

[Sommaire](#) - [Chapitre précédent](#) : [Premières démonstrations](#)

4. 1960-1990 : Le CO2, clé du changement climatique ?

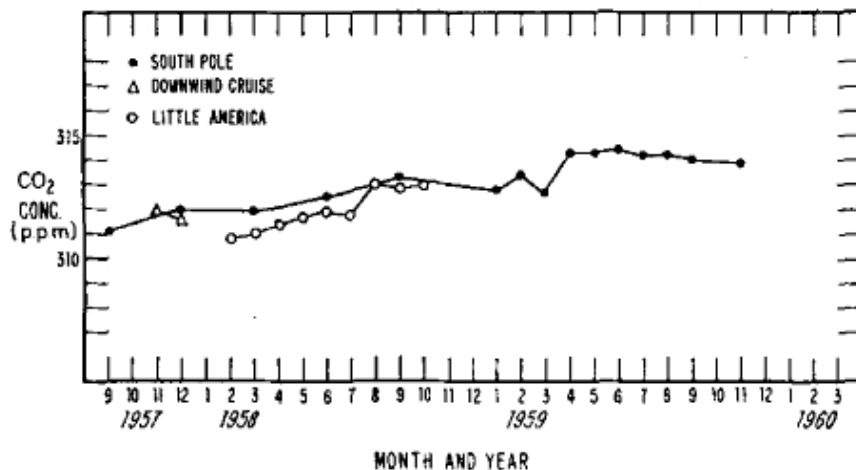
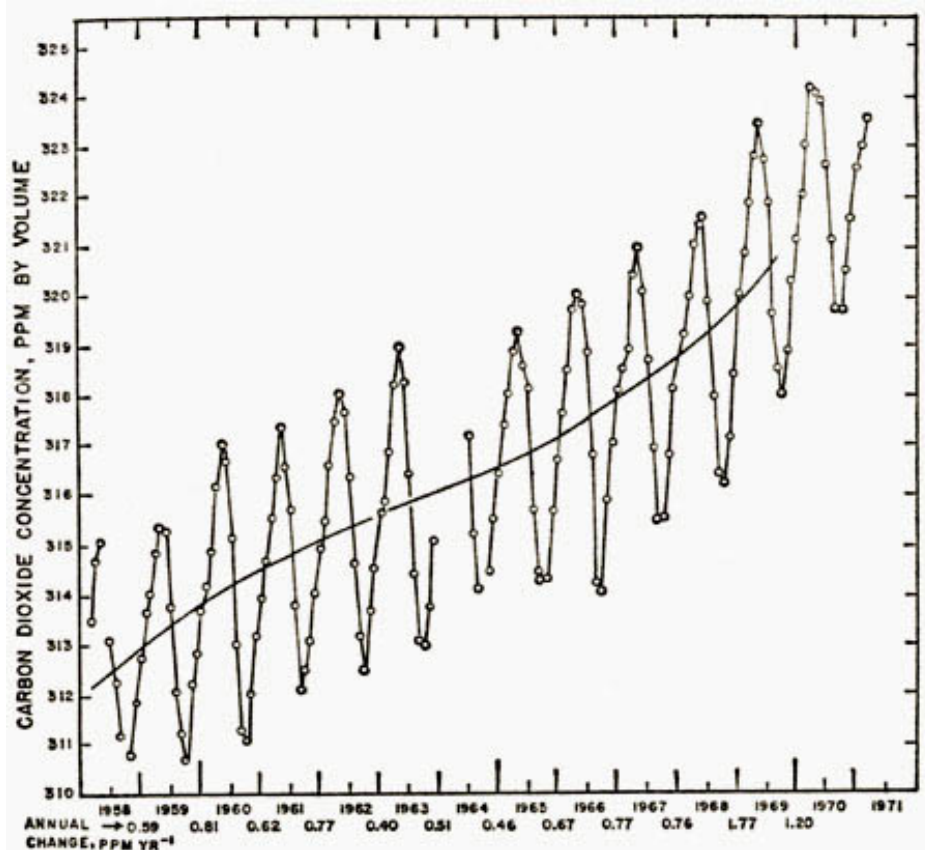


Fig. 2. Variation in concentration of atmospheric carbon dioxide in the Southern Hemisphere.

