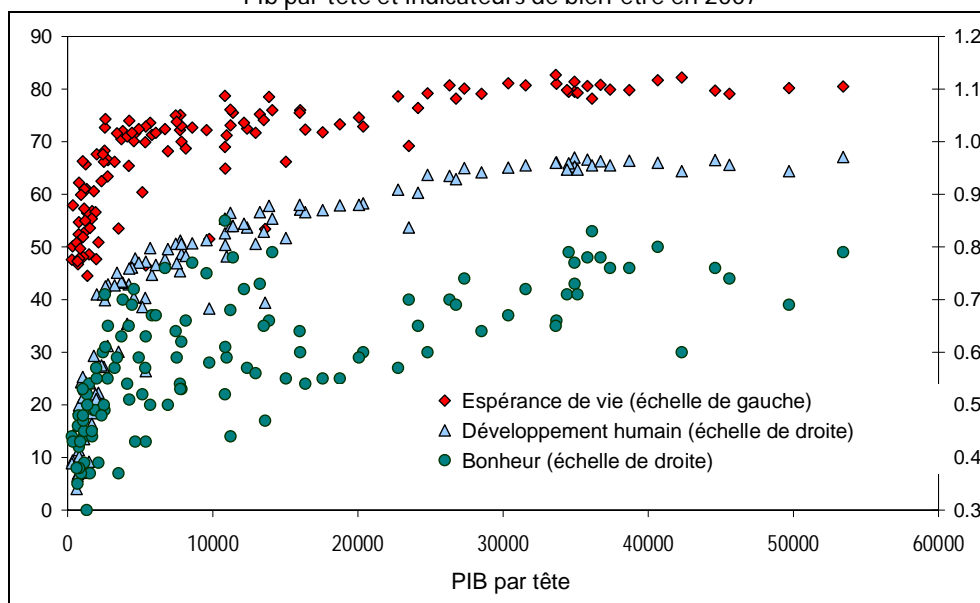


Pib et bien-être

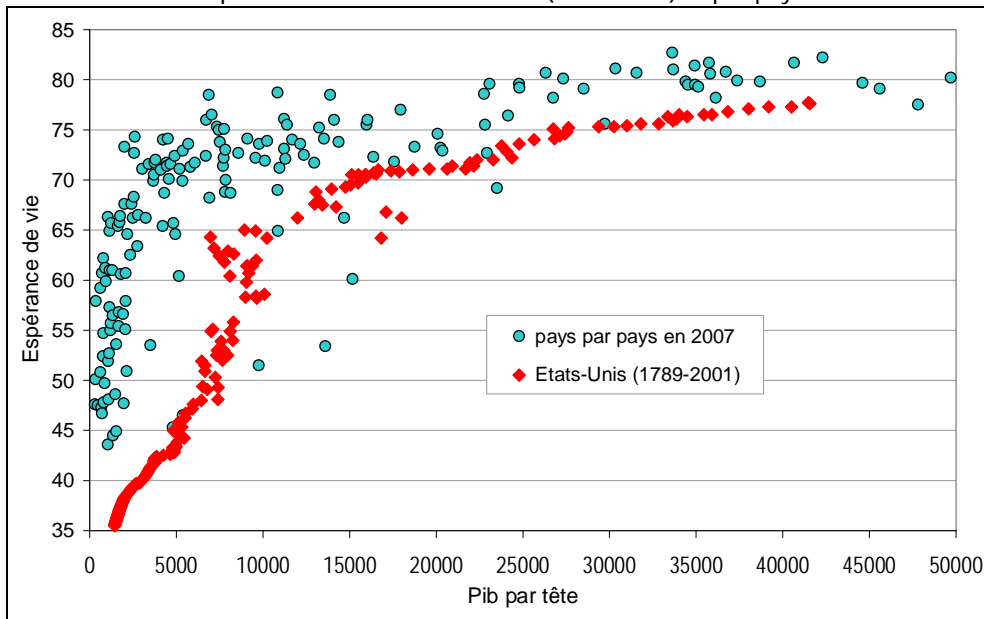
Toute une littérature se développe sur le thème : « le Pib ne fait pas le bonheur » à partir de comparaisons entre le Pib par tête et différents indicateurs de bien-être. Certains, comme l'espérance de vie ou l'indicateur de développement humain (IDH), sont mesurés de manière objective alors que d'autres (bonheur, satisfaction) sont fondés sur des évaluations qualitatives. Quand on rapporte ces indicateurs au Pib par tête sur l'ensemble des pays répertoriés, on voit apparaître un profil commun. Les indicateurs progressent fortement avec le Pib par tête pour les pays les plus pauvres ; mais un seuil est atteint (autour de 20 000 dollars par an), au delà duquel les indicateurs ne progressent plus (graphique 1).

