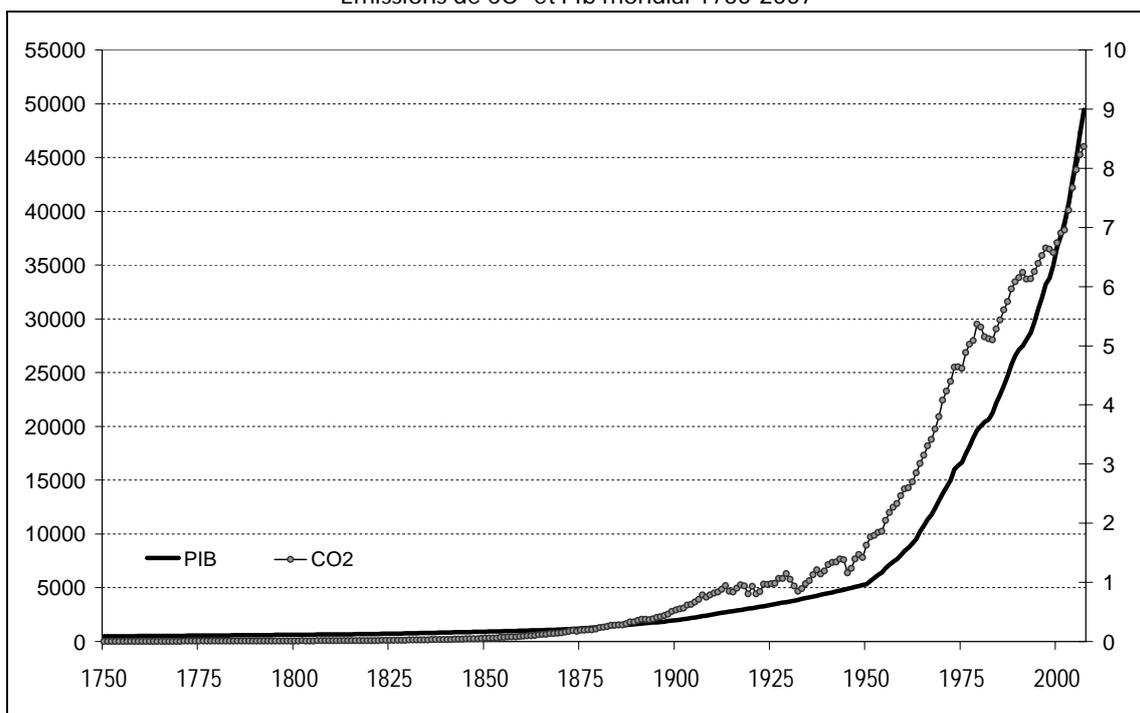


Croissance sans CO² ?

note [hussonet](#) n°24, octobre 2010

Quelle est la croissance compatible avec les objectifs de réduction de CO² ?¹ Contrairement au bonheur, les émissions de CO² augmentent exponentiellement, comme le Pib. Le décollage commence dans la seconde moitié du XIX^{ème} siècle et accompagne la progression du Pib mondial (graphique 1).

Graphique 1
Emissions de CO² et Pib mondial 1750-2007



Ces émissions de CO² se cumulent et conduisent à une augmentation de la concentration dans l'atmosphère (mesurée en ppm). On vérifie la liaison entre le « flux » d'émission et le « stock » de CO² dans l'atmosphère (graphique 2) à partir d'une relation économétrique reliant la variation de cette concentration en fonction des émissions annuelles. Elle donne d'excellents résultats :