Extrait du premier document publié en 1960 par Keeling au sujet du CO2. Les mesures faites en Antarctique montrent une augmentation du CO2 sur deux ans seulement.



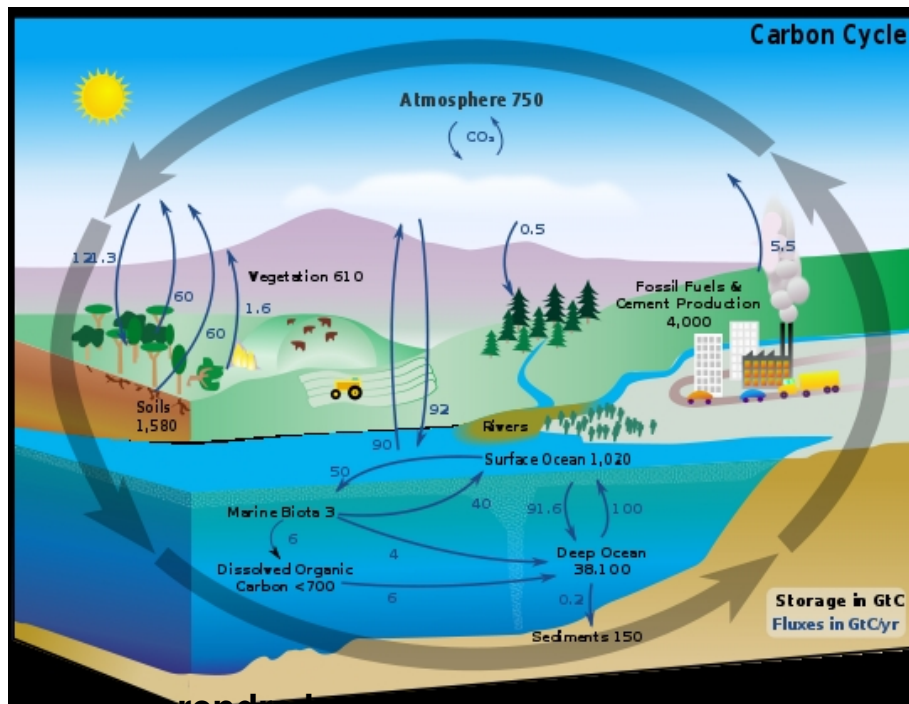
La courbe de Keeling telle qu'on pouvait la voir en 1971 **4.1 La courbe de Keeling**

Puisque l'absorption de la totalité du CO₂ par les océans était mise en doute, les météorologistes prirent la question au sérieux. Il fallait cependant mesurer précisément l'évolution du dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Une équipe scandinave lança bien une série de mesures, mais elle comportait trop de bruit pour être utilisée. Les variations selon les saisons et les stations étaient trop importantes. On comprit plus tard que leur méthode était faussée, mais à ce moment-là, on pensa qu'il serait très difficile de mesurer le gaz carbonique et que cela prendrait plusieurs décennies.

Charles David Keeling n'était pas de cet avis. D'après ses mesures en Californie, il estima qu'il était possible de mesurer le signal de fond. Des procédés techniques nouveaux permettaient en effet des mesures plus précises. Mais cela coûterait cher d'autant qu'il faudrait mener ces mesures à l'écart des perturbations locales. Mais Revelle et Suess avaient suffisamment de fonds pour fournir à Keeling les moyens dont il avait besoin. Revelle souhaitait établir des instantanés de mesure à travers le monde, ce qui permettrait d'obtenir au bout d'une dizaine d'années la tendance de fond.