Graphique 1
Pib par tête et indicateurs de bien-être en 2007



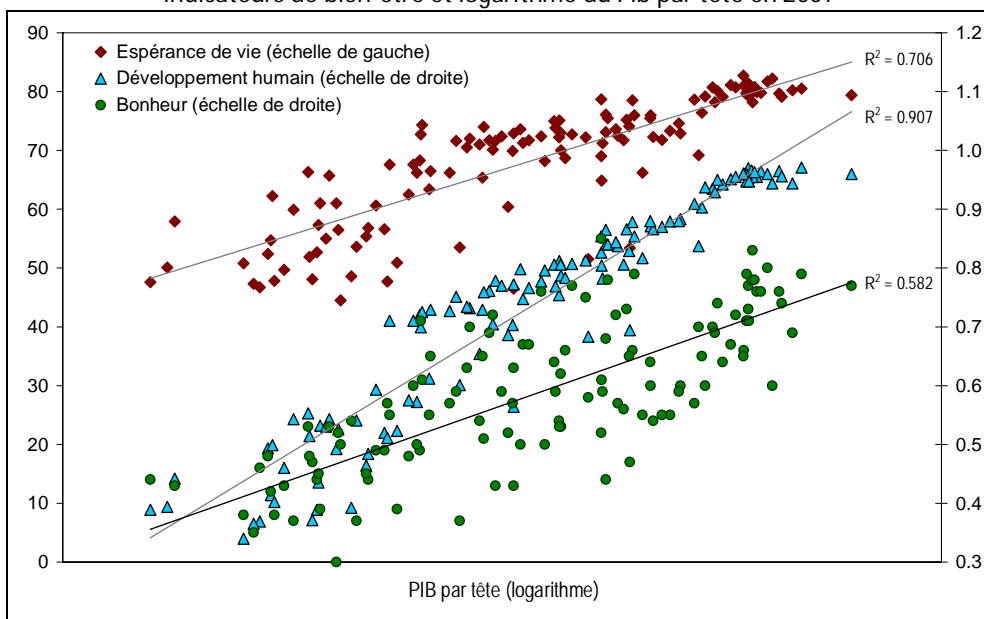
Grâce aux données longues sur l'espérance de vie aux Etats-Unis, on peut vérifier que l'on obtient à peu près le même profil quand on observe l'évolution d'un pays - en l'occurrence les Etats-Unis - dans le temps ou quand on compare les pays à un moment donné du temps (graphique 2).

Graphique 2
Espérance de vie aux Etats-Unis (1789-2001) et par pays



On peut cependant retrouver une liaison linéaire entre les indicateurs de bien-être et le Pib par tête à condition de mesurer celui-ci en logarithme (graphique 3). Le bien-être suivrait donc la [loi de Weber-Fechner](#) qui décrit la relation entre la sensation avec la grandeur physique d'un stimulus selon la formule suivante : $p = k \cdot \log(S)$ où p est la sensation perçue, S l'intensité de la stimulation, k une constante. Bref la sensation varie comme le logarithme du stimulus. Il est facile de transposer ici : la sensation de bien-être, de bonheur, etc. varie comme le logarithme du Pib par tête. Autrement dit, si le Pib par tête augmente selon un taux de croissance constant (progression géométrique), l'indicateur de bien-être augmentera selon une progression arithmétique.

