

True human carbon cycle shows nature causes most CO₂ increase

Le véritable cycle du carbone humain montre que la nature est la principale responsable de l'augmentation du CO₂

Edwin X Berry

Ed Berry, PhD, Climate Physics, CCM

Climate Physics, LLC

439 Grand Dr #147

Bigfork, Montana 59911, USA

The author retains sole right to publish the contents of the preprint.

Copyright © 2021 by Edwin X Berry, Ph.D.

This version is January 15, 2021.

You may add your comments on this Preprint on this link:

<https://edberry.com/blog/climate/climate-physics/preprint3/>

or you may send a private email to ed@edberry.com

Points clés :

- Le CO₂ humain joue un rôle mineur dans l'augmentation du CO₂ depuis 1750.
- Les émissions naturelles de carbone dominant l'augmentation du CO₂.
- Nous devons rejeter la théorie fondamentale du GIEC pour expliquer les données [s'observation] modernes sur le CO₂.

Résumé

La théorie centrale du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) des Nations unies est que les émissions de CO₂ par l'homme ont causé toute l'augmentation du CO₂ atmosphérique au-dessus de 280 ppm. Toutes les affirmations et tous les modèles climatiques du GIEC supposent que cette théorie centrale est vraie. Cependant, les données et la physique simple prouvent que la théorie centrale du GIEC est fautive et que la nature, et non le CO₂ humain, est la cause dominante de l'augmentation du CO₂. Ce document présente un modèle de cycle du carbone qui reproduit le cycle naturel du carbone du GIEC. Ce modèle montre que les émissions humaines ont ajouté environ 33 ppm au CO₂ atmosphérique et que la nature a ajouté 100 ppm (état de 2020). Si les émissions humaines de CO₂ devaient cesser, l'augmentation causée par l'homme diminuerait de 50 % en 20 ans [NdT : en réalité plus vite]. Il n'y a pas d'urgence climatique d'origine humaine. Il n'existe aucune base scientifique permettant de limiter les émissions de carbone d'origine humaine. Ces résultats apportent une perspective nouvelle et précieuse qui profitera à la recherche future sur le climat.

Termes de l'index

0330, 1615, 1622, 3305, 3367

Mots-clés

cycle du carbone, dioxyde de carbone, changement climatique, urgence climatique, réchauffement planétaire

1. Introduction

Le Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat des Nations unies [1] affirme :

"Avec un très haut niveau de confiance, l'augmentation des émissions de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles et les émissions résultant du changement d'utilisation des sols sont la cause principale de l'augmentation observée de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère."

Le GIEC précise que cette affirmation signifie la théorie suivante :

Le niveau naturel de CO₂ atmosphérique est resté à 280 ppm depuis 1750.

Les émissions humaines de CO₂ ont causé toute l'augmentation du CO₂ au-dessus de 280 ppm.

C'est là ce que nous appelons la théorie centrale du changement climatique du GIEC. Les deux affirmations sont équivalentes. L'unité "ppm" est "parties par million en volume dans l'air sec".

Le GIEC affirme encore :

"L'élimination du CO₂ émis par l'homme dans l'atmosphère par des processus naturels prendra quelques centaines de milliers d'années (niveau de confiance élevée)."

Réécrivons la deuxième affirmation du GIEC pour comparer avec le CO₂ naturel :

La constante de temps pour l'élimination du CO₂ humain de l'atmosphère est beaucoup plus longue que la constante de temps pour l'élimination du CO₂ naturel de l'atmosphère.

C'est ce que nous appelons la théorie de l'élimination du GIEC.

Nous utiliserons la méthode scientifique pour tester ces théories du GIEC.

Selon la méthode scientifique, il est impossible de prouver qu'une théorie est vraie, comme le GIEC prétend le faire en affirmant "*un très haut niveau de confiance*". En revanche, il suffit d'une contradiction pour prouver qu'une théorie est fautive.

Quelle est la raison d'être de la théorie de l'élimination du GIEC ? Le GIEC a besoin de cette théorie de l'élimination parce que la théorie centrale du GIEC ne correspond pas aux données d'observation, à moins que sa théorie de l'élimination soit également vraie.

2. Les théories du GIEC sur le climat sont un échec pour la science

2.1 Le principe d'équivalence prouve que la théorie de l'élimination du GIEC est fautive

La théorie de l'élimination du GIEC ne peut être vraie que si la nature sait distinguer le CO₂ humain du CO₂ naturel, puis traiter différemment le CO₂ provenant de ces deux sources.

Bien sûr, cela est impossible car les atomes de carbone humains et naturels et les molécules de CO₂ sont identiques. Par conséquent, la nature traite le carbone humain de la même manière que le carbone naturel.

Cette conclusion est une extension du principe d'équivalence qu'Einstein a utilisé pour élaborer sa théorie de la relativité. Einstein a raisonné : *« comme nous ne pouvons pas faire une expérience qui distingue la gravité des forces d'inertie, alors la gravité doit être la même qu'une force d'inertie ».*

Selon le principe d'équivalence appliqué à la physique du climat, le carbone humain suit la même physique que le carbone naturel. Par conséquent, les constantes de temps du carbone humain sont les mêmes que celles du carbone naturel.

Le principe d'équivalence exige que le CO₂ humain et le CO₂ naturel se comportent de la même manière. Si le CO₂ naturel devait rester dans l'atmosphère, alors le CO₂ atmosphérique serait des milliers de fois plus important qu'il ne l'est aujourd'hui.

Comme le CO₂ naturel ne reste pas dans l'atmosphère pendant des milliers d'années, le CO₂ humain ne reste pas dans l'atmosphère pendant des milliers d'années. La théorie de l'élimination du GIEC est fautive.

Par conséquent, la théorie de l'élimination du GIEC est fautive. Le "*haut niveau de confiance*" du GIEC disparaît.

2.2 Les données des carottes de glace prouvent que la théorie du GIEC est fautive

Le GIEC [1] soutient que :

La somme des émissions humaines de CO₂ depuis 1750 est supérieure à l'augmentation du CO₂ atmosphérique. Par conséquent, les émissions humaines ont causé toute l'augmentation du CO₂.

Cet argument du GIEC n'est pas valable car il suppose que tout le CO₂ humain reste dans l'atmosphère. Cette hypothèse est invalide à cause du Principe d'Equivalence.

La théorie centrale du GIEC suppose que le CO₂ naturel disparaît de l'atmosphère. La théorie centrale du GIEC dit que le niveau de CO₂ naturel dans l'atmosphère reste à 280 ppm. Ce scénario exige que le flux sortant de CO₂ naturel soit égal au flux entrant de CO₂ naturel.

Cependant, même si, pour les besoins de la discussion, nous prenons l'hypothèse invalide du GIEC, l'argument du GIEC serait encore perdant.

La figure 1 (ligne continue) montre les données du GIEC sur les niveaux de CO₂ provenant d'Etheridge et al. [2] qui ont reconstitué les niveaux de CO₂ avant 1960 à partir de carottes de glace et de névé en Antarctique et les données de Keeling et al. [3] sur les niveaux de CO₂ après 1960 ; le tracé couvre les années 1820 à 2020.

La figure 1 (ligne pointillée) montre la "Somme des émissions humaines de CO₂" de 1750 à l'année indiquée avec les données annuelles d'émissions de CO₂ humaines de Boden et Andres [4] de 1750 à 2014 plus les estimations de ce document après 2014.

Il est clair que la ligne pointillée est, avant 1950, EN DESSOUS de la ligne continue. Et donc l'augmentation du niveau naturel de CO₂ au-dessus de 280 ppm a dominé l'augmentation du CO₂. Et par conséquent, ces données approuvées par le GIEC prouvent que la théorie centrale du GIEC est fautive.

La courbe "Teneur en CO₂ humain calculée" vient de la section 5. Elle est ici pour illustrer l'augmentation probable causée par le CO₂ humain.

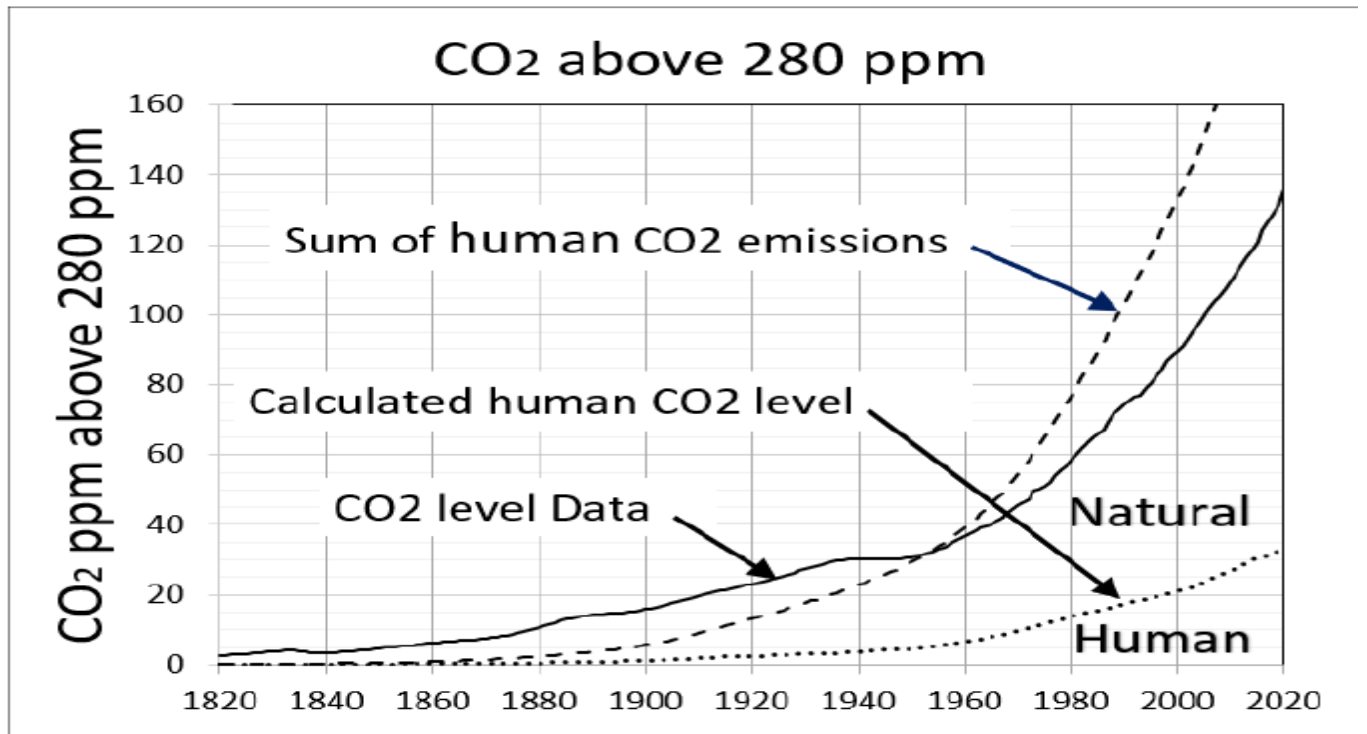


Figure 1. Teneur de l'air en CO_2 moins 280 ppm. La "somme des émissions humaines de CO_2 " est, avant 1950, inférieure aux "données sur le niveau de CO_2 ". La "teneur de l'air en CO_2 humaine calculée" est l'augmentation d'origine humaine de la teneur en CO_2 calculée dans la section 5.

2.3 Les données des stomates prouvent que la théorie fondamentale du GIEC est fausse

Le GIEC [1] pour justifier sa théorie centrale utilise cette affirmation

"Les données des carottes de glace montrent que le CO_2 est resté à 280 ppm pendant quelques milliers d'années avant 1750. Par conséquent, la nature doit être restée constante après 1750".

Cette affirmation du GIEC ignore les données qui prouvent que cette affirmation est invalide.

La figure 2 est la figure 4.4 de Kouwenberg [5, 6, 7] qui montre que les niveaux de CO_2 reconstitués à partir des stomates de conifères sont significativement plus élevés que les niveaux de CO_2 trouvés dans les carottes de glace. Par conséquent, les carottes de glace ne représentent pas correctement les niveaux de CO_2 historiques.

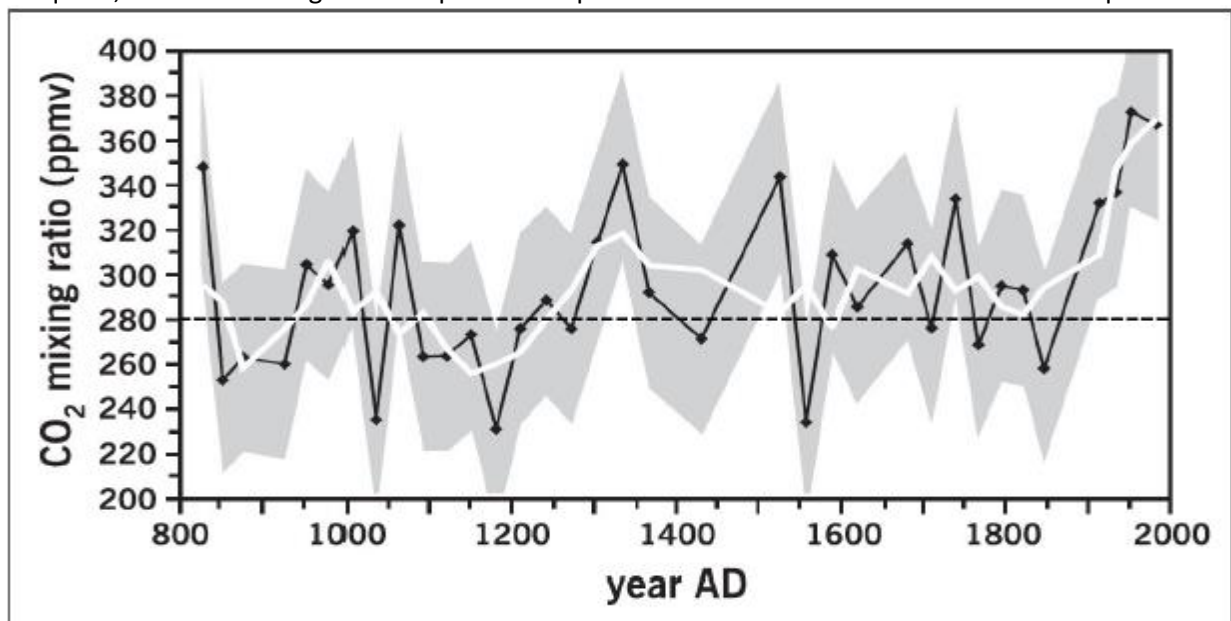


Figure 2. Figure 4.4 de Kouwenberg [5, 6, 7]. Teneurs de l'air en CO_2 reconstituées à partir de comptage de la densité de stomates sur des aiguilles de *Tsuga heterophylla* pour la période allant de 800 à 2000 après J.-C. Les lignes noires représentent les moyennes de 3 à 5 aiguilles par échantillon, les lignes blanches épaisses représentent une moyenne mobile sur 3 points. La zone grise indique un intervalle de confiance de ± 1 erreur quadratique moyenne (RMSE).