Grâce à de rigoureuses mesures en Antarctique et au sommet du volcan Mauna Loa à Hawaï, il put établir une tendance précise. En 1960, après seulement deux ans de mesures en Antarctique, il montra que la concentration était en hausse d'une manière qui concordait avec l'idée que l'océan rejetait une partie du CO₂ absorbée ⁽¹⁾. Malheureusement Keeling dut fermer la station Antarctique par manque de fond, mais il put conserver la station de Mauna Loa après une brève interruption. Chaque année, la concentration augmentait inexorablement. Bientôt, la courbe de Keeling fut largement citée par les scientifiques et les journalistes. Ce fut la première icône du réchauffement climatique anthropique ⁽²⁾

Keeling avait vite compris la signification de cette courbe en dent de scie régulière : comme il y a davantage de surface terrestre et de végétation saisonnière dans l'hémisphère nord, la végétation absorbe pendant l'été du CO₂ et le relâche en hivers. Mais d'année en année, le niveau de CO₂ montait.



4.2 Comprendre le cycle du carbone

Il devenait important d'en savoir plus sur le cycle du carbone, et des scientifiques initièrent plusieurs recherches à ce propos : que devenait le carbone dans l'air, les océans, la terre, les animaux et les végétaux ? Le sujet était ardu et faisait appel à de nombreuses spécialités différentes.

Cela amena celles-ci à travailler ensemble. Des biologistes travaillèrent avec des géochimistes et des météorologues. On put alors construire un modèle climatique tournant sur ordinateur, par exemple celui de Princeton en 1967. Par curiosité, ils doublèrent la part de CO₂ de l'atmosphère : cela conduisit à une augmentation d'environ deux degrés. En 1965, un groupe de scientifiques prestigieux avança qu'en l'an 2000 l'augmentation de CO₂ pourrait provoquer une augmentation mesurable de la température [\(3\)](#). Mais la plupart des scientifiques continuaient à avoir du mal à considérer que le climat puisse être modifié par des facteurs humains ou biologiques. Et encore moins à l'échelle de quelques décennies. Un expert, Helmut Landsberg, déclara en 1970 qu'au pire, les températures pourraient augmenter de 2 °C en 400 ans [\(4\)](#), ce qui ne posait pas de problème particulier. Le fameux H. Lamb, auteur de la courbe du même nom, spécialiste de la reconstitution des températures du passé, déclara que les effets du CO₂ étaient incertains. La théorie de l'effet de serre, déclara-t-il, était incapable de rendre compte des modifications de températures depuis le moyen-âge qu'il a contribué à mettre en évidence [\(5\)](#).

. La baisse observée depuis 1940, ajoutait-il, semblait d'ailleurs mettre la théorie à l'eau. Ce point de vue était largement partagé dans le milieu scientifique.

Écrit par Olivier Dumont
Jeudi, 10 Octobre 2013 14:55

D'autres continuaient cependant à travailler sur la question. J S Sawyer, en 1972, prédit d'une manière qui s'avérera très juste que les températures devraient augmenter de 0,6 °C d'ici à l'an 2000. Cela ne représentait pas un danger immédiat, disait-il, mais il y avait là de quoi continuer les recherches [\(6\)](#).

Une controverse vit le jour au sujet du CO₂ : la moitié seulement du carbone se retrouvait dans l'atmosphère et même en tenant compte du rôle des océans et de la biosphère, l'addition ne tombait pas juste. Il y avait du carbone manquant. Où était-il passé ? Du coup, les anciens arguments de la « fertilisation » de la végétation par le CO₂ ou de l'absorption du carbone par l'océan reprirent du poil de la bête. Keeling répondit toutefois que vers le milieu du siècle prochain l'absorption du CO₂ par les plantes parviendrait à une limite. De même que l'absorption par les couches supérieures de l'océan devrait ralentir.

