

**Article de Jean-Marc Jancovici**, né en 1962, ingénieur français, spécialiste dans le domaine de l'énergie et du climat, et consultant auprès de divers organismes publics et privés. Il est aussi connu pour son travail de sensibilisation et de vulgarisation sur le changement climatique et la crise énergétique.

**Quels sont les liens entre notre consommation d'énergie et nos choix de société ?**

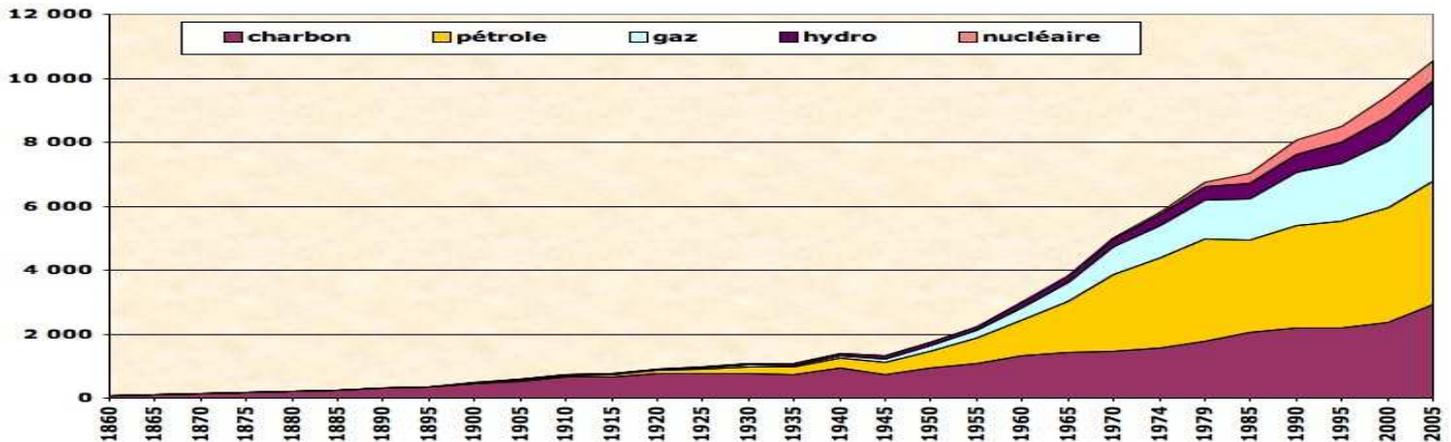
La question ici ne sera pas de savoir si nous souhaitons une économie libérale ou une économie administrée. Il s'agit là de formes d'organisation qui ne sont pas des fins en soi. La meilleure acception de l'expression "choix de société" pour ce qui va suivre sera "choix de vie au quotidien". Il s'agira de savoir si nous préférons nous déplacer vite ou lentement, si nous préférons vivre en ville ou "à la campagne", si nous entendons manger beaucoup de viande (ou des fraises en février) ou pas, bref de tout ce qui est arbitrage dans notre existence.

Il est du reste assez amusant de constater que la première question que se pose un individu à peu près normalement constitué quand on lui soumet un problème, est, paradoxalement, souvent éludée quand il s'agit de nos approvisionnements énergétiques de demain, ou plus exactement que l'on tient la réponse pour évidente. Provocation ? A peine !

Quelles sont les questions que l'on voit répétées partout ? Faut-il du nucléaire ? L'éolien est-il une solution ? Faut-il faire des voitures économes ? Toutes ces questions, qui certes ne manquent pas d'intérêt, ne portent pourtant que sur les outils, sans que l'on se soit demandé à quoi ils doivent servir. La question centrale, pourtant rarement formulée de cette manière, est pourtant toute simple : de l'énergie, combien en voulons-nous ? Faut-il que chaque habitant du monde dispose de 1 tep ? de 3 tep ? de 10 tep (tep = tonne équivalent pétrole, unité conventionnelle d'énergie valant 44,8 milliards de joules, soit 44,8 gigajoules, ou encore 11600 kWh) ?