Kouwenberg [5] a écrit :

"Les fluctuations très comparables des enregistrements de la teneur en CO₂ des atmosphères du passé, obtenues sur différents continents et pour différentes espèces de plantes (angiospermes à feuilles caduques et conifères) en utilisant différentes approches de calibrage, fournissent des preuves solides de la validité de la détermination de la teneur en CO₂ à partir des feuilles".

2.4 Les données in situ prouvent que la théorie fondamentale du GIEC est fautive

La figure 3 reproduit la figure 14 de Beck [8]. Beck a passé en revue et publié plus de 90 000 mesures chimiques directes du CO₂ qui ont commencé en 1812 et qui sont précises à mieux que 3 %. Les données de Beck fournissent après 1800 une résolution plus élevée du niveau de CO₂ que les données de Kouwenberg.

Les données de Beck montrent que le niveau de CO₂ était de 450 ppm en 1820, 370 ppm en 1860, 310 ppm en 1920, 420 ppm en 1940 et 430 ppm en 1948. Tous ces niveaux sont bien supérieurs aux niveaux de CO₂ du GIEC déduits des données des carottes de glace.

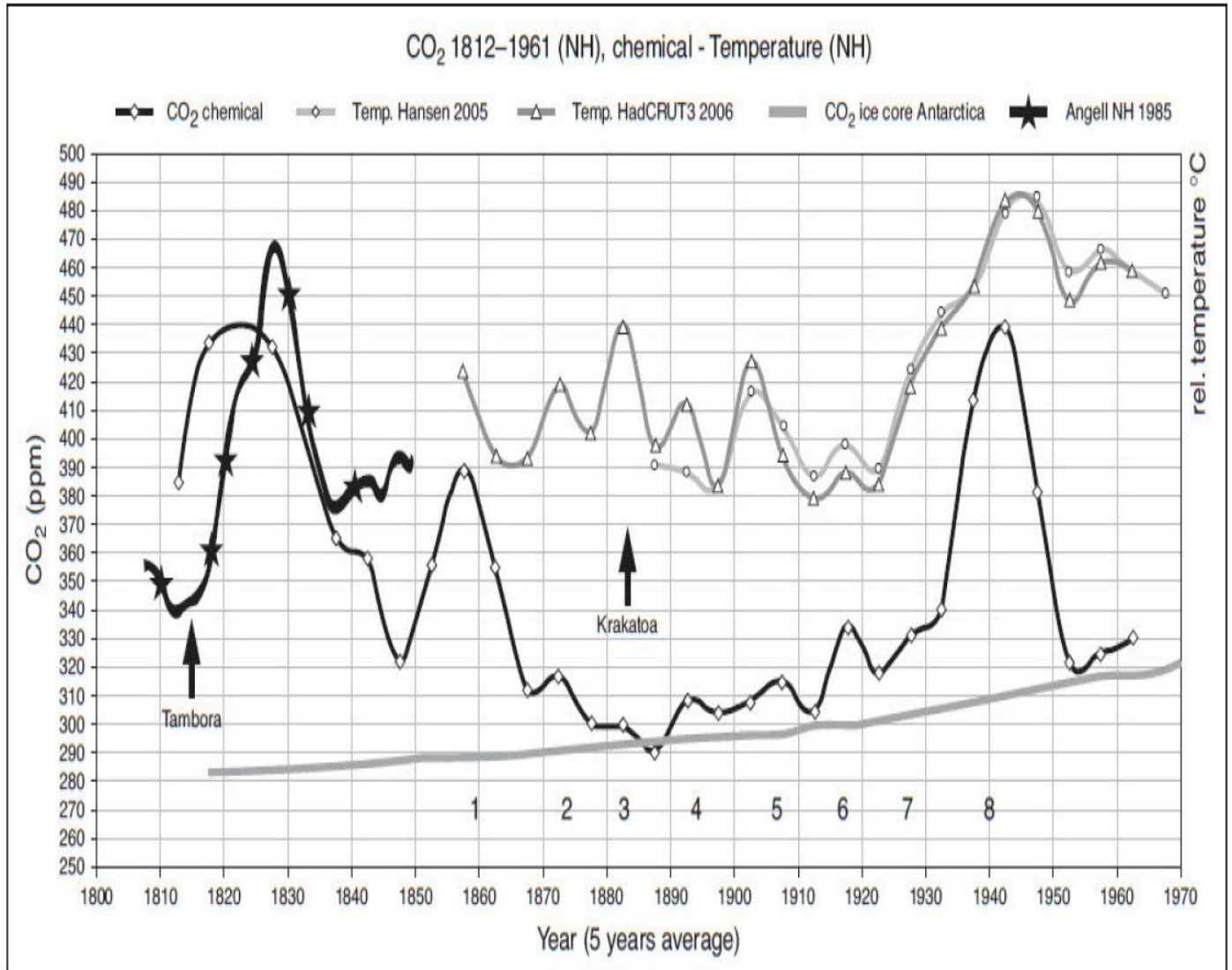


Figure 3. La figure 14 de Beck qui résume plus de 90 000 mesures chimiques directes du CO₂ de 1812 à 1961. La ligne grise lisse montre les niveaux de CO₂ reconstitués à partir des données des carottes de glace utilisées par le GIEC.

Les données des stomates des feuilles et les données directes s'accordent pour dire que le niveau de CO₂ est supérieur à celui indiqué par les données des carottes de glace.

Jaworowski [9] a écrit que la théorie des carottes de glace du GIEC était l'un des quatre mensonges fondateurs du GIEC. Il a conclu que les carottes de glace sous-estiment les valeurs de CO₂ de 30 à 50 %.

En résumé, les teneurs en CO₂ dérivées des stomates des feuilles et des mesures directes sont bien plus élevées que les teneurs en CO₂ tirés des données des carottes de glace. Cela contredit l'affirmation du GIEC selon laquelle les données des carottes de glace représentent correctement l'histoire des teneurs en CO₂.

2.5 Les statistiques prouvent que la théorie du GIEC sur les carottes de glace est fausse

Le GIEC affirme que sa théorie de base est vraie parce que

"... la vitesse observée de l'augmentation du CO₂ est étroitement parallèle aux tendances du cumul des émissions provenant de la combustion de combustibles fossiles et des changements d'utilisation des terres."

Mais "étroitement parallèle" n'est pas un argument scientifique.

Munshi [10] montre que "la corrélation entre les émissions annuelles et les changements annuels de CO₂ dans l'atmosphère" est nulle. [NdT : soustraire à chacune des deux séries, celle des émissions et celle des accroissements des ppm sa tendance linéaire (detrended correlation analysis) et corrélérer les deux séries résulte en un coefficient de détermination R² moindre que 0,01 : donc il ne saurait y avoir de relation entre la série des émissions et celle des accroissements des ppm.]

Par conséquent, les statistiques montrent que le CO₂ humain n'est pas la cause principale de l'augmentation du CO₂. La seule façon pour que cette corrélation nulle ne prouve pas que la théorie centrale du GIEC est fausse serait que les fluctuations des émissions naturelles de CO₂ couvrent le signal humain. Mais la théorie centrale du GIEC dit que les émissions naturelles sont restées constantes après 1750. Donc, dans tous les cas, le calcul de Munshi prouve que la théorie du GIEC est fausse.

Munshi [11] montre que les rapports du GIEC utilisent un raisonnement circulaire et un biais de confirmation pour défendre sa théorie centrale :

"Le raisonnement circulaire est un sophisme logique dans lequel la conception et la méthodologie de la recherche ainsi que l'interprétation des données présupposent ce qu'il faut trouver. Ce sophisme se retrouve dans des recherches publiées et il est plus courant dans des domaines de recherche comme l'archéologie, la finance, l'économie et le changement climatique où les données sont principalement des séries chronologiques de données historiques de terrain sans possibilité de vérification expérimentale de la causalité ... Dans ce type de recherche biaisée, les chercheurs ne recherchent pas objectivement la vérité, quelle qu'elle soit, mais cherchent plutôt à prouver la vérité de ce qu'ils savent déjà être vrai ou de ce qui doit être vrai pour soutenir l'activisme pour une noble cause.

On pense que le biais de confirmation joue un rôle dans le changement climatique, d'autant plus que la science du climat fournit la justification de l'activisme environnemental et de la noble cause qui consiste à sauver l'humanité ou peut-être la planète du cataclysme climatique".

3. Les cycles du carbone naturel et du carbone humain selon le GIEC

3.1 Stocks et flux du cycle du carbone du GIEC

Les cycles du carbone du GIEC [1] ont quatre grands réservoirs de carbone : la terre, l'atmosphère, l'océan de surface et l'océan profond.

La figure 4 montre les cycles naturels et humains du carbone du GIEC. Les valeurs des stocks dans les réservoirs et des flux entre ces réservoirs sont tirés de la figure 6.1 du GIEC. (Voir en annexe A une copie de la figure 6.1 du GIEC). La figure 4 montre les stocks de carbone dans chaque réservoir en PgC (pétagrammes de carbone [NdT : ou milliards de tonnes de carbone]). Les flux entre les réservoirs sont exprimés en PgC par an.

Nous mesurons la teneur ou concentration de dioxyde de carbone CO₂ dans l'atmosphère en unités ppmv (parties par million en volume dans l'air sec). Cependant, il est d'usage d'omettre le "v" et d'écrire ppm.

Nous pouvons convertir les ppm de CO₂ en PgC de carbone en multipliant les ppm par 2,12. Par exemple, dans la figure 4A, nous pouvons diviser les 589 PgC de l'atmosphère par 2,12 pour obtenir 278 ppm, soit presque les 280 ppm qui, selon le GIEC, constituent le niveau de CO₂ naturel.

De même, nous pouvons multiplier le niveau de CO₂ de 415 ppm en 2020 par 2,12 pour obtenir 880 PgC.

Le GIEC indique que les valeurs du cycle naturel du carbone sont "estimées pour la période précédant l'ère industrielle, soit vers 1750" et que "les incertitudes typiques sont supérieures à 20 %".

Ce cycle naturel du carbone du GIEC suppose que la théorie centrale du GIEC est vraie : le cycle naturel du carbone serait resté constant à ses valeurs de 1750 et le carbone humain a causé toute l'augmentation du CO₂ atmosphérique au-dessus des 280 ppm de 1750.

Pour que les teneurs en CO₂ naturel restent constantes, les flux nets entre les réservoirs doivent être nuls.

Selon le GIEC, les flux nets du cycle naturel du carbone sont très proches de zéro. Ainsi, pour satisfaire la théorie centrale du GIEC, nous avons mis les trois flux nets à zéro dans la figure 4A. Cette très petite modification des flux nets naturels du GIEC est insignifiante.

La figure 4B montre que les flux nets du GIEC pour son cycle du carbone humain ne sont pas nuls.

Le carbone humain provient de la combustion de combustibles au carbone et de la production de ciment. Le carbone provenant des changements d'utilisation des terres causés par l'homme n'est pas compté car il est faible et mal quantifié.

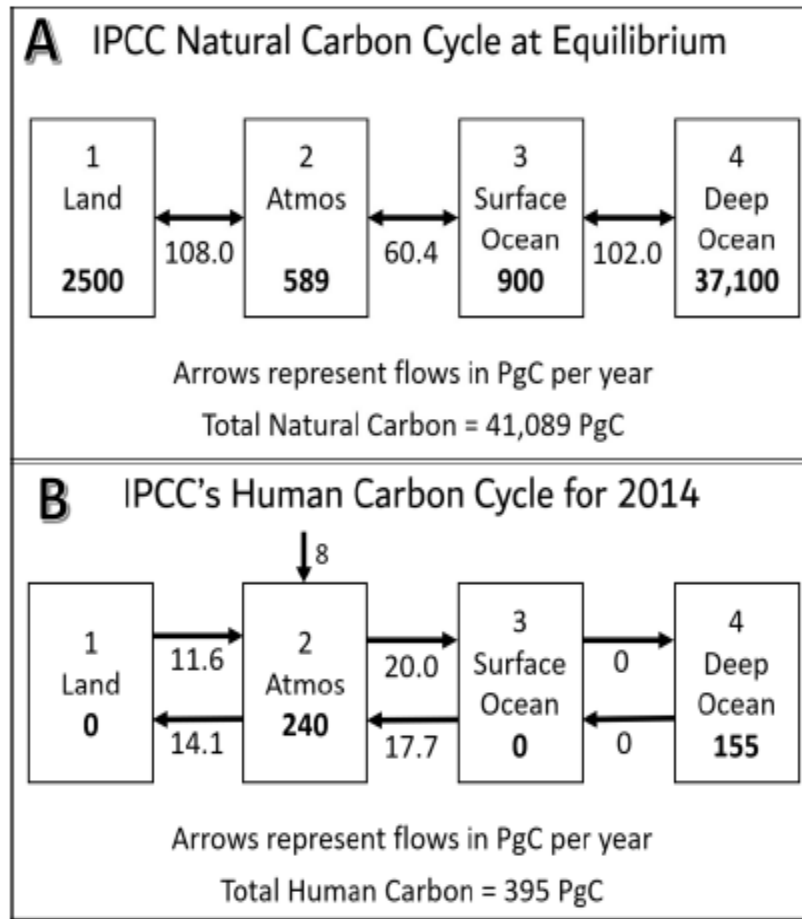


Figure 4. Cycles naturels et humains du carbone du GIEC

La figure 4B montre un flux de carbone humain de 8 PgC par an [NdT : ce sont les émissions de 2006 ; en 2012.0 c'était 9,6 Gt-C/an]. Cela correspond aux 8,04 PgC des données de Boden et al. pour 2005. Cependant, ces données montrent également que la somme des émissions de carbone humain n'atteint pas 395 PgC avant fin 2014 [fin 2011]. Par conséquent, les données du GIEC pour son cycle du carbone humain présentées dans la figure 4B ne sont pas cohérentes avec [4].

