



Crédit photo : Marcin Jozwiak

Perspectives

CRISES ÉCONOMIQUES, CO₂ ET CLIMAT : GARE À L'EFFET PENDULE

Alain Royer

Professeur en géophysique de l'environnement
Université de Sherbrooke

Le charbon, le pétrole et le gaz naturel contrôlent l'économie mondiale. La combustion de ces produits fossiles pour faire tourner cette économie contribue à enrichir l'atmosphère année après année de gaz carbonique (noté CO₂). Comme l'apport continu de CO₂ atmosphérique dépasse largement les capacités de notre planète à absorber ce surplus, ce gaz s'accumule dans l'atmosphère. Il génère un effet de serre qui augmente progressivement et globalement la température terrestre (Figure 1). Si l'économie ralentit, ou s'arrête, suite à des crises financières, politiques ou de santé pandémique, les émissions de CO₂ ralentissent puis repartent de plus belle : c'est « l'effet pendule ». Mais ces fluctuations d'origine anthropique s'ajoutent à celles, naturelles, du climat. Il n'est donc pas toujours facile d'établir des relations de causes à effets entre crise économique, concentration de CO₂ et climat ! La Terre absorbe en partie ces émissions et d'une façon variable selon le climat.

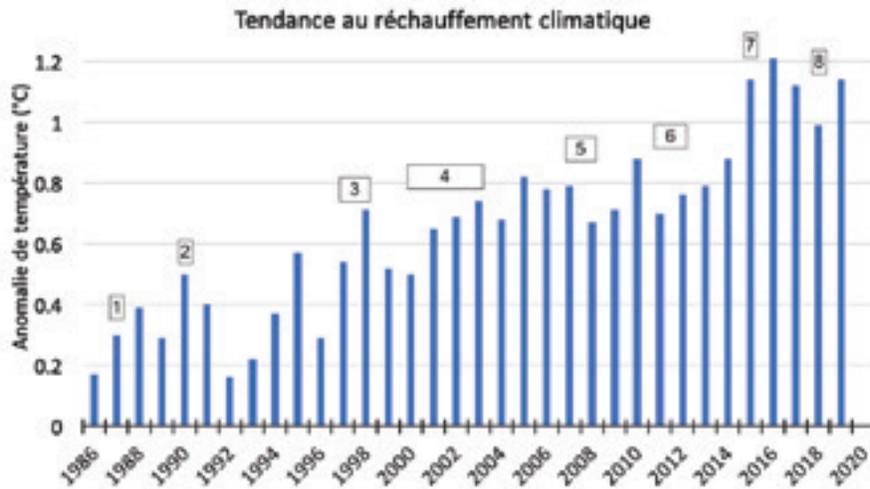


Figure 1. Anomalie des températures moyennes annuelles de l'hémisphère Nord, montrant une tendance marquée au réchauffement de 0,26 °C par décennie en moyenne. La période de référence pour le calcul de l'anomalie est 1901-2000. Les numéros font référence aux crises économiques décrites dans le Tableau 1. Source : NOAA NCDC: <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/>

La question soulevée ici est de savoir si les relances économiques engendrent par leurs émissions de CO₂ accrues un effet sur le climat. Quel est l'impact de ces rebonds post-crisis ? Notamment, quel rôle cet effet pendule peut-il jouer dans l'efficacité des efforts de luttes aux changements climatiques ?

Pour tenter de répondre à ces questions, il faut prendre en considération trois éléments, 1) la série de « crises économiques » depuis 1987; 2) les émissions de CO₂ dues aux variations des activités humaines; 3) et la prise en compte des effets naturels d'absorption du CO₂ par la Terre.

Les crises économique, financière ou politique

Depuis 1987, excluant la crise actuelle de la pandémie (neuvième crise), nous pouvons identifier huit crises majeures d'origines diverses qui ont ébranlé l'économie mondiale à différents degrés. Elles sont succinctement décrites dans le Tableau 1 et identifiées de 1 à 8. Leurs variations sont illustrées dans la Figure 2 à partir de l'indice boursier canadien pris comme exemple d'indicateur économique.



Figure 2. Évolution de l'indice boursier canadien (Indice composé S&P/TSX) de 1987 à 2020. Les numéros de crises économiques font référence dans le Tableau 1. Les rectangles gris indiquent les périodes considérées comme « Périodes de récession canadienne » (forte diminution du rendement économique défini par le Produit intérieur brut (PIB) pendant au moins 6 mois). Sources : <https://www.tradingview.com/chart/?symbol=TSX%3ATSX> ; <https://www.boursier.com/indices>.