Que voulons-nous faire de cette énergie ? Enfin quelles sont les contraintes non négociables dans le cadre desquelles nous devons raisonner ? Quels sont les risques, en d'autres termes, quels risques sommes-nous prêts à assumer pour nous approvisionner, et quels sont ceux que nous ne sommes pas prêts à assumer ? Débattre sur les moyens avant d'avoir répondu à cette question en trois parties me semble être prendre le problème par le mauvais bout.

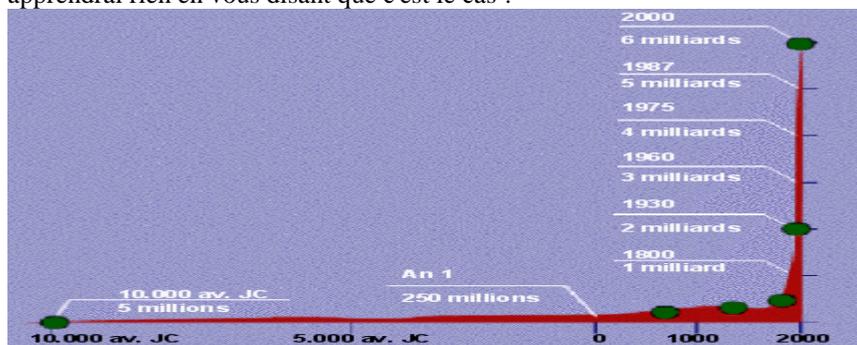
Pour le moment, la réponse à la question sur les quantités, jamais posée de manière explicite, existe au moins dans les faits. Combien d'énergie voulons-nous ? Toujours plus !



Évolution de la consommation mondiale d'énergie (hors biomasse) depuis 1860. Sources : Schilling & Al. (1977), IEA (1997), Observatoire de l'Energie (1997)

L'accélération sur la deuxième moitié du 20<sup>ème</sup> siècle est spectaculaire, et ni la crise de 29, ni la seconde guerre mondiale n'ont significativement influé sur l'évolution de fond. On note aussi que chaque forme d'énergie connaît sa propre croissance : la montée en puissance du pétrole, puis du gaz, n'a pas empêché le charbon de continuer à poursuivre sa propre exponentielle.

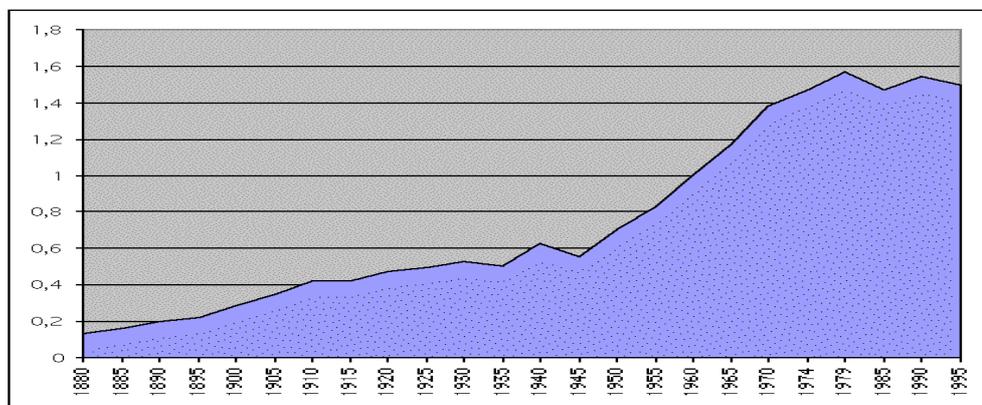
Il est normal que la consommation croisse, va-t-on penser, puisqu'il y a de plus en plus de monde sur notre planète. Je ne vous apprendrai rien en vous disant que c'est le cas !



Évolution démographique depuis le néolithique. Source : musée de l'Homme

Par contre il est intéressant de noter que la croissance démographique mondiale connaît, si on la regarde sur une longue période, un point anguleux - c'est-à-dire une évolution bien plus rapide que celle d'une exponentielle - précisément au moment où l'homme a découvert l'énergie fossile, c'est-à-dire l'énergie concentrée.

