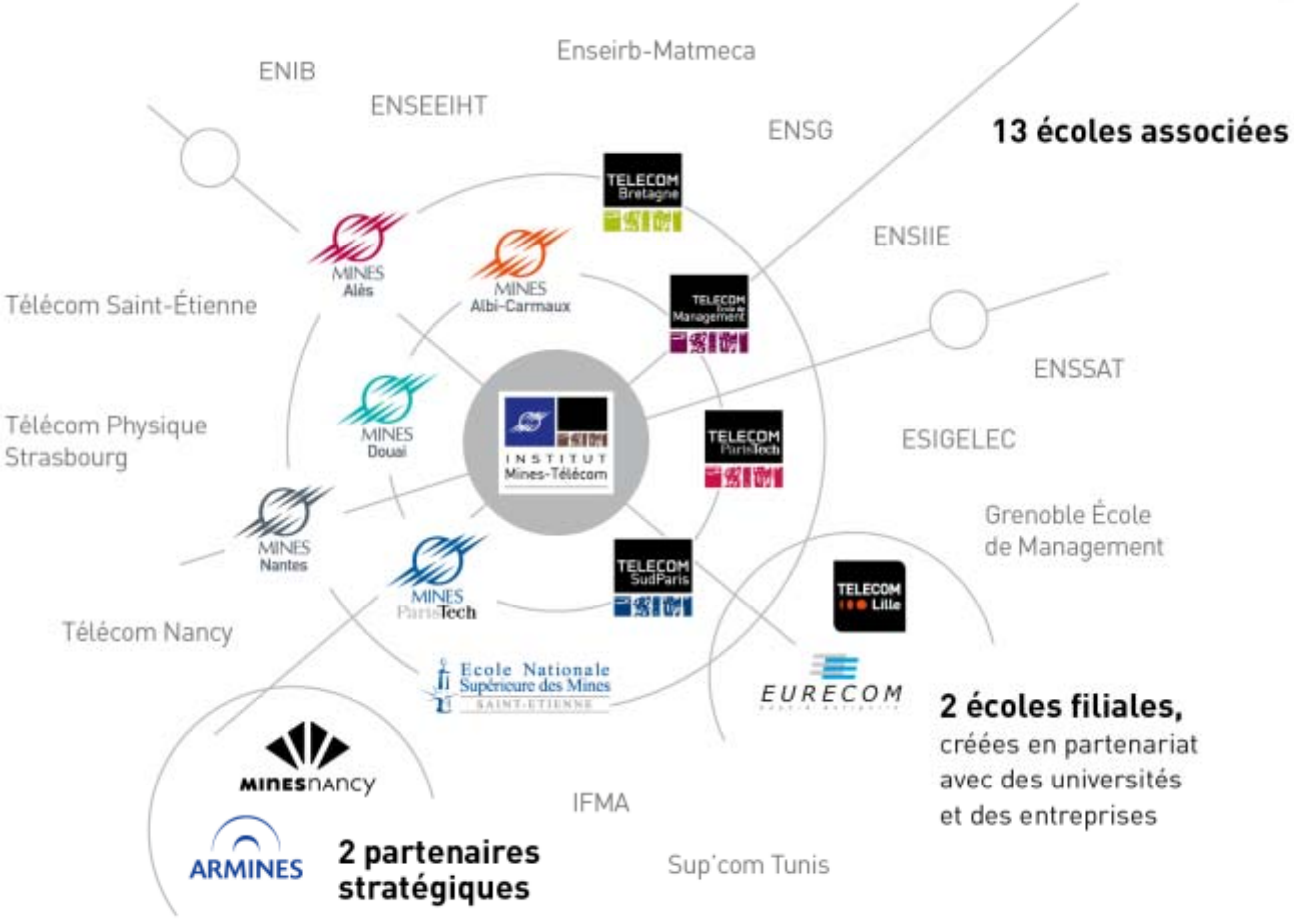
Les effets rebond des TIC

Cédric Gossart

Séminaire "Économie § environnement", SEEIDD/CGEDD, Paris, 24/03/2016.