La figure 4B montre que la teneur de l'air en carbone humain du GIEC pour les terres et les océans de surface est nul, alors que les flux nets ne sont pas nuls et que le carbone dans les océans profonds n'a aucun flux entrant.

3.2 Pourcentages du carbone dans les réservoirs du GIEC

La figure 5 présente les données de niveau de la figure 4 sous forme d'histogrammes pour montrer le pourcentage de carbone dans chaque réservoir pour les cycles naturels et humains du carbone du GIEC.

La figure 5A montre que le cycle naturel du carbone du GIEC ne met que 1,43 % de carbone naturel dans l'atmosphère et en met 90 % dans les profondeurs de l'océan. Ces pourcentages pour le cycle naturel du carbone du GIEC sont une "empreinte" du cycle du carbone à l'équilibre.

Le carbone humain total (395 PgC) de la figure 5B ne représente que 0,96 % du carbone naturel total (41 089 PgC) de la figure 5A. Ainsi, les émissions humaines ont de 1750 à 2014 ajouté moins d'un pour cent au carbone dans le cycle du carbone.

La comparaison des figures 5A et 5B indique que le GIEC n'utilise pas la même physique pour ses cycles du carbone humain et naturel. Cela viole le principe d'équivalence.

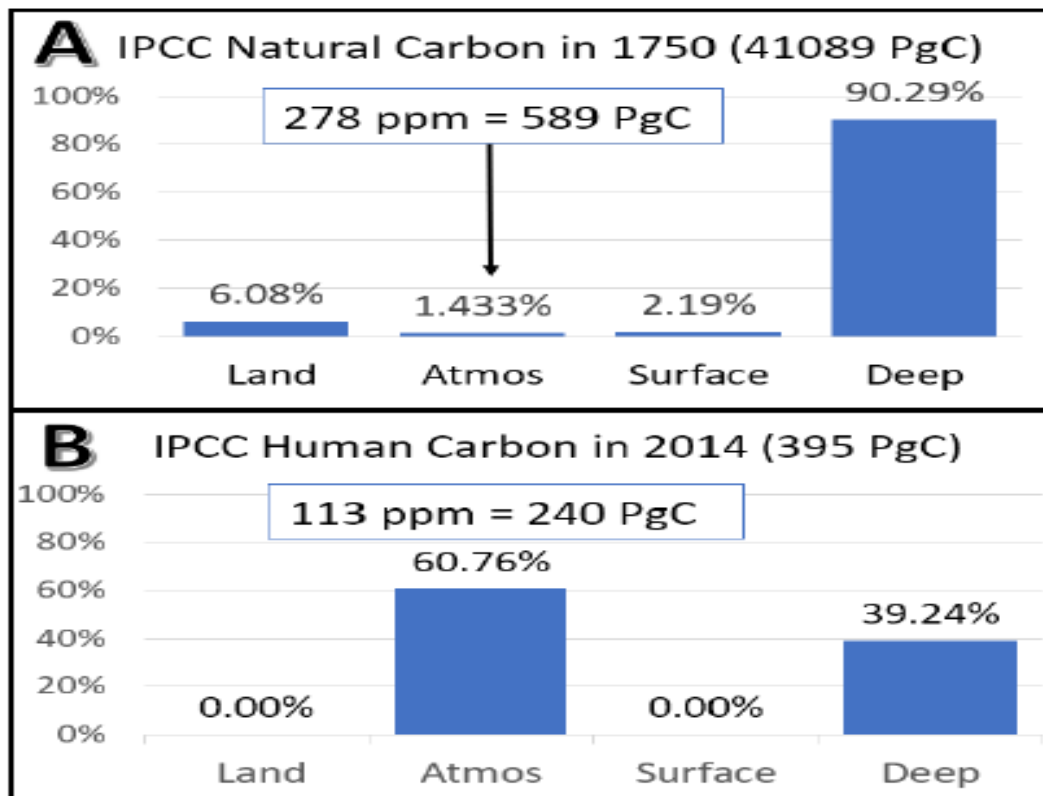


Figure 5. Le pourcentage de carbone dans chaque réservoir pour les cycles naturel et humain du carbone du GIEC, d'après la figure 1. [NdT selon le GIEC 2013 land est -30 Gt-C sur 1950 Gt-C à 2050 Gt-C soit -1.5% !]

Comment le GIEC a-t-il établi le cycle du carbone humain ?

Une simple inspection montre que le GIEC a tout simplement réparti le carbone humain en supposant que sa théorie centrale est vraie. Cette théorie centrale du GIEC dit que le carbone humain est à l'origine de toute l'augmentation au-dessus de 280 ppm.

Fin 2014, la somme de toutes les émissions de carbone humain s'élevait à 395 PgC. Le niveau de CO₂ était de 393 ppm, [NdT : 400 ppm en 2015.0] soit 113 ppm au-dessus de 280 ppm. Cette augmentation de 113 ppm équivaut à 240 PgC, ce qui correspond aux 60,76 % de carbone humain dans l'atmosphère indiqués par le GIEC dans la figure 5B. Ensuite, le GIEC a simplement déversé les 39,24 % restants dans les profondeurs de l'océan.

En d'autres termes, le cycle du carbone humain du GIEC n'est pas une science. Il s'agit d'une simple manipulation des données basée sur l'hypothèse que la théorie centrale du GIEC est vraie.

Ensuite, pour soutenir son affirmation que 60,76 % du carbone humain reste dans l'atmosphère qui ne contient que 1,4 % du carbone naturel le GIEC a dû fabriquer sa théorie de l'élimination qui dit que le carbone humain quitte l'atmosphère beaucoup plus lentement que le carbone naturel. Et cette hypothèse-là viole le principe d'équivalence.

4. Le modèle physique

4.1 Formulation du modèle physique

Un système décrit un sous-ensemble de la nature. Un système comprend des stocks et des flux entre les stocks. Les stocks fixent les flux et les flux fixent de nouveaux stocks. Tous les modèles sont des approximations de la réalité. Imaginez un lac où de l'eau entre dans le lac et sort en se déversant par-dessus un barrage. Supposons que le débit sortant soit proportionnel à la hauteur du niveau d'eau au-dessus du barrage. Si le débit entrant change, le niveau augmentera ou diminuera jusqu'à ce que le débit sortant soit égal au débit entrant.

En d'autres termes, le débit entrant établit un niveau d'équilibre. Le niveau détermine le débit sortant. Et le niveau se déplace toujours vers le niveau d'équilibre.

Nous appliquons ce modèle au carbone dans le cycle du carbone et au CO₂ dans l'atmosphère.

En suivant Berry [12], la dérivation du modèle physique commence par l'équation de continuité (1) qui dit que la vitesse de variation du stock est la différence entre l'entrée et la sortie :

$$dL/dt = \text{Entrée} - \text{Sortie} \quad (1)$$

où L = stock de carbone (en PgC), t = temps (années), dL/dt = vitesse du changement du stock L (PgC / an)

Flux entrant = flux de carbone entrant dans le système (PgC / an)

Flux sortant = flux de carbone sortant du système (PgC / an)

Le modèle physique n'a qu'une seule hypothèse : le flux sortant est proportionnel au stock :

$$\text{Flux sortant} = L / T_e \quad (2)$$

où T_e est le temps caractéristique ("*e-folding time*" ou simplement "*e-time*") temps qu'il faut pour que le stock varie de $(1 - 1/e)$ fois la différence entre sa valeur actuelle et sa valeur d'équilibre. En effet reporter (2) dans (1) donne

$$dL/dt = \text{flux entrant} - L / T_e \quad (3)$$

quand dL/dt est nul le stock est à l'équilibre. Le stock à l'équilibre [b pour balance], L_b , sera

$$L_b = \text{Flux entrant} * T_e \quad (4)$$

Remplacer dans (3) le flux entrant par son expression (4) donne

$$dL/dt = - (L - L_b) / T_e \quad (5)$$

L'équation (5) montre que le stock va toujours vers son niveau d'équilibre. Les variables L, L_b et T_e sont des fonctions du temps.

Dans le cas particulier où L_b et T_e sont constants, ce qui signifie que le flux entrant est constant, (5) a une solution analytique. Réorganisons (5) pour obtenir

$$dL / (L - L_b) = - dt / T_e \quad (6)$$

Intégrons ensuite (6) de L_0 à L du côté gauche, et de 0 à t du côté droit pour obtenir

$$\ln [(L - L_b) / (L_0 - L_b)] = - t / T_e \quad (7)$$

où L_0 = stock au temps zéro (t = 0), L_b = stock d'équilibre pour un flux entrant donné et T_e temps nécessaire pour que L passe de L_0 à $L_0 + (1 - 1/e) L_b$ avec $e = 2.7183$.

L'intégration de (6) contient deux valeurs absolues, mais elles s'annulent l'une l'autre parce que L et L_0 sont toujours soit au-dessus soit au-dessous de L_b qui est le stock à l'équilibre.

(7) donne le stock en fonction du temps :

$$L(t) = L_b + (L_0 - L_b) \exp(-t/T_e) \quad (8)$$

L'équation (8) est la solution analytique de (5) lorsque L_b et T_e sont constants.

Toutes les équations après (2) découlent de l'hypothèse (2) et de l'équation de continuité (1).

[NdT : la solution de $dy(t)/dt = f(t) - y(t)/\tau$ est $y(t) = \exp(-t/\tau) (y(0) + \int_0^t \exp(t'/\tau) f(t') dt')$ soit pour $f(t) = cte = f_0$ et $\tau = cte$, $y(t) = y(0) \exp(-t/\tau) + f_0 \tau (1 - \exp(-t/\tau)) = f_0 \tau + (y(0) - f_0 \tau) \exp(-t/\tau)$ (8)]

4.2 Propriétés du modèle physique

La seule hypothèse du modèle physique (2) est que le flux sortant est une fonction linéaire du stock. Cela signifie que le modèle physique s'applique indépendamment au carbone humain, au carbone naturel et à leur somme.

Le modèle de physique s'applique aussi indépendamment et au total à toutes les définitions du carbone ou du CO_2 .

Par exemple, il s'applique indépendamment au CO_2 humain, au CO_2 naturel et à leur somme, ainsi qu'au $^{12}\text{CO}_2$, au $^{13}\text{CO}_2$ au $^{14}\text{CO}_2$ et à leurs sommes.

Cependant, si le débit sortant (2) était une "fonction strictement croissante" du stock autre que le stock à la puissance un, alors le modèle physique ne s'appliquerait plus indépendamment au CO_2 humain, au CO_2 naturel et à leur total.

L'hypothèse (2) montre qu'il est possible, et préférable, de calculer séparément les cycles du carbone naturel et du carbone humain ; on aura un modèle physique pour chaque type de carbone. On additionnera les résultats de ces calculs pour avoir le carbone total.

L'hypothèse (2) est compatible avec toutes les lois physiques et chimiques applicables. Elle est utilisée dans de nombreux modèles scientifiques, de physique climatique, de chimie et d'ingénierie. C'est l'hypothèse la plus simple pour les modèles de cycle du carbone.

Le GIEC utilise cette hypothèse pour sa théorie centrale selon laquelle un apport naturel constant de carbone entraîne un stock à l'équilibre constant de 280 ppm, bien que le GIEC n'ait pas clairement exprimé cette hypothèse. Le modèle physique permet aux processus externes de modifier les stocks des réservoirs uniquement en changeant les flux entrants, les flux sortants ou les temps de réponse. Le modèle physique inclut tous les effets des processus externes (chimiques, biologiques, etc.) sur le stock de carbone dans un réservoir.

Bien que l'étude plus approfondie des processus chimiques et biologiques permette d'améliorer les connaissances sur les stocks, les flux et les temps caractéristiques [T_e], ces nouvelles connaissances ne modifieront pas ce modèle physique simple.

Le stock à l'équilibre (4) [$L_b = \text{Flux entrant} \cdot T_e$] montre que ni les émissions humaines ni les émissions naturelles ne s'accumulent dans l'atmosphère. Un flux entrant constant maintient constant le stock à l'équilibre.

L'équation (5) montre comment le stock se rapproche du stock à l'équilibre avec une vitesse déterminée par le temps caractéristique. Lorsque le niveau est égal à son niveau d'équilibre, le flux sortant sera égal au flux entrant. Au niveau d'équilibre, un flux entrant constant établit un stock constant. Le carbone ne s'accumulera pas dans le réservoir.

Si le débit du flux entrant diminue, le stock à l'équilibre diminue, et le stock évoluera vers la nouvelle valeur d'équilibre. Un stock va toujours vers sa valeur d'équilibre.

4.3 Formulation physique du cycle du carbone

Le GIEC définit quatre grands réservoirs de carbone : la terre [avec sa végétation], l'atmosphère, l'océan de surface et l'océan profond. Nous appliquons le modèle physique à chacun des réservoirs. Le "stock" de chaque réservoir est la masse de carbone dans ce réservoir.

La figure 6 montre le modèle physique du cycle du carbone avec ses 4 réservoirs et ses 6 sorties, où les flèches sont toutes des nombres positifs. L'origine de chaque flèche est définie comme un "nœud".