4.3 Une préoccupation grandissante

Celui-ci continua à affiner ses mesures et sa courbe montrait une hausse inexorable. Puis les températures recommencèrent à monter. Il devenait alors difficile de ne pas se préoccuper de l'effet de serre. En 1981, des climatologues affirmèrent : il est possible que les effets du CO₂ ne soient pas détectables avant la fin du siècle, mais d'ici là, la concentration de CO₂ sera suffisamment importante pour provoquer un réchauffement important. C'est pourquoi il pourrait être nécessaire de prendre des mesures avant même d'avoir des preuves formelles [\(7\)](#) à cause du système climatique.

4.4 Les preuves qui venaient du froid



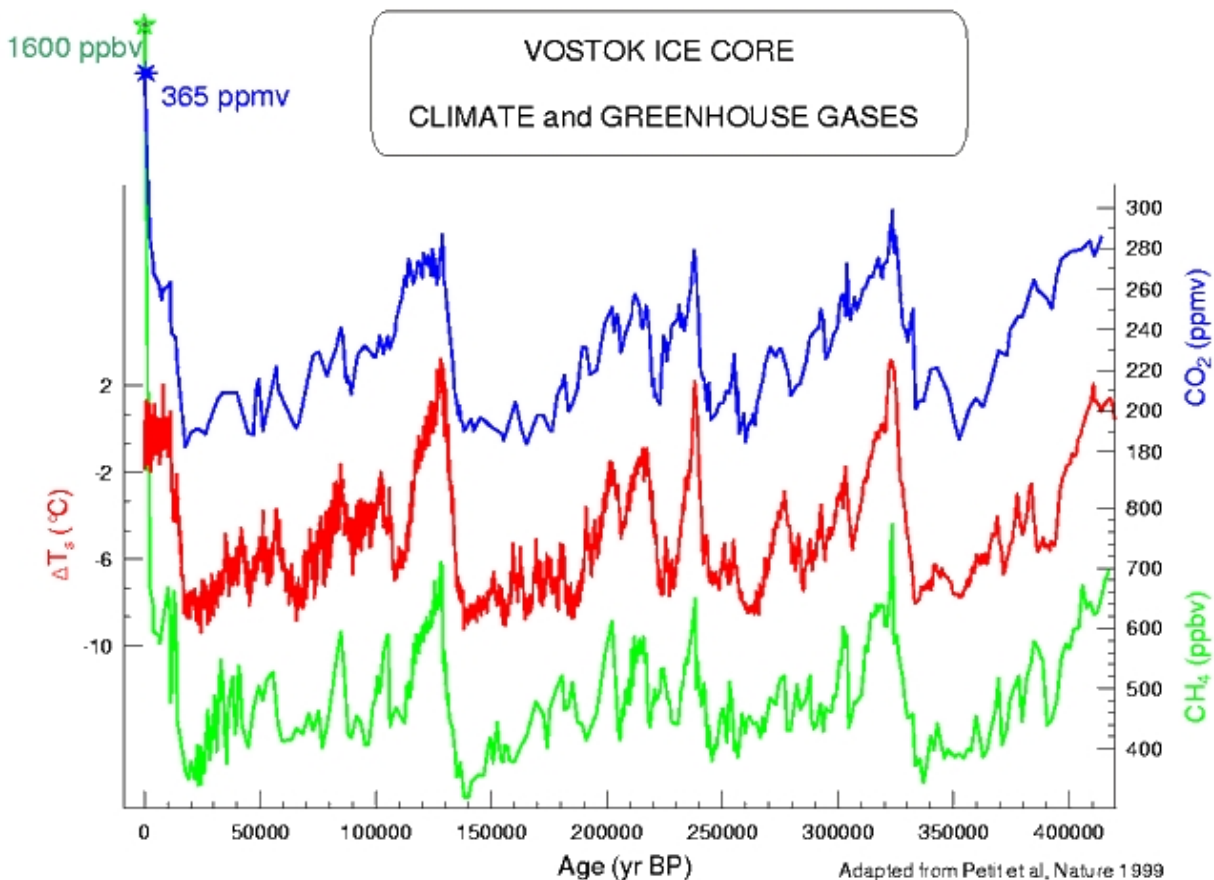
Heureusement, les scientifiques purent récupérer des carottes de glace au Groenland et dans l'Antarctique. Celles-ci contenaient des bulles d'air qui gardaient intact le gaz carbonique

