

# L'efficacité énergétique, mythe ou réalité ?

Jean Lamesch

L'efficacité énergétique est présentée de nos jours comme panacée à nos maux énergétiques, comme solution aux émissions de CO<sub>2</sub> et comme un moyen sûr pour diminuer notre dépendance vis-à-vis du pétrole. Le discours de l'efficacité génère des espérances trompeuses et mène à des hyperboles du genre « L'efficacité, notre pétrole à nous ». L'Union européenne l'a élevée au rang des grands objectifs dans sa fameuse directive 2009/28. Le présent article entend remettre le sujet à plat.

## La Journée mondiale de l'efficacité

Imaginons que par magie, dans un grand pays, les voitures soient devenues du jour au lendemain sensiblement plus efficaces, par exemple de 40 %. Le ministre de l'Environnement, enchanté, déclare cette date Journée mondiale de l'efficacité. Comme, dans ce pays, le marché était libre et sans entraves, la demande en chute des hydrocarbures a provoqué une chute correspondante des prix de l'essence, d'un ordre de grandeur similaire, et, parallèlement, une diminution spectaculaire des émissions de CO<sub>2</sub>, résolvant à la fois les problèmes énergétiques et environnementaux. La croissance du pays s'en ressentit favorablement, et le ministre jubilait. Sa joie fut cependant de courte durée. En effet, beaucoup de citoyens, incités par les prix bas, allongeaient leurs déplacements automobiles, désertaient les transports en commun, achetaient de plus grosses cylindrées, tant et si bien qu'au bout de peu de temps, la consommation d'essence était répartie en flèche et avait grignoté la moitié des 40 % initiaux. Le ministre, irrité, alla consulter les experts économistes (qu'il considérait un peu comme des anthropologues, puisqu'ils s'intéressent à la façon dont les humains dépensent leur argent). Les économistes cependant le déçurent, en lui expliquant sans état d'âme que tout cela était normal, puisque tout n'était qu'un effet de rebond bien connu, que dans une économie libre, rien ne pouvait

se passer de manière isolée, que cette réaction du public était donc prévisible, et qu'il fallait bel et bien accepter qu'une efficacité initiale de 40 % puisse progressivement se réduire de moitié, comme une peau de chagrin. Le ministre se consolait en se disant que 20 % était encore un très bon score. Cependant, l'argent rendu disponible par l'essence bon marché, et donc non affecté, fit rêver la plupart des citoyens et provoqua une frénésie d'achats, sur le mode : « shop until you drop ». Les uns d'acquérir un quad, les autres une seconde télévision, ou un troisième frigo, ou une quatrième xbox, ou encore une cave à vin gérée par iPhone, et ceux qui possédaient déjà tous ces biens encombrants prenaient l'avion pour passer leurs vacances à Bali ou à Hawaï. Ces activités augmentaient la vitesse de rotation de l'argent, dopaient la croissance et catalysaient la consommation d'énergie. Une année après la magie des voitures efficaces, la consommation d'essence avait dépassé les niveaux d'avant la Journée de l'efficacité – et les émissions de CO<sub>2</sub> *ditto*. Le ministre consulta à nouveau l'oracle de son économiste préféré, qui lui apprit que la misère de la situation énergétique était due, une fois de plus, aux effets de rebond, mais cette fois-ci aux rebonds indirects, et il lui fit comprendre que lui, le ministre, était victime d'un piège particulier, à savoir du paradoxe de Jevons, qui se doublait du postulat de Khazzoom-Brookes. Le ministre en était dépit.

