



HAL
open science

Vers un système de transport opérant selon les principes de l'économie de la fonctionnalité

Marion Drut

► **To cite this version:**

Marion Drut. Vers un système de transport opérant selon les principes de l'économie de la fonctionnalité. 2012. hal-00992621

HAL Id: hal-00992621

<https://hal.univ-lille.fr/hal-00992621v1>

Preprint submitted on 19 May 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Lille 1 | Lille 2 | Lille 3 |

Document de travail

■ [2012-19]

“Vers un système de transport opérant selon les principes de l'économie de la fonctionnalité”

Marion Drut



Université Lille Nord de France

Pôle de Recherche
et d'Enseignement Supérieur



Université Lille 2
Droit et Santé



“Vers un système de transport opérant selon les principes de l'économie de la fonctionnalité”

Marion Drut

Marion Drut

PRES Université Lille Nord de France, Université Lille 1, Laboratoire EQUIPPE
EA 4018, Villeneuve d'Ascq, France.

marion.drut@ed.univ-lille1.fr

Vers un système de transport opérant selon les principes de l'économie de la fonctionnalité

Marion DRUT[†]
15 juillet 2012

Résumé

L'économie de la fonctionnalité (EF) consiste en la substitution de la vente d'une fonction d'usage – une solution, vue comme une combinaison de produits, services et conseils d'utilisation – à celle d'un produit. Le potentiel de mise en œuvre de l'EF est considérable, notamment dans le domaine des transports. Alors que l'EF est en général abordée sous l'angle des sciences de gestion, nous traitons ici l'EF avec une approche économique et appliquons ce concept à la problématique des transports. Des véhicules partagés, en libre service (ex. Vélib'), illustrent ce système d'organisation économique. Nous mettons en évidence les implications d'un système de transport opérant selon les principes de l'EF, tant d'un point de vue économique que d'un point de vue environnemental.

Mots clés: économie de la fonctionnalité, systèmes de transport, véhicules partagés.

Classification JEL: D20, L20, L29, L80, L91

[†] EQUIPPE, Université des Sciences et Technologies de Lille, Cité Scientifique, Faculté d'Economie et de Sciences Sociales, Bâtiment SH2, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France.
Adresse E-mail : marion.drut@ed.univ-lille1.fr.

1. Introduction

Walter R. Stahel et Orio Giarini (Giarini et Stahel [1989], Stahel [2006]) sont considérés comme les pères fondateurs de l'économie de la fonctionnalité (EF). On leur doit le concept d'EF dès 1986, appelé également par Stahel « économie de la performance », en opposition à une économie basée sur le flux de production. L'économie de la performance, assimilée aussi à l'économie circulaire, représenterait une nouvelle voie vers le développement durable. La mise en place de ce système économique contribuerait à lutter contre le réchauffement climatique, d'une part grâce au ralentissement de l'épuisement des ressources (stock), et d'autre part grâce à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) (flux).

La problématique de l'EF apparaît dans les années 1980 et est d'abord appliquée au secteur énergétique. Qui plus est, elle est souvent traitée par une approche gestionnaire qui insiste sur la compétitivité des entreprises que l'EF permettrait d'améliorer, décrit les changements organisationnels induits par la mise en place de ce nouveau système, et analyse les répercussions de l'EF d'un côté sur l'offre et les entreprises, de l'autre sur la demande et les consommateurs. Le concept de performance introduit par Stahel met l'EF au centre des sciences de gestion. Un autre pan de la littérature, plus restreint, adopte une approche philosophique (philosophie politique) du concept. Dominique Bourg [2003] propose une réflexion sur les principes d'organisation de la société et sur le rôle de l'Etat. Il insiste sur un nécessaire changement de valeurs, notamment en ce qui concerne nos habitudes de consommation. Les quelques revues de littérature disponibles aujourd'hui sur l'EF (Van Niel [2007]) suivent la logique managériale et font la part belle aux concepts dérivés de l'EF. A l'inverse, nous partons des fondements et caractéristiques propres à l'EF, et analysons ses obstacles et ses limites. De plus, contrairement aux travaux déjà menés, nous choisissons d'aborder l'EF à travers une approche économique, et de coupler ce concept à la problématique des transports.

Nous partons du constat que le secteur des transports est un secteur clé en matière de développement durable. En effet, tous les secteurs de l'économie (industrie, résidentiel, agriculture, etc.) suivent une pente décroissante en ce qui concerne les émissions des GES, à l'exception des transports. En France², ce secteur est le premier émetteur de GES, en particulier de CO₂³. Les transports émettent respectivement 22,6% et 34% des émissions de CO₂ dans le monde et en France (AIE [2009], ADEME [2005]). L'essentiel⁴ de ces émissions est attribuable au transport routier (ADEME [2005]). Logiquement, le secteur des transports est également le premier consommateur de produits pétroliers en France⁵ : 68% de la consommation finale de produits pétroliers en 2006. La majeure partie de cette consommation est attribuable au transport routier (80%) (ADEME [2005]). Par ailleurs, le secteur des

² Dans le monde, le premier émetteur de CO₂ est le secteur de l'électricité et de la production de chaleur (40,8%), suivi par le secteur des transports (22,6%). Dans les pays de l'OCDE, ces chiffres s'élèvent respectivement à 39,2% et 27,5% (AIE [2009]).