Les acteurs Mines-Télécom

INSTITUT Mines-Télécom



INSTITUT Mines-Télécom

TELECOM Ecole de Management

MANAGING THROUGH TECHNOLOGY

10 ÉCOLES MINES ET TÉLÉCOM

- **Mines Albi** - Albi, Saint-Dié
- **Mines Alès** - Alès, Montpellier, Nimes, Pau
- **Mines Douai** - Douai
- **Mines Nantes** - Nantes
- **Mines ParisTech** - Paris, Palaiseau, Evry, Fontainebleau, Sophia Antipolis
- **Mines Saint-Etienne** - Saint-Etienne, Gardanne
- **Télécom Bretagne** - Brest, Rennes, Toulouse
- **Télécom Ecole de Management** - Evry, Paris
- **Télécom ParisTech** - Paris, Sophia Antipolis
- **Télécom SudParis** - Evry, Palaiseau-Saclay

2 ÉCOLES FILIALES

- **Eurecom** - Sophia Antipolis
- **Télécom Lille1** - Lille

ÉCOLE PARTENAIRE STRATÉGIQUE

- **Mines Nancy** - Nancy, Saint-Dié

13 ÉCOLES ASSOCIÉES

- **ENIB** - Brest
- **ENSEEIHT** - Toulouse
- **Enseirb-Matmeca** - Bordeaux
- **ENSG** - Vandœuvre-lès-Nancy
- **ENSIIE** - Evry
- **ENSSAT** - Lannion
- **ESIGELEC** - Rouen
- **Grenoble Ecole de Management** - Grenoble
- **IFMA** - Clermont-Ferrand
- **Sup'Com Tunis** - Tunis
- **Télécom Nancy** - Villers-lès-Nancy
- **Télécom Physique Strasbourg** - Strasbourg
- **Télécom Saint-Etienne** - Saint-Etienne

9 réseaux thématiques

1. Physique et technologies des communications et de l'information
2. Architectures et gestion des réseaux
3. Architectures et ingénierie de services et systèmes logiciels
4. Contenus, connaissances, interactions
5. Sécurité des systèmes et des services numériques
6. Santé numérique
7. TIC et sociétés
8. TIC & Environnement: http://rto8.wp.mines-telecom.fr
9. Mathématiques appliquées et informatique fondamentale

Les chiffres-clés

10 écoles

2 écoles filiales

2 partenaires stratégiques

13 écoles associées

12 555 étudiants

1 725 doctorants

+ de 4000 diplômes par an

dont 2500 ingénieurs

8% des diplômes d'ingénieurs délivrés en France

32 % d'élèves étrangers

38 % de boursiers

4 800 personnels

2 Instituts Carnot

121,3 M€ de ressources propres annuelles en recherche

Près de 100 créations d'entreprises par an dans les incubateurs des écoles

Chiffres 2012 hors Ecoles associées

Cédric GOSSART

This is the web site of Cédric Gossart, associate professor in the Institut Mines-Télécom

Accueil | Research | Publications | Enseignements / Teaching | Contacts | Links to a few topics of interest...

Titulaire d'un *PhD* de l'Université du Sussex (*SPRU-Science and Technology Policy Studies*), Cédric Gossart est maître de conférences à l'Institut Mines-Télécom (Télécom École de Management).

Il co-anime le réseau thématique « TIC & Environnement » de l'Institut Mines-Télécom (RT8), et est membre du groupe de recherche KIND (Knowledge, Innovation, and Network Dynamics).

Rechercher

*For an **English version** of this page, click here.*
Curriculum Vitae : CV_Gossart_EN_09_2014.

