, Amsterdam, 313 p.
- Voitkevitch GV, Kokin AV, Miroshnikov AE, Prokhorov VG (1990) Manuel de géochimie. Nedra, Moscou, 480 pages