



Science, climat et énergie

Réflexions sur la science, le climat et l'énergie

Les nuages ont plus d'effets que vous ne le pensez

🕒 26 juin 2020 📁 atmosphère et CO₂, bilan énergétique de la Terre, climat, effet de serre, température globale 👤 Jean N.

par Prof. Dr. Jean N.

Le 22 janvier 2020 paraissait dans Scientific Reports, une revue du groupe Nature, un article en libre accès concernant le climat (Delgado-Bonal et al. 2020)[1]. Cet article vaut le détour et le but est de vous le présenter brièvement ici. Les 4 auteurs de l'article travaillent aux USA pour la NASA (NASA Goddard Space Flight Center). En employant des méthodes d'analyses assez sophistiquées, et sans faire intervenir le taux de CO₂ atmosphérique, les auteurs démontrent que sur les 40 dernières années la quantité de radiations de courte longueur d'onde (SW) arrivant sur le sol de notre planète (donc en provenance du soleil) aurait varié de manière conséquente **en raison d'un changement significatif de la quantité de nuages**. Les résultats obtenus suggèrent donc que le léger réchauffement global observé depuis 40 ans (pour rappel, moins de 0,5°C) ne serait pas causé par une variation du taux de CO₂ mais simplement **par l'évolution de la couverture nuageuse!** Comme nous vous l'avions montré à plusieurs reprises sur SCE (par exemple [ici](#), [ici](#), [ici](#) et [ici](#)) le CO₂ n'a probablement **aucun** rôle dans le réchauffement global constaté actuellement. Les résultats de Delgado-Bonal et al. 2020 soutiennent donc nos conclusions.

1. Introduction

Le climat est un système très complexe où interviennent de nombreux processus différents, opérant à toutes les échelles spatio-temporelles, et montrant des **relations non linéaires** entre ses variables. Un article récent paru ici même sur SCE vous présentait d'ailleurs l'importance des phénomènes chaotiques dans le climat ([ici](#)). Comprendre les changements dans ces relations non linéaires est de la plus haute importance pour comprendre le changement climatique actuel et ses implications pour l'avenir. De grands efforts ont ainsi été déployés au cours des dernières années pour caractériser ces variations.

L'atmosphère de la Terre peut être considérée comme un **système thermodynamique non linéaire qui n'échange essentiellement que des rayonnements avec son environnement, c'est-à-dire l'espace interplanétaire** (Figure 1).