## Le paradoxe de Jevons

Le phénomène qui vient d'être décrit est connu et porte le nom de celui qui l'a découvert il y a un siècle et demi : William Stanley Jevons (1835-1882), un économiste anglais appartenant au courant néo-classique et qui a publié en 1865 un ouvrage important, intitulé *The Coal Question*. Jevons vivait à l'ère de la révolution industrielle mise en branle par le charbon, dont le sous-sol du Royaume-Uni

---

**L'efficacité a été reprise et adoptée avec enthousiasme par les marchés capitalistiques, car elle constitue un mécanisme de réduction de coûts qui permet de consommer autant qu'avant ou plus – et pour moins d'argent.**

---

était pourvu en abondance. Dans son livre, Jevons a fait état de ses observations sur l'industrie sidérurgique victorienne, observations qui lui avaient permis d'établir un lien entre l'efficacité des machines et la consommation de charbon. Le raisonnement de Jevons était le suivant : les avancées technologiques anglaises, permanentes à ce moment, rendaient possible la production de fonte et de fer avec de moins en moins de coke, grâce à des hauts fourneaux de plus en plus efficaces. Les profits des sidérurgistes allaient croissant, de nouveaux investissements se faisaient, le prix du fer chutait, augmentant par là la demande qui, à son tour, stimulait la construction de nouveaux hauts fourneaux. Jevons avait compris que le nombre croissant de hauts fourneaux avait surcompensé l'efficacité de chacun pris isolément, et que la consommation anglaise de coke n'avait pu qu'augmenter. C'était la première description historique de l'effet de rebond. Et Jevons conclut, prenant soin de mettre son énoncé fondamental en italique : *It is wholly a confusion of ideas to suppose that the economical use of fuel is equivalent to a diminished consumption. The very contrary is the truth.*

En d'autres termes, suivant Jevons, l'efficacité augmente la consommation énergétique, – et donc les émissions de CO<sub>2</sub> –, alors qu'on aurait pu croire qu'elle la diminuerait. Ce constat empirique et à première vue contre-intuitif constitue l'essence du paradoxe.

Avec *The Coal Question*, Jevons s'était fait connaître dans les cercles d'économistes et de politiciens anglais. John Stuart Mill et William Gladstone s'intéressaient à ses travaux. Dans un autre ouvrage, *The Theory of Political Economy*, il a jeté les bases de l'analyse mathématique de l'économie, et avec Walras, y a introduit le raisonnement marginal. En 1905, à titre posthume, John Maynard Keynes appela Jevons « one of the minds of the century ».

Si on reformule le paradoxe, on se rend compte qu'il s'agit d'une quasi-évidence, au point que le caractère contre-intuitif disparaît. En effet, quand on parle d'efficacité de l'énergie, on parle en fait de la *productivité de l'énergie*. Et c'est une vérité bien établie que si on augmente la productivité de n'importe quel bien ou service, on en diminue les coûts, on en stimule la demande, et les effets de cette demande ne se font jamais attendre.

### Le postulat de Khazzoom-Brookes

Dans la crise qui a succédé au choc pétrolier de 1973, nombre d'économistes se sont penchés sur le problème de l'effet des prix et de la disponibilité des ressources naturelles sur l'économie des pays in-



William Stanley Jevons, *The Coal Question* (1835-1882).

dustrialisés, et plus généralement sur les dispositions que les gouvernements étaient censés appliquer pour mitiger les problèmes.

Dans ce contexte, les deux chercheurs Robert Khazzoom et Leonard Brookes ont remis à l'honneur le paradoxe de Jevons, que l'euphorie de l'après-guerre avait fait tomber dans l'oubli, et ils lui ont donné la tournure plus générale suivante : « Des accroissements en efficacité, qui dans le sens le plus large sont justifiés au niveau micro-économique, tendent à mener à une consommation énergétique plus élevée au niveau macro-économique. » Donc, si on agrège un ensemble d'investissements qui, pris isolément, sont rentables au niveau du particulier ou de la firme, car donnant lieu à une diminution ponctuelle de la consommation d'énergie, ces mêmes investissements, agrégés, auront l'effet contraire au niveau national, et cela par les effets de rebond directs et indirects illustrés plus haut. Le postulat attire l'attention sur une distinction qui n'est pas apparente dans la formulation de Jevons, à savoir la différenciation entre niveaux micro- et macroéconomiques. Dans l'exemple des voitures efficaces, le lecteur aura remarqué que le scénario passe insensiblement du niveau particulier au niveau général, et c'est dans ce passage qu'intervient le problème de l'efficacité. Il s'ensuit que des études d'efficacité de type *bottom up*, c.-à-d. qui généralisent inconsidérément le niveau micro vers le niveau macro, peuvent commettre de lourdes erreurs d'appréciation.