³ 95% des émissions de GES du secteur transport sont des émissions de CO₂ (MEDDTL [2012]).

⁴ En France, 131 millions de tonnes d'émissions sur un total de 141 millions de tonnes sont attribuables au transport routier, soit plus de 92% des émissions du secteur transport (ADEME, 2005). Dans le monde, la part des émissions de CO₂ attribuable au transport routier s'élève à près de 75%, et à 89% dans les pays de l'OCDE (AIE [2009]).

⁵ Et le premier consommateur de ressources énergétiques (notamment pétrolières) dans le monde, au coude à coude avec le secteur de l'industrie (respectivement 2 284 097 et 2 282 118 milliers de tonnes équivalent pétrole [tep] pour les secteurs des transports et de l'industrie) (AIE [2011]).

transports consomme diverses ressources non renouvelables, entre autres choses des matériaux pour la construction des infrastructures, ainsi que des ressources abiotiques (eau, sol). Nous abordons donc la question de la durabilité des transports au travers d'un modèle économique et organisationnel original : l'EF. Nous mettons en évidence les implications d'un système de transport opérant selon les principes de l'EF, tant d'un point de vue économique que d'un point de vue environnemental (ralentissement de l'épuisement des ressources, réduction des émissions polluantes).

Nous examinons tout d'abord l'origine et la définition du concept d'EF, et notamment les distinctions conceptuelles entre EF et modèle économique dominant. Ensuite, nous en décrivons les caractéristiques et objectifs, en particulier la dématérialisation, la valeur d'usage et le droit d'accès, avant d'exposer les enjeux liés à l'EF, ainsi que les avantages perçus. Deux exemples de systèmes appliquant les principes d'EF sont ensuite développés : Michelin et Vélib'. Enfin, nous analysons les obstacles et les limites relatives à l'EF, notamment celles liées à l'innovation et aux effets rebond.

2. Origine et définition du concept

2.1. Emergence d'un nouveau concept : l'EF

Membre du Club de Rome, Giarini [1981] propose une révision de la notion de valeur économique. En découle le concept d'EF dès 1986, développé par Walter R. Stahel et Orio Giarini. Ce concept est également appelé par Stahel « économie de la performance » (*performance economy*), et s'oppose à une économie basée sur le flux de production (*throughput based economy* (Daly [1992], Ayres et Simonis [1994])).

Le *throughput*, que l'on peut traduire par flux ou débit, se définit dans le contexte économique par le flux de matière et d'énergie provenant de sources de faible entropie de l'écosystème mondial (mines, puits ou sources, pêcheries, terres arables), passant à travers l'économie via un processus de transformation et aboutissant à des « déversements de déchets » de haute entropie dans l'écosystème (atmosphère, océans, décharges) (Daly et Farley [2003]). A l'inverse, Stahel [2006] définit l'économie de la performance comme une nouvelle voie vers un développement durable et l'assimile à l'économie circulaire (économie de lac) fondée sur le biomimétisme (imitation de la nature) et formant une boucle (utilisation, maintenance, réparation, remise en état, réutilisation, recyclage). L'économie de la performance s'oppose au modèle économique dominant fondé sur le flux de production, qui est linéaire (économie de rivière) et puise sans cesse de nouvelles ressources. L'économie circulaire valorise les matières utilisées et les déchets : en exploitant les biens existants comme ressources principales⁶, le rythme d'épuisement des ressources naturelles ralentit. L'économie circulaire se trouve renforcée par le modèle de l'EF qui propose l'usage à la place du bien et permet au producteur de conserver la propriété du bien et ainsi de maîtriser le cycle de vie du bien ou service dans son intégralité.

Dans son ouvrage fondateur, *The Performance Economy* [2006], Walter R. Stahel redéfinit la performance et présente une nouvelle mesure de la performance : le ratio en valeur-par-poids (€/kg) mesurant la création de richesse par rapport à la consommation de ressources. Il propose également une mesure de l'emploi par un ratio mettant en regard le taux d'emploi

⁶ « Il faut considérer les biens d'aujourd'hui comme les ressources de demain, aux prix d'hier. » (Stahel [2011])

(heure-personne-par-poids ou mh/kg) et la consommation de ressources. L'économie de la performance vise à substituer la main-d'œuvre à l'énergie et aux ressources matérielles, alors que la révolution industrielle et le modèle économique dominant qui s'est développé depuis se basent sur la substitution des machines et de l'énergie à la main-d'œuvre. Stahel dénonce le fait que 75% de l'énergie utilisée pour la fabrication d'un produit est en fait investie dans l'extraction des matières premières, contre seulement 25% dans la fabrication proprement dite. Par conséquent, le modèle de l'EF réduit les émissions de polluants et ralentit l'épuisement des ressources puisque ces stratégies permettent de conserver matériaux et énergie grise contenus dans l'objet.

