

Les causes naturelles et anthropiques des changements climatiques

Le climat de la Terre n'est pas stable, il fluctue constamment. Ces variations se déploient à l'échelle des temps géologiques, donc sur des milliers, voire des millions d'années, mais aussi sur des périodes plus courtes qui s'expriment en décennies ou en siècles. Les facteurs à l'origine de ces fluctuations climatiques sont multiples. Nous distinguerons ci-après les facteurs naturels externes et internes et les facteurs anthropiques, donc liés aux activités humaines.

La variabilité naturelle du climat

Les facteurs externes

L'intensité du rayonnement solaire arrivant sur Terre n'est pas toujours la même au fil du temps. Par exemple, l'activité du Soleil varie selon un cycle de 11 ans qui dépend du nombre et de l'étendue des taches solaires qui se développent à sa surface. D'autres facteurs naturels ont aussi une influence: les cendres et les particules de soufre projetées dans l'atmosphère lors de grosses éruptions volcaniques interceptent une partie du rayonnement solaire pendant plusieurs années, ce qui a pour conséquence un refroidissement de la surface terrestre. Autre exemple: l'orbite de la Terre n'étant pas circulaire, la distance entre le Soleil et notre planète varie à l'échelle de quelques millénaires. Elle influence ainsi la quantité d'énergie que reçoit la Terre en fonction des saisons. Il existe encore d'autres facteurs externes, parmi lesquels les impacts de météorites.

Les facteurs internes

Le climat de la Terre varie également en fonction des interactions qui prennent forme à différentes échelles entre les composantes du système climatique. Les variations de la température de surface des océans peuvent par exemple modifier les systèmes de circulation des vents; à l'inverse, la répartition des masses d'air et les trajectoires des vents peuvent modifier les températures de surface des océans¹. Le phénomène «El Niño», qui provoque une répartition inhabituelle des précipitations en Amérique du Sud et en Australie, est un exemple bien connu de ces liens entre des processus climatiques. Ce phénomène apparaît de manière irrégulière et est dû à un affaiblissement des alizés² qui font remonter de moins grandes quantités d'eau froide le long de la côte Pacifique de l'Amérique du Sud.

Les causes anthropiques du changement climatique actuel

Les activités humaines – que l'on doit considérer comme des facteurs externes – influencent également le climat. Depuis plus de 250 ans, le développement technologique et économique a un impact croissant sur le système climatique, et depuis 150 ans au moins, les sociétés humaines sont devenues un facteur prépondérant du changement climatique.

¹ Delmas *et al.* (2007), p. 114; Brönnimann (2018), p.189.

² A propos des alizés, voir les explications relatives à la circulation générale de l'atmosphère – CGA – sur le feuillet d'information consacré au système climatique.



Fig. 1. Causes anthropiques du changement climatique. (croquis original projet CCESO II. Dessin: Michelle Walz).

Causes anthropiques

1. Extraction / production / combustion d'énergies fossiles
2. Transport / trafic / combustion d'énergies fossiles
3. Industrie / combustion d'énergies fossiles
4. Ville / village / chauffage / refroidissement / combustion d'énergies fossiles
5. Déforestation / brûlis
6. Riziculture / plantations / serres / agriculture
7. Elevage
8. Augmentation des gaz à effet de serre résultant des activités (1) à (7)

Les sociétés humaines ont profondément modifié le cycle du carbone durant cette période (voir aussi le feuillet d'information sur le système climatique). Cela est dû en premier lieu à l'utilisation des combustibles fossiles (par exemple le pétrole, le gaz naturel, la houille³, le lignite, la tourbe; voir la fig. 1 ci-dessus). Des gaz à effet de serre, en particulier du CO₂, sont déjà libérés lors de l'extraction et de la production de combustibles fossiles (1). Les combustibles fossiles sont principalement utilisés comme carburants pour les transports (2), comme carburants ou comme produits à base de pétrole dans l'industrie (3), ainsi que pour le chauffage ou le refroidissement des bâtiments (4). La déforestation et les cultures sur brûlis (5) émettent également des gaz à effet de serre, de même que la riziculture (6) et l'élevage (7); ces deux dernières activités produisent notamment de grandes quantités de méthane.