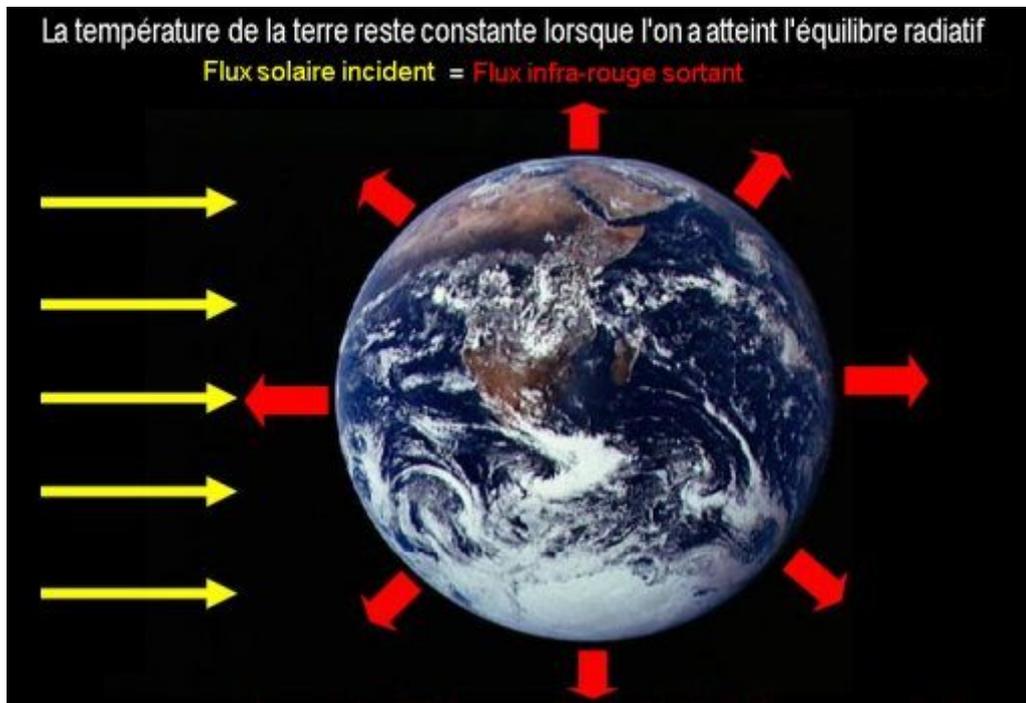


Figure 1. Equilibre radiatif de la Terre. Source : [Pensée Unique](#).

Le flux de rayonnement solaire maintient l'atmosphère dans une situation thermodynamique **hors équilibre**, générant une dynamique climatique qui a une influence sur la température de la planète. Le bilan énergétique est modulé par le rayonnement solaire entrant, de courte longueur d'onde (SW), et le rayonnement terrestre sortant, de grande longueur d'onde (LW). L'origine du changement climatique provient de changements dans le bilan énergétique de l'atmosphère. Par exemple, des entrées qui augmentent ou des sorties qui diminuent (Figure 2).