No	Année	Crise	Description	Indice composé S&D/TSX
1	1987	Krach boursier du lundi noir	La grande panique sur les marchés entraîne un fort recul des actions.	-26 %
2	1990	Guerre du golfe Persique	L'Irak envahit le Koweït et les forces de la Coalition réagissent. Le Canada est en récession (1990-1992).	-22 %
3	1997 - 1998	Crise asiatique et russe	L'effondrement de la devise thaïlandaise se répercute dans toute l'Asie. Dévaluation du rouble et défaut de paiement majeur sur la dette russe. Le Canada est en récession (1999).	-28 %
4	2000 - 2003	Bulle techno / scandales comptables	L'essor prodigieux des sociétés liées à l'Internet connaît une fin brutale. Mise au jour de nombreux scandales comptables qui ont ébranlé de grandes entreprises.	-45 %
5	2008 - 2009	Crise des prêts hypothécaires à risque / Crise du crédit	Crise du marché immobilier aux États-Unis, avec une hausse marquée des taux d'intérêt. La solvabilité des banques est remise en question, causant la faillite de plusieurs institutions financières d'envergure, méfiance généralisée envers le secteur financier mondial. Le Canada est en récession en 2009.	-44 %
6	2011 - 2012	Crise européenne	Plusieurs États européens sont incapables de rembourser ou de refinancer leur dette.	-19 %
7	2015	Crise du marché chinois	Piètre croissance économique chinoise, dévaluation du yuan	-11 %
8	2018	Volatilité des marchés « en fin de cycle »	Volatilité des marchés en fin de cycle (sept-déc. 2018), les places boursières se sont écroulées sous le poids de la hausse des taux d'intérêt, des inquiétudes grandissantes liées au commerce mondial, et de l'apathie générale des valorisations, causée par la surévaluation des titres technologiques.	-11 %
9	2020	COVID-19	Pandémie du Coronavirus détecté en fin 2019	-28 %*

* En date du 1er avril 2020

Tableau 1. Description des neuf crises étudiées, marquées par d'importantes chutes des principaux indices boursiers dans le monde, dont l'indice canadien (Indice composé S&D/TSX). Source : <https://www.boursier.com/indices>.

L'analyse des indices dans les importantes bourses de pays industrialisés à travers le monde montre une grande similitude confirmant le caractère mondial de ces huit crises. La Figure 2 indique aussi les trois « périodes de récession », décrétées par les économistes, que le Canada a connu durant cette période en 1990-1992, 1999 et 2009, classées respectivement de niveau 4, 1 et 4 sur une échelle de 5 niveaux de sévérité. Quel a été l'impact de ces crises sur les émissions de CO₂ dans l'atmosphère ?

Crises économiques et émission de CO₂

La figure 3 montre la progression continue des émissions humaines de CO₂ dues à la combustion des produits fossiles (courbe bleue) qui a presque doublé en trente ans, en passant de 5.5 GtC/an en 1986 à 10 GtC/an en 2019. Cette courbe met cependant clairement en évidence des ralentissements des émissions durant

sept périodes correspondant aux sept crises sur les huit répertoriées. L'ampleur relative de la baisse des émissions est cependant variable (Tableau 2). Il y a en effet un lien entre les types de crises économiques et l'ampleur des émissions de CO₂ (réduction de la consommation énergétique). Calculée sur la moyenne du taux de variation des émissions interannuelles, An(J) - An(J-1), durant les crises par rapport à la moyenne sur trente-deux ans (134.3 MtC/an), les baisses liées aux crises ont été très importantes, de l'ordre de 100 % ou plus, pour les crises 2, 3, 5, 7 et 8, elle n'apparaît pas pour la crise 1 et elle est faible pour les crises 4 et 6 (Tableau 2). Le ralentissement des émissions est particulièrement marqué pour la crise 5 (crise du crédit) qui a plongé le Canada (et le monde) dans une récession sévère en 2009. Après chacune de ces crises, l'économie mondiale est repartie de plus belle (effet « pendule »), avec une émission particulièrement forte après les crises 1 (1988), 4 (2003 à 2005) et 5 (2010-2011) (Figure 3).

Il est encore trop tôt pour analyser la crise actuelle de la COVID-19 (crise 9), mais des signes précurseurs sont déjà visibles sur la baisse des concentrations de CO₂ atmosphérique, analysée dans la section suivante. La question est donc : quel a été l'impact climatique de ces variations d'émissions ?