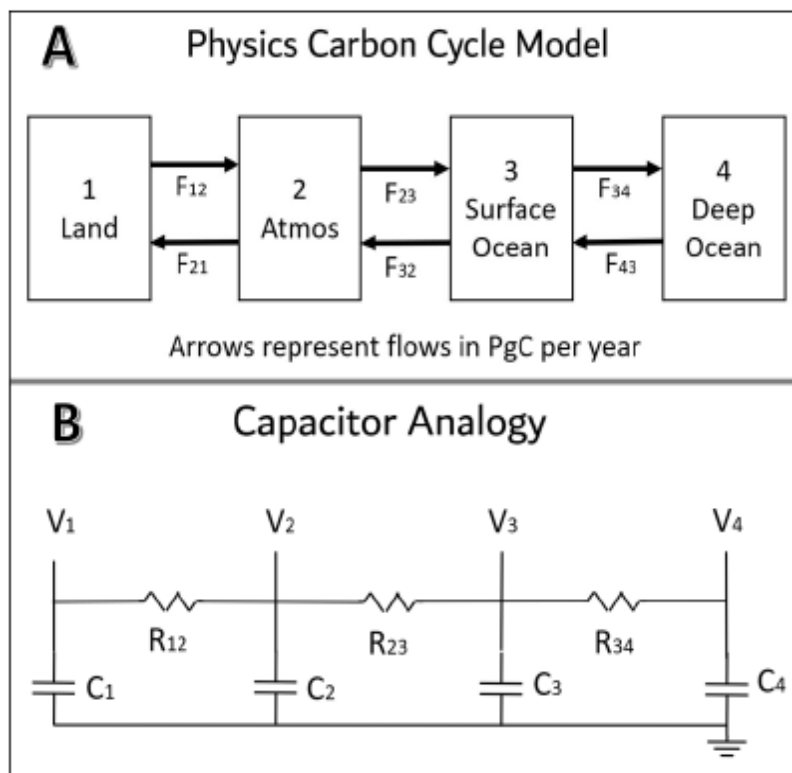


Figure 6. Modèle physique du cycle du carbone et son analogie avec des condensateurs.

Définissons les stocks :

L_1 = stock de carbone dans la terre [et la végétation], L_2 = stock de carbone dans l'atmosphère, L_3 = stock de carbone dans l'océan de surface, L_4 = stock de carbone dans les profondeurs de l'océan

les flux propres des six nœuds :

F_{12} = flux de la terre vers l'atmosphère, F_{21} = flux de l'atmosphère vers la terre, F_{23} = flux de l'atmosphère vers l'océan de surface, F_{32} = flux de la surface de l'océan vers l'atmosphère, F_{34} = flux de l'océan de surface vers l'océan profond, F_{43} = flux de l'océan profond vers l'océan de surface.

D'autres variables sont t = temps en années, H_{fa} = flux de combustibles vers l'atmosphère causé par l'homme, H_{ga} = flux de la terre vers l'atmosphère causé par l'homme. H_{ga} est mentionné par souci d'exhaustivité, mais est pris nul dans le présent document.

En utilisant (2), les flux sortant des six nœuds sont :

$$F_{12} = L_1 / T_{12}, F_{21} = L_2 / T_{21}, F_{23} = L_2 / T_{23}, F_{32} = L_3 / T_{32}, F_{34} = L_3 / T_{34}, F_{43} = L_4 / T_{43} \quad (9a)$$

Les mêmes équations en termes de temps caractéristiques sont :

$$T_{12} = L_1 / F_{12}, T_{21} = L_2 / F_{21}, T_{23} = L_2 / F_{23}, T_{32} = L_3 / F_{32}, T_{34} = L_3 / F_{34}, T_{43} = L_4 / F_{43} \quad (9b)$$

En utilisant (9) et (1), les variations des divers stocks sont :

$$dL_1/dt = F_{21} - F_{12} - H_{ga}, \quad dL_2/dt = F_{12} - F_{21} + F_{32} - F_{23} + H_{fa} + H_{ga}, \quad dL_3/dt = F_{23} - F_{32} + F_{43} - F_{34}, \\ dL_4/dt = F_{34} - F_{43} \quad (10)$$

Les équations (9) et (10) sont utilisées pour calculer les cycles du carbone naturel et humain.

4.4 Analogie du cycle du carbone avec les réseaux à condensateurs

William Happer et W.A. van Wijngaarden ont proposé l'analogie avec un réseau électrique à résistance et condensateurs présentée à la figure 6-B. Elle correspond exactement au modèle physique. Les déductions suivantes montrent que la théorie des circuits électriques utilise l'hypothèse (2) d'écoulement du modèle physique. Les quatre condensateurs représentent les quatre réservoirs. La charge des condensateurs représente les stocks de carbone de chaque réservoir. Et trois résistances représentent la "résistance à l'écoulement" entre les quatre réservoirs.

Le modèle physique définit les extrémités de chaque résistance comme des "nœuds". Le courant est l'analogie du flux. L'équation (11) montre comment l'hypothèse de l'écoulement (2) est identique à la théorie des circuits électriques :

$$\text{Débit} = L / T_e = I = V / R = Q / RC \quad (11)$$

où I = flux sortant actuel, V = tension aux bornes du condensateur, R = résistance à l'écoulement des charges, Q = charge sur le condensateur, C = capacité du condensateur

En termes électriques, la loi d'Ohm exige que le flux net entre les nœuds soit

$$\text{Net_Fjk} = (V_j - V_k) / R_{jk} \quad (12a) \quad \text{Net_Fjk} = F_{jk} - F_{kj} \quad (12b)$$

Par conséquent, le flux sortant de chaque nœud est

$$F_{jk} = V_j / R_{jk} \quad (13)$$

où la résistance entre les nœuds j et k est bidirectionnelle

$$R_{jk} = R_{kj} \quad (14)$$

La charge d'un condensateur est l'analogue du stock de carbone, L , donc

$$V_j = L_j / C_j \quad (15)$$

En substituant (15) à (13), nous obtenons le flux de chaque nœud :

$$F_{jk} = L_j / R_{jk} C_j \quad (16)$$

La comparaison de (16) à (9) montre que l'analogie du condensateur de T_e est

$$T_{jk} = R_{jk} C_j \quad (17)$$

Par conséquent, les flux nodaux pour l'analogie du condensateur sont les mêmes que les flux nodaux pour le modèle physique (9) lorsque (17) remplace le temps caractéristique T_{jk} dans (9).

À l'équilibre, tous les V_j sont égaux. Par conséquent, (15) signifie

$$L_j / C_j = L_k / C_k \quad (18)$$

Dans un circuit électrique RC, la constante de temps "Tau" est

$$\text{Tau (secondes)} = C (\text{Farads}) * R (\text{Ohms}) \quad (19)$$

L'analogie du condensateur utilise les mêmes équations et données que le modèle du cycle physique du carbone. Par conséquent, leurs résultats seront identiques. Les étudiants peuvent construire un modèle à condensateurs et résistances.

4.5 Méthode de calcul

Réglons les flux en (9a) pour qu'ils soient égaux aux flux d'équilibre du GIEC indiqués dans la figure 1A :

$$F_{12} = L_1 / T_{12} = 108,0 \text{ PgC/an}, F_{21} = L_2 / T_{21} = 108,0 \text{ PgC/an}, F_{23} = L_2 / T_{23} = 60,4 \text{ PgC/an}, \quad (20)$$

Réglons les stocks pour qu'ils soient égaux aux stocks d'équilibre du GIEC indiqués à la figure 1A :

$$L_1 = 2500 \text{ PgC}, L_2 = 589 \text{ PgC}, L_3 = 900 \text{ PgC}, L_4 = 37\,100 \text{ PgC} \quad (21)$$

Utilisons (9b) pour calculer les temps caractéristiques et (17) pour calculer les temps R C :

$$T_{12} = 2500 / 108 = 23,1481 \text{ années} = R_{12} C_1, \quad T_{21} = 589 / 108 = 5,4537 \text{ années} = R_{12} C_2$$

$$T_{23} = 589 / 60,4 = 9,752 \text{ ans} = R_{23} C_2, \quad T_{32} = 900 / 60,4 = 14,9007 \text{ ans} = R_{23} C_3$$

$$T_{34} = 900 / 102 = 8,8235 \text{ ans} = R_{34} C_3, \quad T_{43} = 37100 / 102 = 363,7255 \text{ ans} = R_{34} C_4 \quad (22)$$

Les chiffres après la virgule ne sont pas physiquement pertinents : ces décimales ne sont utiles que pour ceux qui souhaitent vérifier les calculs du cycle du carbone.

Ces temps caractéristiques découlent du cycle naturel du carbone du GIEC. Ces mêmes temps caractéristiques doivent s'appliquer au véritable cycle du carbone humain. Si le GIEC devait mettre à jour son cycle naturel du carbone, nous mettrions à jour (20), (21) et (22).

Le calcul du véritable cycle du carbone humain du GIEC commence avec les niveaux de tous les réservoirs à zéro en 1750. Chaque pas de temps numérique insère le carbone humain et permet au carbone de circuler entre les réservoirs.

Les calculs numériques utilisent des pas de temps d'une année et procèdent comme suit :

1. Commencez par les stocks.
2. Calculer les flux aux nœuds en utilisant (9a).
3. Calculer les changements des stocks à l'aide de (10) ; ça ajoute l'apport humain de carbone
4. Multiplier la dérivée du stock par rapport au temps par le pas de temps pour obtenir la variation du stock.

5. Ajoutez ces variations du stock au stock pour obtenir le nouveau stock

6. Répéter pour le pas de temps suivant.

Boden et al [4] fournit des données sur les émissions humaines de carbone de 1750 à 2014. Le présent document y ajoute des estimations des émissions humaines pour la période de 2015 à 2019.

Berry [13] fournit un fichier Excel téléchargeable qui comprend toutes les données, les calculs et les graphiques résultants utilisés dans ce document.

William Happer et W.A. van Wijngaarden ont utilisé une méthode de relaxation pour montrer que les résultats des calculs numériques présentés ici sont précis à deux décimales près.

[NdT : cette présentation élémentaire peut être résumée par $dY(t)/dt = A Y(t) + X(t)$

$Y(t) = {}^t(y_1(t), y_2(t), y_3(t), y_4(t))$ vecteur colonne des stocks, A matrice 4×4 dont les colonnes sont de somme nulle, $X(t)$ vecteur colonne des flux exogènes en pratique $X(t) = {}^t(0, Hfa(t), 0, 0)$ où $Hfa(t)$ est le flux de CO_2 venant des combustibles fossiles injecté dans l'atmosphère. La transformation de Laplace de $y_i(t)$ en $z_i(p)$ ramène la solution à l'inversion d'une matrice pour exprimer ${}^t(z_1(p), z_3(p), z_4(p))$ en fonction de $z_2(p)$ d'où une solution analytique explicite de la forme $y_2(t) = \int F(t-t') Hfa(t') dt'$ où $F(t)$ est la réponse impulsionnelle du circuit ou réponse à un Dirac en $t=0$]

5. Calculs du cycle du carbone

5.1. Le véritable cycle du carbone humain à partir des données du GIEC

La figure 7 montre le calcul de la série chronologique du niveau de CO_2 humain dans l'atmosphère et suppose que toutes les émissions de CO_2 humain cessent en 2020.

Ces calculs du modèle physique montrent que toutes les émissions humaines de CO_2 depuis 1750 n'ont, en 2020, contribué que 33 ppm au CO_2 atmosphérique.

Si le niveau naturel de CO_2 était resté à 280 ppm comme le suppose le GIEC, alors toutes les émissions humaines de CO_2 n'auraient augmenté les 280 ppm préindustriels que de 33 ppm, donc 313 ppm en 2020. En d'autres termes, les émissions humaines de CO_2 ne sont ni un problème ni une crise.

La figure 7 montre aussi que si les émissions humaines de CO_2 devaient cesser en 2020, le niveau de CO_2 humain de 33 ppm tomberait à 14 ppm d'ici 2040, 10 ppm d'ici 2100 et 5 ppm d'ici 2200. La moitié de l'augmentation causée par l'homme est supprimée en 20 ans. Et en 2100, seuls 5 % (10 ppm) de l'augmentation due à l'homme resteront dans l'atmosphère.

Le CO_2 humain ne reste pas dans l'atmosphère pendant des milliers d'années, comme le prétend le GIEC.

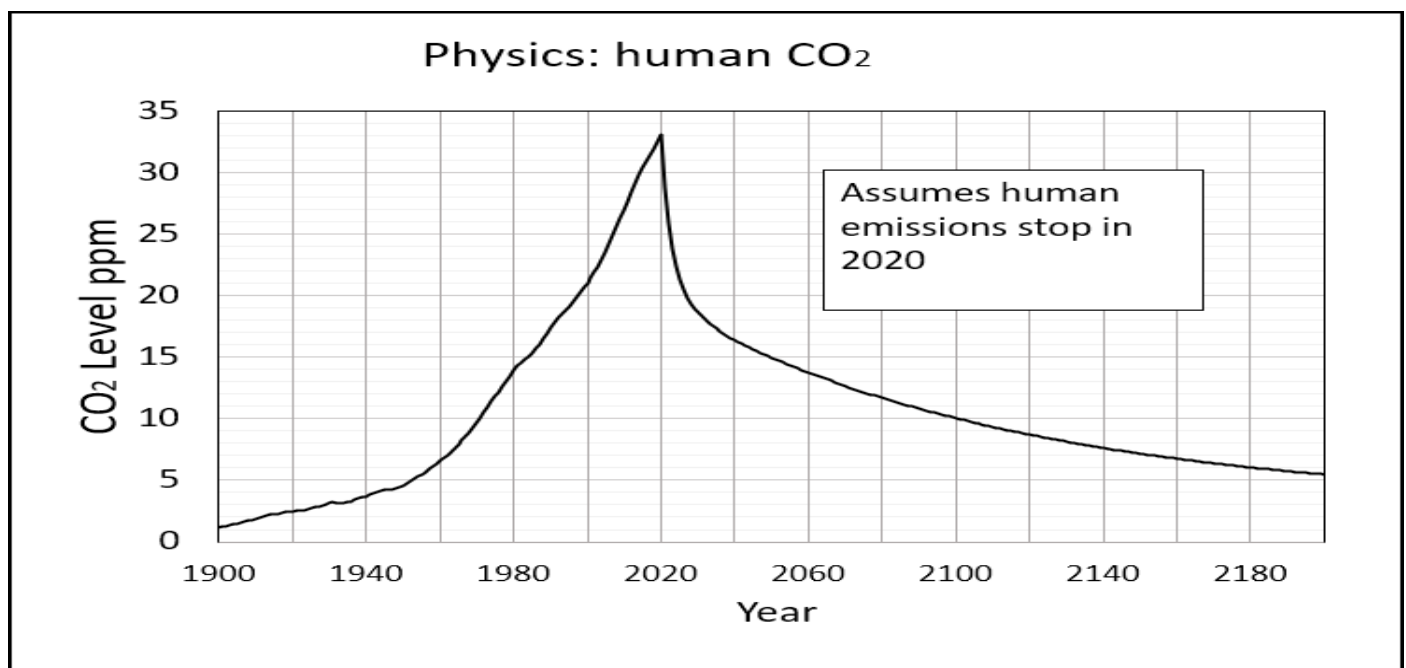
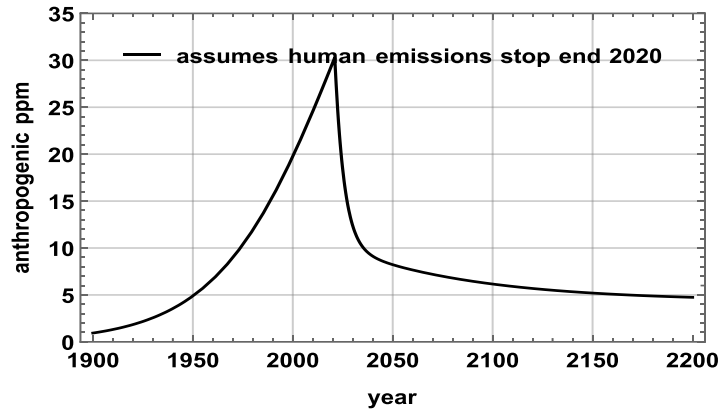


Figure 7. Comment le CO_2 humain s'est ajouté au CO_2 atmosphérique et à quelle vitesse le CO_2 humain diminuerait si toutes les émissions de CO_2 humain devaient cesser en 2020.