Contact details

Cédric GOSSART
Institut Mines-Télécom / Télécom École de Management

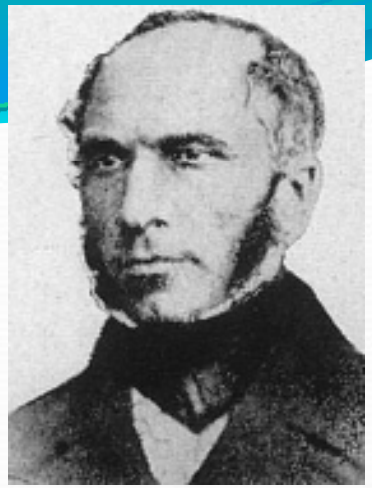
http://gossart.wp.mines-telecom.fr/

Plan de la présentation

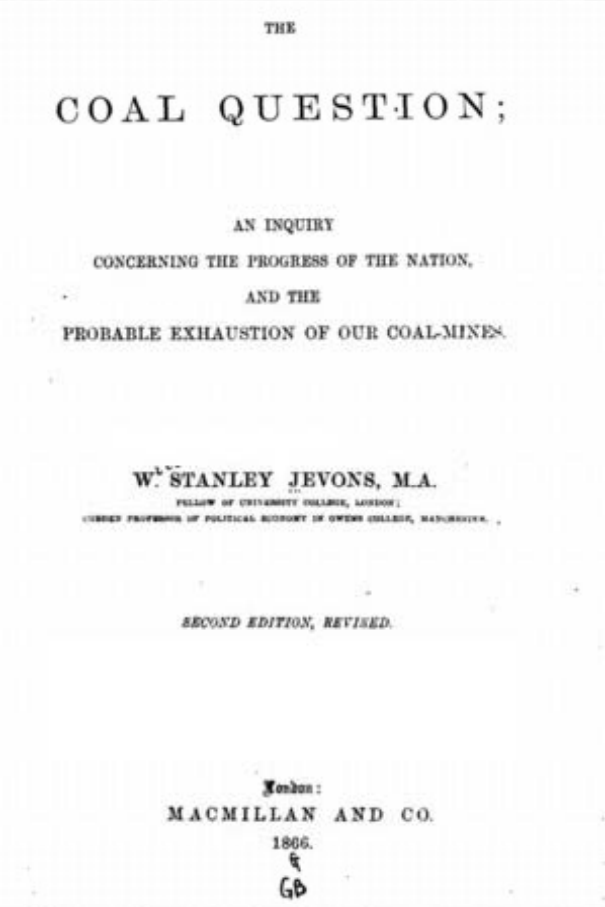
1. Historique et définitions
2. Les effets rebond des TIC
3. Quelques pistes pour les éviter

1. Historique et définitions

William Stanley Jevons (1865)



Lorsque le charbon est extrait de manière plus efficace, son épuisement est plus rapide.



THE

COAL QUESTION;

AN INQUIRY
CONCERNING THE PROGRESS OF THE NATION,
AND THE
PROBABLE EXHAUSTION OF OUR COAL-MINES.

W. STANLEY JEVONS, M.A.

SECOND EDITION, REVISED.

London:
MACMILLAN AND CO.
1866.

Origine du terme : Khazzoom, J. D. (1980). Economic implications of mandated efficiency in standards for household appliances. *The Energy Journal*, 1(4): 21-40.

3 types d'effets rebond

1. Directs

more of the same resource

Baisse du coût d'une ressource => réductions de prix => augmentation de la demande pour le bien coûtant le moins cher.

Ex. 1 : si une machine à laver consomme moins d'énergie, les consommateurs peuvent se permettre de laver leur linge plus souvent.

Ex. 2 : si OVH réduit le nombre de ses serveurs pour le même service, on peut stocker plus de vidéos pour le même prix.

Source: Bentzen, J. (2004). "Estimating the rebound effect in US manufacturing energy consumption." *Energy Economics* 26(1): 123-134.

3 types d'effets rebond

2. Indirects

more of other resources

Une ressource est produite de manière plus efficace => son prix diminue => les consommateurs de cette ressource font des économies => ils les dépensent en consommant d'autres produits polluants.

Ex. : si une famille économisait de l'argent en isolant son appartement, elle pourrait dépenser cet argent en achetant une plus grosse voiture. Les bénéfices écologiques générés par l'isolation du logement seraient alors absorbés par les impacts négatifs du nouveau produit polluant.