³ La houille et le lignite sont des variétés de charbon.

Au total, plus de 50 Gt (gigatonnes) d'émissions de gaz à effet de serre (en équivalent CO₂) dues aux activités humaines sont produites chaque année et ajoutées au cycle naturel du carbone. Depuis les débuts de l'industrialisation, aux environs de 1750, les émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine ont entraîné une augmentation de la teneur en CO₂ (+ 40%), en méthane (CH₄) (+ 150%) et en protoxyde d'azote (ou gaz hilarant, N₂O) (+ 20%) dans l'atmosphère.⁴

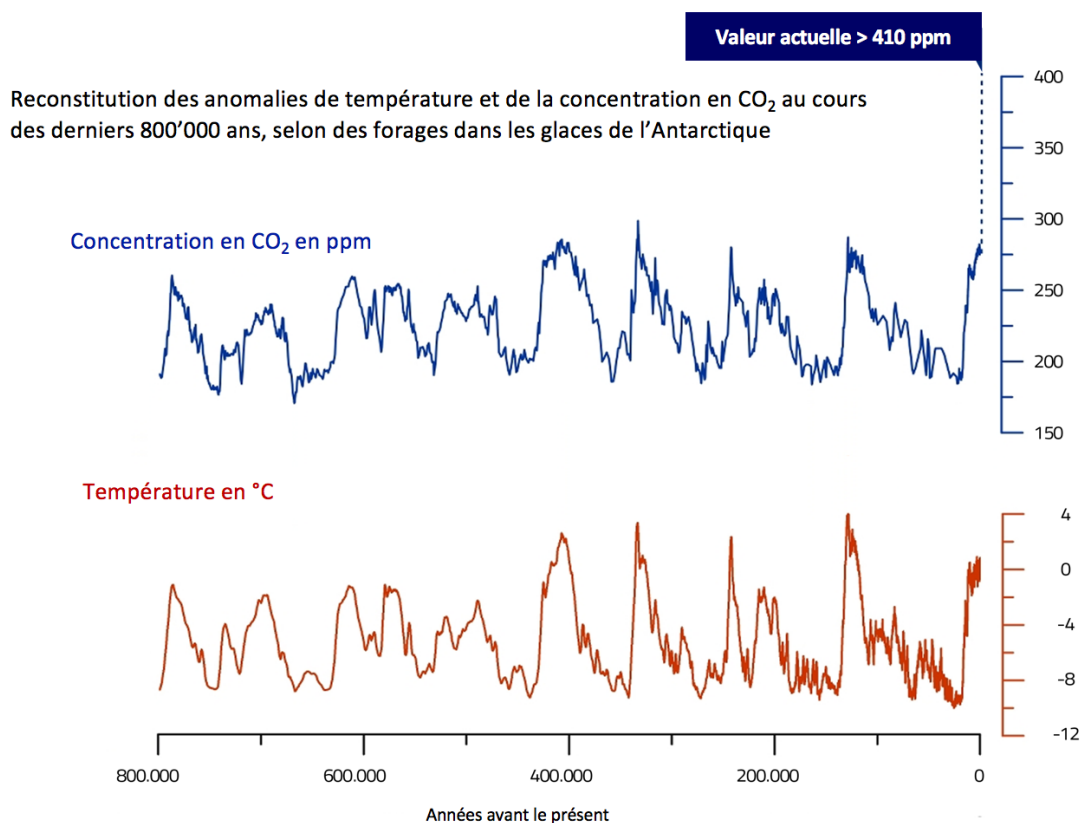
Gigatonne ->
1'000'000'000 tonnes ou
1 milliard de tonnes

Une voiture consommant en moyenne 6 litres d'essence aux 100 km rejette environ 1 tonne de CO₂ en parcourant 3800 km.

Calculateur de CO₂ My Climate

Les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique des deux dernières décennies sont les plus élevées de toute l'histoire de l'humanité. La croissance économique et démographique et la mobilité en progression constante sont les principaux facteurs de cette situation.⁵ Ces gaz à effet de serre en plus grandes quantités dans l'atmosphère renforcent l'effet de serre naturel et provoquent une augmentation de la température des couches inférieures de l'atmosphère et de la surface de la Terre (voir les feuillets d'information sur l'effet de serre et sur les conséquences du changement climatique).