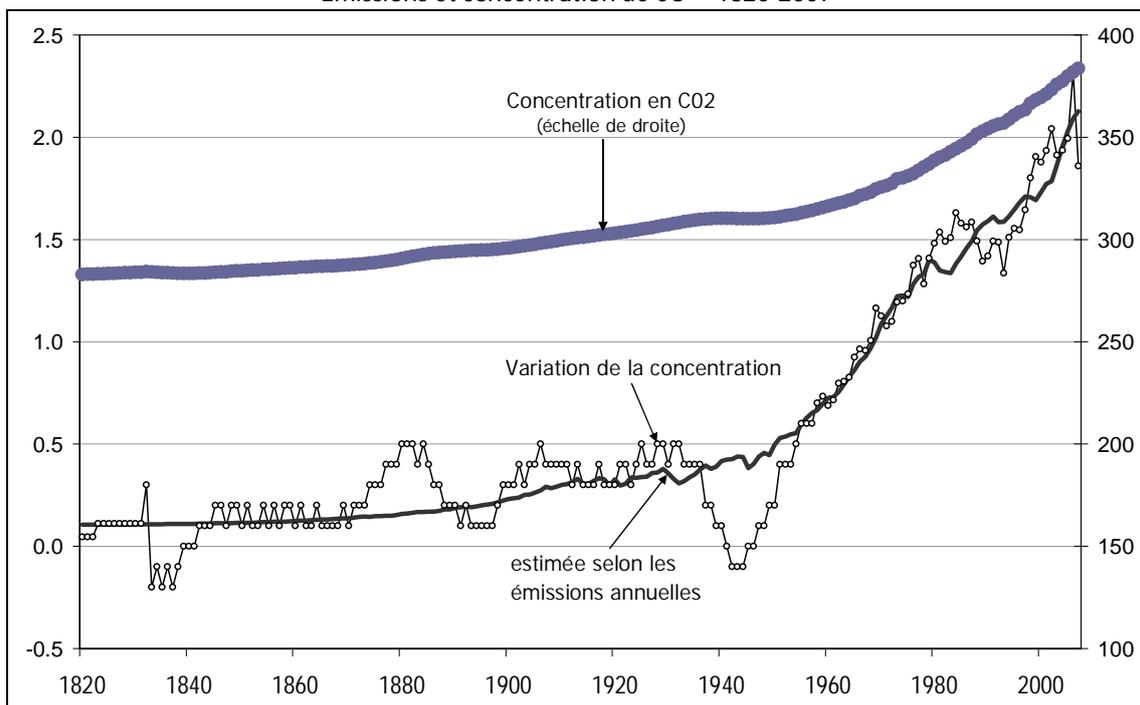
$$\Delta \text{concentration} = 0,242 * \text{Emissions} + 0,102$$

(47,6) (6,9)

1820-2008 R²=0,924

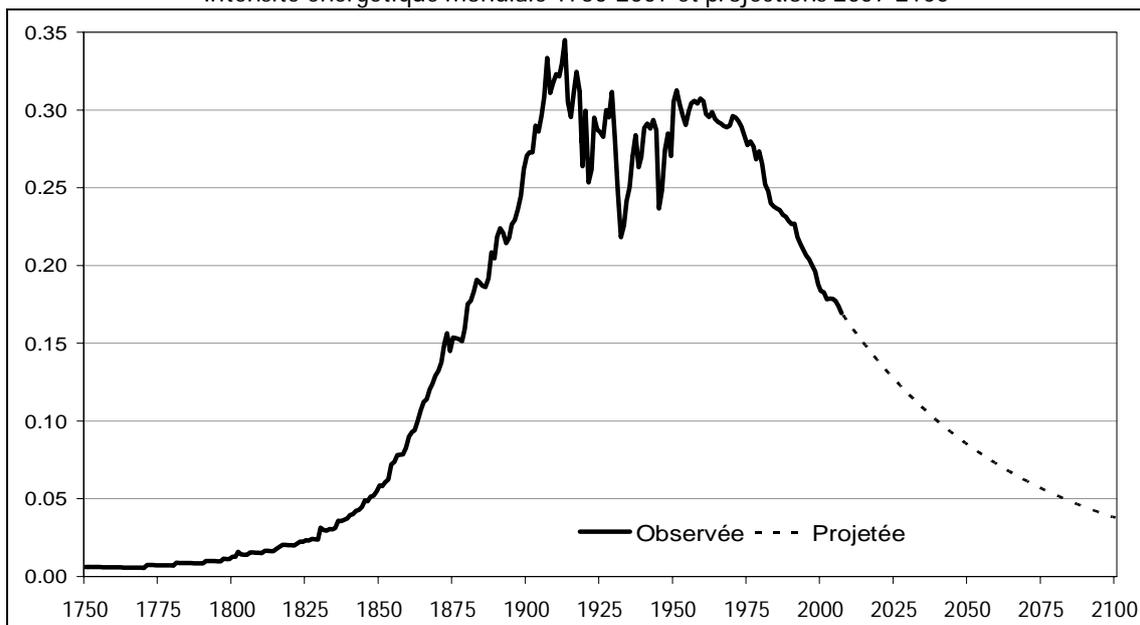
¹ Cette note reprend et corrige la note hussonet n°13 ([Pib, bonheur et énergie](#))

Graphique 2
Emissions et concentration de CO² - 1820-2007



Cependant, la progression des émissions de CO² n'est pas exactement proportionnelle à celle du Pib, comme le montre l'évolution de l'intensité énergétique, autrement dit le volume d'émission de CO² par unité de Pib (graphique 3). L'intensité énergétique atteint son maximum à la veille de la première guerre mondiale. Elle descend ensuite puis remonte après la crise des années 1930 et se stabilise à un niveau élevé au cours des « Trente glorieuses ». A partir du choc pétrolier de 1973, l'intensité énergétique se met à baisser pour retrouver aujourd'hui le niveau enregistré en 1880.

