

# Comprendre l'effet rebond

## — ECOLOGIE

PAR MARION COHEN ET ALAIN GRANDJEAN

PUBLIÉ LE 4 AOÛT 2022

Pour réduire les consommations d'énergie, les politiques publiques favorisent l'efficacité énergétique <sup>1</sup>, qui consiste à mobiliser la technologie pour produire des biens et des services consommant moins d'énergie à l'unité. Il s'agit par exemple de l'isolation des logements, du développement de systèmes de chauffage plus performants, de la diminution de la consommation des véhicules par km parcouru, ou encore d'ampoules plus efficaces etc. On appelle « effet rebond » la réduction, voire l'annulation des économies d'énergie attendues grâce à des progrès d'efficacité énergétique du fait d'un ensemble de facteurs économiques et comportementaux que nous allons expliciter dans cette fiche.

L'effet rebond peut être résumé par la formule suivante : effet rebond (%) = 1 - (économies réalisées/économies prévues) Par exemple, un effet rebond de 40% signifie que 40% des économies d'énergies attendues grâce au déploiement d'une nouvelle technologie n'ont pas été réalisées en raison d'une hausse des usages de l'énergie liés à différents facteurs économiques ou comportementaux (que nous présentons dans la partie 1.B).

Cet effet, mis en évidence empiriquement dans différents secteurs, rend nécessaire des politiques publiques complémentaires au seul progrès de ladite efficacité, qui reste évidemment souhaitable. <sup>2</sup>

## 01 —

### Définitions et mécanismes de l'effet rebond

#### A. DU « PARADOXE DE JEVONS » À L'EFFET REBOND

C'est Williams Stanley Jevons qui a pour la première fois mis en évidence l'effet rebond <sup>3</sup>. S'appuyant sur les débats autour de la crainte d'une pénurie de charbon qui se sont tenus en Angleterre dans les années 1860 <sup>4</sup>, il fait, dans son livre *The Coal Question* (1865), le constat d'un paradoxe : malgré l'amélioration de l'efficacité énergétique de la machine à vapeur, la consommation totale de charbon a augmenté. C'est ce qu'on appellera ensuite « le paradoxe de Jevons » : une amélioration de la performance énergétique peut conduire à une augmentation de la consommation d'énergie.

Pour Jevons ce paradoxe n'est qu'apparent : c'est, en effet, la plus grande efficacité énergétique des machines à vapeur qui incite et permet aux entrepreneurs de produire plus, et les conduit donc à utiliser in fine plus de charbon qu'auparavant.

Il faut ensuite attendre la fin des années 1970, pour que le raisonnement de Jevons soit repris et que l'effet rebond soit véritablement théorisé. Les travaux des économistes Leonard Brookes et Daniel Khazzoom <sup>5</sup> seront le début d'une très vaste littérature sur ce sujet clef de la transition écologique.

L'effet rebond se manifeste dès que les gains de consommation énergétique sont moins que proportionnels aux gains d'efficacité individuels. Il peut être d'ampleur variable. Si une machine permet d'économiser 10% de combustible, mais que la consommation de combustible ne baisse que de 8%, on parlera déjà d'effet rebond.

Le cas extrême, celui décrit par Jevons en 1865, est rencontré quand les gains d'efficacité individuels (par appareil) se traduisent non plus par des économies d'énergie (même inférieures à ce qui étaient prévues), mais par une hausse de la consommation énergétique. Les mécanismes d'effet revenu et d'équilibre général décrits ci-après jouent alors à plein et l'efficacité énergétique loin de provoquer une amélioration sur le plan écologique empire au contraire la situation. On parle alors d'effet « retour de flamme » (*backfire effect*).

#### B. LES DIFFÉRENTS TYPES D'EFFET REBOND

Les chercheurs distinguent trois types d'effet rebond. 6

Les deux premiers sont d'ordre microéconomique : il est possible (surtout pour l'effet direct) de les constater empiriquement à l'échelle des acteurs économiques. S'y ajoute un autre effet qui concerne l'économie dans son ensemble.