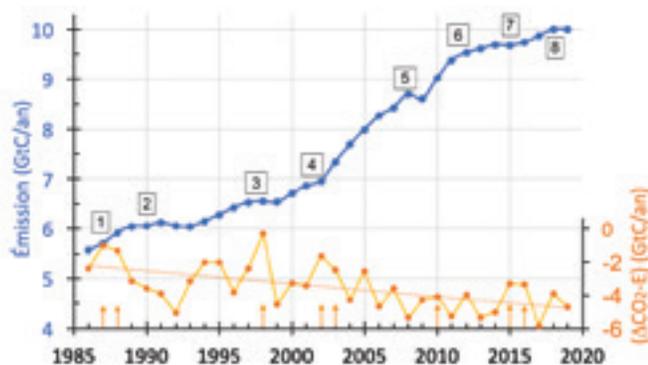


Figure 3. Variation des émissions humaines mondiales (E) (en bleu) due à la combustion de produits fossiles (dont le pétrole, le charbon et le gaz naturel) exprimée en Giga tonne de carbone émis par an (GtC/an) de 1986 à 2019. Les numéros font référence aux crises économiques décrites dans le Tableau 1. La courbe jaune correspond à la différence entre les taux de croissance annuelle de CO₂ mesurés dans l'atmosphère et les émissions (ΔCO₂-E). Cette courbe montre l'absorption naturelle du CO₂ atmosphérique, surtout par l'absorption terrestre, qui module l'effet climatique des émissions. Noter la tendance générale à la baisse de cet indice (droite jaune en pointillé) qui traduit globalement que la Terre a encore la capacité d'augmenter son potentiel d'absorption du CO₂. Les flèches jaunes indiquent les années de forts événements El Niño.

Sources : Données d'émission de Le Quéré et al. (2018)¹ et rapport 2019 de l'International Energy Agency (<https://www.iea.org>)

Données CO₂ atmosphérique NOAA CMDL : ftp://afpt.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_mm_mlo.txt

1. Le Quéré et al. (2018). Global Carbon Budget 2018, *Earth Syst. Sci. Data*, 10, 2141-2194, <https://doi.org/10.5194/essd-10-2141-2018>

No	Crises	Réc.	Années	Baisse relative des émissions (%)
1	Krach boursier du lundi noir		1987	-
2	Guerre du golfe Persique	®	1990-1993	-100
3	Crise asiatique et russe	®	1998-1999	-98
4	Bulle techno / scandales comptables		2002	-28
5	Crise des prêts hypothécaires à risque / Crise du crédit	®	2009	-172
6	Crise européenne		2013-2014	-40
7	Crise du marché chinois		2015-2016	-83
8	Volatilité des marchés		2019	-100
9	COVID		2020	-

Tableau 2. Baisse relative (en %) des émissions annuelles de CO₂ lors de chaque crise. Les trois périodes de récession (Réc.) du Canada sont identifiées.

Le CO₂ atmosphérique

Les variations de concentration en CO₂ mesurée dans l'atmosphère et qui contribue directement à l'effet de serre sont montrées à la Figure 4. Il s'agit de mesures journalières de référence mondiale, très précises, réalisées à l'Observatoire de Mauna Loa à Hawaï en plein Pacifique. Ces mesures sont exprimées ici en unité relative : partie par million (ppm) que l'on peut traduire en équivalent de masse de carbone. L'augmentation observée de la concentration en CO₂ atmosphérique est très impressionnante par sa constance : on est passé d'une concentration de 349 ppm au début de l'année 1987 à 413 ppm au début 2020, soit une augmentation moyenne de 1.94 ppm/an (18 % en 33 ans). Cette augmentation continue traduit le caractère cumulatif des émissions de CO₂ dans l'atmosphère, qui résulte d'une émission humaine toujours supérieure aux quantités de CO₂ que la Terre peut absorber.