Graphique 3
Intensité énergétique mondiale 1750-2007 et projections 2007-2100



C'est l'occasion de vérifier que la concentration en CO² augmente en raison de la progression du Pib. Cependant, pour prendre en compte l'évolution de l'intensité énergétique qui suit une courbe « en cloche », le Pib est modulé par le temps et le temps au carré. Là encore, les résultats de l'équation économétrique sont de bonne qualité (graphique 4) :

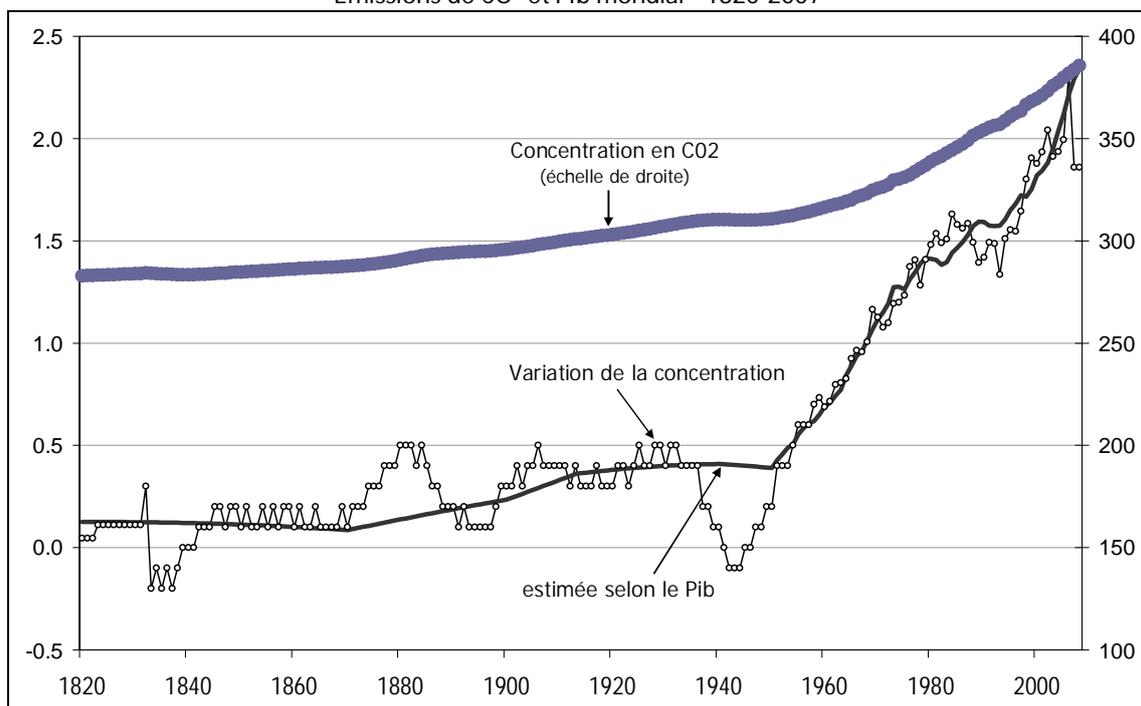
$$\Delta \text{concentration} = 1,313 * \text{PIB} - 1,119 * \text{Pib} * \text{temps} + 0,248 \text{Pib} * \text{temps}^2 - 0,638$$

(3,9) (3,4) (3,1) (3,5)

1820-2008 R²=0,927

Le coefficient moyen sur long terme est de 0,048. Autrement dit, une augmentation de 1000 milliards du Pib mondial accroît de 0,048 la concentration en CO².