L'EF ou économie de la performance s'est développée tout d'abord au sein du secteur énergétique. Steinberger *et al.* [2009] décrivent les Sociétés de Services Energétiques (*Energy Service Companies* ou ESCOs) dont le modèle économique se base sur une offre de solutions énergétiques visant à réaliser des économies d'énergie pour leurs clients. Les auteurs qualifient ce résultat de *performance-based energy economy*. Les ESCOs apparaissent à la fin des années 1970, en réaction à la crise de l'énergie qui voit les prix de l'énergie monter en flèche. Après un timide développement, les ESCOs se multiplient au cours des années 1990. Comme le montre cette évolution, les acteurs économiques se sont d'abord intéressés à une optimisation de l'énergie consommée, avant de prendre en considération l'utilisation de la matière. Ce n'est qu'au début des années 2000 que l'EF est transposée à d'autres secteurs de l'économie, et notamment au domaine des transports. Cependant, comme nous le verrons au cours de cet article, peu de travaux sont réalisés sur l'EF, et encore moins sur l'EF appliquée aux transports. Ceci souligne l'intérêt d'études futures sur la mise en œuvre de l'EF dans le domaine particulier de la mobilité, et notamment de la mobilité urbaine.

Plusieurs définitions ressortent de la littérature sur le sujet. L'EF consiste en la substitution de la vente d'une fonction d'usage – une solution, vue comme une combinaison de produits, services et conseils d'utilisation – à celle d'un produit. Le bien physique n'est plus alors qu'un support permettant de fournir une fonction. La fonction (se déplacer, communiquer) devient une fin, non plus uniquement un moyen (Gaglio [2008]). Le Club Economie de la Fonctionnalité et Développement Durable définit l'EF comme étant des solutions liant, de manière intégrée, produits et services afin de répondre aux attentes des ménages (B2C) ou des entreprises (B2B).

2.2. Diverses terminologies pour divers concepts

Dans la littérature anglo-saxonne, plusieurs termes sont utilisés pour traduire le concept d'EF, mais tous ne recourent pas exactement la même réalité. La traduction la plus appropriée vient de Walter Stahel : il parle de « *functional service economy* » [2006] ou plus généralement de « *functional economy* » [1997], terme repris ensuite par Steinberger, Van Niel et Bourg dans un article de 2009.

Johann Van Niel [2007] répertorie les diverses terminologies anglo-saxonnes décrivant des concepts quelque peu différents de celui d'EF, mais ayant pour point commun le fait de découler de la réflexion initiée par Stahel. Ainsi, on trouve la notion de « *utilization-focused service economy* » (Stahel [1994]), « *eco-services* » (Behrendt *et al.* [2003]), ou « *servicizing* » (White *et al.* [1999]) qui se traduirait par « *servitization* » (Vandermerwe et Rada [1988]) : ces termes renvoient à la vente de services autour de produits et à la vente de systèmes et solutions intégrés (Brady *et al.* [2004]). Il existe également le concept d'« *eco-*

efficient services » (Hockerts [1999], Meijkamp [2000]⁷, Brezet *et al.* [2001]) qui désigne des offres commerciales de services liées à différentes sortes de produits et dans lesquelles tout ou partie des droits de propriété reste entre les mains du producteur (Bartolomeo *et al.* [2003]). Enfin, un concept un peu différent est celui développé par Oksana Mont [2004] et traduit par « *product-service-systems (PSS)*⁸ ». Il provient des travaux d'Ezio Manzini [1996] sur les « *product service combinations* » et désigne un ensemble de produits et services ayant pour but la satisfaction des besoins de l'utilisateur, grâce à l'usage combiné de ces produits et services proposés sous formes d'associations diverses⁹. Des PSS découlent les « *functional sales* » (Lindahl et Ölundh [2001]), les ventes fonctionnelles, qui remplacent les traditionnelles ventes de produits. La solution fonctionnelle, objet de la vente fonctionnelle s'apparente à une combinaison de systèmes, produits physiques et services (Östlin *et al.* [2005]).

La différence fondamentale entre l'EF et ses concepts dérivés est la prise en compte de la dimension environnementale. En effet, seule l'EF de Stahel met clairement en avant les performances environnementales comme objectif final, au même titre que la satisfaction des besoins des consommateurs. Giarini et Stahel s'inscrivent dans la lignée des penseurs du Club de Rome, et visent clairement à une dématérialisation de l'économie pour atteindre une certaine durabilité des trajectoires économiques. A l'inverse, la plupart des auteurs cités dans le paragraphe précédent adoptent une vision de gestionnaires : ils cherchent avant tout à optimiser les usages et exploitent ensuite les bénéfices environnementaux dégagés par une gestion plus efficace des ressources de l'entreprise.