Graphique 3
Indicateurs de bien-être et logarithme du Pib par tête en 2007

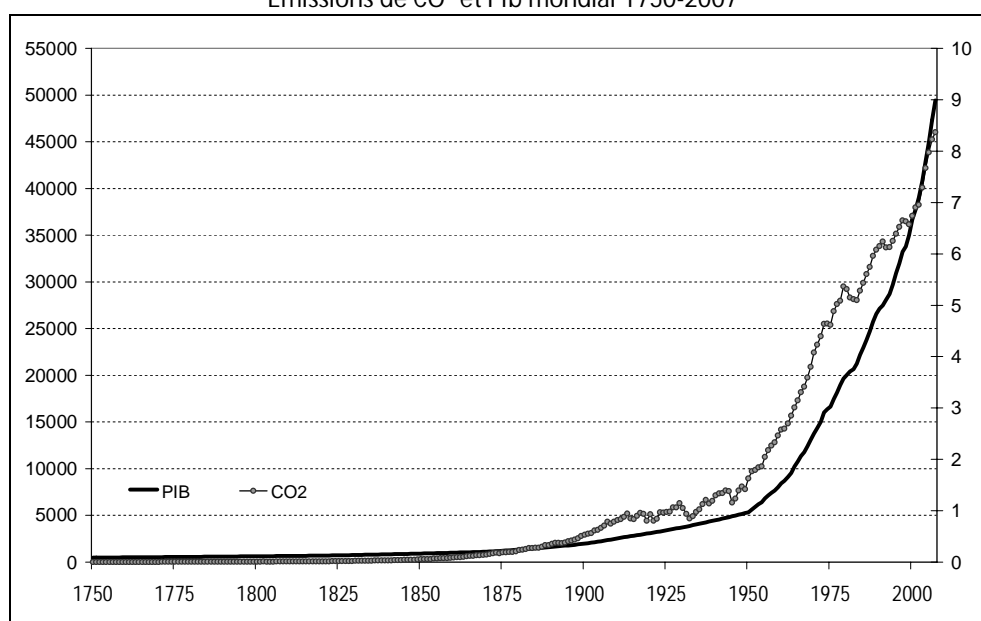


Mais ce résultat distrayant pose un problème d'interprétation. D'une certaine manière, le résultat était prévisible pour une raison simple. Le Pib par tête ne connaît potentiellement aucune limite, alors que tous les indicateurs retenus sont, par construction (IDH, bonheur) ou en pratique (espérance de vie) des grandeurs qui tendent vers une limite. Cette remarque relativise tous les travaux montrant que le Pib ne fait pas le bonheur mais conduit à une réflexion plus philosophique : peut-on imaginer un bonheur progressant géométriquement ?

Et l'énergie ?

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 4).

Graphique 4
Emissions de CO² et Pib mondial 1750-2007



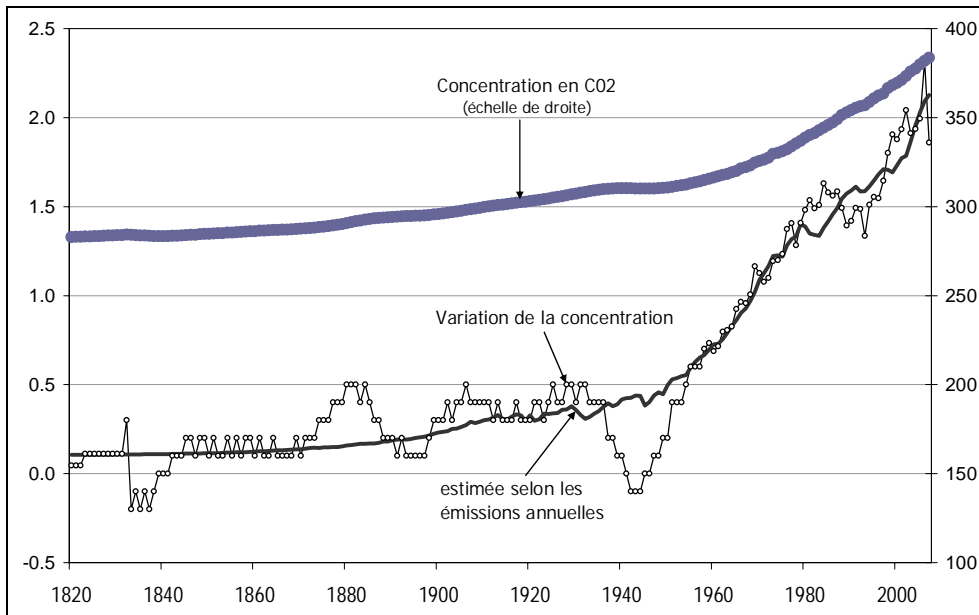
Ces émissions de CO² se cumulent et conduisent à une augmentation de la concentration dans l'atmosphère (mesurée en ppm). On vérifie la liaison entre le « flux » d'émission et le « stock » de CO² dans l'atmosphère (graphique 5) à partir d'une relation économétrique reliant la variation de cette concentration en fonction des émissions annuelles. Elle donne d'excellents résultats :

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

(47,6) (6,9)