Evolution de la concentration en CO₂ et de la température



Reconstitution de l'évolution des anomalies de température et de la concentration en CO₂ sur 800'000 ans. Données des sondages glaciaires EPICA du Dôme C et de la station Vostok en Antarctique. La ligne en traitillé indique l'augmentation récente de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère.

Fig. 2. Anomalies de température (en rouge) en Antarctique et concentration du CO₂ (en bleu) au cours des derniers 800'000 ans. Source du graphique: http://www.klimastadt-konstanz.de/files/icecore_record_w960px.gif (trad. Ph. Hertig).

⁴ GIEC (2014), pp. 2-4.

⁵ GIEC (2014), p. 5.

Les analyses de carottes de glace prélevées en Antarctique montrent que la concentration en CO₂ a fluctué parallèlement à la température au cours des derniers 800'000 ans (fig. 2)⁶. Ces analyses révèlent que les concentrations en CO₂ sont fortement corrélées à la température même lorsque les fluctuations sont peu importantes. Les causes de ces fluctuations ne sont pas bien connues pour l'instant. Il est par contre certain que la concentration en CO₂ est actuellement la plus élevée depuis 800'000 ans et qu'elle a pour conséquence un réchauffement marqué en raison de l'augmentation de l'effet de serre (voir le feuillet d'information sur l'effet de serre). Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)⁷, on peut affirmer avec un degré de certitude de 95% que l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique est la cause principale du réchauffement global actuel. De nos jours, la concentration en CO₂ est de 413 ppm (parties par million; état en février 2019) et est déjà supérieure de 50% à celle d'avant 1750.⁸

Il faut enfin relever que le CO₂ actuellement présent dans l'atmosphère et le CO₂ émis à l'avenir vont influencer le climat pendant longtemps encore. Le temps de séjour du CO₂ dans l'atmosphère est en effet de 100 à 150 ans (voire 200 ans).⁹

Références

Académies suisses des sciences (2016). *Coup de projecteur sur le climat suisse. Etat des lieux et perspectives*. Swiss Academies Reports 11 (5). Berne: Académies suisses des sciences.

Beniston, M. (2009). *Changements climatiques et impacts. De l'échelle globale à l'échelle locale*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.

Brönnimann, S. (2018). *Klimatologie*. Bern: Haupt Verlag.

Delmas, R., Chauzy, S., Verstraete, J.-M. & Ferré, H. (2004). *Atmosphère, océan et climat*. Paris: Belin.

GIEC (2014). *Changements climatiques 2014: rapport de synthèse. Contribution des groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Genève: GIEC.

Lüthi, D., Le Floch, M., Bereiter, B., Blunier, T., Barnola, J.-M., Siegenthaler, U., Raynaud, D., Jouzel, J., Fischer, H., Kawamura, K. & Stocker, T. (2008). High resolution carbon dioxide concentration record 650'000 – 800'000 years before present. *Nature*, 453, 379-382.

Mélières, M.-A. & Maréchal, C. (2010). *Climat et société. Climats passés, passage de l'homme, climat futur: repères essentiels*. Grenoble: CRDP de l'Académie de Grenoble.

My Climate (s.d.): *Calculez et compensez vos émissions!*
https://co2.myclimate.org/fr/offset_further_emissions

OFEV, Office fédéral de l'environnement (2015). *Tableau des gaz à effet de serre anthropiques*.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/donnees-indicateurs-cartes/donnees.html>

Trompette, R. (2007). *La Terre. Une planète singulière*. Paris: Belin.

⁶ Sur le graphique de la fig. 2, la courbe de température traduit en fait les écarts (anomalies) par rapport à la température moyenne de l'Antarctique au cours du dernier millénaire. Pour plus de détails, voir Lüthi *et al.* (2008).

⁷ En anglais: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

⁸ <https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve>

⁹ Trompette (2007), p. 172; Brönnimann (2018), p. 292.