Un autre concept partage également une base commune avec la logique fonctionnelle : il s'agit de l'économie de service. Dans *The limits to certainty: Facing risks in the new service economy*, Giarini et Stahel [1989] définissent l'économie de service comme une économie dans laquelle on n'achète pas un *produit*, mais un *système* qui fonctionne. La notion de système renvoie à une combinaison de produits et de services. Giarini et Stahel opèrent ainsi un rapprochement conceptuel entre économie de service et EF. Ils opposent économie industrielle (*product-oriented economy*) et économie de service (*service-oriented economy*). Selon eux, l'économie de service se base sur la performance et l'utilisation de produits intégrés dans un système. Dans cette optique-là, les produits sont considérés uniquement comme des instruments permettant de remplir des fonctions et d'atteindre une performance. L'EF relève donc d'une logique servicielle (Gadrey [2003]) mais ne se cantonne pas à la définition classique du service, à savoir une transformation immatérielle et interactive de l'état d'un support, qu'il s'agisse d'un objet, d'une information, d'un individu ou d'une organisation (Hill [1977], Gadrey [2003]).

2.3. Economie de la fonctionnalité versus économie industrielle

⁷ Meijkamp établit une typologie des *Eco-Efficient-Services*, les déclinant en trois catégories : (1) *Product-life extension services*, où le consommateur obtient le droit d'exclure les autres de l'utilisation du produit pendant une certaine période (ex. leasing) ; (2) *Product-use services*, où les offres commerciales donnent l'opportunité au consommateur d'utiliser un produit pendant une certaine période et uniquement quand il en a besoin, et où celui-ci ne peut pas exclure les autres de l'utilisation du produit (ex. systèmes de location, partage, pooling) ; (3) *Result services*, où le producteur offre les résultats de l'usage du produit, le consommateur n'étant pas impliqué dans le processus de production de l'utilité (ex. services énergétiques).

⁸ Ce concept aurait toutefois fait sa première apparition dans les travaux de Goedkoop *et al.* [1999].

⁹ Une typologie des PSS existe, qui est assez similaire à celle des *Eco-Efficient-Services* : (1) PSS orientés produit (*product-oriented PSS*) ; (2) PSS orientés usage (*use-oriented PSS*) ; (3) PSS orientés résultat (*result-oriented PSS*).

Walter Stahel [1998] assimile l'économie industrielle à une économie linéaire (Figure 1), symbolisée par une rivière (« économie de rivière ») et véhiculant l'idée de flux. A l'opposé, l'EF s'apparente à une économie à double boucle (Figure 2), symbolisée par un lac (« économie de lac ») et véhiculant l'idée de la stabilité des stocks.

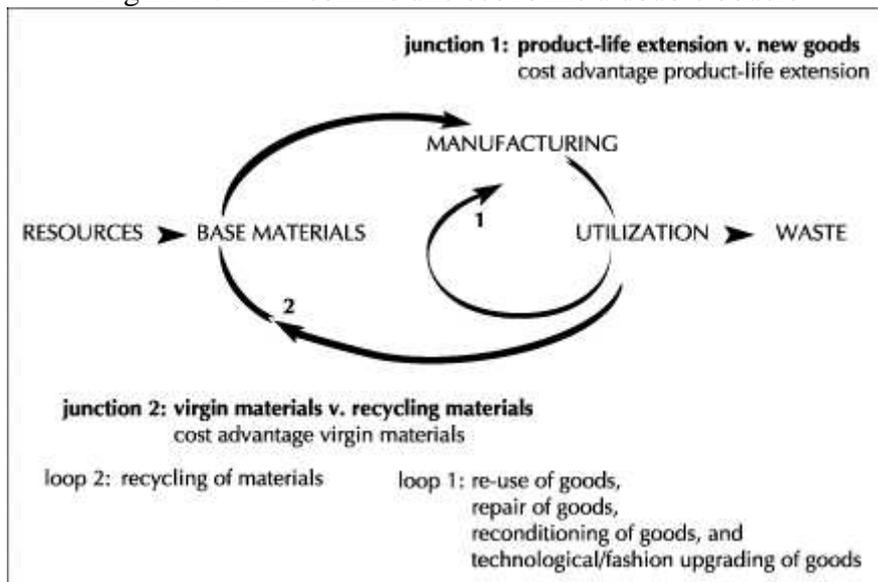
Figure 1 : L'économie industrielle comme une économie linéaire



Source : Stahel et Reday-Mulvey [1981]

Dans l'économie linéaire, des ressources vierges sont extraites et servent de base à la fabrication des produits. Ces derniers sont ensuite vendus puis transformés, après utilisation, en déchets. Autrement dit, les ressources vierges deviennent rapidement des déchets non valorisables. Dans un tel système, le producteur ne prend en compte que le processus de production, sans considération aucune pour la phase d'utilisation et les éventuels coûts et impacts environnementaux induits. La fin de vie des produits ne relève pas non plus de la responsabilité du producteur.

Figure 2 : L'EF comme une économie à double boucle



Source : Stahel et Reday-Mulvey [1981]

A l'inverse, l'EF se caractérise par des cycles – une double boucle – à travers lesquels les ressources vierges extraites passent successivement avant d'être transformées en déchets. La première boucle du graphique symbolise l'allongement de la durée de vie des produits (réparation, réutilisation, amélioration technologique, reconditionnement) et la seconde représente le recyclage des matériaux en fin de vie, qui entrent de nouveau dans le cycle de production, à la place de ressources vierges. Selon l'auteur, les deux boucles figurent un système global. Dans un tel système, le producteur tient compte de la phase d'utilisation du produit et de la fin de vie des matériaux inclus dans celui-ci.