Qu'est-ce à dire ? Que beaucoup d'hommes peut signifier beaucoup d'énergie consommée, mais aussi le contraire : beaucoup d'énergie disponible permet de faire vivre beaucoup d'hommes. L'abondance de notre espèce à la surface du globe ne serait alors pas plus durable que la civilisation de l'énergie abondante. A méditer ! Mais on aurait tort de penser que la croissance démographique est la seule responsable de la hausse : la consommation par individu a aussi fortement augmenté sur cette période, avec une multiplication par 7 de l'énergie commerciale consommée par individu en un siècle.



Consommation d'énergie commerciale par habitant (moyenne mondiale) de 1860 à 1995. L'énergie commerciale ne comprend pas le bois. D'après : Schilling & Al. (1977), IEA (1997), Observatoire de l'Energie (1997), Musée de l'Homme

1,5 tep (moyenne mondiale actuelle), qu'est-ce que cela représente ? Sachant que 1 tep vaut 11 600 kWh, une règle de trois nous amène à la conclusion que 1,5 tep par an équivaut à 2 000 W en permanence. Un homme consommant 100 watts à peu près, cela signifie qu'un habitant de notre globe dispose, à peu de choses près, de l'équivalent de 20 esclaves (120 par Américain, et encore 6 pour un habitant du Bangladesh).

La moyenne mondiale par habitant semble se stabiliser depuis 1980, mais elle reste très en deçà de ce que consomme un Américain (7 tonnes équivalent pétrole par an) ou même un européen (3 à 4 tep).

D'où une première question, qui relève clairement du choix de société : doit-on viser que chaque habitant de la planète ait le mode de vie d'un Américain, ce qui correspond à l'objectif actuel de l'évolution de notre monde ? Chaque Chinois, Indien, Malien et Moldave doit-il disposer d'une voiture de 5 litres de cylindrée par adulte en âge de conduire, d'un pavillon de banlieue chauffé l'hiver et climatisé l'été, de 100 kg de viande de bœuf par personne et par an, et d'un caddie de supermarché mieux rempli à chaque visite ?

**Revue n°293 du Palais de la Découverte, décembre 2001.**

**Questions autour de ce texte :**

1) L'auteur de cet article utilise le mot énergie sous deux angles : lesquels ?

2) Lorsqu'on s'intéresse aux ressources énergétiques, une obligation s'impose : c'est celle qui consiste à repérer l'énergie primaire. Cette énergie primaire a forcément une origine quelle que soit la nature de l'énergie au final utilisée par l'homme pour des fonctions et applications diverses - chaleur (chauffage) et travail (électricité, transport, industrie). Autrement dit, l'essence raffinée ou l'électricité qui ne se trouvent pas « telles quelles » dans la nature ne sont pas des énergies primaires. Il s'agit de l'énergie libérée par la combustion des hydrocarbures (la combustion est une oxydation c'est-à-dire une réaction chimique).

a) Préciser l'adjectif qualificatif permettant de nommer les énergies à partir de leurs diverses origines

Soleil	Vent	Eau	Terre	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fleuves, rivières</li> <li>Mer - marée</li> <li>Mer - houle</li> </ul>	1) Sous- sols <ul style="list-style-type: none"> <li>Charbon, gaz, pétrole</li> <li>Uranium</li> <li>Manteau et croûte terrestre</li> </ul>	2) Sols <ul style="list-style-type: none"> <li>matières organiques d'origine végétale (algues incluses), animale ou fongique</li> </ul>
Exemple de réponse Énergie solaire	Énergie.....	Énergie..... Énergie ..... Énergie .....	Énergie..... Énergie..... Énergie.....	Energie .....

b) Classer les énergies à partir des réserves connues

Réserves limitées (≤ 100 ans)	Réverses plus importantes (de 100 à 1000 ans)	Réserves « illimitées » ou « renouvelables »

c) On peut aussi classer les énergies à partir des émanations du dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>. Ce gaz à effet de serre est un des gaz, facteurs du réchauffement climatique. C'est lui qui est le plus souvent mis en avant mais il ne faut pas oublier que tous les gaz émis sont aussi à surveiller comme par exemple, le méthane CH<sub>4</sub> issu des activités agricoles et les oxydes d'azote NO<sub>x</sub> émis par les industries. Six gaz ont d'ailleurs été visés lors de la troisième convention-cadre des changements climatiques des Nations Unies sur les changements climatiques à Kyoto en 1997.