La notion d'efficacité est étroitement liée au fameux découplage énergétique, c.-à-d. à l'idée largement colportée que l'économie peut se développer

---

**“It is wholly a confusion of ideas to suppose that the economical use of fuel is equivalent to a diminished consumption. The very contrary is the truth.”**  
**(William Stanley Jevons)**

---

---

**C'est un fait avéré que les responsables politiques aiment bien le thème de l'efficacité en tant que tel, car rien ne s'y oppose dans aucun programme d'aucun parti, et l'opposition n'y trouve rien à opposer.**

---

avec un rapport décroissant « Energie/€ de PIB », qui signifierait qu'il faudrait de moins en moins de joules d'énergie pour produire un euro de PIB. Le développement et la réfutation détaillée de cette idée dépasseraient le cadre de cet article. On se bornera ici à maintenir que le découplage, du moins en ce qui concerne les nations avancées, n'est qu'une fata morgana des statistiques nationales, du fait que dans le dénominateur, le PIB de la plupart des nations est en partie factice, car incorporant crédits et dettes cachés, différents des réels biens et services, et que le numérateur est faussé par la délocalisation croissante de la production industrielle, qui fait oublier la valeur de l'énergie grise, tant et si bien que la notion de découplage a fini par perdre sa substance.

Notons encore en passant qu'un sophiste pourrait argumenter que si l'efficacité augmente la consommation, le meilleur moyen de faire baisser celle-ci serait de réintroduire l'inefficacité qui, par le truchement des prix, jugulerait la consommation. Ce raisonnement, pour d'évidentes raisons, ne tient pas debout, et pour le réfuter, il suffit de rappeler Bertrand Russell suivant lequel : « it is impossible to unscramble eggs ».

Comme nombre d'économistes sont clairement opposés à l'idée que l'efficacité puisse mener à la surconsommation, il est intéressant d'analyser des cas concrets.

### **Le paradoxe dans la réalité quotidienne**

Prenons un exemple domestique, l'énergie nécessaire pour chauffer les aliments. Utiliser un feu ouvert sous la marmite est la méthode la plus inefficace. Les déperditions par convection et par radiation font qu'un romantique feu de bûches n'a qu'une efficacité de 2 à 5 %, et seule une infime partie de l'énergie emmagasinée dans le bois passe dans la soupe. Il n'y a pas de meilleure façon pour favoriser la défo-

restation. Si l'on passe au poêle en fonte cher à nos arrière-grands-mères, les déperditions diminuent et on atteint des rendements de l'ordre de 10 %. Un four à gaz, troisième étape, permet de limiter encore plus les pertes en concentrant la flamme, et son efficacité approche les 25 %. Et, finalement, un four à micro-ondes fait encore mieux et passe au-delà de 50 % d'efficacité. Mais, en dépit de si beaux progrès microéconomiques, la consommation énergétique des ménages au niveau national n'a fait qu'augmenter.

Restons dans la cuisine et considérons les réfrigérateurs, et en particulier les frigos américains, bien étudiés quantitativement et sur le long terme. Ils ne nécessitent aujourd'hui qu'un quart de l'énergie qu'il fallait aux modèles des années 1970. Ils sont également de 60 % moins chers (en prix ajustés). En a-t-il résulté une économie d'énergie ? Eh bien, non. Le gain en efficacité a été annulé par la multiplication des ménages qui ont acquis plusieurs frigos et qui ont relégué les vieux modèles à la cave, où ils continuent de fonctionner et où s'entassent les résidus alimentaires bien au-delà de leur date de péremption. Par ailleurs, le frigo qui se trouve normalement dans une cuisine chauffée, et évacue les calories dont le chauffage central s'obstine à l'entourer, constitue, pour la moitié de l'année au moins, une absurdité énergétique, que cette absurdité soit ornée de certificats A++ ou non. Le réfrigérateur est également une tentation permanente dans le sens qu'il demande à être rempli, et c'est un fait établi que l'efficacité énergétique du frigo a comme contrepartie l'augmentation mondiale de l'obésité – autre preuve, s'il en fallait encore, que dans un marché libre, on ne peut jamais accomplir un acte isolé.