En France, Christian du Tertre [2008] définit le modèle économique de l'EF en le comparant à d'autres modèles (cf. Tableau 1). Nous analysons ci-après l'opposition entre le modèle de l'EF et le modèle économique dominant (économie industrielle). Parmi les modèles économiques alternatifs proposés, nous pouvons distinguer le modèle « industriel propre », l'écologie industrielle ou économie circulaire, le modèle serviciel et le modèle de l'EF. Christian du Tertre [2008] établit la typologie suivante :

Tableau 1 : Typologie des modèles économiques alternatifs au modèle dominant

	Absence d'implication territoriale	Présence d'implication territoriale
Logique industrielle / technologies matérielles	Modèle « industriel propre »	Modèle de « l'écologie industrielle »
Logique servicielle / technologies immatérielles	Modèle serviciel impliquant le bénéficiaire	<i>Modèle de l'EF</i>

Source : Du Tertre [2008]

Christian du Tertre [2008] qualifie l'EF d'« innovation de rupture » car relevant, selon lui, d'un changement de modèle économique et managérial. Cependant, Walter Stahel [2006] soutient qu'il s'agit de pure rationalité économique et qu'il suffirait de le démontrer pour voir s'imposer l'EF. Un paradoxe mis en avant à la fois par Dominique Bourg et Nicolas Buclet [2005] est que les entreprises ayant mis en œuvre l'EF ne l'ont pas fait dans une optique de durabilité environnementale ou sociale, mais par pure logique économique. Ces stratégies rationnelles passent notamment par la recherche d'avantages concurrentiels, une modification dans l'approvisionnement de ressources devenant de plus en plus coûteuses, et/ou le besoin de créer de nouveaux marchés. Des systèmes en EF seraient donc économiquement rationnels, en plus de remplir des objectifs environnementaux.

Pour pouvoir poser l'EF comme une innovation de rupture, il faut tout d'abord définir le modèle industriel dominant. Dans ce modèle, le bien-être est étroitement lié à la croissance économique et donc à l'accroissement de la production, le but étant de vendre le maximum de produits. Il existe un lien implicite entre acquisition de biens matériels et bien-être (Gaglio [2008]). On assiste même, dans certains secteurs (téléphonie mobile, informatique, etc.), à une accélération de l'obsolescence, appelée aussi « obsolescence programmée ». L'entreprise influe alors sur la durée de vie matérielle des produits qu'elle peut concevoir pour ne pas être réparables, ou stimule les consommateurs pour qu'ils s'équipent des dernières innovations, pourtant souvent marginales (Buclet [2005]). L'objectif de l'obsolescence programmée est d'accélérer le taux de remplacement des biens, et ainsi augmenter le volume des ventes de produits neufs (van Niel [2007]). En outre, une fois la vente réalisée, l'entreprise ne s'intéresse plus au produit. Ce désintéret explique en partie l'absence de prise en compte des coûts globaux, ou coûts liés à l'ensemble du cycle de vie du bien, notamment les coûts générés par la phase d'utilisation, lesquels sont laissés à la charge des usagers. Par ailleurs, l'indicateur de création de richesse du modèle économique actuel, le Produit Intérieur Brut (PIB), est principalement construit sur la consommation de matières et d'énergie : la consommation des ménages et les dépenses publiques représentent 80% du PIB (respectivement 60% et 20%). De plus, l'économie actuelle est fondée sur l'existence de droits de propriété.

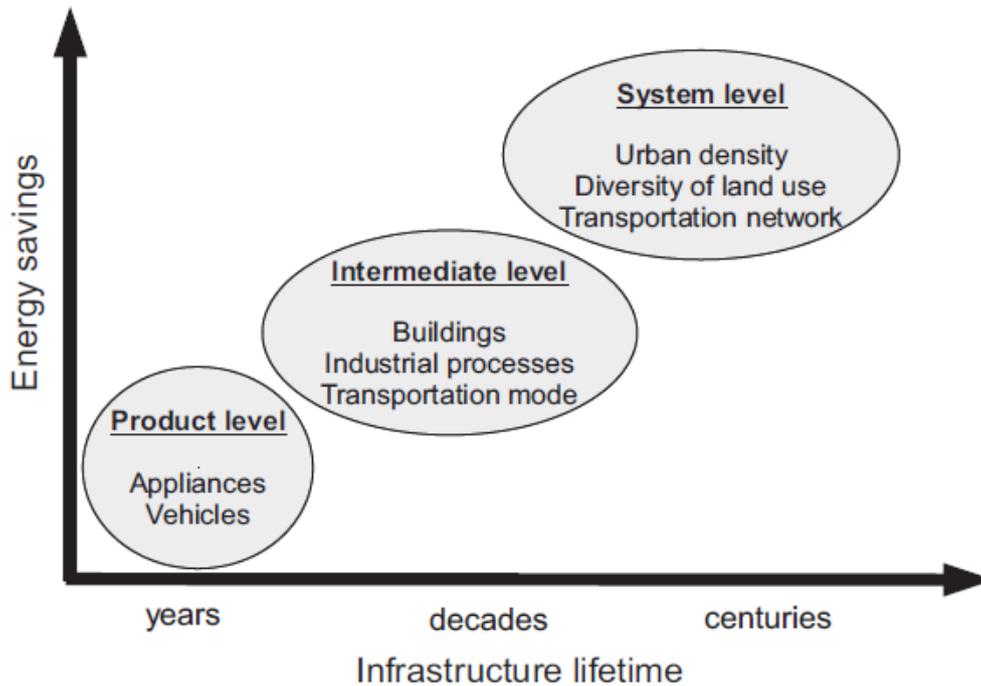
Pourtant, on constate depuis ces dernières années que ce modèle économique tente de suivre les engagements politiques vers un développement plus durable. Toutefois, seules des