Remplir le tableau suivant en classant les énergies identifiées précédemment en fonction de leur effet sur le réchauffement climatique.

Émanation CO <sub>2</sub>	Peu ou pas de production de CO <sub>2</sub>

3) L'auteur utilise la grandeur « énergie » en employant diverses unités d'énergie. Il faut savoir que les unités les plus couramment utilisées pour désigner les quantités de combustible sont les unités de volume, de masse.

La quantité de combustible exprimée dans son unité naturelle peut être convertie dans une autre unité. Il existe plusieurs raisons pour ce faire : comparer les quantités de combustible, estimer l'efficacité, etc. L'unité la plus courante est l'unité d'énergie, parce que c'est souvent pour son pouvoir calorifique que l'on achète ou utilise tel ou tel combustible. L'utilisation des unités d'énergie permet également d'additionner la teneur énergétique de plusieurs combustibles dans des états physiques différents.

Les unités effectivement employées varient selon le pays et les conditions locales ; elles traduisent l'héritage historique du pays et sont parfois adaptées à l'évolution des conditions d'approvisionnement de combustible.

- a) Identifier les unités utilisées dans le texte, les nommer.
- b) Retrouver dans le texte, les deux équivalents de conversion entre ces unités d'énergie.

4) L'auteur cite aussi une autre grandeur physique dont l'unité est le Watt (W).

- a) Donner le nom de cette grandeur physique.
- b) Rappeler la relation entre cette grandeur et l'énergie E.
- c) Citer les unités de ces trois grandeurs dans le système international d'unités.

Vérifier alors que l'auteur a parfaitement raison lorsqu'il précise : « [...] Sachant que 1 tep vaut 11600 kWh, une règle de trois nous amène à la conclusion que 1,5 tep par an équivaut à 2000 W en permanence [...] ».

5) Dans tout processus, l'énergie n'est pas mise en œuvre instantanément. Par exemple, une plaque chauffante de cuisine utilise de l'énergie électrique pendant tout son fonctionnement mais peut fonctionner par à-coups car on peut utiliser une plus grande quantité d'énergie pendant un court laps de temps lorsque on tourne le bouton sur la position maximum quelques instants. Cette énergie qui est délivrée par un système pendant une seconde est, par définition, la puissance. 1 W correspond à une énergie de 1 Joule par seconde. Autrement dit, il ne faut pas confondre les deux concepts d'énergie et de puissance. Ainsi un TGV au démarrage peut avoir besoin de mobiliser une quantité d'énergie pendant un très court laps de temps et ainsi mettre en œuvre plus de puissance que durant son trajet à vitesse constante en régime de croisière, la puissance impliquant toujours le temps par définition.

Chercher quelques ordres de grandeur de puissance de divers appareils

	Puissance
Diode électroluminescente témoin d'un appareil électrique	.....
Laser dans un lecteur de CD-ROM	.....
Tube fluorescent	.....
Panneau solaire photovoltaïque de 1 m <sup>2</sup> en plein soleil	.....
Lecteur MP3	.....
Bouilloire électrique	.....
Camion semi-remorque	.....
Éolienne avec un rotor de 40 m de diamètre et un vent de 40 km.h <sup>-1</sup>	.....
TGV Duplex	.....
Réacteur nucléaire	.....

6) On rappelle quelques préfixes multiples et sous multiples courants

a) Compléter le tableau suivant :

Multiple		Sous-multiple	
10 <sup>1</sup>	deca (da)		déci (d)
10 <sup>2</sup>	hecto (h)	10 <sup>-2</sup>	centi (c)
.....	kilo (k)	10 <sup>-3</sup>	.....
10 <sup>6</sup>	méga (M)	10 <sup>-6</sup>	.....
10 <sup>9</sup>	.....	.....	nano (n)
10 <sup>12</sup>	téra (T)	10 <sup>-12</sup>	pico (p)

b) Les valeurs pour la production d'électricité doivent être exprimées en gigawattheures (GWh) et celles pour la production de chaleur et la plupart des combustibles en térajoules (TJ). Remplir alors le tableau représentant l'équivalent de conversion entre les unités d'énergie

↗	à	TJ	GWh
de	TJ	x 1	x .....
de	GWh	x .....	x 1