[NdT : un calcul différent avec des hypothèses plus réalistes que celles du GIEC sur les flux entre océan profond et océan de surface (275 Gt-C/an) et entre l'atmosphère et la végétation (absorption annuelle de 8.5% du stock de l'air par la végétation) donne une décroissance en $\exp(-t/5)$ pour ce qui reste dans l'air d'une impulsion unité en $t=0$ et en

$0.02 + 0.939 \exp(-t/4.596) + 0.0428 \exp(-t/66.89)$ si on prend en compte les recyclages à travers la végétation et les sols : les 33 ppm seraient alors réduits à 5 ppm au bout de 10,8 ans (en 2031). Ci-dessous une autre version de cette courbe avec des hypothèses légèrement différentes, sans séparation entre océan de surface et océan profond.



Les 5 ppm correspondent à 2,3% du cumul des émissions anthropiques (455 Gt-C fin 2020) comme le rapport de la masse du réservoir atmosphère à la somme des masses des trois réservoirs.]

La figure 8A montre que seulement 15,5 %, ou 33 ppm, de tout le carbone humain reste dans l'atmosphère en 2020. Par conséquent, la nature a ajouté environ 100 ppm au CO₂ atmosphérique depuis 1750 pour porter le niveau total de CO₂ à 413 ppm d'ici 2020.

La figure 8B montre la répartition du carbone humain en 2100 si toutes les émissions humaines cessent en 2020.

La figure 8B est conforme au cycle naturel du carbone du GIEC à la figure 5A. Si l'on laisse suffisamment de temps sans émissions de carbone humain, les pourcentages de carbone humain seront identiques aux pourcentages de carbone naturel de la figure 5A. En effet, le carbone humain se comporte exactement comme le carbone naturel.

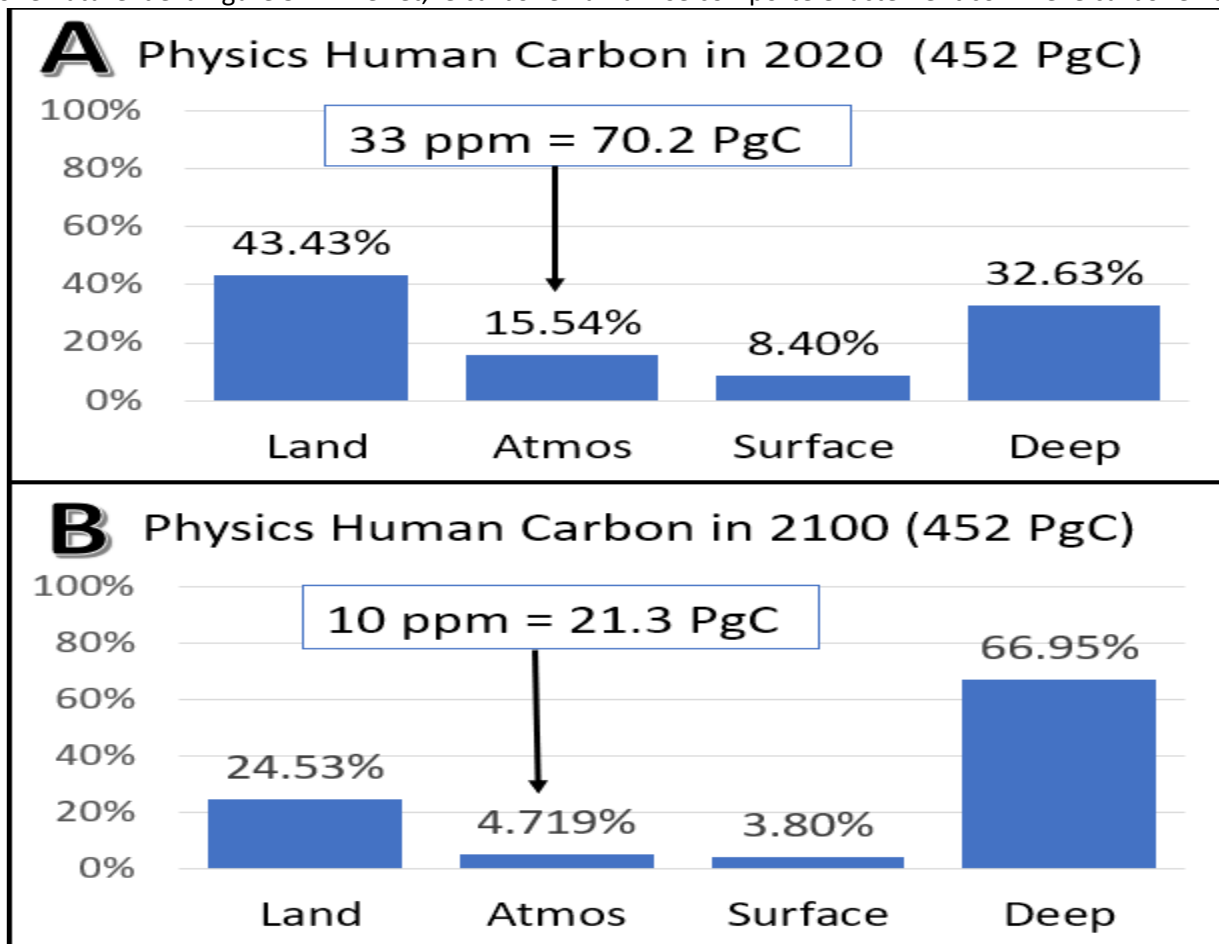


Figure 8. Le véritable cycle du carbone humain avec les données du GIEC pour 2020. La figure 8B suppose que toutes les émissions de carbone humain s'arrêtent en 2020.

La figure 8 montre la répartition du cycle du carbone humain lorsque le carbone humain suit les mêmes règles physiques que le cycle naturel du carbone du GIEC. La figure 8 diffère considérablement de la figure 5B qui suppose que la théorie centrale du GIEC est vraie.

L'équation (22) montre les temps caractéristiques qui produisent les 33 ppm des figures 7 et 8A.

Le GIEC indique que les flux naturels du cycle du carbone sont précis à 20 %. Les valeurs extrêmes prévues pour le véritable cycle du carbone humain du GIEC peuvent être trouvées avec des temps caractéristiques ajustés à ces valeurs limites à +20% ou -20% de la valeur centrale

Les temps caractéristiques suivants maximisent le CO₂ atmosphérique de 33 ppm à 48 ppm :

$$\begin{aligned} T12 &= (2500 / 108 = 23.1481) * 0.67 = 15.43, & T21 &= (589 / 108 = 5.4537) * 1.20 = 6.544 \\ T23 &= (589 / 60.4 = 9.752) * 1.20 = 11.70, & T32 &= (900 / 60.4 = 14.9007) * 0.67 = 9.98 \end{aligned} \quad (23)$$

Les temps caractéristiques suivants réduisent le CO₂ atmosphérique de 33 ppm à 24 ppm :

$$\begin{aligned} T12 &= (2500 / 108 = 23.1481) * 1.49 = 34.49, & T21 &= (589 / 108 = 5.4537) * 0.80 = 4.36 \\ T23 &= (589 / 60.4 = 9.752) * 0.80 = 7.80, & T32 &= (900 / 60.4 = 14.9007) * 1.49 = 22.20 \end{aligned} \quad (24)$$

Les temps caractéristiques pour les grands fonds marins ont peu d'effet sur le niveau de CO₂ atmosphérique.

En résumé, les données du GIEC sur le cycle naturel du carbone avec les limites d'erreur à 20 % de la valeur centrale montrent que le CO₂ humain a augmenté le CO₂ atmosphérique de 33 ppm avec une fourchette de 24 ppm à 48 ppm, pour 2020. La probabilité des extrêmes, 24 ppm et 48 ppm est très faible.

En 2020, le CO₂ humain a ajouté environ un pour cent au carbone dans le cycle naturel du carbone du GIEC. Cela ne peut, dans aucun scénario raisonnable, suffire à changer radicalement la physique du cycle naturel du carbone.

5.2 La Airborne Fraction du GIEC

Jones et al. [14] ont défini la Airborne Fraction (AF) comme suit

"La fraction des émissions de carbone anthropiques qui reste dans l'atmosphère après que les processus naturels en aient absorbé une partie."

La définition de l'AF est la suivante : $AF = La / S$ (25)

La est l'augmentation du CO₂ causée par les émissions humaines et S la somme de toutes les émissions humaines de CO₂ depuis 1750. Jones et al. supposent que la théorie centrale du GIEC est vraie, donc leur La est égal au CO₂ atmosphérique total moins 280 ppm.

En revanche, la vraie AF ou TAF (TAF pour True AF) utilise la valeur de La calculée à partir du vrai cycle du carbone humain avec les données employées ci-dessus (flux et stocks initiaux du GIEC).

La figure 9 montre AF et TAF. Alors que AF est 60 % en 2020, TAF est environ 20 %.

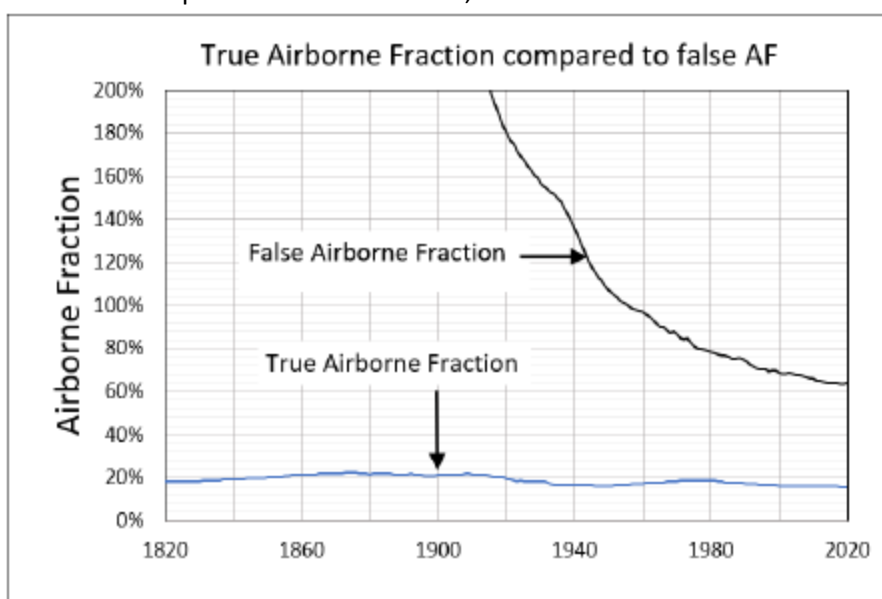
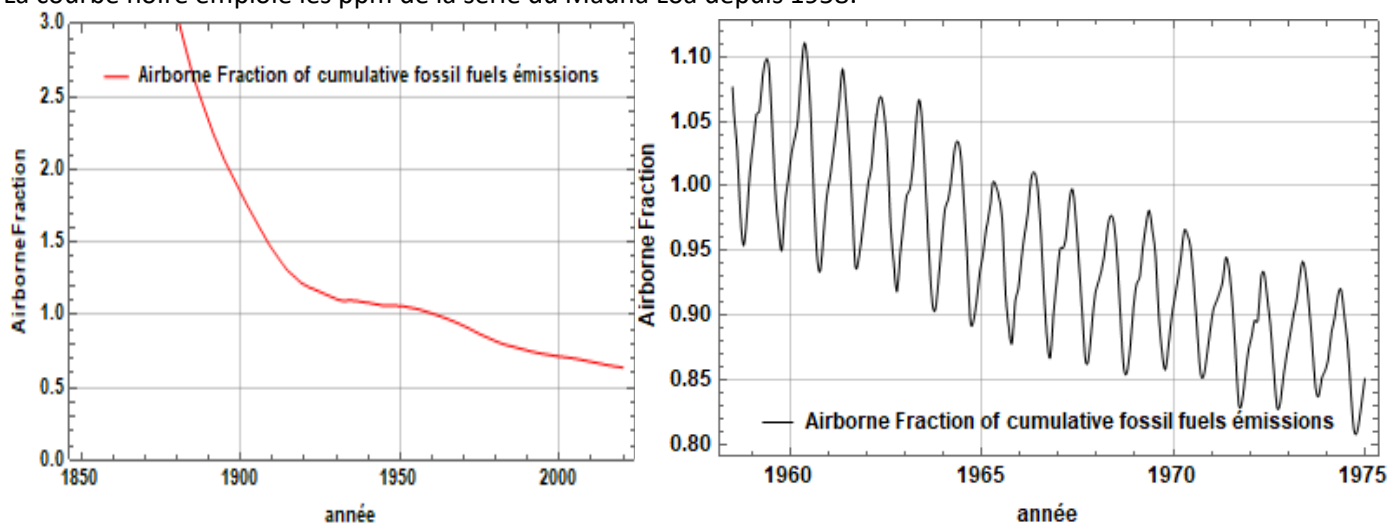


Figure 9. La vraie Airborne Fraction (TAF) est d'environ 20 %. La Airborne Fraction du GIEC est de plus de 80% jusque vers 1980 et même de plus de 100% avant 1958 et diminue progressivement.