améliorations à la marge sont possibles dans un tel système. Cette approche, appelée « *end of pipe* », consiste à limiter les impacts des activités humaines sur les divers milieux en traitant les externalités environnementales négatives en fin de processus, généralement à partir de dispositifs techniques. Cela conduit à une gestion individuelle des impacts environnementaux, en agissant principalement en aval, de façon réparatrice. C'est l'approche dominante des politiques environnementales actuelles. Dans le secteur des transports, attaqué en raison de la pollution atmosphérique qu'il engendre, l'exemple du pot catalytique et du filtre à particules illustre cette approche de traitement des externalités négatives. Cependant, selon certains auteurs (Bouf et Hensher [2007], Orfeuil [2008]), les régulations successives en matière de pollution (ex. normes EURO) et les innovations technologiques (ex. baisse de la consommation des véhicules, pot catalytique) ont permis de réduire la pollution atmosphérique dans une plus grande proportion que la gestion du trafic (ex. désincitation à l'automobile en ville) ou l'aménagement urbain. Orfeuil [2008] dénonce à ce titre la politique de déplacements de la mairie de Paris, basée essentiellement sur une réduction de la circulation automobile, et qui aurait permis une réduction de la pollution locale d'un tiers. Cependant, selon Airparif, cette diminution serait « due pour 6% à la politique suivie et pour 26% à la baisse des émissions polluantes des véhicules [...] du fait du renouvellement du parc » (Orfeuil [2008]).

Néanmoins, la littérature foisonne de contre-exemples, dont le plus connu est l'œuvre de Newman et Kenworthy (*Cities and Automobile Dependence* [1989]) qui montre une corrélation entre le modèle d'organisation urbaine et la consommation énergétique (pétrole) des villes. Ainsi, le modèle américain de faibles densités, spécialisation des usages des sols et système automobile étendu, conduirait à une plus grande consommation énergétique que le modèle européen ou asiatique, fait de plus fortes densités, d'une plus grande mixité des fonctions et d'un système de transport moins dépendant de l'automobile.

Par ailleurs, Jaccard *et al.* [1997] démontrent que l'ampleur des économies d'énergie réalisées est fonction de la durée de vie de l'infrastructure. Ainsi, comme l'illustre la Figure 3, il peut être plus aisé et rapide d'apporter des améliorations au niveau du produit (ex. véhicule), mais sur le long terme, les économies d'énergie les plus importantes proviennent des changements au niveau du système (ex. réseau de transport, densités, diversité de l'usage des sols).

Figure 3 : Relation entre économies d'énergie et durée de vie de l'infrastructure



Source : Jaccard *et al.* [1997]

3. Caractéristiques et objectifs de l'EF : dématérialisation, valeur d'usage et droits d'accès

3.1. La dématérialisation comme stratégie

L'EF traduit une stratégie de dématérialisation, au sens d'une réduction des ressources matérielles (inputs) utilisées pour la satisfaction des besoins des individus (output). Par ailleurs, l'EF ne vise pas uniquement à une réduction relative des ressources utilisées, *i.e.* une réduction des ressources utilisées par bien produit, mais également à une réduction absolue passant par une diminution du nombre total de biens produits. Allonger la durée de vie d'un produit permet une utilisation plus longue, ce qui ralentit la demande pour ce produit, et par conséquent réduit le nombre de biens fabriqués et le flux de ressources dans l'économie (Scott [2009]).

Friedrich Schmidt-Bleek¹⁰ ([1993], [1998]), de l'Institut du Climat, de l'Environnement et de l'Energie de Wuppertal propose une mesure quantitative de l'éco-efficacité d'un produit ou d'un service : le MIPS (*Material Input Per Service unit*) comptabilise les flux (matière et énergie) directs et indirects utilisés par unité de service. Par exemple, le nombre d'unités de service d'une voiture particulière est le nombre de voyageurs-kilomètres réalisés tout au long de la durée de vie du véhicule. Saari *et al.* [2007] appliquent l'indicateur MIPS au transport routier pour évaluer l'éco-efficacité de différentes infrastructures routières et de différents types de véhicules, en tenant compte de leurs cycles de vie respectifs. Les auteurs de l'étude mettent en relation les matériaux et ressources consommés avec les services fournis par les infrastructures et les véhicules (nombre de kilomètres parcourus, tonnes de marchandises transportées, voyageurs-kilomètres, tonnes-kilomètres, etc.). L'étude montre que les