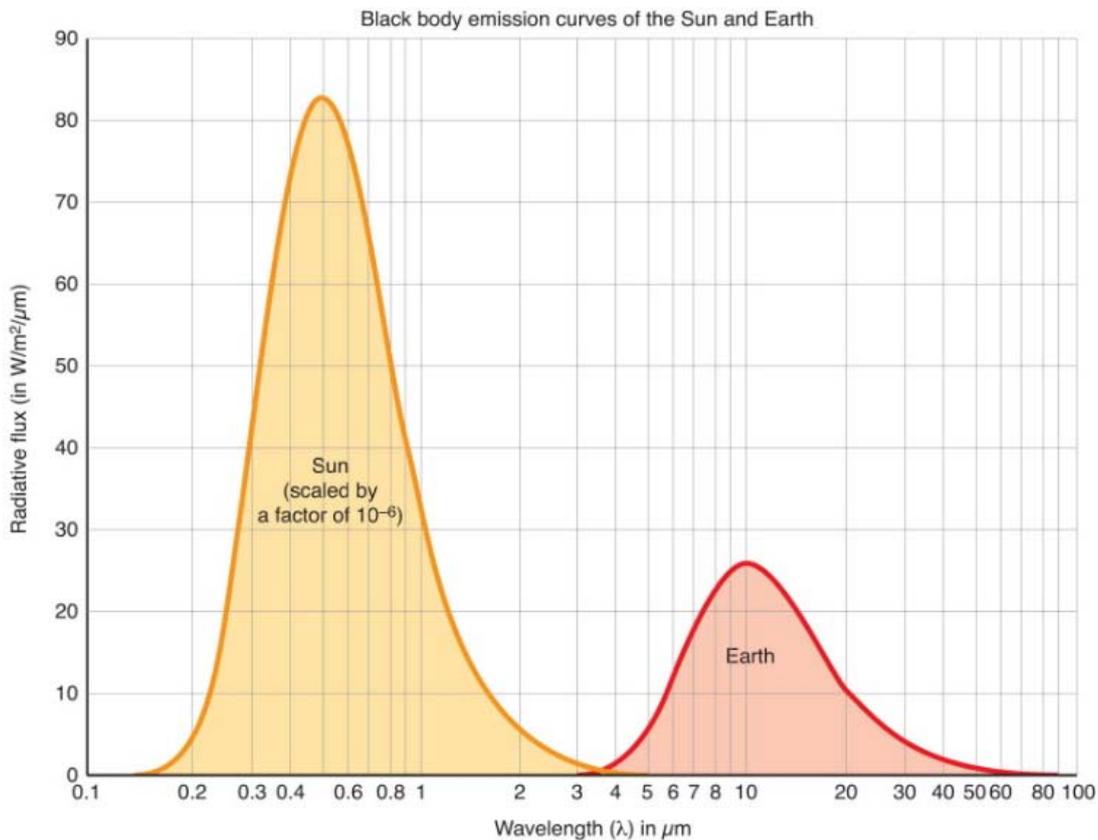


Figure 2. Selon la loi de Planck, si on considère le Soleil comme un corps noir à la température de 5800 K, le

soleil émet des radiations comprises entre 0.1 et 4 microns (99% des radiations sont comprises entre ces limites). Ce rayonnement solaire entrant (SW) est illustré en jaune sur la figure. La Terre, plus froide, émet un rayonnement sortant de grande longueur d'onde (LW) compris entre 4 et 50 microns, illustré en rouge sur la figure.

De nos jours, certains scientifiques pensent que la Terre absorbe plus d'énergie en provenance du Soleil qu'elle n'en émet vers l'espace. Ceci créerait une situation de déséquilibre énergétique qui expliquerait le réchauffement actuel. Bien que les flux énergétiques puissent être surveillés depuis le sol, l'utilisation de satellites pour fournir des mesures de flux d'énergie vers et depuis la Terre offre une vue beaucoup plus précise du système. L'évolution du déséquilibre énergétique a ainsi été étudiée par de nombreux scientifiques à l'aide de données satellitaires, et il semble que ce déséquilibre ait augmenté au cours des dernières décennies[2]. **Mais contrairement à ce que rapportent les médias, il faut souligner que la ou les cause(s) du déséquilibre sont fortement débattus dans le monde scientifique** et que les climatologues ne sont pas toujours d'accord entre eux. Les auteurs du présent article écrivent d'ailleurs :

“While those changes have been argued to be due to human activities[3], the questions of which of the parameters are changing faster and if that is affecting the dynamics of the system are still open.”

Ce que nous pourrions traduire par : *“Bien que l'on puisse penser que ces changements soient causés par les activités humaines, la question reste ouverte : quels sont les paramètres qui changent le plus rapidement? La dynamique du système est-elle affectée?”*

En atteignant la Terre, une partie du rayonnement solaire est réfléchi **par les nuages et la surface** sous forme de rayonnements de courte longueur d'onde (SW). **Les changements dans la distribution des nuages ou l'albédo de surface affectent donc ce flux et modifient le bilan énergétique[4]**. Au cours des quatre dernières décennies, les changements dans la distribution des nuages de faible altitude tels que les stratocumulus subtropicaux ont été d'une grande importance[5] car **ces nuages ont la capacité de réfléchir de grandes quantités de rayonnement dans l'espace mais ne réduisent pas de manière significative le rayonnement terrestre sortant**.

Les auteurs rappellent dans leur article que le reste du rayonnement est absorbé par l'atmosphère ou passe à la surface de la Terre, et la chaleur générée par cette absorption est ensuite émise sous forme de rayonnement de grande longueur d'ondes (LW). Les changements dans la composition chimique de l'atmosphère ou la température des océans peuvent affecter ce flux à court et à long terme[6]. Mais de manière générale, toute perturbation du rayonnement de courte ou de grande longueur d'onde entraînera un déséquilibre énergétique avec un impact direct sur la dynamique du système terrestre[7]. Remarquons ici que les auteurs de l'article ne mentionnent pas la convection ni l'évaporation de l'eau des océans.