**1. L'effet rebond direct (ou l'effet prix) :** l'augmentation de l'efficacité énergétique d'un produit en fait baisser le prix et entraîne une plus grande consommation de ce bien (ou du service qu'il rend). Par exemple, la baisse du prix de l'éclairage à la suite de gains d'efficacité dans ce domaine peut inciter à être négligeant sur le fait d'éteindre les lumières inutiles. On peut également citer celui de la voiture (une moindre consommation d'essence au km liée à l'amélioration des moteurs pourra inciter à se déplacer davantage), ou celui de l'isolation des logements (une moindre consommation de chauffage liée à un logement mieux isolé peut inciter à augmenter la température moyenne).

**2. L'effet rebond indirect (ou l'effet revenu) :** les économies financières permises par la moindre consommation d'énergie (de la voiture, du chauffage, de l'électricité) sont utilisées pour consommer d'autres biens nécessitant de l'énergie (ex : pour faire un voyage en avion).

**3. L'effet rebond macroéconomique,** qui peut résulter de deux mécanismes :

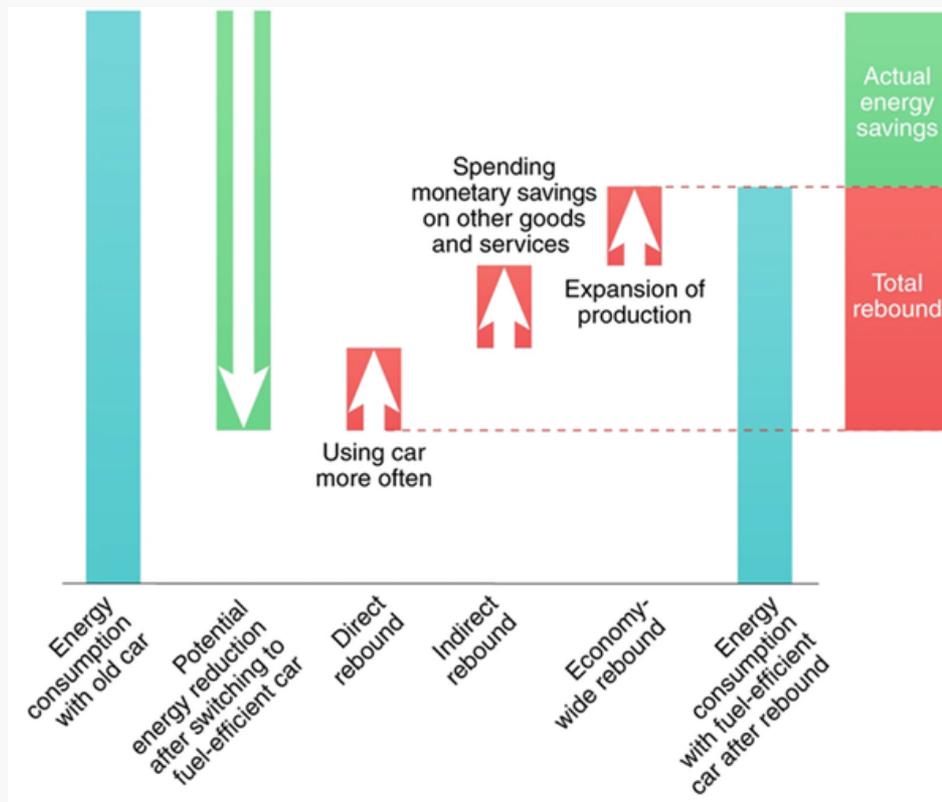
- la baisse de la demande totale d'énergie permise par l'efficacité énergétique conduit à une baisse du prix de l'énergie ce qui peut stimuler les secteurs de l'économie fortement consommateurs d'énergie
- une amélioration de l'efficacité énergétique génère de la croissance économique ce qui mène à une consommation d'énergie plus importante à l'échelle de l'économie dans son ensemble.