[NdT : Comme le montre bien Edwin Berry, Le tracé de la AF comme rapport des ppm dans l'air en excès des 278 ppm imaginés pour le préindustriel au cumul des émissions fossiles à la même date montre bien que le CO₂ anthropique ne saurait expliquer les variations des ppm : cette AF est jusque vers 1960 très supérieure aux 43% dits par Le Quéré : elle est supérieure à 100% jusque vers 1962 ! La courbe rouge est calculée avec une extrapolation des observations du Mauna Loa en

$$280.6 \text{ ppm} + 389.68 \text{ ppm} / (1 + \exp(0.0272 (2045-t)))$$

La courbe noire emploie les ppm de la série du Mauna Loa depuis 1958.



fin de la NdT]

5.3 Le modèle de Bern du GIEC

Siegenthaler et Joos [15] ont créé le modèle original de Bern. Ils ont utilisé des données sur le ¹⁴C pour retracer le flux de ¹²CO₂ de l'atmosphère vers l'océan de surface et les océans intérieurs et profonds. Cependant, ils ont supposé que la théorie centrale du GIEC était vraie et, par conséquent, ils n'ont pas analysé correctement leurs données.

Joos [16] a proposé une fonction de Green [NdT : ou réponse impulsionnelle] pour le modèle de Bern [15]. Joos a supposé que les impulsions annuelles de carbone anthropique entrent dans l'atmosphère et en sortent indépendamment selon la fonction de Green.

Joos et al. [17] ont comparé la réponse des modèles atmosphère-océan à une impulsion de CO₂ humain. Cependant, tous ces modèles qu'ils ont comparés supposent a priori que la théorie centrale du GIEC est vraie, ce qui rend ces modèles invalides.

Pour déconstruire l'équation intégrale de Joos [16], prenons l'impulsion dans l'atmosphère à l'année où le t' de Joos est égal à zéro [NdT : impulsion de Dirac en $t'=0$]. Alors l'intégrale disparaît, et le modèle de Joos de Bern devient une équation où le stock dépend de son niveau de départ, L_0 [amplitude de l'impulsion] :

$$L(t) = L_0 [A_0 + A_1 \exp(-t/T_1) + A_2 \exp(-t/T_2) + A_3 \exp(-t/T_3)] \quad (26)$$

Où t = temps en années, L_0 = niveau de CO₂ atmosphérique en $t = 0$, $L(t)$ = niveau de CO₂ atmosphérique l'année t . Joos a calculé les valeurs standard des A_i et T_i du modèle de Bern du TAR (Third Assessment Report) en approchant la Airborne Fraction AF (qui est invalide !) par :

$$A_0 = 0.152, A_1 = 0.253, A_2 = 0.279, A_3 = 0.316, T_1 = 171 \text{ ans}, T_2 = 18,0 \text{ ans}, T_3 = 2,57 \text{ ans}$$

Les valeurs A pondèrent les quatre termes à droite de (24), donc,

$$A_0 + A_1 + A_2 + A_3 = 1.000 \quad (27)$$

De (24), pour t infini il vient

$$L = A_0 L_0 = 0,152 L_0 \quad (28)$$

L'équation (28) prédit que 15,2 % de chaque flux entrant d'une année resteront à jamais dans l'atmosphère.

L'équation du modèle de Bern (26) est la fonction de Green [NdT : ou réponse impulsionnelle] d'une équation différentielle non spécifiée. Cette équation différentielle serait bien intéressante.

Le modèle de Bern a plusieurs problèmes fondamentaux.

Premièrement les valeurs standard de Bern du TAR exprime la solution d'une équation différentielle qui calcule la airborne fraction AF. Mais cette AF suppose a priori que la théorie de base du GIEC est vraie. Or elle est invalide et donc le modèle de Bern et son système d'équations différentielles sont invalides.

Deuxièmement, le modèle de Bern du GIEC s'applique uniquement au CO₂ humain et pas au CO₂ naturel. Donc le modèle de Bern viole le principe d'équivalence.

À titre de comparaison, les valeurs de la fonction de Green [NdT : réponse impulsionnelle] pour le cycle du carbone du modèle physique (10) avec les valeurs de (20), (21) et (22) sont (nous le devons à un commentaire de Tim C) :

$$A_0 = 0.014, A_1 = 0.758, A_2 = 0.122, A_3 = 0.106, T_1 = 94,9 \text{ ans}, T_2 = 6,67 \text{ ans}, T_3 = 2,84 \text{ ans} \quad (29)$$

Le A₀ de (29) est un dixième du A₀ de (28). Le A₀ de (29) représente correctement la quantité de carbone humain qui reste à long terme.

Bien que les fonctions de Green aient leur place dans les mathématiques, cet auteur préfère faire des calculs numériques d'équations différentielles plutôt que d'utiliser les fonctions de Green du système de quatre équations différentielles.

5.4 Fonction de Bern comparée à la décroissance d'une impulsion selon le modèle physique

La figure 10 montre comment une impulsion de carbone dans l'atmosphère se propage vers les autres réservoirs en utilisant les temps caractéristiques affichés par le GIEC pour le carbone naturel.

Les lignes continues des figures 10A et 10B sont les mêmes que celles de la décroissance d'une impulsion selon le modèle physique.

La figure 10A montre comment le carbone se déplace à travers les réservoirs. Au bout de 10 ans, 15 % du carbone humain reste dans l'atmosphère.

Au bout de 100 ans, il ne reste plus que 5 % du carbone humain dans l'atmosphère, 28 % sur terre et 64 % dans les profondeurs de l'océan. Ces chiffres sont presque identiques à la répartition du carbone humain de la figure 7B, qui a commencé avec un scénario différent.

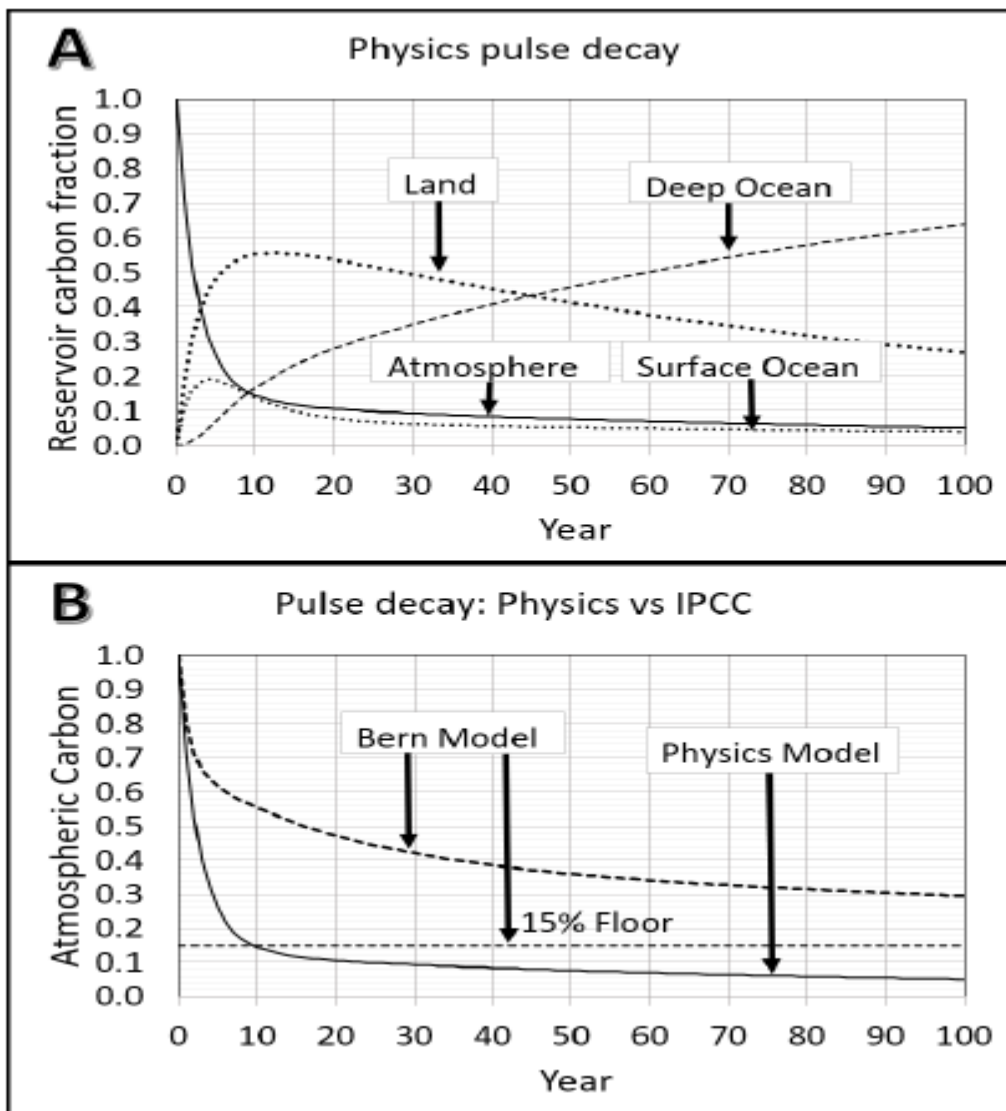


Figure 10. Les lignes pleines des figures 10A et 10B sont la même ligne. La figure 10A montre comment le carbone se déplace à travers les réservoirs. La figure 10B compare le modèle de physique avec le modèle de Berne du GIEC, modèle qui n'est pas valide.

Le réservoir terrestre est le plus rapide à absorber le carbone de l'atmosphère. Mais au bout de 15 ans, le réservoir terrestre renvoie son carbone à travers l'atmosphère aux réservoirs océaniques. Le réservoir terrestre est responsable de la diminution initiale rapide du carbone de l'atmosphère, mais c'est le réservoir océanique profond qui à la fin contrôle la répartition finale.

La figure 10A montre que le "temps caractéristique global" (pour la décroissance d'une impulsion dans l'air) augmente avec le temps. Pourtant, tous les temps caractéristiques sont constants. Le temps caractéristique global change parce que les poids des six temps caractéristiques changent en fonction des stocks dans les réservoirs. Le résultat ressemble à la "longue queue de distribution" qu'Archer [18] supposait être due à une augmentation du temps caractéristique. Les temps caractéristiques dans ces calculs restent constants. Mais à mesure que le carbone se déplace dans le modèle du cycle du carbone, le temps caractéristique global change.

La figure 10B compare le modèle physique avec le modèle de Bern du GIEC.

Le modèle de Bern utilise l'équation (24). Le modèle de Bern ne peut pas prédire comment le carbone se déplace à travers le cycle du carbone car il ne s'agit pas d'une équation différentielle physique.

5.5 L'effet Revelle

L'effet Revelle [19] dit que la présence de CO₂ humain réduit la capacité de l'océan à absorber le CO₂. L'effet Revelle pose trois problèmes dans le contexte des modèles du cycle du carbone.

Premièrement, le 1% que le carbone humain ajoute au cycle naturel du carbone ne peut pas provoquer de changement mesurable dans la capacité des océans à absorber le CO₂. Le carbone naturel varie de plus d'un pour cent.

Deuxièmement, l'effet Revelle doit s'appliquer au CO₂ naturel comme il s'applique au CO₂ humain selon le principe d'équivalence. Ainsi, si l'effet Revelle modifie le flux de carbone humain, il modifiera également le flux de carbone naturel.

Troisièmement, le cycle naturel du carbone du GIEC est basé sur des données. Ces données comprennent l'effet Revelle.

Revelle pensait que son effet ferait que 50 % du CO₂ humain resterait dans l'atmosphère pour toujours. Il avait tort.

L'effet Revelle ne peut pas faire en sorte que le carbone humain se comporte différemment du carbone naturel.

Revelle n'a pas pris en compte le principe d'équivalence.

Köhler et al. [20] affirment que le carbone humain, mais pas le carbone naturel, modifie l'effet Revelle. Leur affirmation viole le Principe d'Equivalence.

Köhler et al. supposent que la théorie centrale du GIEC est vraie et que le CO₂ humain (mais pas le naturel) a réduit la "capacité tampon" du système des carbonates :

"... l'augmentation de la teneur en carbone atmosphérique et océanique va de pair avec une augmentation du facteur de Revelle, un phénomène qui est déjà mesurable. Cela implique que l'absorption océanique du carbone anthropique deviendra plus lente si nous continuons à augmenter les émissions de CO₂ anthropiques. C'est ce que l'on constate déjà dans toutes les simulations du modèle CMIP5".

Leur dernière phrase est logiquement non valable. Les modèles climatiques du GIEC supposent que la théorie centrale du GIEC est vraie : ils ne peuvent donc pas prouver que la théorie centrale du GIEC est vraie.

Ballantyne et al [21] ont trouvé "*qu'il n'y a pas de preuve empirique*" que la capacité des terres et des océans à absorber le CO₂ atmosphérique "*ait commencé à diminuer à l'échelle mondiale*".

Köhler et al. [20] affirment que le CO₂ humain (mais pas le naturel) a réduit la "*capacité tampon*" du système carbonaté. Cependant, ils supposent que la théorie centrale du GIEC est vraie et traitent différemment le CO₂ humain et le CO₂ naturel, ce qui viole le principe d'équivalence.