L'équipe de Delgado-Bonal a ainsi analysé l'évolution récente du climat (des séries chronologiques) en étudiant la complexité des **champs de rayonnement à ondes courtes et à ondes longues**. Plusieurs techniques mathématiques existent pour estimer la complexité des séries chronologiques, comme l'exposant de Lyapunov, la complexité de Kolmogorov, la dimension de corrélation ou la complexité de Lempel-Ziv. Nous n'allons pas entrer dans ces détails ici. **Il faut simplement retenir que les auteurs ont étudié l'évolution des relations non linéaires entre les séries temporelles des ondes courtes et les ondes longues**. Les données de rayonnement utilisées par les auteurs couvrent les 40 dernières années (donc depuis 1980) et proviennent de la base de données MERRA-2[8]. Pour la couverture nuageuse, les auteurs ont utilisé la base de données ISCCP (The International Satellite Cloud Climatology Project).

2. Résultats



Les résultats des auteurs de la NASA ne seront pas détaillés ici. Nous allons juste présenter le résultat final et les lecteurs intéressés pourront toujours consulter [l'article original](#).

Les résultats obtenus montrent que ce sont les radiations SW qui ont le plus varié sur la période de 40 ans examinée. Une hypothèse plausible pour expliquer les changements dans le rayonnement SW est que la quantité et les propriétés des nuages aient changé au cours des dernières décennies. Des recherches antérieures ont d'ailleurs étudié ces changements, en se concentrant sur des types spécifiques de nuages[9] ou sur les tendances à l'échelle mondiale[10]. En utilisant la base de données ISCCP, les auteurs ont analysé les changements dans la quantité de nuages dans le monde toutes les 3 heures. Leurs analyses statistiques suggèrent que la quantité de radiations SW est bel et bien liée à la quantité de nuages. Les auteurs soutiennent donc l'idée que **les nuages et l'albédo, qui déterminent finalement le rayonnement SW, sont les variables les plus importantes pour expliquer le changement climatique actuel**, et ce en accord avec des recherches antérieures sur les variations de la couverture de stratocumulus. Par exemple, Wen et al. en 2019 ont montré qu'une augmentation de la couverture nuageuse ([Cloud Fraction](#)[11]) de 0,1 entraînerait, en moyenne, une augmentation de 7% de la réflectance[12] moyenne globale (intégrée spectralement) du rayonnement à ondes courtes[13].

Même si l'hypothèse de variations de la quantité de nuages pourrait expliquer les changements dans le rayonnement SW notons que les auteurs restent prudents et ne garantissent pas à 100% que les nuages soient le seul facteur entrant en jeu. Le climat est en effet un système hautement interconnecté, comme illustré dans la complexité des modèles de circulation générale.

3. Conclusions

- Le réchauffement climatique global observé au cours des 40 dernières années pourrait être expliqué par la variation de la couverture nuageuse globale. Ce phénomène est bien connu : en journée, il fait plus chaud à la surface de la Terre lorsque le soleil brille et que le ciel est dégagé;
- L'hypothèse d'un effet de serre entièrement contrôlé par le taux de CO₂, fortement contestée sur SCE (par exemple [ici](#), [ici](#), [ici](#) et [ici](#)) pourrait donc ne jouer aucun rôle dans les variations climatiques observées;
- Il est encourageant de voir un tel article publié dans une revue du groupe Nature. Ceci démontre qu'il n'est pas impossible de soutenir d'autres idées que celles émises par le GIEC. A condition bien sûr de rester prudent, ce que n'ont pas manqué de faire les auteurs.

Enfin, et comme SCE le répète assez systématiquement, le système climatique est loin d'être connu et réserve(ra) encore de nombreuses 'surprises'.

Références

[1] Delgado-Bonal et al. (2020) Analyzing changes in the complexity of climate in the last four decades using MERRA-2 radiation data. *Scientific Reports* 10:922.

[2] Loeb, N. G. et al. Toward optimal closure of the earth's top-of-atmosphere radiation budget. *Journal of Climate* 22, 748–766 (2009).