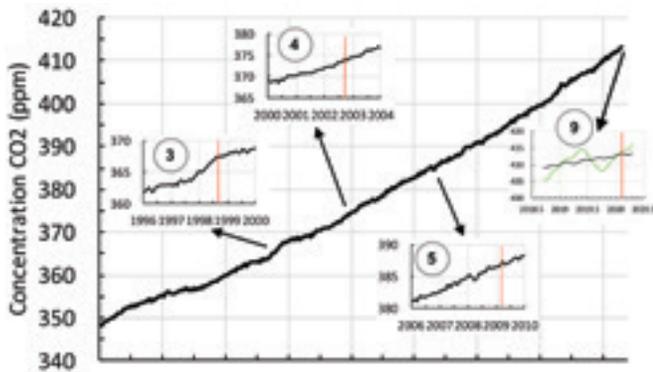
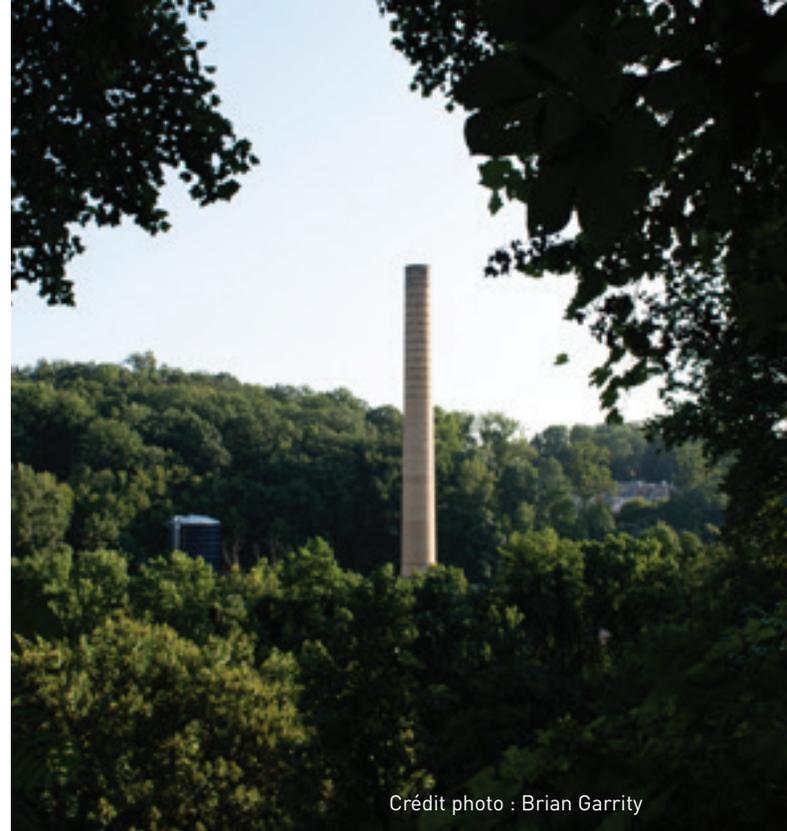


Figure 4. Évolution de la concentration mensuelle désaisonnalisée du CO₂ (en ppm) de 1987 à 2020 (31 mars 2020) mesurée à l'Observatoire de Mauna Loa (Hawaï), avec en médaillon des zooms sur les périodes des crises économiques 3, 4, 5 et 9 (voir Tableau 1). Le trait rouge dans les médaillons correspond aux dates des creux de l'indice boursier indiqués sur la Fig. 2. Dans le zoom 9 du 1^{er} septembre 2018 au 30 avril 2020, les mesures non-désaisonnalisées (en vert) ont été ajoutées. Elles montrent les fluctuations du CO₂ atmosphérique en fonction de l'activité végétale par photosynthèse. Quand il y a plus de photosynthèse, il y a plus d'absorption du CO₂, et donc baisse de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère. Source: NOAA CMDL http://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_mm_mlo.txt

La deuxième constatation est que cette croissance continue n'est pas tout à fait équivalente à celle des émissions montrées à la Figure 3. La Figure 4 montre de légères fluctuations interannuelles (agrandies dans les zooms de la courbe générale pour les périodes des crises 3, 4, 5 et 9). La seule variation bien visible est celle sous forme de plateau pendant la crise 3 (crises asiatique et russe) qui a suivi une forte accélération. On distingue également un début de plateau de la concentration en CO₂ atmosphérique pour février et mars 2020 liée à la baisse des émissions causée par la crise de la COVID-19. Mais en général, les variations annuelles de concentration en CO₂ augmentent toujours et les crises économiques n'apparaissent pas clairement. Pour bien comprendre si ces crises économiques suivies de périodes de reprise ont des effets climatiques, il faut prendre en compte les compensations naturelles de CO₂ dans les mesures de concentration du CO₂ atmosphérique.

Crises économiques, CO₂ et climat

Pour analyser l'impact climatique des crises économiques, il n'est pas possible de considérer seulement les concentrations de CO₂ (comme on l'a vu dans la Figure 4) car cette concentration est en partie modulée par les puits naturels de carbone. Les principaux puits de carbone naturels sont les océans par dissolution du CO₂ et la biosphère mondiale, terrestre et marine, par photosynthèse. Cette modulation est variable dans le



Crédit photo : Brian Garrity

temps car ces puits varient en fonction du climat ! Cela rend l'interprétation des observations difficile. Cette composante naturelle, mal connue, génère actuellement la plus grande incertitude dans les calculs du bilan de carbone global (émission - absorption) lié aux changements climatiques.