Source: Bentzen, J. (2004). "Estimating the rebound effect in US manufacturing energy consumption." *Energy Economics* 26(1): 123-134.

3 types d'effets rebond

3. Macro-économiques

Apparaissent lorsque la baisse des prix de l'énergie induit une réduction des prix des biens intermédiaires et finaux dans toute l'économie, et provoquent des changements structurels dans les modes de production et les habitudes de consommation.

Ex. : un carburant moins cher permet d'habiter plus loin de son lieu de travail.

Source: Bentzen, J. (2004). "Estimating the rebound effect in US manufacturing energy consumption." *Energy Economics* 26(1): 123-134.

Le Monde, oct. 2006

Quel type d'effet rebond ?

Exemple de mesure

Elasticité-prix :

La consommation en kWh augmente de 2% à la suite d'une baisse des tarifs de l'énergie de 10% => l'effet rebond est de 20%.

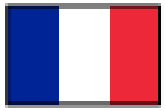
ER = 20 à 30 % pour le secteur de l'énergie.

Exemple de mesure

Accroissement en % de la consommation de carburant générée par des véhicules plus efficaces (secteur du transport).

L'innovation technologique réduit le coût de transport au kilomètre => allonge les distances parcourues + augmente la consommation globale de carburant (entre 20 et 30% pour les USA).

Exemples de résultats



1973 – 2005

Heating kWh/m²	Heating kWh/m²
365 ↘ 215	- 41%

but …

1970 – 2010

Energy consumption for heating
+ 20%

1986 – 2003

Household temperature increase
+ 2°C

+ 1 °C = + 10% kWh

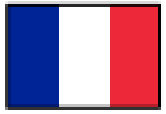
1980 – 2010

kWh/ $ GDP	CO2 eq./ $ GDP
- 80 %	- 80 %

but …

1980 – 2010

kWh	CO2 eq.
+ 25%	+ 165%



1975 –2008

Oil consumption for auto Liter/km
8.4 ↘ 5.4

- 36%

but …

1990 –2006

Driven km	Oil consumption	GHG
+ 24%	+ 2.5%	+ 10%

1975 –2008

+ 30%

Energy consumption/RE from public policies

Source: Presentation de S. Le Pochat, *Entretiens J. Cartier*, Montréal, 3-4/10/2011.

Exemples de résultats : transport ++

Table 3 Comparison of conventional car, train, conventional airplane, and airplane with increased efficiency

	A: Car	B: Bicycle	C: Regional train	D: ICE	E: Conv. airplane
Impact [gCO_2-eq./pkm][a]	194	4	104	60	154
Price [€/pkm][b]	0.21	0.02	0.05	0.07	0.087
Speed [min/km][c]	1.5	3.5	1.0	0.3	0.15
Reduction of impact [%]	–	98	46	69	21
With time RE (more of the same)	–	99	20	−55	−694
With time RE (more of similar)[d]	–	185	25	18	−37
With time RE (more of other)[d]	–	135	37	47	−4
With income RE (more of the same)	–	77	−135	10	−90
With income RE (more of similar)[d]	–	−15	−49	−12	−51
With income RE (more of other)[d]	–	52	8	36	−9

- Strong RE for air transport, which also has a strong income effect potential
- Negative time RE for cycling.

Speed increases => we can spend more time travalling *ceteris paribus* (without changing the % of time we spend on tspt) => if time resources are freed they are reallocated to spend more time on travelling.

Source : Girod, B., P. de Haan, et al. (2011), "Consumption-as-usual instead of ceteris paribus assumption for demand", *The International Journal of Life Cycle Assessment 16(1): 3-11.*

Exemples de résultats : où sont les TIC ?