6. Discussion

6.1 Comment la nature a-t-elle ajouté 100 ppm ?

La question de savoir comment la nature a ajouté 100 ppm au niveau de CO₂ n'entre pas dans le cadre de ce document. Cependant, une augmentation de la température de surface peut ajouter du carbone ou modifier les temps de réponse. La Terre s'est réchauffée depuis le petit âge glaciaire à la fin des années 1600. Ce réchauffement peut avoir causé l'augmentation du niveau de CO₂ après 1750.

Pour ajouter 100 ppm au CO₂ atmosphérique, il faudrait ajouter 38 % [Ed. Berry écrit 3.8%] de carbone dans le cycle naturel du carbone du GIEC. [NdT si le CO₂ atmosphérique fait 1,43% du carbone total circulant, +100 ppm ou +212 Gt-C dans l'air demanderaient +14 794 Gt-C dans le cycle, soit 36% des 41089 Gt-C de la figure 5-A]

Kuo et al [22] montrent comment les changements de température précèdent de cinq mois les changements du CO₂ atmosphérique.

[NdT : très simplement la dérivée par rapport au temps de la série des ppm $dy(t)/dt$ calculée comme $y(t + 6 \text{ mois}) - y(t - 6 \text{ mois})$ est superposable à une fonction linéaire des anomalies AT(t) des températures de surface des mers de la zone intertropicale de dégazage (océanique à 75%) ou des températures de la basse troposphère intertropicale ; $y(t)$ est la série des ppm au Mauna Loa après soustraction de l'effet anthropique (quelque 24 ppm en 2020) calculé par sommation des émissions anthropiques des années précédentes pondérées en $\exp(-t/5)$; la variation des ppm, par exemple $y(2020) - y(1958)$, est donc simplement l'intégrale entre 1958 et 2020 d'une fonction linéaire des températures entre 1958 et 2020 : le CO₂ de l'air est donc une conséquence des températures passées et ne saurait pas être la cause des températures dont il est une conséquence !]

Kouwenberg [5] fournit des preuves que la température détermine le niveau de CO₂ : *"les changements de flux de CO₂ entre les eaux de surface des océans et l'atmosphère dus à la température peuvent être invoqués comme un mécanisme plausible pour expliquer au moins une partie substantielle des variations de CO₂ reconstituées au cours du dernier millénaire."*

MacRae [23] montre que le taux d'augmentation du CO₂ est fonction de la température de surface.

[NdT : il montre bien que $y(t + 6 \text{ mois}) - y(t - 6 \text{ mois})$ ou $dy(t)/dt$ est superposable à une fonction linéaire des anomalies AT(t) des températures de surface des mers de la zone intertropicale de dégazage (océanique à 75%) ou des températures de la basse troposphère intertropicale ; son texte est rendu confus par la focalisation sur le retard entre une fluctuation de $dy(t)/dt$ et celle de l'intégrale $y(t)$ de $dy(t)/dt$: évidemment l'intégrale dépend des valeurs de la dérivée et en porte la marque quelque temps après ...]

Salby [24] a publié *"Physics of the Atmosphere and Climate"* qui décrit les données et les indications de marqueurs qui montrent que l'augmentation de la température mondiale entraîne une augmentation des dégazages naturels de CO₂. Il calcule qu'une augmentation de la température mondiale d'un degré Kelvin augmente les émissions naturelles de CO₂ d'environ 3,5 ppmv par an.

Salby [25] montre que la cause principale de l'augmentation du CO₂ est l'augmentation de la température qui augmente les émissions naturelles de carbone.

Harde [26, 27] montre comment le niveau de CO₂ augmente avec la température de surface.

Cork Hayden (courriel de 2020) a posé la question cruciale :

"Comment les cycles de Milankovitch ont-ils fait changer la concentration de CO₂ pour que la température change ensuite ?"

Bien sûr, la seule réponse à cette question est que les cycles de Milankovitch ne peuvent changer que la température. Par conséquent, la température a changé le niveau de CO₂.

6.2 Bref historique de la recherche sur le cycle du carbone

Revelle et Suess [19] ont utilisé des données sur le ¹⁴C pour conclure que *"la durée de vie moyenne d'une molécule de CO₂ dans l'atmosphère ... est de l'ordre de 10 ans"*. Ils en ont conclu que

"Cela signifie que la majeure partie du CO₂ libéré par la combustion artificielle de carburant depuis le début de la révolution industrielle a dû être absorbée par les océans."

"Il semble tout à fait improbable qu'une augmentation de la concentration atmosphérique de CO₂ de 10 % ait pu être causée par la combustion de combustibles industriels au cours du siècle dernier, comme l'indiquent les analyses statistiques de Callendar".

Maier-Reimer et Hasselmann [28] ont utilisé un modèle de circulation océanique connecté à une atmosphère pour reproduire les principales caractéristiques de la distribution du CO₂ dans l'océan de surface. Ils ont estimé le flux de CO₂ de l'atmosphère vers l'océan par une somme de quatre exponentielles avec différentes amplitudes et constantes de temps. Leur approche était un prédécesseur du modèle de Bern.

Starr [29] a noté que certaines études précédentes avaient supposé à tort que la théorie fondamentale du GIEC était vraie. Il a trouvé des temps de résidence de 4 à 5 ans, qu'il a écrit

"beaucoup plus court ... que l'ampleur des résultats des modèles habituels du cycle du carbone mondial qui sont ajustés pour correspondre à l'hypothèse que les émissions anthropiques sont principalement la cause de l'augmentation observée du CO₂ atmosphérique."

"Le court temps de séjour suggère que les émissions anthropiques ne contribuent qu'à une fraction de l'augmentation atmosphérique observée, et que d'autres sources doivent être recherchées."

Segalstad [30] a répertorié 36 autres valeurs publiées avec des temps de réponse moyens de 5 à 15 ans.

Courtney [31] a conclu,

"Rien ne prouve que la récente augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère ait une cause principalement anthropique ou une cause principalement naturelle".

Quirk [32] a examiné les données sur le ¹³C et les variations saisonnières et hémisphériques du CO₂, pour conclure, *"La constance des variations saisonnières du CO₂ et l'absence de délai entre les hémisphères suggèrent que le CO₂ dérivé des combustibles fossiles est presque totalement absorbé localement l'année où il est émis. Cela implique que la variabilité naturelle du climat est la principale cause de l'augmentation du CO₂, et non les émissions de CO₂ provenant de l'utilisation des combustibles fossiles".*

Essenhigh [33] a montré que le temps caractéristique du GIEC[rapport stock/flux pour le CO₂ de l'air en oubliant de corriger le flux absorbé par la végétation de la respiration de la végétation sur 24 heures] pour le ¹²CO₂ est d'environ 4 ans et que le temps de réponse plus long du GIEC d'environ 100 ans n'est pas causé par le carbone humain. Il a écrit : *"Cela confirme la conclusion selon laquelle le réchauffement climatique n'est pas dû à l'homme en tant que résultat de la combustion."*

Carter [34] a publié *"Climate : The Counter Consensus"* qui traite de « l'hypothèse nulle » [NdT : celle dont il faudrait montrer qu'elle est fautive avant d'avancer d'autres théories]

"Compte tenu de la grande variabilité naturelle que présentent les données climatiques et de l'incapacité à ce jour à isoler ou identifier un signal humain dans ces données, l'hypothèse nulle appropriée - parce qu'elle est cohérente avec les faits connus - est que les changements climatiques mondiaux sont présumés naturels, jusqu'à ce que des preuves spécifiques de leur origine humaine soient fournies."

Humlum [35] a constaté que les augmentations de CO₂ ne sont pas en corrélation avec les émissions humaines de CO₂. Au contraire, les augmentations de CO₂ suivent constamment les augmentations de température sur une période de 9 à 12 mois. [NdT : Il a de façon erronée comparé la dérivée par rapport au temps des ppm de CO₂ et la dérivée des anomalies de températures ; la corrélation correcte est entre la dérivée des ppm et les anomalies des températures, entre dy(t)/dt et AT(t).]

Harde [23] a présenté des données au soutien de l'hypothèse (2) que le flux sortant de l'atmosphère est proportionnel au niveau de CO₂ divisé par un temps caractéristique d'environ 4 ans. Harde a montré en quoi cela contredit la théorie fondamentale du GIEC. Il a conclu que les émissions humaines n'ont causé qu'environ 17 ppm de l'augmentation du CO₂ au-dessus de 280 ppm et que le reste de l'augmentation a été causé par des émissions naturelles.

Archer et ses collègues [16] ont testé les modèles de cycle du carbone du GIEC et ont constaté que ces modèles *"sont d'accord pour trouver que 25 à 35 % du CO₂ reste dans l'atmosphère après l'équilibre avec l'océan (2 à 20 siècles)".* Mais que des modèles soient d'accord entre eux est sans importance ni valeur probante car tous ces modèles [16] supposent que la théorie centrale du GIEC est vraie.

Harde [26] et Berry [12] ont introduit le concept du principe d'équivalence.

Gruber et al. [36] affirment qu'ils ont prouvé que le carbone humain était à l'origine de l'augmentation du carbone océanique. Cependant, ils ont supposé que la théorie centrale du GIEC est vraie, c'est-à-dire qu'ils font un raisonnement circulaire. Ils n'envisagent pas la possibilité que le carbone naturel ait pu causer l'augmentation de CO₂ qu'ils ont mesurée.

Courtney [31] (pp. 6-7) a conclu en 2008 que le cycle du carbone humain ne pouvait pas être calculé car ses temps caractéristiques étaient inconnus : *"... l'augmentation relativement importante de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère au cours du XXe siècle (environ 30 %) ... nécessite un modèle quantitatif du cycle du carbone, mais ... un tel modèle ne peut être construit car les temps caractéristiques [rate constants] ne sont pas connus pour les mécanismes en jeu dans le cycle du carbone".*

Après avoir examiné une première version du présent document, Courtney (courriel à global-warming-realists@googlegroups.com le 21 novembre 2019) a écrit que la section 4 de ce document : *"... quantifie les contributions anthropiques et naturelles aux changements de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère sans qu'il soit nécessaire de connaître les temps caractéristiques des mécanismes individuels. C'est une avancée dans la compréhension que d'autres auteurs, dont moi-même, n'ont pas réussi à faire".*

6.3 Les données de la NASA sont en conflit avec la théorie centrale du GIEC

Buis [37] passe en revue les données satellitaires modernes sur le CO₂ qui montrent que les régions tropicales sont une forte source nette de CO₂, tandis que les forêts pluviales et les zones agricoles des latitudes moyennes à élevées du haut Midwest américain, de l'Asie orientale et méridionale et de la Chine centrale absorbent fortement le CO₂.

Les données de Buis sont cohérentes avec les idées présentées dans ce document, à savoir que la nature domine à la fois la production et l'absorption de CO₂ et que l'augmentation de la température accroît les émissions naturelles de CO₂.

Cependant, selon Buis, les "*climatologues*" [*"climate scientists"*] ne peuvent pas expliquer ces données. C'est parce que, comme le confirme Buis, ces *climatologues* supposent exactes la théorie centrale du GIEC et la théorie de l'élimination du GIEC.

Si les scientifiques rejetaient les théories invalides du GIEC, tant la théorie centrale que les conjectures sur une élimination différente des molécules de CO₂ selon leur origine, ils seraient libres d'interpréter correctement les données modernes d'observation sur le CO₂.

Conclusions

La théorie centrale du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) des Nations unies proclame que les émissions de CO₂ par l'homme sont la cause de toute l'augmentation du CO₂ atmosphérique au-dessus de 280 ppm.

La théorie de l'élimination différenciée du GIEC affirme qu'il faut beaucoup plus de temps pour éliminer de l'atmosphère le CO₂ humain que pour éliminer le CO₂ naturel.

Toutes les affirmations et les modèles du GIEC relatifs au climat supposent que ces deux théories sont vraies. Le principe d'équivalence prouve que la théorie de l'élimination différenciée du GIEC est fausse.

Puisque la validité de la théorie centrale du GIEC dépend de la validité la théorie de l'élimination différenciée, la théorie centrale du GIEC est fausse.

Les données du GIEC sur les carottes de glace et les données sur les émissions humaines montrent que la différence entre 280 ppm et la teneur en CO₂ avant 1950 [NdT : même avant 1965] était supérieure au cumul de toutes les émissions humaines de CO₂ avant 1950 [NdT : voire 1965]. Par conséquent, les émissions humaines ne peuvent pas avoir causé l'augmentation du CO₂.

Ces données prouvent non seulement que la théorie centrale du GIEC est fausse, mais aussi que la nature est à l'origine de la majeure partie de l'augmentation du CO₂.

En effet, les données des stomates des feuilles et les données in situ montrent que le niveau naturel de CO₂ a, avant 1750, été bien supérieur à 280 ppm.

Le modèle physique du cycle du carbone reprend le cycle du carbone naturel du GIEC et applique la même physique au calcul du véritable cycle du carbone humain. Ce modèle du cycle du carbone humain montre que les émissions humaines ont ajouté environ 33 ppm au CO₂ atmosphérique et que la nature a ajouté 100 ppm (valeurs de 2020). Il montre que si les émissions humaines de CO₂ devaient cesser, l'augmentation due à l'homme diminuerait de 50 % en 20 ans. [NdT : en réalité beaucoup plus vite]

Rien ne remplace la théorie centrale du GIEC. Il n'y a donc pas de base scientifique pour affirmer que les émissions humaines ont causé toute l'augmentation du CO₂.

Il n'y a pas d'urgence climatique causée par l'homme. Il n'y a pas de base scientifique valable pour légiférer pour limiter les émissions de CO₂. Nous ne pouvons pas contrôler le CO₂ atmosphérique parce que nous ne pouvons pas contrôler la nature.

Ces résultats apportent une perspective nouvelle et précieuse qui profitera à la recherche future sur le climat.

- Le CO₂ humain joue un rôle mineur dans l'augmentation du CO₂ depuis 1750.
- Les émissions naturelles de carbone dominent l'augmentation du CO₂.
- Nous devons rejeter la théorie centrale du GIEC pour interpréter les observations modernes sur le CO₂.

Remerciements et données

Berry [2021] fournit toutes les données, les calculs et les figures de ce document.