**4. L'effet rebond total :** c'est l'addition de l'effet directe, indirect et macroéconomique.

A noter qu'il existe des différences de terminologie entre les économistes étudiant le phénomène. Par exemple, dans le schéma ci-après l'effet rebond macroéconomique est appelé « *Economy-wide rebound effect* » alors que dans le tableau présenté plus loin cette expression désigne l'effet rebond total.

Cela peut porter à confusion !

Illustration des différents types d'effet rebond provoqués par le passage d'une vieille voiture à une voiture peu consommatrice de carburant



SOURCE Filippos Exadaktylos, Jeroen van den Bergh, « Energy-related behaviour and rebound when rationality, self-interest and willpower are limited », Nature Energy, 2021.

### Les estimations de l'effet rebond total

Si l'effet rebond direct moyen est aujourd'hui relativement bien étudié <sup>7</sup>, les effets indirects et macroéconomiques sont plus difficiles à mesurer.

Dans un [article de 2021](#), plusieurs économistes ont passé en revue différents travaux académiques visant à estimer l'effet rebond total (qu'ils appellent Economy-wide rebound effect) à partir de méthodologies très diverses. La conclusion de cette revue de littérature est très claire : l'effet rebond total peut éroder au moins la moitié des économies d'énergie attendues de l'amélioration de l'efficacité énergétique.

Résumé des différents mécanismes contribuant à l'effet rebond

Appendix B. Mechanisms contributing to economy-wide rebound effects

Category	Mechanism	Source
Direct rebound effect (partial equilibrium)	Income effect (consumers)	Changes in the consumption of the energy service, owing to the increase in real income stimulated by the energy efficiency improvement
	Substitution effect (consumers)	Changes in the consumption of the energy service, owing to a fall in its effective price relative to other commodities (holding utility constant)
	Output effect (producers)	Changes in the consumption of the energy service owing to the increase in output stimulated by the energy efficiency improvement
	Substitution effect (producers)	Changes in the consumption of the energy service, owing to a fall in its effective price relative to other inputs (holding output constant)
Indirect rebound effect (partial equilibrium)	Income effect (consumers)	Changes in the consumption of other commodities, owing to the increase in real income stimulated by the energy efficiency improvement
	Substitution effect (consumers)	Changes in the consumption of other commodities, owing to an increase in their effective price relative to the energy service (holding utility constant)
	Output effect (producers)	Changes in the consumption of other inputs owing to the increase in output stimulated by the energy efficiency improvement
	Substitution effect (producers)	Changes in the consumption of other inputs, owing to an increase in their effective price relative to the energy service (holding output constant)
Macroeconomic rebound effect (general equilibrium)	Energy market effect	Changes in energy consumption following changes in energy prices (leftward shift of the demand curve for energy)
	Composition effect	Changes in energy consumption following structural change in the economy - with energy-intensive sectors and goods benefiting more
	Growth effect	Changes in energy consumption following investment and increased output stimulated by the energy efficiency improvement
	Scale effect	Changes in energy consumption following reductions in the price of goods and services stimulated by increased output of those goods and services
	Labour supply effect	Changes in energy consumption following increases in real wages stimulated by the energy efficiency improvement
	Disinvestment effect	Changes in energy consumption following disinvestment in the energy supply sectors in response to lower energy prices

Sources: Own elaboration based upon [21,71,93].

Note: This list is not exhaustive, the mechanisms are not necessarily additive; and each mechanism may either increase or reduce economy-wide energy consumption depending upon the particular situation. The relative importance of these mechanisms will also vary from one context to another and from one type of energy efficiency improvement to another.

SOURCE Paul E. Brockway et al., [Energy efficiency and economy-wide rebound effects: A review of the evidence and its implications](#), Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2021.

02

Un exemple d'effet rebond : le secteur de l'éclairage au Royaume-Uni

Dans leur article « [Seven Centuries of Energy Services: The Price and Use of Light in the United Kingdom \(1300-2000\)](#) », paru en 2007 dans *The Energy Journal*, Roger Fouquet et Peter J.G. Pearson analysent l'évolution des technologies de production d'éclairage et de la consommation sur plusieurs siècles au Royaume-Uni.