¹⁰ Friedrich Schmidt-Bleek a participé à la Déclaration de Carnoules, à l'origine du Facteur 10.

autoroutes consomment plus de matériaux et de ressources en termes absolus par rapport à des routes régionales ou locales. Cependant, étant donné que ces premières permettent une circulation plus importante, elles consomment en définitive moins de matériaux et de ressources en termes relatifs, c'est-à-dire par unité de service rendu. De même en ce qui concerne les différents types de véhicules, Saari *et al.* [2007] démontrent que les véhicules lourds (transports en commun) permettent une meilleure allocation des intrants matériels car ceux-ci se répartissent entre des unités de service plus nombreuses. Ainsi, le vélo individuel est le mode de transport qui consomme le moins de ressources naturelles abiotiques (air, eau, sol) en termes absolus, mais utilise en termes relatifs plus de ressources que le bus. En effet, les pistes cyclables requièrent une consommation très importante de ressources par rapport à la faible circulation qu'elles supportent.

On retrouve dans cette recherche l'idée d'optimisation de la consommation de ressources en fonction du service rendu. Dans cette logique, les vélos partagés ou en libre service obtiennent de meilleurs résultats, au moins en termes relatifs, puisque les ressources sont partagées entre un plus grand nombre d'usages – ou unités de service. Cette mesure, le MIPS, pourrait donc être utilisée dans le cadre de l'EF afin d'évaluer la dématérialisation de l'économie.

L'EF aspire à un découplage absolu entre création de richesse (croissance économique) et flux de matière et d'énergie (Stahel [2006]). Ainsi, la création de richesse ne repose plus sur le nombre d'unités (biens physiques) produites puis vendues, mais sur la vente de l'usage de ces unités produites. Le nombre d'unités fabriquées devrait alors diminuer car l'usage individuel qui est actuellement fait de la plupart des biens de consommation est sous-optimal : les biens sont généralement sous-utilisés. Un des exemples de cette utilisation sous-optimale est le cas des automobiles : les enquêtes ménage-déplacement réalisées en France (CERTU [2004]) montrent qu'une voiture reste en moyenne 96% du temps immobile, en stationnement, c'est-à-dire inutilisée pour la fonction mobilité. Allenby et Richards [1994] mettent également en évidence la sous-utilisation de la matière contenue dans les produits vendus : seule 7% de la matière utilisée pour la production d'un produit se retrouve *in fine* dans ce dernier, 99% de la matière contenue dans le produit devient déchet après six semaines, et 80% des produits ne servent qu'à un usage unique. Ces chiffres illustrent d'une part la *matérialisation* de notre système économique, et d'autre part une situation sous-optimale tant dans les processus de production que dans l'utilisation des produits.

3.2. Valeur d'usage au lieu de valeur d'échange

Selon Walter Stahel [2006], l'EF vise à optimiser l'utilisation ou la fonction des biens et services, tout en mettant l'accent sur la gestion des richesses existantes, qu'il s'agisse de produits, de connaissances ou de capital naturel. Selon lui, l'objectif économique de l'EF est de créer la valeur d'usage la plus élevée possible, et ce le plus longtemps possible, tout en consommant le moins de ressources matérielles et énergétiques possible¹¹. L'idée sous-jacente est que la valeur économique d'un produit ou service ne repose plus sur sa valeur d'échange, mais sur sa valeur d'usage, remettant ainsi en cause la notion de valeur et les droits de propriété tels que nous les connaissons.

¹¹ “The Functional Service Economy, which optimizes the use or function of goods and services, focuses on the management of existing wealth in the form of goods, knowledge and natural capital. The economic objective of the Functional Service Economy is to create the highest possible use value for the longest possible time while consuming as few material resources and energy as possible.” (Stahel [2006])

Toutefois, la notion d'accumulation du capital, notamment pour un usage futur, est généralement omise dans le débat entre valeur d'usage et valeur d'échange. La capitalisation de biens pour usages futurs, ou la constitution de biens patrimoniaux, diffère de la simple possession d'un bien. La possession indique le « statut » de l'usager du bien par rapport à ce dernier, et n'implique pas obligatoirement d'usage futur de ce bien. Il faut par ailleurs distinguer les usages présents ou directs des usages futurs. Nous sommes donc conscients de la distinction entre *possession* et *accumulation de capital*. La dimension temporelle nous semble d'autant plus importante que nous traitons du domaine des transports, dans lequel les infrastructures sont généralement construites pour le long terme.

