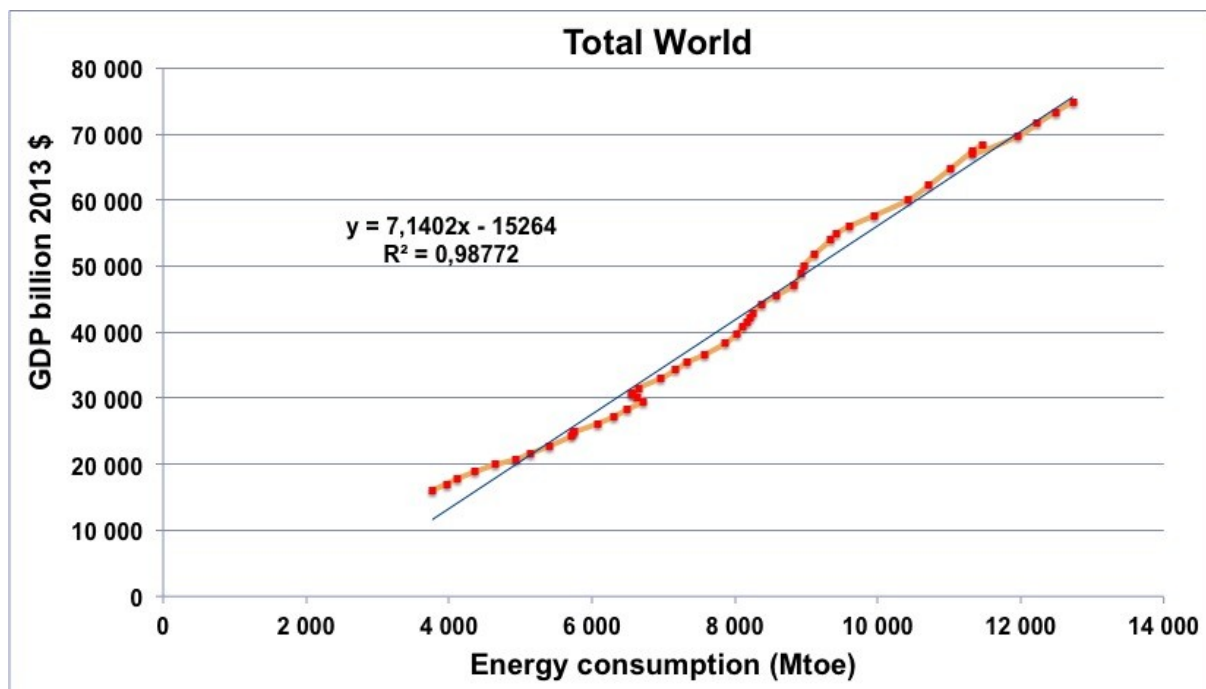


## Croissance, énergie et PIB

Toute activité humaine consomme de l'énergie (transport, construction, transformation...) ; le travail humain, qui ne dépasse pas 100KWH par an est devenu anecdotique par rapport aux machines que nous utilisons. La croissance prétendument immatérielle grâce à l'échange d'informations néglige allègrement la consommation électrique des ordinateurs, du WEB et autres stockages de données.

Les physiciens nous montrent que l'énergie n'est pas produite mais transformée : solaire, éolienne, fossile sont de l'énergie issue de la fusion d'hydrogène dans le soleil, la géothermie provient de la fission de l'uranium, du thorium et du potassium dans le manteau terrestre, le nucléaire de la fusion d'uranium dans un réacteur, l'énergie marémotrice et hydraulique proviennent de l'attraction gravitationnelle.

L'humanité détourne donc une fraction de cette énergie pour son propre compte.