Variables et indices clefs concernant le secteur de l'éclairage, 1300-2000

**Table 3. Key Lighting Variables and Indices, 1300-2000**

Year	Price of Lighting Fuel/Energy Source		Efficiency of Lighting		Price of Lighting Services		Consumption of Light per Capita		Consumption of Light (total)		Real GDP per capita	
	<i>Pence</i> (year 2000) per kWh 1800=1	<i>Index</i> 1800=1	<i>lumen-hours</i> per kWh 1800=1	<i>Index</i> 1800=1	<i>£(2000)</i> per million hours 1800=1	<i>Index</i> 1800=1	<i>Million</i> lumen-hours 1800=1	<i>Index</i> 1800=1	<i>Index</i> 1800=1	<i>Index</i> 1800=1	<i>Index</i> 1800=1	<i>Index</i> 1800=1
1300	38	1.50	18	0.5	19,875	3.0	-	-	-	-	-	0.25
1700	38	1.50	27	0.75	13,050	2.0	0.00058	0.17	5	0.1	900	0.75
1750	41	1.65	29	0.79	13,690	2.1	0.00074	0.22	7.5	0.15	1,000	0.83
1800	25	1	35	1	6,630	1	0.00320	1	50	1	1,200	1
1850	10	0.40	150	4.4	1,775	0.27	0.0127	3.9	350	7	1,400	1.17
1900	6	0.26	240	14.5	276	0.042	0.2740	84.7	11,000	220	3,500	2.9
1950	10*	0.40	11,600	340	10	0.002	4.94	1,528	250,000	5,000	4,700	3.92
2000	4	0.18	25,000	1,000	1.7	0.0003	21.25	6,566	1,270,000	25,600	18,000	15

Source: authors' own estimates and Fouquet and Pearson (2003b)

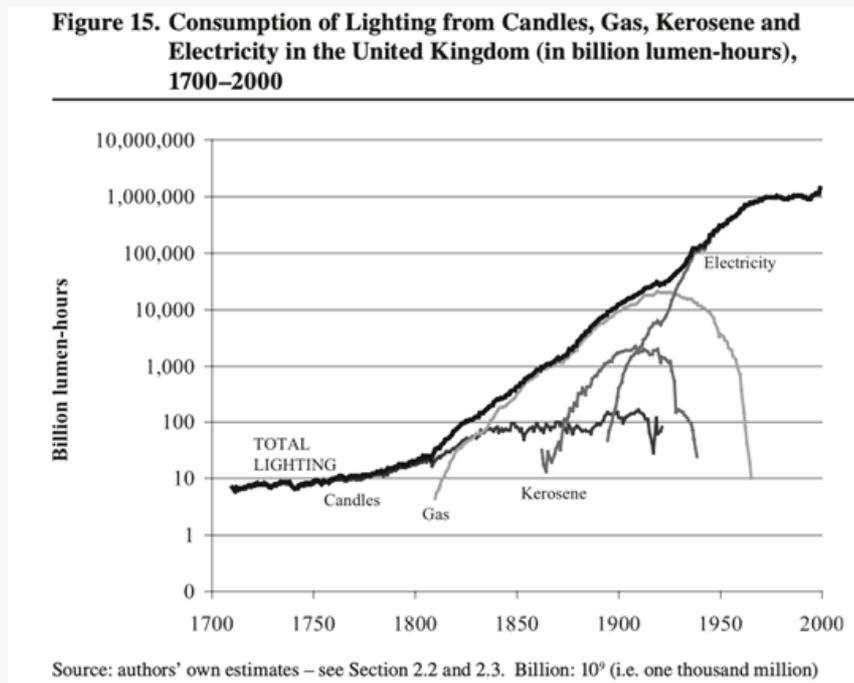
SOURCE R. Fouquet et Peter J.G. Pearson (2007), « [Seven Centuries of Energy Services: The Price and Use of Light in the United Kingdom \(1300-2000\)](#) », Energy Journal, vol. 27, n°1, pp. 139-177.