Graphique 4
Emissions de CO² et Pib mondial - 1820-2007



Un calibrage simple

Depuis 40 ans, les émissions de CO² augmentent moins vite que le Pib. Entre 1970 et 2007, le Pib mondial a progressé au rythme annuel de 3,5 %, alors que les émissions de CO² n'ont augmenté « que » de 2 % par an. On peut appeler intensité en CO², la quantité de CO² émise pour produire un dollar (constant) de Pib. Cette intensité a donc baissé de 1,5 % par an.

On va utiliser cette décomposition : Emissions = PIB * intensité en CO² pour réaliser un exercice de calibrage. Il consiste à calculer le Pib compatible avec la réalisation d'un objectif d'émissions à l'horizon 2050, moyennant une hypothèse sur l'évolution de l'intensité en CO².

On prendra les objectifs du Giec. L'objectif plancher est une réduction de 50 % des émissions entre 2000 et 2050. Il correspond à une stabilisation de la concentration de CO² à 490 ppm et un réchauffement de 2,4 degrés. L'objectif ambitieux est une réduction de 85 % des émissions qui vise à stabiliser la concentration à 450 ppm et à réduire à 2 degrés le réchauffement. Les émissions de CO² devraient donc baisser chaque année de 2,1 % et 4,8 % respectivement alors qu'elles n'ont jamais cessé d'augmenter jusqu'ici (en tout cas avant la crise).

L'évolution de l'intensité en CO² est évidemment décisive. On fera deux hypothèses simples : la baisse au même rythme que celui des 40 dernières années, soit 1,5 % par an et une baisse deux fois plus rapide (3 % par an). On peut considérer que même la première hypothèse peut être considérée comme optimiste en ce sens qu'elle postule l'absence de « rendements décroissants » de la réduction de l'intensité énergétique. On pourrait au contraire considérer que cette réduction sera de plus en plus difficile et que les premières tonnes de CO² sont les plus faciles à économiser. Avec ce calibrage, l'intensité énergétique retrouverait à la fin du siècle son niveau du début de la révolution industrielle.

Le tableau 1 ci-dessous résume les résultats de cette simulation, certes simpliste, mais qui donne des ordres de grandeur. L'idée générale qui en ressort est que *la réalisation des objectifs du Giec est incompatible à des degrés divers avec la poursuite de la croissance*². Dans le scénario le plus exigeant en matière de réduction d'émissions (- 85 %) et sans accélération de la tendance à la baisse de l'intensité de CO₂, il faudrait que le Pib mondial baisse de 3,3 % par an, soit de 77 % entre 2007 et 2050 ! Le scénario avec un objectif de réduction de 50 % et baisse accélérée de l'intensité de CO₂ est compatible avec une croissance positive du Pib mondial de 0,9 %, mais celle-ci est largement inférieure à la tendance observée sur les dernières décennies.

Tableau 1
Croissance du Pib compatible avec la réduction des émissions

Baisse de l'intensité de CO ₂	Objectif de réduction d'émissions	
	- 50 % (- 2,1 % par an)	- 85 % (- 4,8 % par an)
- 1,5 % par an	- 0,6 %	- 3,3 %
- 3,0 % par an	+ 0,9 %	- 1,8 %

Conclusions

De ce rapide *digest*, on peut tirer deux enseignements plutôt négatifs ou pessimistes. Le premier est que la littérature sur les indicateurs de bien-être n'est qu'un substitut imparfait - et assez stérile - à une réflexion sur les moyens d'expression des préférences collectives. Le second est que les objectifs de réduction de CO² fixés par le GIEC semblent hors d'atteinte, à moins d'une inflexion monumentale du rythme de croissance, voire d'une inversion.

Indicateurs

- Pib par tête en \$ de 1990 (parité de pouvoir d'achat)
- Indicateur de développement humain (IDH) élaboré par le PNUD
- Espérance de vie
- Indicateur de bonheur élaboré par à l'Université Erasmus de Rotterdam
- Emissions et concentration de CO²

Sources

[PNUD](#) : statistiques sur le développement humain

CDIAC (Carbon Dioxide Information Analysis Center) : séries longues sur les [émissions de CO²](#) et sur la concentration

[US Bureau of Census](#) : espérance de vie aux Etats-Unis depuis 1789

[World Database of Happiness](#)

[Angus Maddison](#) séries historiques

National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) : [concentration de CO²](#) (1959-2009)

GIEC voir [cette figure](#)

² La version précédente de cette note conduisait à des résultats moins tranchés, en raison de calculs erronés prenant 2100 au lieu de 2050 comme horizon des objectifs fixés par le Giec.