Aux USA plus qu'ailleurs, l'air conditionné est devenu le pendant naturel du frigo. En 1960, seuls 12 % des maisons nord-américaines en étaient équipées. Quatre décennies plus tard, grâce à la plus

### **L'éclairage et l'arithmétique de Terence Tao**

Terence Tao, professeur de mathématiques au Massachusetts Institute of Technology, quantifie l'effet de Jevons sur les ampoules basse consommation par l'astucieux calcul suivant : supposons, dit-il, que je chiffre à 10 euros/mois l'utilité ressentie d'avoir ma chambre éclairée par 1 ampoule, et que l'utilité ressentie pour avoir cette chambre éclairée par 2 ampoules s'élève à 15 euros/mois – une conséquence de l'implacable loi des revenus décroissants. Si le prix unitaire de l'ampoule, pour la même période sous revue, est de 6 euros, mon utilité *nette* est de 4 euros pour 1 ampoule, mais se réduit à 3 euros net pour un éclairage à 2 ampoules. Par conséquent, je choisis dans ce cas de m'éclairer à 1 seule ampoule. Si maintenant, grâce aux effets d'échelle et d'efficacité dans la production, le prix de l'ampoule diminue à 4 euros pièce, mon utilité nette est de 6 euros pour 1 ampoule, mais augmente à 7 euros pour 2 ampoules, et comme je ne prends que des décisions rationnelles, je m'éclairerai dans ce cas avec 2 ampoules. Mon intérêt économique est de doubler ma consommation électrique pour l'éclairage, un effet induit par le prix de l'ampoule, lui-même un effet de l'efficacité de la production des dites ampoules.

grande efficacité électrique qui a fait baisser les coûts de fonctionnement, et grâce aux efficacités dans la production qui a fait chuter les prix d'achat, la situation d'aujourd'hui est devenue l'inverse de celle d'il y a une génération : 84 % des maisons nord-américaines sont climatisées et la puissance électrique pour le seul air conditionné est maintenant égale à celle, totale, des ménages nord-américains de 1960, preuve que l'efficacité au niveau national est beaucoup moins un sujet d'économie et de technologie qu'un thème d'anthropologie.

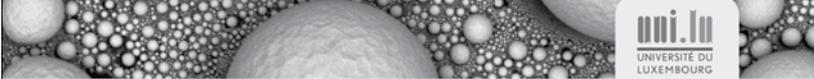
Notons que tout au long de son histoire, l'efficacité, une quête d'ingénieurs, a été reprise et adoptée avec enthousiasme par les marchés capitalistiques, car elle constitue un mécanisme de réduction de coûts qui permet de consommer autant qu'avant ou plus – et pour moins d'argent.

### Le cas de l'éclairage

L'éclairage basse consommation est au centre des discussions actuelles, mais il n'échappe pas non plus à Jevons. Depuis les temps préhistoriques, l'efficacité de l'éclairage n'a fait qu'augmenter. De la lumière des torches préhistoriques, on est passé aux lampes à huile de l'Antiquité gréco-romaine, puis aux bougies, cierges et chandelles, alimentés de cire, de suif ou d'huile de baleine, ensuite à l'éclairage au gaz dans les métropoles du XIX<sup>e</sup> siècle, puis au pétrole lampant des lanternes et, enfin, grâce à Edison, à l'ampoule électrique. Suivant un article récent de *l'Economist*, un Européen moyen, jusqu'à l'invention d'Edison, consommait pour son éclairage environ 600 lumen-heures par an. L'unité de lumen-heure est égale à l'éclairage fourni par une chandelle brûlant 1 heure. Aujourd'hui, un Européen consomme par an environ 45 millions de lumen-heures, c.-à-d. 80 000 fois plus que son ancêtre, qui par rapport à lui vivait essentiellement dans le noir. En dépit de l'accroissement continu et spectaculaire de l'efficacité de l'éclairage, la consommation électrique par tête a explosé. Dans les pays industrialisés, la nuit est éclairée à giorno. Il est donc prévisible que les nouvelles lampes à basse consommation, imposées de façon quasi dictatoriale, diminueront notre consommation électrique nationale aussi peu que les frigos ou les voitures dites efficaces.