Sur le tableau ci-dessus on peut constater dans l'ordre des colonnes :

- Une baisse du prix moyen des sources d'énergie à l'origine de la lumière de 25 pence par kWh en 1800 à 4 en l'an 2000, soit une division par plus de 6 (en monnaie constante).
- Une amélioration très importante de l'efficacité de l'éclairage qui est passé de 35 lumens par kWh en 1800 à 25000 lumens par kWh en l'an 2000 <sup>ⓑ</sup> soit une multiplication de l'efficacité par plus de 700.
- Une baisse concomitante du prix du service d'éclairage : en l'an 2000, les consommateurs britanniques payaient l'accès à un million de lumens 160 fois moins qu'en 1900 et presque 4000 fois moins qu'en 1800.
- Dans le même temps, la consommation de lumière a augmenté massivement que ce soit par habitant (multiplication par 6566 depuis 1800) ou au total pour atteindre plus de 1270 trillions de lumens (multiplication par 25000).

C'est ce qu'on peut constater également sur le graphique suivant qui permet également de voir la succession des différentes sources d'énergie utilisées pour l'éclairage (bougie, lampe à gaz, lampe à pétrole et ampoule électrique).

## Consommation de lumière par source au Royaume-Uni, 1700-2000



SOURCE R. Fouquet et Peter J.G. Pearson (2007), « [Seven Centuries of Energy Services: The Price and Use of Light in the United Kingdom \(1300-2000\)](#) », Energy Journal, vol. 27, n°1, pp. 139-177.

La baisse des coûts s'est ainsi accompagnée d'une augmentation considérable de la demande et de l'utilisation de la lumière artificielle, par les individus mais aussi via le développement de l'éclairage extérieur des rues, et des bâtiments.

En moyenne, un habitant du Royaume-Uni consommait en 2000 75 fois plus de lumière artificielle que son ancêtre en 1900, et 6 600 fois plus qu'en 1800.

C'est une parfaite illustration du paradoxe de Jevons : les fortes augmentations de l'efficacité énergétique ont entraîné une forte réduction des coûts de l'éclairage conduisant à une augmentation de la demande d'éclairage et de la consommation totale d'énergie.

## 03

**Comment expliquer l'effet rebond et comment le diminuer****A. LES EXPLICATIONS DE L'EFFET REBOND : POINTS DE VUE THÉORIQUE ET EMPIRIQUE**

D'un point de vue théorique, l'effet rebond trouve une explication intuitive : dans un processus de production, les gains d'efficacité énergétique individuels se traduisent par une baisse des coûts unitaires liés à l'énergie (il faut moins d'énergie pour produire une unité de bien, c'est donc moins cher), ce qui crée une incitation à produire plus de biens ou à consommer plus d'énergie par ailleurs.

Le prix joue ici un rôle de signal défavorable.

Toutefois, l'effet rebond est avant tout un sujet empirique et de ce point de vue, la question est plus délicate.

Si on observe des effets rebond dans tel ou tel secteur, on ne peut pas prétendre que le progrès technique sera la seule solution pour réduire les consommations d'énergie. C'est ce que montre l'exemple ci-dessus du secteur de l'éclairage au Royaume-Uni, qui a été sujet à d'importants effets rebond. En 200 ans, le prix de l'énergie à des fins d'éclairage a été divisé par plus de six. L'efficacité technique de l'éclairage (en lumens) a été considérablement améliorée, mais cela n'a pas conduit à réduire la consommation d'éclairage, bien au contraire. De quoi effacer largement les gains d'efficacité réalisés.