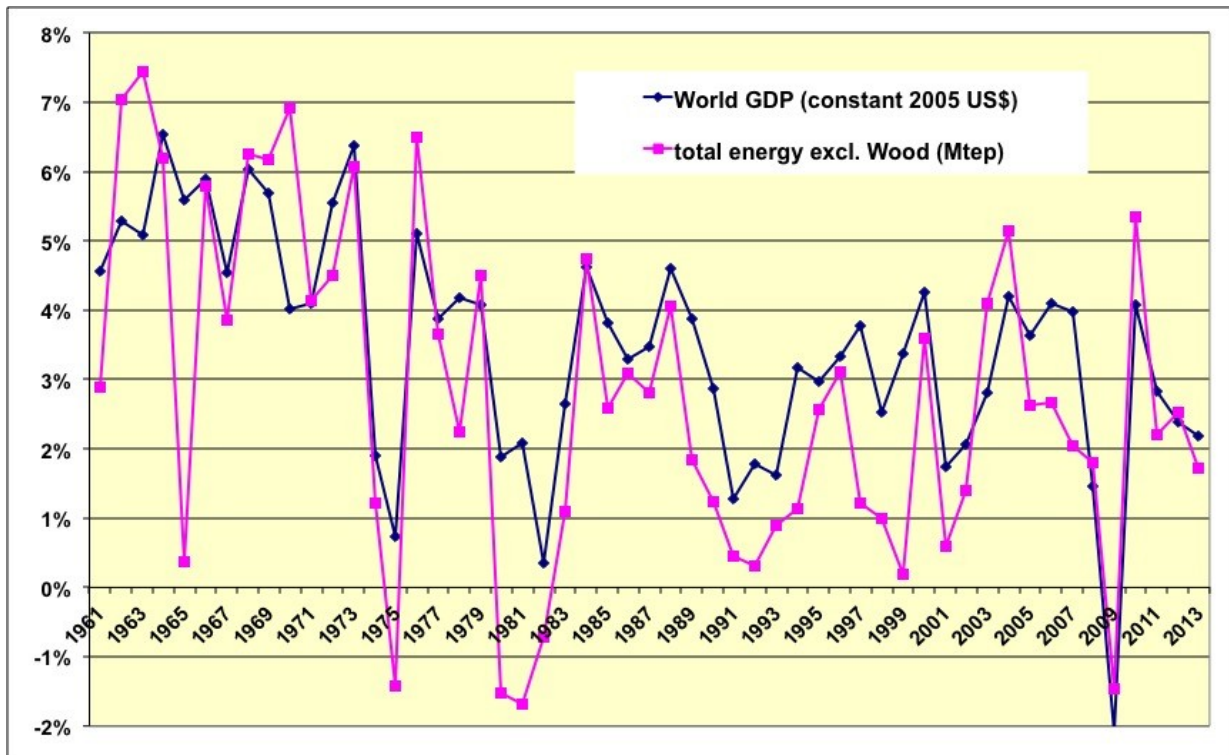


Le graphique ci-dessus montre une corrélation très forte entre le PIB mondial en milliards de dollars constants de 2013 (axe vertical, noté GDP) en fonction de la consommation d'énergie mondiale en millions de tonnes équivalentes pétrole (axe horizontal), pour les années 1965 à 2013. La corrélation entre les deux grandeurs apparaît clairement, avec une (petite) rupture de pente après 1979. (Compilation de JM Jancovici sur sources primaires BP statistical review, 2014, et Banque Mondiale (PIB), 2014)

Le graphique suivant montre l'évolution comparée, depuis 1960, du PIB mondial (courbe bleue, en anglais PIB se dit GDP), et de la consommation mondiale d'énergie, hors bois (courbe violette). Ce qui est représenté pour chaque année est le pourcentage de variation par rapport à l'année précédente. NB : la valeur de la courbe violette pour 1965 n'est pas significative, car il y a une rupture de série.

Il est facile de constater que les deux évoluent quasiment de concert. Il est aussi intéressant de noter qu'en 1980, 1989, 1997, et 2005 la variation sur l'énergie a précédé - de un ou deux ans - celle sur le PIB.

Nous pouvons donc en conclure que c'est la consommation d'énergie qui a un impact majeur sur le PIB.



## Peut-on faire un modèle mathématique de cette relation ?

Commençons par une égalité qui ne choquera personne :

$$\text{PIB} = \text{PIB}$$

on peut la transformer mathématiquement en :

$$\text{PIB} = \text{NRJ} \times \text{PIB} / \text{NRJ}$$

ce qui, en français signifie que le

$$\text{PIB mondial} = \frac{\text{énergie mondiale consommée}}{\text{efficacité énergétique de l'économie}}$$

(l'efficacité étant l'aptitude à produire de la richesse avec plus ou moins d'énergie)

Mathématiquement, on peut diviser les 2 parties de l'égalité par la population mondiale

$$\text{PIB/POP} = \text{NRJ/POP} \times \text{PIB/NRJ}$$

traduction :

Le PIB par personne = la consommation d'énergie x efficacité énergétique par personne

Si l'on dérive cette égalité pour étudier les variations des phénomènes et non les phénomènes eux-mêmes, on peut faire une simplification et remplacer le produit par une somme car les variations sont de faible amplitude (quelques % par an)

$\% \text{ PIB/POP} = \% \text{ NRJ/POP} + \% \text{ PIB/NRJ}$
$\text{La croissance du PIB par personne} = \text{Variation de la consommation d'énergie par personne} + \text{Variation de l'efficacité énergétique}$

Actuellement, le terme %NRJ/POP est passé de 2 % par an en 1980 à ... environ zéro ; l'augmentation de la consommation d'énergie par personne est nulle actuellement (au niveau mondial).

Ceci s'explique par l'épuisement attendu des ressources pétrolières (la production n'augmente plus depuis 2007, date calculée du fameux « Pic de Hubbert »), l'arrêt du développement du nucléaire civil (suite à l'accident de Fukushima et les malfaçons répétitives des chantiers EPR) et la faible production des installations solaires et éoliennes actuellement en développement. Quand à l'utilisation du charbon, ses conséquences environnementales deviennent insupportables en ce qui concerne la santé des populations et des impacts environnementaux.

L'augmentation de la « production » d'énergie est totalement absorbée par la croissance démographique (sans tenir compte des inégalités d'accès à cette énergie).

Toute source d'énergie non renouvelable finit par s'épuiser. Le XXI<sup>ème</sup> siècle verra la fin des énergies fossiles abondantes, qui ne pourront pas être substituées totalement par des énergies renouvelables.

La baisse de ce terme est donc tout-à-fait plausible.

Le terme %PIB/NRJ (la variation de l'efficacité énergétique de l'économie) croît de 1 % par an depuis 1970, mais on atteindra un jour les limites des lois de la thermodynamique.

La population mondiale augmente de 1,2 % par an (soit 1 milliard de plus en 13 ans !).

Conclusion : l'espoir d'une croissance mondiale infinie du PIB (la fameuse croissance économique vantée par les politiques et les économistes prétendument orthodoxes)) devient difficilement imaginable ... à moins de trouver une nouvelle source d'énergie abondante, bon marché, non polluante et acceptée par les populations.

On peut toujours rêver !!

Daniel PIQUET

*Cet article est largement inspiré du site de Jean-Marc JANCOVICI :*

*<http://www.manicore.com/documentation/energie.html>*

*ce site est une mine de renseignements en ce qui concerne l'énergie et l'évolution du climat, de même qu'un remarquable démonstration de raisonnement scientifique.*