Ces nouvelles ampoules servent également à montrer, une fois de plus, qu'en économie, on ne peut accomplir un acte isolé. Analysons ces ampoules dans leur contexte entier. Pour cela, admettons qu'elles aient une efficacité supérieure, disons de 80 % par rapport à une lampe à incandescence traditionnelle de même luminosité, et prenons une maison éclairée, dans le cas A par les vieilles lampes à incandescence,

et dans le cas B par des lampes basse consommation. Dans le cas A, les ampoules convertissent l'électricité en chaleur à un taux allant jusqu'à 90 %, et seulement 10 % en énergie lumineuse – c'est justement le reproche qu'on leur fait. Dans le cas B, le gros de l'énergie électrique est converti en lumière, et non plus en chaleur. Cependant, cette chaleur manque maintenant dans le chauffage de la maison ; le thermostat, réglé sur une température disons de 20 °C, ne tarde pas à remarquer la disparition de l'apport des lampes et déclenche un appoint de gaz naturel au niveau de la chaudière pour garder la température constante. Ce que l'on gagne en électricité, on le perd en gaz ; le résultat final et global est mitigé, et loin, très loin des 80 % promis. Pour un ménage considéré dans son entièreté énergétique, l'introduction des nouvelles ampoules n'apportera jamais l'économie équivalente à la valeur nominale affichée. Et à ce jour, il n'existe pas d'étude couvrant le cycle complet des nouvelles ampoules, *cradle to grave*, avec recyclage et vapeurs de mercure comprises.





UNIVERSITÉ DU LUXEMBOURG

MISSION CULTURE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE | mcst@uni.lu

LES JEUDIS DES SCIENCES COLLOQUIUM GENERALE  
LEÇON 150 SEMESTRE XX



## Nachhaltiger Verkehr Vision oder Notwendigkeit?

**Axel Friedrich**  
**07.04.2011 17:30**  
**Auditoire B02 Campus Kirchberg**

Für viele Menschen ist ein nachhaltiges Verkehrssystem eine Vision, die weit in der Zukunft liegt und unkonkret ist. Die Notwendigkeiten, die sich aus der Gesundheitsbelastung durch Abgasemissionen der Fahrzeuge und die Bedrohung des Klimas ergeben, machen deutlich, dass eine nachhaltige Verkehrspolitik heute eingeleitet werden muss. Wir brauchen eine drastische Reduktion der Partikel- und Stickoxidemissionen und 90% Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bis 2050. Wie kann dies gehen, ohne die wirtschaftlichen Grundlagen zu gefährden?

*Axel Friedrich studierte Technische Chemie an der Technischen Hochschule Berlin. Nach dem Studium arbeitete er in einem Chemieunternehmen und wechselte nach zwei Jahren zum Umweltbundesamt ins Fachgebiet „Schadstoffminderung im Verkehr“. Von 1990-1992 war er Leiter des Fachgebietes „Raffinerien, Kraftstoffe und Minderung organischer Stoffe“, von 1992-1994 leitete er das Fachgebiet „Meeresschutz“. Im September 1994 übernahm er die Abteilung „Umwelt, Verkehr, Lärm“. Nach fast 28 Jahren Tätigkeit im Umweltbundesamt ist er seit 2008 als freier Berater u.a. für die Weltbank, die GTZ und die Asia Development Bank tätig. Er gilt weltweit als einer der einflussreichsten Antriebe für einen sauberen, klima- und gesundheitsgerechten Verkehrssektor und erhielt 2006 den Haagen-Smit Clean Air Award der kalifornischen Umweltschutzbehörde.*

AVEC LE SOUTIEN DU FONDS NATIONAL DE LA RECHERCHE  
 Attestation de participation sur demande | Teilnahmebestätigung auf Anfrage | Confirmation of participation upon request

### L'efficience, une chimère ou non ?

La quête de l'efficience énergétique, sans doute bénéfique au niveau individuel, ne serait-elle alors qu'une vaine entreprise au niveau national, un trompe-l'œil, une querelle byzantine ? Le lecteur aura remarqué que tout ce qui s'est dit jusqu'ici a trait – implicitement ou explicitement – à un marché libre et sans entraves, donc un marché sans plafonds, sans *caps*, sans taxes ni impôts. Or, dès que l'on introduit de telles notions restrictives, la situation change.