De la même façon, entre les années 1950 et aujourd'hui, les moteurs thermiques des véhicules ont fait des progrès extraordinaires, mais la consommation associée au transport de personnes et de marchandises a, elle, au contraire augmenté. Pourquoi ? Parce qu'au lieu de réduire la quantité de carburant consommé par chaque véhicule, on a utilisé les gains d'efficacité pour faire des véhicules plus lourds, plus confortables, plus puissants et surtout pour parcourir plus de distance.

Pour d'autres secteurs, comme le numérique <sup>9</sup>, l'effet rebond est lié au développement incessant des services et usages proposés grâce à la progression permanente de la puissance des puces présentes dans les ordinateurs et de nombreux objets de la vie quotidienne. Les gains d'efficacité énergétique sont « absorbés » par la multiplication des usages. <sup>10</sup>

Dans des secteurs essentiels de la transition écologique, comme le bâtiment, les interrogations restent ouvertes. De meilleurs matériaux et de meilleures isolations sont incontestablement nécessaires. Mais comment garantir que de meilleures chaudières ou fenêtres ne conduiront pas les usagers à monter leur thermostat ou à chauffer des pièces auparavant laissées froides, engendrant ainsi un effet rebond ? <sup>11</sup> C'est d'ailleurs parfois souhaitable dans le cas des « passoires thermiques », dont les habitants peuvent souffrir d'une température insuffisante et/ou d'une humidité excessive, car ils ne peuvent simplement pas payer le prix d'un chauffage suffisant. Dans ce cas, l'efficacité énergétique permet, à budget constant pour l'habitant, d'améliorer son confort, et il n'est pas certain qu'il consommera moins d'énergie (tout dépend en l'occurrence de la profondeur de la rénovation).

## B. COMMENT « CONTOURNER » L'EFFET REBOND ?

C'est ce qui pousse les chercheurs à suggérer, dans de nombreux domaines, que les gains techniques d'efficacité énergétique soient accompagnés de dispositifs de régulation, ou d'incitations comportementales <sup>12</sup>, pour qu'ils se traduisent en baisses réelles de consommation, et non en rebonds. <sup>13</sup>

L'effet rebond, mécanisme économique simple identifié depuis plus d'un siècle, montre combien le changement technique (sans même parler de « progrès »), en matière énergétique, ne peut être le seul levier d'une stratégie de transition écologique. Le risque de rebond fait que les meilleures technologies, les plus économes, ne garantissent pas une moindre pression sur les ressources naturelles.

Des actions sur la demande énergétique, des modes de régulation plus généraux, sont nécessaires pour ne pas voir les efforts des ingénieurs se heurter au mur des réalités économiques.

### + POUR EN SAVOIR PLUS

- <sup>9</sup> John M. Polimeni, Kozo Mayumi, *The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements*, Routledge, 2015.
- <sup>10</sup> Louis Daumas, « L'effet-rebond condamne-t-il la transition à l'échec ? », *Regards croisés sur l'économie*, 2020, vol. 0(1), pp. 189-197.
- <sup>11</sup> Paul E. Brockway et al., « Energy efficiency and economy-wide rebound effects: A review of the evidence and its implications », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol.141, 2021.
- <sup>12</sup> Victor Court, « La demande énergétique mondiale est sous-estimée, et c'est un vrai problème pour le climat », *The Conversation*, avril 2021.
- <sup>13</sup> Jesse Jenkins, Ted Nordhaus, Michael Shellenberger, « Energy Emergence: Rebound and Backfire as Emergent Phenomena », *Breakthrough Institute*, février 2011.