Pour mettre en évidence ces phénomènes d'origine naturelle, nous avons calculé un indice mettant en relation les émissions annuelles humaines (E, montrées à la Figure 3, courbe bleue) avec les mesures du taux de croissance annuelle de CO₂ atmosphérique (ΔCO_2 , GtC/an) dérivé des mesures à Hawaï (montrées à la Figure 4). Cet indice ($\Delta\text{CO}_2 - E$) représente les absorptions naturelles du flux de carbone (courbe jaune dans la Figure 3). Globalement, les émissions annuelles sont actuellement de l'ordre de 10 GtC/an, elles sont absorbées à hauteur de la moitié (Abs \approx 5 GtC/an, courbe jaune Figure 3), et génèrent ainsi un taux de croissance annuelle moyen de CO₂ d'environ (10 - 5) = 5 GtC/an, responsable de l'augmentation de température observée.

Il apparaît que cette absorption naturelle des flux de CO₂ n'est pas constante dans le temps, masquant ou accentuant certaines années l'effet climatique des crises (Figure 1). Deux exemples où ces fluctuations naturelles ont été exceptionnellement fortes sont l'éruption du volcan Pinatubo aux Philippines (juin 1991) et l'évènement *El Niño* en 1998. Le premier a augmenté l'absorption globale du CO₂ atmosphérique, annulant ainsi l'effet climatique de la reprise économique après la crise 2 (Guerre du Golfe avec récession du Canada) (Figure 4), alors que le second a fortement augmenté le CO₂ atmosphérique (Kim, Kug, Yoon et Jeong, 2016) (voir le médaillon dans la Figure 4). Cette anomalie a précédé

la crise 3 relative à l'effondrement de l'URSS et la crise asiatique). L'indice ($\Delta\text{CO}_2 - E$) met bien en évidence la forte augmentation du CO_2 en 1998 (courbe en jaune dans la Figure 3).

En conclusion, même si cette analyse est simplifiée et porte sur une période de temps assez courte, on constate que sept des huit crises analysées ont généré une baisse des émissions (toutes sauf la crise 1) et qu'un effet de pendule (rebond) a suivi. On observe une accélération des émissions après trois cas (crises 1, 4 et 7). Toutefois, l'impact climatique de ces variations doit être modulé par les contre-effets naturels de la Terre. Il apparaît, qu'en prenant en compte ces phénomènes naturels, la majorité d'entre-elles (5 sur les 8 crises) ont eu un impact climatique important (Crises 2, 3, 4, 5 et 6).

Prospective : COVID-19

Que peut-on envisager pour l'épisode actuel de la pandémie COVID-19 ? Difficile à dire ! Premièrement, cette crise est singulière à tel point qu'elle pourrait entraîner l'économie mondiale en 2020 vers sa pire récession depuis la fin de la seconde guerre mondiale. Aussi, l'ampleur et surtout la durée de cette récession sont en revanche encore inconnues et difficilement estimables. Certes, une baisse des teneurs en CO_2 atmosphériques mondiales est déjà perceptible deux mois après le début de la crise, mais va-t-elle perdurer ?

Aussi, les causes de la récession actuelle étant différentes des crises précédentes, la crise de la COVID-19 n'est, en fait, pas vraiment comparable. Il serait ainsi hasardeux de se servir des crises économiques passées pour anticiper les conséquences réelles de la pandémie, et donc prévoir les effets de la reprise post-crise. Une chose est sûre par contre, le changement climatique n'est pas une crise passagère, il s'agit d'un problème à long terme avec lequel il faudra apprendre à vivre. Un « vaccin » contre le réchauffement climatique ne sera jamais disponible. Il faudra que le plan de relance de chaque État se concentre sur la résilience de chacun.e face aux chocs climatiques qui pourraient résulter d'une relance accélérée.

RÉFÉRENCES

Boursier.com. (2020). Indices boursiers. Repéré à <https://www.boursier.com/>

Kim, J-J., Kug, J-S., Yoon, J-H. et Jeong, S-J. (2016). Increased atmospheric CO_2 growth rate during EL Niño driven by reduced terrestrial productivity in the CMIP5 ESMs. *Journal of Climate*, 29, 8783-8805. https://www.researchgate.net/publication/310768740_Increased_atmospheric_CO2_growth_rate_during_EL_Niño_driven_by_reduced_terrestrial_productivity_in_the_CMIP5_ESMs

Le Quéré et al. (2018). Global Carbon Budget 2018. *Earth System Science Data*, 10, 2141-2194, <https://doi.org/10.5194/essd-10-2141-2018>

National Centers for Environmental information. (2020). Climate at a Glance: Global Mapping. Repéré à <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/>



Crédit photo : Allan Anova