Reprenons l'exemple du pays dont les voitures étaient devenues par magie très efficaces. Si l'on imagine que le gouvernement de ce pays ait introduit au même moment une taxe d'accises sur l'essence ou

l'ait relevée considérablement, les événements ne se seraient pas déroulés comme décrits dans ce scénario, car les effets de rebond auraient été annihilés ou grandement affaiblis. Il apparaît ainsi que pour garder l'efficience opérante, il faut absolument la flanquer de mesures collatérales.

L'isolation thermique des maisons existantes est un tel cas de figure. Elle peut s'avérer efficace, non seulement au niveau microéconomique pour le propriétaire, mais aussi au niveau national, pour la simple raison qu'une armée de régulateurs, de prescripteurs et de législateurs se mêle de l'immobilier. Le *revamping* thermique devient ainsi une affaire compliquée et prolongée et, financièrement, le point de *break even* est projeté dans un avenir mal défini. Toutes ces lourdeurs rendent le paradoxe de Jevons en grande partie inopérant dans le cas de l'immobilier, par l'amputation des effets de rebond.

Du temps de feu l'URSS, le Soviet suprême, dans son infaillibilité, avait imaginé une nouvelle formule pour galvaniser le prolétariat et avait fait orner les rues de banderoles joyeuses portant l'exhortation « Buditje effizientni! », « Soyez efficaces ! ». La république populaire a imposé peu après.

C'est un fait avéré que les responsables politiques aiment bien le thème de l'efficience en tant que tel, car rien ne s'y oppose dans aucun programme d'aucun parti, et l'opposition n'y trouve rien à opposer. Mais le discours officiel sur l'efficience est presque toujours tronqué, car il évite la partie politiquement désagréable et pourtant essentielle, celle des mesures collatérales : les plafonds et les taxes, indispensables pour faire passer l'efficience au niveau macroéconomique. Si l'on omet de traiter les effets de rebond, on peut faire une croix sur les mesures d'efficience au niveau national.

Finissons sur une quasi-lapalissade, c.-à-d. sur une vérité si évidente qu'elle est toujours oubliée : au centre du débat énergétique doit se trouver non pas une idée d'efficience aux contours généralement flous, mais un discours sur la parcimonie et sur les vraies économies d'énergie, les économies tangibles et mesurables, qui seules sont capables de résoudre les problèmes actuels. ♦

#### Références :

*The Economist* : [www.economist.com/node/16886228?story\\_id=16886228](http://www.economist.com/node/16886228?story_id=16886228)

Terence Tao : [www.google.com/buzz/114134834346472219368/DJtmJd3ybhH/A-new-research-paper-gives-the-rather](http://www.google.com/buzz/114134834346472219368/DJtmJd3ybhH/A-new-research-paper-gives-the-rather)

CELL Centre for Ecological Learning Luxembourg asbl &  
Forum für Politik, Gesellschaft und Kultur in Luxemburg asbl  
vous invitent à



## Transition Hannerknuppëcht?

Comment faire face aux défis présentés par  
le pic pétrolier et le changement climatique?

Comment améliorer la résilience et la  
qualité de vie dans nos communautés locales?

Comment planifier la transition à une vie  
à impact réduit sur l'environnement?

conférence-débat  
ma 08.03.2011 à 20:00 hrs  
carré rotondes, open square  
1, rue de l'aciérie 2651 Luxembourg

[soirée en langue luxembourgeoise, entrée libre]

<http://cell.lu>  
[info@cell.lu](mailto:info@cell.lu)