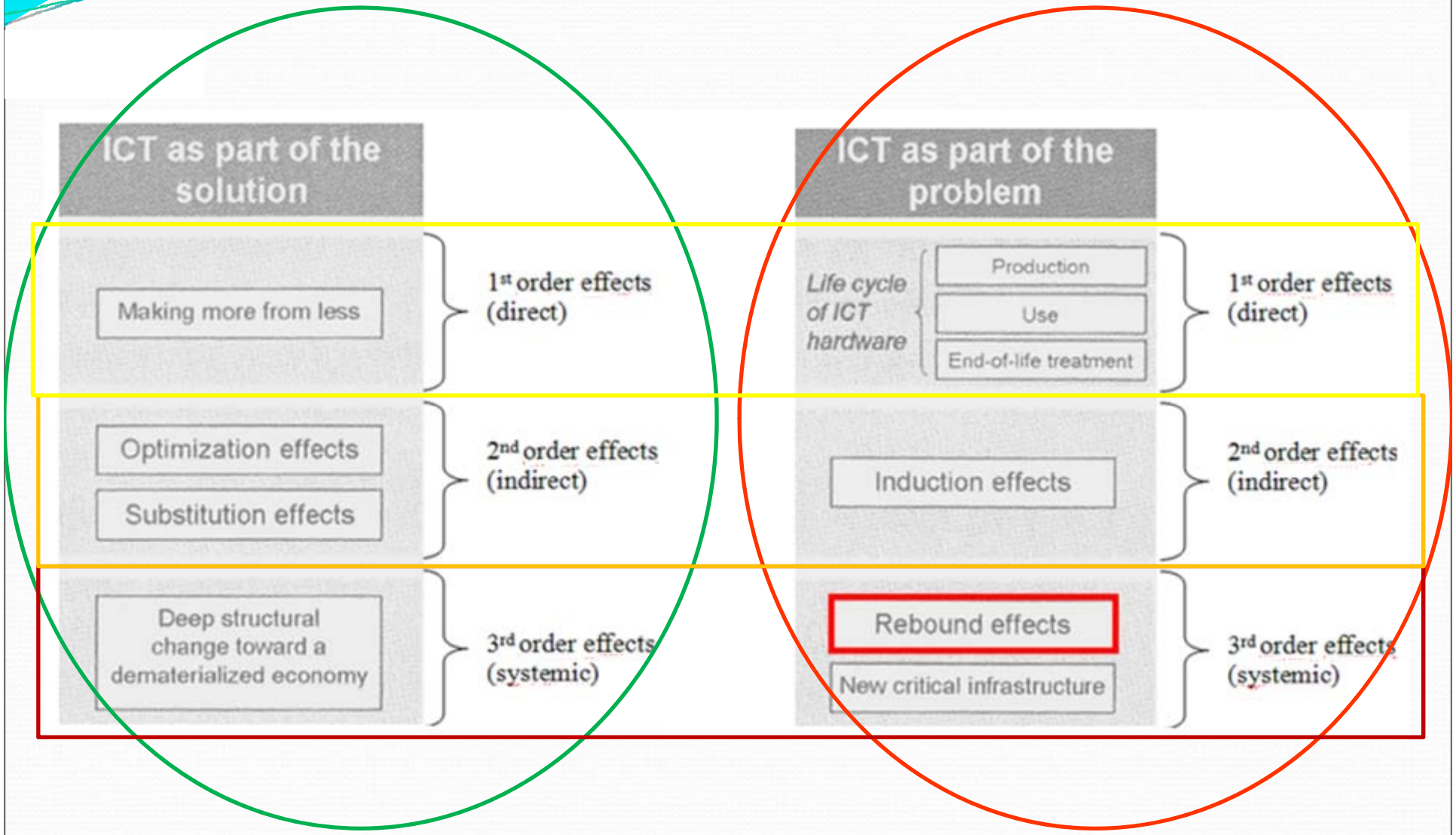
	Sector / products or services	Rebound effect quantification	Comment	Source
Countries	Energy consumption	5-15%	OECD countries, 80-90% of energy consumption needs	Schipper and Grubb 2000
	Road transport	30-50 %	In Italy and Germany	Walker and Wirl 1993
	Road trafic	50-90 %	Induced by new road capacities	Hofstetter et al. 2006
Households	Heating	10-30 %		Greening et al. 2000
		30 %	In Austria	Haas and Biermayr 2000
		65 %	For electricity-heated households	Khazzoom 1986
	Cooling	0-50 %		Greening et al. 2000
	Water heating	<10-40 %		Greening et al. 2000
	Lighting	5-12 %		Greening et al. 2000
	Appliances (white goods)	0 %		Greening et al. 2000
	Automotive transport	10-30 %		Greening et al. 2000
Industry	Manufacturing energy use	+ 24 %	Looking at only periods of decreasing energy prices	Hertwich 2005
	Manufacturing energy use	0-20 %	Short run	Greening et al. 2000
	Lighting (short run)	0-2 %	Short run	Greening et al. 2000
	Environmental impacts	0-< 100 %	Long run, aggregate impacts	Greening et al. 2000