Histoire de la découverte du réchauffement climatique : l'effet de serre et le CO2 (IV)

Écrit par Olivier Dumont
Jeudi, 10 Octobre 2013 14:55

emprisonné depuis des dizaines ou des centaines de milliers d'années. Mais pendant deux décennies il fut impossible d'en tirer des résultats probants. Une méthode fut finalement mise au point. L'astuce consistait à nettoyer la glace méticuleusement, à la broyer dans une machine à vide, puis à mesurer rapidement l'air qui en venait. En 1980, les résultats furent inattendus et d'une importance capitale [\(8\)](#).

L'évolution du CO2 allait de pair avec les alternances des périodes glaciaires et interglaciaires. Pendant que la température chutait ou augmentait de 5 à 6 °C, la concentration de CO2 doublait ou était divisée par deux. Une étude franco-soviétique de 1985 réussit à extraire une carotte contenant 150 000 ans de glace, soit le temps de plusieurs cycles. Or la courbe du CO2 accompagnait de près la courbe des températures [\(9\)](#).



Cette carotte, dite de Vostok, fut décisive. Elle permit d'établir un [consensus](#) : le CO2 est bien un composant essentiel du système climatique. Il devenait très important de comprendre le cycle du carbone lors des changements de climat : CO2 minéral, organique, tourbiers, forêts, plancton, biosphère... Il fallait également comprendre le rôle du méthane, un puissant gaz à effet de serre produit par la biosphère et dégazé par le pergélisol lors des déglaciations.

4.5 L'énigme des changements climatiques du passé

L'énigme des grands changements climatiques du passé était cependant loin d'être résolue. Pour comprendre les changements remontant à plusieurs millions d'années on ne disposait pas d'indices permettant de connaître la composition de l'atmosphère. On savait que le soleil était plus froid lors de l'apparition de la Terre et qu'il s'était réchauffé en brûlant son carburant. Il y a des milliards d'années, les océans avaient dû être entièrement gelés. Pourtant, à travers les âges, la température est restée dans des limites qui ont permis à la vie de se maintenir. Les variations de CO2 ont-elles compensé le réchauffement du soleil ? [\(10\)](#) Il est possible que les volcans aient émis du CO2 à un rythme à peu près constant, sachant qu'il devait retourner au sol selon un rythme de plusieurs millions d'années, stabilisant globalement le climat au prix de fortes perturbations.

La Terre avait-elle réellement été complètement gelée telle une boule de neige géante ? En effet, cette hypothèse a pu être vérifiée. Mais dans ce cas comment a-t-elle pu se réchauffer ? Il faut savoir que dans cette situation la Terre devient complètement blanche et qu'alors elle reflète les rayons du soleil dans un éclat aveuglant. Le soleil ne peut plus la réchauffer. La planète boule de glace devient un piège à froid. C'est ici que le CO2 intervient : le carbone émis par l'activité volcanique s'est accumulé dans l'atmosphère pendant des millions d'années parce que nulle végétation et nul océan ne pouvaient l'absorber. Provoquant un effet de serre colossal qui a réussi à faire fondre la glace [\(11\)](#).