Trenberth, K. E., Fasullo, J. T. & Kiehl, J. Earth's global energy budget. *Bulletin of the American Meteorologi-*

cal Society 90, 311–324 (2009).

[3] von Schuckmann, K. et al. An imperative to monitor earth's energy imbalance. *Nature Climate Change* 6, 138 (2016).

[4] Zhou, C., Zelinka, M. D. & Klein, S. A. Impact of decadal cloud variations on the earth's energy budget. *Nature Geoscience* 9, 871 (2016).

[5] Seethala, C., Norris, J. R. & Myers, T. A. How has subtropical stratocumulus and associated meteorology changed since the 1980s? *Journal of Climate* 28, 8396–8410 (2015).

[6] Foster, G. L., Royer, D. L. & Lunt, D. J. Future climate forcing potentially without precedent in the last 420 million years. *Nature Communications* 8, 14845 (2017).

[7] Donohoe, A., Armour, K. C., Pendergrass, A. G. & Battisti, D. S. Shortwave and longwave radiative contributions to global warming under increasing CO_2 . *Proc Natl Acad Sci USA* 111, 16700–16705 (2014).

[8] Gelaro, R. et al. The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA). *Journal of Climate* 30, 5419–5454 (2017).

[9] Seethala, C., Norris, J. R. & Myers, T. A. How has subtropical stratocumulus and associated meteorology changed since the 1980s? *Journal of Climate* 28, 8396–8410 (2015).

[10] Wylie, D., Jackson, D. L., Menzel, W. P. & Bates, J. J. Trends in global cloud cover in two decades of HIRS observations. *Journal of Climate* 18, 3021–3031 (2005).

[11] La couverture nuageuse “Cloud Fraction” est le pourcentage de chaque pixel de l'imagerie satellite ou de chaque quadrillage d'un modèle météorologique ou climatique recouvert de nuages. Une fraction de nuage de 1 signifie que le pixel est entièrement recouvert de nuages, tandis qu'une fraction de nuage de 0 représente un pixel totalement exempt de nuage.

[12] La réflectance est la proportion de rayons solaires réfléchiés par les diverses surfaces dont les nuages.

[13] Wen, G. et al. A relationship between blue and near-ir global spectral reflectance and the response of global average reflectance to change in cloud cover observed from EPIC. *Earth and Space Science* 6, 1416–1429 (2019).

 Post Views: 2 763

4 réflexions au sujet de « Les nuages ont plus d'effets que vous ne le pensez »





26 juin 2020 à 21 h 12 min

DULIEU

Je suis très heureux de lire cette présentation qui confirme ce que pensent des auteurs comme Svensmark et Shaviv.

La vérité éclatera bientôt.

Chacun de nous peut se rendre compte de la température au soleil de juin-juillet par temps anticyclonique. Dès le coucher du soleil, la t° descend très rapidement à la vitesse de l'ordre de 0.03 °C par minute de nuit. Ceci est vrai en plein été et en septembre.

Le rayonnement solaire est aussi plus riche en UV, ce qui tend à montrer que son intensité est plus grande qu'il y a quelques décennies. Les Australiens le savent, qui demandent que les gens se couvrent sur les plages.



28 juin 2020 à 9 h 36 min

GERARD
DEBOUCHE

Bonjour. Merci pour cet article intéressant.

Si le CO2 n'est pas la cause du réchauffement climatique, l'homme doit-il pour autant continuer son exploitation de la nature et son comportement purement consumériste provoquant l'effondrement de la biodiversité, la pénurie des ressources, l'impuissance du monde politique et la précarisation croissante.



28 juin 2020 à 13 h 52 min

Jean N

Bonjour. Accuser le CO2 à tort coûte actuellement beaucoup d'argent... Cet argent pourrait être utilisé pour préserver la biodiversité et lutter contre la pénurie des ressources.



29 juin 2020 à 18 h 26 min

GERARD
DEBOUCHE

Merci pour votre réponse claire.