Source : Presentation by S. Le Pochat (EVEA Conseil), Entretiens J. Cartier, Montréal, 3-4/10/2011.

2. Les effets rebond des TIC

Source: Gossart, C. (2015). Rebound Effects and ICT: A Review of the Literature. In *ICT Innovations for Sustainability*. L. M. Hilty and B. Aebischer (Eds.), Springer International Publishing, pp. 435-448.
Résumé en français sur http://ecoinfo.cnrs.fr/article360.html.

TIC & environment



Source: Hilty, L.M. (2008), *Information Technology and Sustainability: Essays on the Relationships between Information Technology and Sustainable Development*, Norderstedt: Books on Demand, p. 147. Voir également : Gossart, C. and R. Garello (2015). Technologies numériques et environnement. *Revue de l'électricité et de l'électronique* 4: 39-44.

1. Effets rebond directs

more of the same resource

Le « paradoxe de la miniaturisation » :

- Les microprocesseurs sont de plus en plus petits => chacun d'entre eux requiert moins de matériaux pour être fabriqué => leur prix baisse => de nouveaux modèles remplacent les plus lents => leur demande explose => accélère l'obsolescence des ordinateurs.
- La miniaturisation des technologies numériques démultiplie leur demande => les économies de matières générées par la miniaturisation sont absorbées par la multiplication du nombre de petits appareils électroniques.

Le cas des technologies d'archivage des données.

Le « paradoxe de la miniaturisation »

- Ex 1 : Suisse (1990 – 2005) :
  - masse physique moyenne d'un téléphone mobile : ÷ 4,4
  - masse totale des téléphones mobiles utilisés en Suisse : × 8

- Ex 2 : la virtualisation des centres de données (permet de diminuer le nombre de serveurs à stockage de données constant) => réduction du coût de l'octet stocké => explosion de la demande d'espace de stockage de données.
  - de 1986 à 2007 : la capacité mondiale de traitement de données a augmenté cinq fois plus vite que la croissance économique.

2. Effets rebond indirects

more of other resources

- ***E-learning*** : pas d'ER indirect (risque = nouvelles dépenses permises par les économies de carburant).

- **Télétravail** : une partie des économies de carburant peut être annulée par de nouveaux déplacements privés.
  - Ex. Danemark:
    - Réductions des déplacements domicile-travail motorisés = -105 km/sem.
    - Nouveaux déplacements personnels = +77 km/sem.
    - ER indirect = 77 / 105 = 73%
  - Pays-Bas = 43% (42/98)
  - Italie = 14% (33/242)
  - Allemagne = 19% (53/283)

2. Effets rebond indirects

- ***TIC & transport*** :
  - Rendent l'usage de la voiture plus facile.
  - Secteur du transport logistique : les systèmes numériques d'optimisation du chargement génèrent un ER de 8% (réduction de 8% du chargement à l'aller). Les TIC augmentent la probabiblité de trouver un chargement retour => on s'accomode d'un chargement léger à l'aller.
- ***E-commerce*** : risque d'accroissement du transport routier.
- ***TIC & information*** :
  - Le coût individuel pour accéder et échanger de l'information a été fortement réduit => …
    - Salariés : les activités de reporting augmentent.
    - Chercheurs : passent + de temps à suivre la masse de publications.
    - Informatique : obésitiels (pas cher de rajouter des fonctionalités).