Cette recherche n'a reçu aucun financement externe. Ce projet de recherche a été financé par les fonds personnels de Valerie et Edwin Berry.

L'auteur remercie les personnes suivantes pour leurs critiques et leurs commentaires utiles sur les premières versions de ce document, sans pour autant laisser entendre qu'elles sont toutes d'accord avec tout ce qui figure dans ce document :

William Happer, W.A. van Wijngaarden, Hermann Harde, Richard Courtney, Tom Sheahen, Chuck Wiese, Gordon Fulks, Nils-Axel Morner, Laurence Gould, Jock Allison, Simon Aegerter, John Shanahan, John Droz, Jr., Alan Falk, Allan MacRae, Andre De Rick, Anthony Cox, Bob Webster, Case Smit, Chic Bowdrie, Dale Mullen, David Andrews, David Ayre, David Houghton, Dennis G. Sandberg, H. Douglas Lightfoot, Jacques-Raymond Børeng, John Finn, John Knipe, Larry Lazarides, Leif Asbrink, Mark Harvey, Marie Moranne, Massimo Polo, Mathew Fagan, Michael Beattie, Monckton of Brenchley, Ralph Alexander, Ron Pritchett, Stephen Paul Anderson, and William Laser.

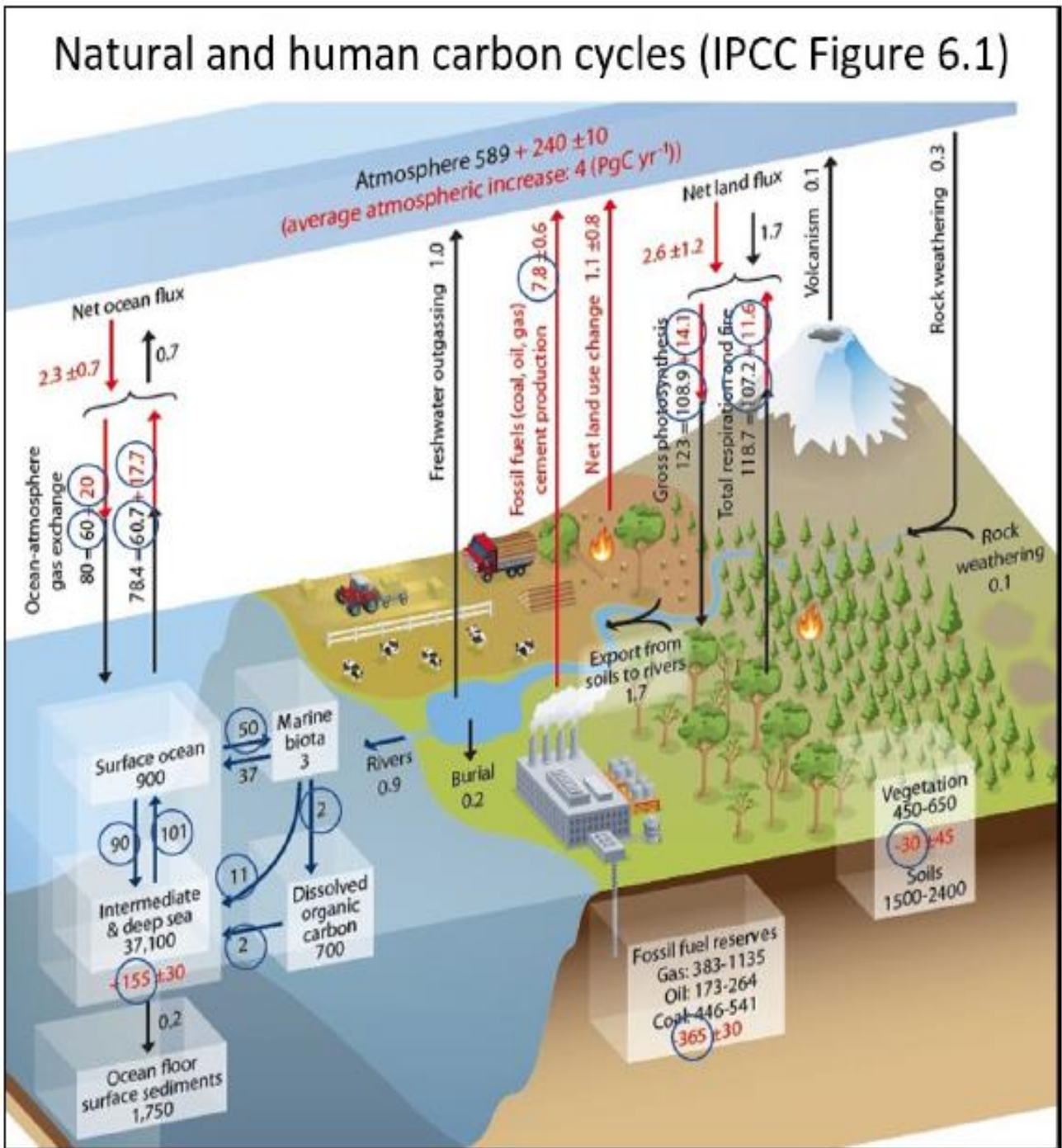
References

1. IPCC (2013): Carbon and other biogeochemical cycles. *IPCC Fig. 6.1*, p 471. [CrossRef](#)
2. Etheridge, D.M., Steele, L.P., Langenfelds, R.L., Francey, R.J., Barnola, J.-M., & Morgan, V.I. (1996) Natural and anthropogenic changes in atmospheric CO₂ over the last 1000 years from air in Antarctic ice and firn. *Journal of Geophysical Research* 101:4115-4128. Law Dome Atmospheric CO₂ Data, IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology Data Contribution Series#2001-083. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA. [CrossRef](#)
3. Keeling, C.D., Piper, S.C., Bacastow, R.B., Wahlen, M., Whorf, T.P., Heimann, M., & Meijer, H. A. (2001) Exchanges of atmospheric CO₂ and ¹³CO₂ with the terrestrial biosphere and oceans from 1978 to 2000. I. Global aspects, SIO Reference Series, No. 01-06, *Scripps Institution of Oceanography*, San Diego, 88 pages, 2001. [CrossRef](#)
4. Boden, T., & Andres, B. (2017) Global CO₂ emissions from fossil-fuel burning, cement manufacture, and gas-flaring: 1751-2014. *CDIAC*. [CrossRef](#)
5. Kouwenberg, L.L.R. (2004) Application of Conifer Needles in the Reconstruction of Holocene CO₂ Levels. Ph.D. Thesis. *Univ. Utrecht*, Netherlands. [CrossRef](#)
6. Kouwenberg, L., Wagner, R., Kürschner, W., Visscher, H. (2005a) Atmospheric CO₂ fluctuations during the last millennium reconstructed by stomatal frequency analysis of *Tsuga heterophylla* needles. *Geology*; 33(1): 33–36. [CrossRef](#)
7. Kouwenberg, L., Wagner, R., Kürschner, W., Visscher, H. (2005b). CO₂ fluctuations during the last millennium reconstructed by stomatal frequency analysis. [CrossRef](#)
8. Beck, E. (2007). 180 years of atmospheric CO₂ gas analysis by chemical methods. *Energy & Environment*. Volume 18, No. 2. [CrossRef](#) [CrossRef](#)
9. Jaworowski, Z. (2007). CO₂: The greatest scientific scandal of our time. *21st CENTURY Science & Technology*. [CrossRef](#)
10. Munshi, J. (2017). Responsiveness of atmospheric CO₂ to fossil fuel emissions: updated. *SSRN*. [CrossRef](#)
11. Munshi, J. (2018). Circular reasoning in climate change research. *SSRN*. [CrossRef](#)
12. Berry, E. X (2019). Human CO₂ emissions have little effect on atmospheric CO₂. *International Journal of Atmospheric and Oceanic Sciences*. Volume 3, Issue 1, June 2019, pp 13-26. [CrossRef](#) [CrossRef](#)
13. Berry, E. X (2021). Data and Carbon Cycle Calculations July 2020. *Mendeley Data*, v1. [CrossRef](#) [CrossRef](#)
14. Jones, C., Cox, P., Huntingford, C. (2007). The atmospheric CO₂ airborne fraction and carbon cycle feedbacks. *Met Office, Hadley Centre*. [CrossRef](#)
15. Siegenthaler, U., Joos, F. (1992). Use of a simple model for studying oceanic tracer distributions and the global carbon cycle. *Tellus*, 44B, 186-207; 1992. [CrossRef](#)
16. Joos, F. (2002). Parameters for tuning a simple carbon cycle model. UNFCCC. [CrossRef](#)
17. Joos, F., Roth, R., Fuglestedt, J.S., Peters, G.P., Enting, I.G., von Bloh, W. et al. (2013). Carbon dioxide and climate impulse response functions for the computation of greenhouse gas metrics: a multi-model analysis. *Atmospheric Chemistry and Physics* 13(5), doi: 10.5194/acpd-12-19799-2012. *Atmos. Chem. Phys.* 13, 2793-2825. [CrossRef](#)
18. Archer, D., Eby, M., Brovkin, V., Ridgwell, A., Cao, L., Mikolajewicz, U., et al. (2009). Atmospheric Lifetime of Fossil Fuel Carbon Dioxide. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 37:1, pp. 117–134. [CrossRef](#), [CrossRef2](#)
19. Revelle, R., & Suess, H. (1957). CO₂ exchange between atmosphere and ocean and the question of an increase of atmospheric CO₂ during past decades. *Tellus*. 9: 18- 27; 1957. [CrossRef](#)

20. Kohler, P., Hauck, J., Volker, C., Wolf-Gladrow, D.A., Butzin, M., Halpern, J.B., et al. (2017). Comment on 'Scrutinizing the carbon cycle and CO₂ residence time in the atmosphere' by H. Harde. *Global and Planetary Change*. [CrossRef](#)
21. Ballantyne, A.P., Alden, C.B., Miller, J.B., Tans, P.P., & White, J.W.C. (2012). Increase in observed net carbon dioxide uptake by land and oceans during the past 50 years, *Nature* 488, pp. 70-73, 2012. doi:10.1038/nature11299. [Crossref](#)
22. Kuo, C., Lindberg, C., & Thomson, D. (1990). Coherence established between atmospheric carbon dioxide and global temperature. *Nature* 343, 709–714. [CrossRef](#)
23. MacRae, A. (2008): Carbon dioxide is not the primary cause of global warming, the future cannot cause the past. *IceCap*. [CrossRef](#) <https://thsresearch.files.wordpress.com/2019/06/co2-global-warming-climate-and-energy-june2019-final.pdf>
24. Salby, M.L. (2012). *Physics of the Atmosphere and Climate*. Cambridge University Press. (ISBN: 978-0-521-76718-7). [CrossRef](#)
25. Salby, M.L. (2018). What is really behind the increase in atmospheric CO₂? Video Presentation, October 10. Helmut-Schmidt-University, Hamburg, Germany. [CrossRef](#)
26. Harde, H. (2017). Scrutinizing the carbon cycle and CO₂ residence time in the atmosphere. *Global and Planetary Change*. 152, 19-26. [CrossRef](#) [CrossRef](#)
27. Harde, H. (2019). What Humans Contribute to Atmospheric CO₂: Comparison of Carbon Cycle Models with Observations. *International Journal of Earth Sciences* Vol. 8, No. 3, pp. 139-159. [CrossRef](#)
28. Maier-Reimer, E., & Hasselmann, K. (1987). Transport and storage of CO₂ in the ocean – an inorganic ocean-circulation carbon cycle model. *Climate Dynamics* 2(2):63–90. DOI: 10.1007/BF01054491. [CrossRef](#)
29. Starr, C. (1992). Atmospheric CO₂ residence time and the carbon cycle. *Science Direct*, 18, 12, pp. 1297-1310; 1992. [CrossRef](#)
30. Segalstad, T.V. (1998). Carbon cycle modelling and the residence time of natural and anthropogenic atmospheric CO₂: on the construction of the Greenhouse Effect Global Warming dogma. In: Bate, R. (Ed.): *Global warming: the continuing debate*. ESEF, Cambridge, U.K. (ISBN 0952773422): 184-219; 1998. [CrossRef](#), [CrossRef2](#)
31. Courtney, R.S. (2008). Limits to existing quantitative understanding of past, present and future changes to atmospheric CO₂ concentration. *International Conference on Climate Change*, New York. [CrossRef](#)
32. Quirk, T. (2009). Sources and sinks of CO₂. *Energy & Environment*. Volume: 20 Issue: 1, pp. 105-121. [CrossRef](#)
33. Essenhigh, R.E. (2009). Potential dependence of global warming on the residence time (RT) in the atmosphere of anthropogenically sourced CO₂. *Energy Fuel* 23, pp. 2773-2784. [CrossRef](#)
34. Carter, R.M. (2010). *Climate: The Counter Consensus*. Stacey International. (ISBN: 978-1-906768-29-4). [CrossRef](#)
35. Humlum, O., Stordahl, K., & Solheim, J.E. (2013). The phase relation between atmospheric CO₂ and global temperatures. *Global and Planetary Change*, 100, pp 51-69. [CrossRef](#)
36. Gruber, N., Clement, D., Carter, B., Feely, R., van Heuven, S., Hoppema, M. et al. (2019). The oceanic sink for anthropogenic CO₂ from 1994 to 2007. *Science*, 15. March 2019, (363) pg. 1193. [CrossRef](#)
37. Buis, A. (2019). *The Atmosphere: Getting a Handle on Carbon Dioxide*. Sizing Up Humanity's Impacts on Earth's Changing Atmosphere: A Five-Part Series. Part Two. NASA Global Climate Change [Crossref](#)

Annexe A.

Figure 6.1 du GIEC Figure 6.1 du GIEC. Les chiffres entourés d'un cercle indiquent les chiffres utilisés dans la figure 4.



La légende de la figure 6.1 du GIEC dit :

"Les chiffres et flèches en noir indiquent la masse des réservoirs et les flux échangés estimés pour la période précédant l'ère industrielle, vers 1750."

Les flèches et les chiffres en rouge indiquent les flux "anthropiques" annuels dont la moyenne a été calculée sur la période 2000-2009.

Ces flux sont une perturbation du cycle du carbone pendant l'ère industrielle, après 1750".