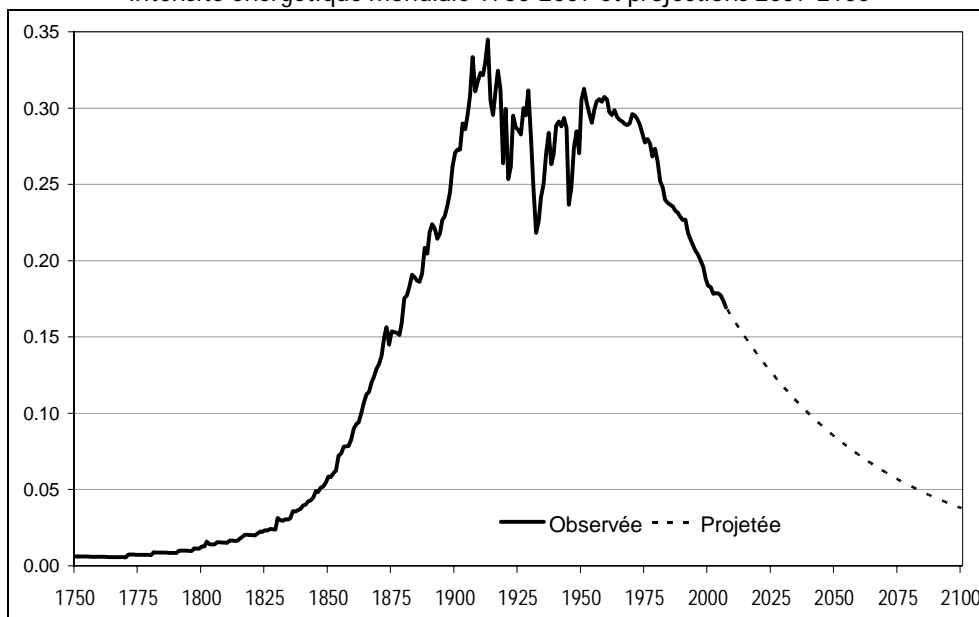
1820-2008 R²=0,924

Graphique 5
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 6). 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 6
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 7) :

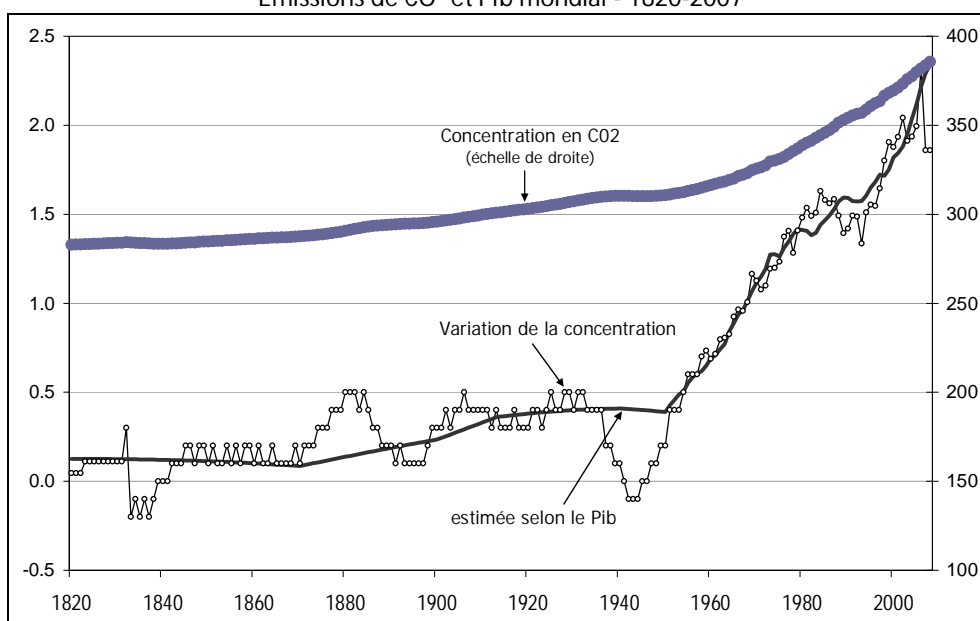
$$\Delta \text{concentration} = 1,313 * \text{PIB} - 1,119 * \text{Pib} * \text{temps} + 0,248 \text{Pib} * \text{temps}^2 - 0,638$$

(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 7
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*¹. 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](#)

¹ Une 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.