3. Effets rebond macroéconomiques

- Pas d'étude sur les TIC à ce jour.
- Sorrell (2009): ces effets risquent d'être très important dans le cas d'améliorations de l'efficacité énergétique associée à des technologies génériques* comme les TIC.

* *Elles sont omniprésentes, offrent des possibilités d'amélioration continue, et permettent d'engendrer d'autres innovations. Ex. : domestication des plantes et des animaux (-100e s.), imprimerie (16e s.), moteur à vapeur (18e s.), électricité (19e s.), ordinateur (20e s.),*

Source: Sorrell, S. (2009). Jevons' Paradox revisited: The evidence for backfire from improved energy efficiency. *Energy Policy* 37(4),:1456-1469.

"The Rebound Effect of Information and Communication Technologies Development in the European Union"(P. Werner)

- '**take-back effect**': "A rebound effect happens when an energy efficient technology is implemented instead of an old one, and when it creates an opposite effect to what could be expected: the new technology does not reduce the total quantity of energy consumed, but increases it. Being more efficient, it cheapens the energy costs and calls for larger uses" (Missemer 2012:98).

- **CCL**: High international ICT impacts on the rebound effect took place (during 2006–2012) in Finland, Sweden, Denmark, Netherlands and Luxembourg.

Appl. Spatial Analysis (2015) 8:409–423
DOI 10.1007/s12061-014-9125-z

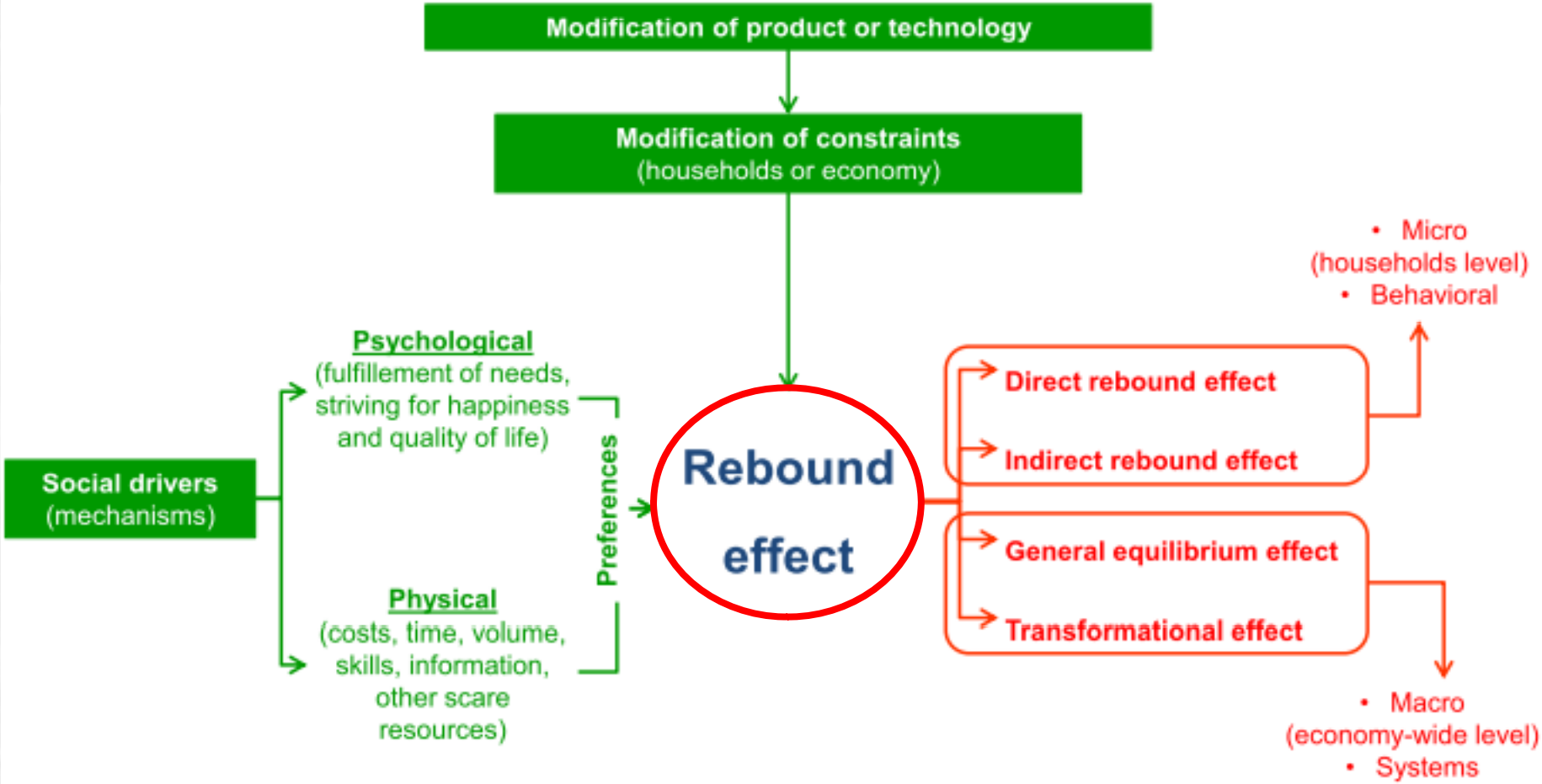
"Indirect Rebound and Reverse Rebound Effects in the ICT-sector and Emissions of CO2" (Håkansson & Finnveden)