On savait par ailleurs que Venus en se réchauffant avait connu un emballement gigantesque sans doute parce que la chaleur avait fait évaporer le CO2 contenu dans ses roches, ce qui provoqua un réchauffement intense suivi par une évaporation plus grande encore. Tout cela, certes, n'était encore que des spéculations. Mais ces éléments amenaient à penser que le CO2 jouait un rôle déterminant dans une machine climatique, qui, contrairement à ce qu'on pensait jusqu'alors, n'était pas si stable que cela.

Une autre donnée commença à inquiéter les chercheurs : les carottes de Vostok, qui permettaient de remonter 150 000 puis 400 000 ans en arrière, nous disaient que la concentration de CO2 n'avait jamais dépassé 280 ppm, même pendant des phases géologiques bien plus chaudes qu'au XXe siècle. Or à ce moment, la concentration se montait déjà à 350 ppm.

[Chapitre suivant : La théorie confirmée](#)

Notes :

(1) Keeling, Charles D. (1960). "The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere." *Tellus* 12: 200-203. Lien : http://scrippsco2.ucsd.edu/publications/keeling_tellus_1960.pdf

(2) Courbe de Keeling 1970 : Inadvertent Climate Modification. Report of Conference, Study of Man's Impact on Climate (SMIC), Stockholm, edited by Carroll L. Wilson and William H. Matthews , p. 234, copyright MIT Press, 1971.

(3) Manabe, Syukuro, and Richard T. Wetherald (1967). "Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity." *J. Atmospheric Sciences* 24: 241-59. Online here.

(4) Landsberg, Helmut E. (1970). "Man-Made Climatic Changes." *Science* 170: 1265-74.

(5) Lamb, Hubert H. (1969). "Climatic Fluctuations." In General Climatology, edited by H. Flohn, World Survey of Climatology, Vol. 2, pp. 173-247. Amsterdam: Elsevier.

(6) Wigley, T. M. L., and P. D. Jones (1981). "Detecting CO₂-Induced Climatic Change." *Nature* 292: 205-08.

(7) Berner, Werner, et al. (1980). "Information on the CO₂ Cycle from Ice Core Studies." *Radiocarbon* 22: 227-35. Delmas, R. J., et al. (1980). "Polar Ice Evidence That Atmospheric CO₂ 20,000 Yr BP Was 50% of Present." *Nature* 284: 155-57. Neftel, A., et al. (1982). "Ice Core Sample Measurements Give Atmospheric Content During the Past 40,000 Yr." *Nature* 295: 220-23.

(8) Lorius, Claude, et al. (1985). "A 150,000-Year Climatic Record from Antarctic Ice." *Nature* 316: 591-96.

(9) Walker, James C.G., et al. (1981). "A Negative Feedback Mechanism for the Long-Term Stabilization of Earth's Surface Temperature." *J. Geophysical Research* 86 (C10): 9776-82.

(10) Genthon, C., et al. (1987). "Vostok Ice Core: Climatic Response to CO₂ and Orbital Forcing Changes over the Last Climatic Cycle." *Nature* 329: 414-18. Petit, J.R., et al. (1999). "Climate and Atmospheric History of the Past 420,000 Years from the Vostok Ice Core, Antarctica." *Nature* 399: 429-36 [doi:10.1038/20859].

(11) Kasting, J.F., and T.P. Ackerman (1986). "Climate Consequences of Very High Carbon Dioxide Levels in the Earth's Early Atmosphere." *Science* 234: 1383-85. Crowley, Thomas J., and Gerald R. North (1991). *Paleoclimatology*. New York: Oxford University Press. Berner, Robert A., et al. (1983). "The Carbonate-Silicate Geochemical Cycle and Its Effect on Atmospheric Carbon Dioxide over the Past 100 Million Years." *American J. Science* 283: 641-83.

Écrit par Olivier Dumont
Jeudi, 10 Octobre 2013 14:55

*Adapté, résumé ou augmenté d'après [The Discovery of Global Warming](#), [The Carbon Dioxide Greenhouse Effect](#)
, février 2013,
[Spencer Weart](#)*

{jcomments on}