## Notes

- 1 Via le retrait du marché des équipements les plus polluants (ex : les ampoules à incandescence sont interdites en Europe depuis 2012), via des normes maximales de consommation d'énergie (comme la [norme BBC](#) dans le bâtiment) ou via l'information du consommateur (les étiquettes-énergie qui notent la performance énergétique des appareils ménagers ou les diagnostics de performance énergétique des habitations).  
^ Retour
- 2 Cette fiche a bénéficié de la relecture et des commentaires de Victor Court et Antoine Missemmer. Retrouvez ici [la liste de tous les contributeurs de TOE](#).  
^ Retour
- 3 En réalité, William Jevons n'utilise pas l'expression d'effet rebond dans son ouvrage. Ce terme n'a été utilisé que par la suite.  
^ Retour
- 4 En 1860, le traité Cobden-Chevalier de libre-échange entre la France et l'Angleterre prévoit de lever les restrictions et taxes douanières sur le commerce du charbon. De nombreux débats s'engagent alors en Angleterre entre les partisans du traité et ceux qui craignent une érosion de la suprématie industrielle du pays si le charbon, qui a été déterminant dans la révolution industrielle anglaise, venait à manquer.  
Pour une analyse approfondie du livre *The Coal Question*, voir « [L'économie dans l'impasse climatique](#) », thèse d'Antonin Pottier, EHESS, 2014, chapitre 2.1.2, p.107.  
^ Retour
- 5 Leonard Brookes, « Energy policy, the energy price fallacy and the role of nuclear energy in the UK », *Energy Policy*, 1978, vol. 6, n°2, pp. 94-106 ; Leonard Brookes, « A low energy strategy for the UK by G. Leach et al. : A Review and Reply », *Atom*, 1979, vol. 269, pp. 3-8 ; Daniel Khazzoom, « Economic implications of mandated efficiency in standards for household appliances », *Energy Journal*, 1980, vol. 1, n°4, pp. 21-40.  
^ Retour
- 6 Pedro Linares, Xavier Labandeira, « Energy Efficiency : Economics and Policy », *Journal of Economic Surveys*, 2010, vol. 24, n°3, pp. 573-592.  
^ Retour
- 7 Voir par exemple Steve Sorrella, John Dimitropoulos, Matt Sommerville, « [Empirical estimates of the direct rebound effect: a review](#) », *Energy Policy*, 2009, vol. 37, n°4, pp. 1356-1371 ; Alexandros Dimitropoulos, Walid Oueslati, Christina Sintek, « [The rebound effect in road transport: A meta-analysis of empirical studies](#) », *Energy Economics*, 2018, vol. 75, pp. 163-179 ; Kenneth Gillingham, David Rapson, Gernot Wagner, « [The rebound effect and energy efficiency policy](#) », *Review of Environmental Economics and Policy*, 2016, vol. 10, n°1, pp. 68-88.  
^ Retour
- 8 Le lumen est une unité de mesure du flux lumineux en physique ; le kWh est une unité de mesure de l'énergie. Le lumen par kWh permet donc de déterminer combien une unité d'énergie permet d'obtenir de lumière et donc l'efficacité énergétique de l'appareil d'éclairage.  
^ Retour
- 9 Voir le rapport du think tank The Shift Project sur la [sobriété numérique](#).  
^ Retour
- 10 Le cas de la 5G est typique de cet effet ; ses promoteurs mettent en avant son efficacité énergétique (voir par exemple sur le site de l'entreprise [Orange](#)) mais le Haut Conseil pour le Climat indique dans son [rapport sur la 5G](#) paru en 2020 que, du fait de l'accroissement des usages et donc de la consommation énergétique, les émissions de CO2 liées à la 5G vont très vraisemblablement augmenter dans les années à venir.  
^ Retour
- 11 Voir par exemple l'étude de Gaël Blaise et Matthieu Glachant, « [Quel est l'impact des travaux de rénovation énergétique des logements sur la consommation d'énergie ?](#) », *La revue de l'énergie*, n°646, 2019.  
^ Retour
- 12 Ces "incitations" peuvent être ludiques : c'est le cas du [concours Cube](#) lancé par l'IFPEB, qui génère des économies d'énergie avec très peu d'investissement.  
^ Retour
- 13 Voir, pour le secteur électrique par exemple, les travaux recensés par Corinna Fischer, « Feedback on Household Electricity Consumption: A Tool for Saving Energy? », *Energy Efficiency*, 2008, vol.1, n°1, p. 79-104.  
^ Retour