- **Method** = Environmentally extended input-output analysis (EEIO) model.
- **Results**:
  - Rebound effects can be significant.
  - "If efficiency improvements occur in the production of the ICT equipment, there could be a strong rebound effect which would reduce the potential decrease of emissions that could occur without the rebound effect."
  - "If on the other hand, efficiency improvements concern the electricity used by the ICT equipment, the rebound effect is expected to be smaller, and real emission reductions could be expected."

Advances in Computer Science Research
DOI: doi:10.2991/ict4s-env-15.2015.8

3. Quelques pistes pour les éviter

Les facteurs d'effets rebond



Source : Présentation de S. Le Pochat (EVEA Conseil), *Entretiens J. Cartier*, Montréal, 3-4/10/2011.

Pistes de réflexion pour les limiter

- Changements dans les modes de consommation
- Modification des modèles d'affaire afin de ne pas répercuter la baisse de prix découlant des gains d'efficacité
- Sensibilisation aux effets rebonds chez tous les acteurs
- Systématiser les évaluations des effets rebond surtout dans les projets induisant des gains d'efficacité énergétique
- Intégrer les effets rebond dans les ACV
- Les projets d'amélioration de l'efficacité d'un produit ou d'une ressource doivent élargir leur champ de vision au-delà du produit/de la ressource directement touché-e
- Adjoindre aux mesures d'efficacité technologique un plafonnement des pollutions et des incitations aux changements comportementaux
- Éco-conception des TIC prenant en compte leurs impacts énergétiques dès la phase de conception
- Tarifs de l'énergie progressives + taxation progressive de l'énergie, des méls et des revenus
- Inclure les ERs dans le calcul des gains d'efficacité énergétique, e.g. en appliquant un taux d'escompte même arbitraire s'il n'est pas connu pour les technologies étudiées
- Favoriser la partage des TIC, limiter leur obsolescence, et lutter contre la surconsommation

Références

- Gossart, C. (2015). Rebound Effects and ICT: A Review of the Literature. In *ICT Innovations for Sustainability*. L.M. Hilty and B. Aebischer, Springer International Publishing, pp. 435-448.
  - Final draft : https://www.researchgate.net/profile/Cedric_Gossart
  - Résumé en français sur http://ecoinfo.cnrs.fr/article360.html
- Jackson, T. (2009). *Prosperity Without Growth – Economics for a Finite Planet*. London, Earthscan.
- Household Energy Consumption and Rebound Effect (see the final report o the HECORE project)

Merci pour votre attention.

Cédric Gossart

http://gossart.wp.mines-telecom.fr/

http://www.ecoinfo.cnrs.fr/