Nous rappelons brièvement ici la distinction entre valeur d'usage et valeur d'échange qui est dégagée de façon précoce par Aristote [I^{er} siècle av. JC]¹², puis reprise en économie politique, notamment par Adam Smith ([1776] – voir le paradoxe de l'eau et du diamant) et David Ricardo [1817]. Enfin, dans le livre I du *Capital*, Karl Marx [1867] énonce sa théorie de la valeur selon laquelle tout bien ou service a une valeur d'usage et une valeur d'échange. L'opposition entre ces deux valeurs serait dialectique : il n'y a échange que si le bien ou service possède une valeur d'usage, mais tout usage n'implique pas nécessairement un échange. Selon Marx, un bien peut avoir une valeur d'usage sans pour autant avoir de valeur¹³ : c'est le cas de l'air, du sol et de l'espace en général. La valeur d'usage reflète l'utilité du bien, elle peut varier selon les circonstances (temps et lieux) et selon les individus (capacités physiques, connaissances, anticipations) (Bonnot de Condillac [1798]). La valeur d'usage est donc relative à un besoin, c'est-à-dire subjective. Cependant, la valeur d'usage pourrait être objectivée, déterminée scientifiquement, si l'on considère les caractéristiques de notre société (besoins et processus de production, satisfaction des besoins). On pourrait ainsi imaginer la construction d'une valeur d'usage collective, bien que chaque individu ait une valeur d'usage propre. Par exemple, quelle est la valeur d'usage d'un moyen de transport ? On aboutirait à la détermination d'un certain type de valeur d'usage accordée à un bien ou service, mais la valeur d'usage qu'un usager particulier lui attache peut différer, puisque la valeur d'usage est par principe déterminée psychologiquement par chaque usager du bien ou service. Définir socialement la valeur d'usage d'un bien (ex. valeur d'usage des transports en commun) permet de la renforcer, mais une partie de cette valeur d'usage est toujours tributaire de l'usager. Un problème éthique, voire même politique, surgit là : comment induire un changement de comportement psychologique de l'usager pour que sa valeur d'usage propre se rapproche de la valeur d'usage sociale ? De plus, on peut se demander comment procéder pour découpler valeur d'usage et valeur d'échange, c'est-à-dire faire en sorte que la valeur d'usage, qui peut être très élevée, ne se répercute pas sur la valeur d'échange.

A l'inverse de la valeur d'usage, la valeur d'échange reflète le taux auquel le bien ou service s'échange dans l'économie. Chez les classiques, la valeur d'échange est fonction du travail¹⁴. Dans notre société monétaire, cette valeur est caractérisée par le prix monétaire du bien ou service et est relative aux autres biens et services de l'économie. La valeur d'échange découle de la rareté (relative), c'est-à-dire de la disponibilité des ressources de l'économie (Jevons

¹² “Toute propriété a deux usages [...] : l'un est spécial à la chose, l'autre ne l'est pas. Une chaussure peut à la fois servir à chauffer le pied ou à faire un échange. On peut [...] en tirer ce double usage.” (Aristote, Politique, Livre I, III, §11).

¹³ “A thing can be a use value, without having a value. This is the case whenever its utility to man is not due to labor. Such as air, virgin soil, natural meadows, etc.” (Marx, Le Capital [1867]).

¹⁴ Le travail est pris comme mesure de valorisation.

[1871]). A noter également que la théorie économique distingue la valeur d'usage (*use value* ou *value in use*, chez les classiques) de l'utilité (*utility*, chez les néoclassiques). En effet, chez les marginalistes, la valeur d'échange est fonction de la valeur d'usage, et plus précisément de l'utilité marginale, c'est-à-dire de l'utilité du dernier bien ou service consommé (ex. du verre d'eau dans le désert). Ainsi, la valeur d'échange n'est pas directement conditionnée par la valeur d'usage, mais par le différentiel de la valeur d'usage entre chaque consommation de bien ou service. Récemment, les économistes ont le plus souvent fixé la valeur d'échange sur la valeur-temps.

Enfin, notons qu'en économie de l'environnement, le débat actuel oppose plutôt la valeur d'échange à la valeur d'existence. La valeur d'existence est une valeur intrinsèque, de non usage, liée au simple fait qu'un actif existe, indépendamment de tout usage actuel ou futur. Ce type de valeur permet par exemple d'approcher la valeur des services éco-systémiques et de la biodiversité. Ainsi, la focalisation de l'EF sur la valeur d'usage ne doit pas occulter la valeur d'existence inhérente à certains biens ou services.

On observe actuellement une tendance à fixer la valeur d'échange sur la valeur d'usage. Cela explique les prix plus bas relevés sur le marché des véhicules partagés : comme l'utilisateur ne paie pas pour la propriété d'un véhicule mais seulement pour l'accès, à un moment donné, à une fonction d'usage permise par le véhicule (ex. un trajet de 30 min), le prix par utilisation est réduit.

3.3. Droits d'accès au lieu des droits de propriété

L'idée sous-jacente à la notion de valeur d'usage est que la valeur d'un produit pour le consommateur réside dans les bénéfices qu'il retire de son utilisation, et non dans la possession du produit en question. Comme l'énonçait Aristote il y a plus de 2000 ans, « la vraie richesse vient de l'usage des choses, non de leur possession¹⁵ ». La valeur d'usage d'un véhicule ou moyen de transport correspond au trajet rendu possible par le véhicule, c'est-à-dire au déplacement d'un point A à un point B¹⁶, et non à la valeur monétaire ou symbolique associée au véhicule en question. Selon Jeremy Rifkin [2000], cela ne signifie pas que la propriété des biens disparaît, mais que ces droits de propriété ne font que de plus en plus rarement l'objet de transactions sur le marché. A l'inverse, les fournisseurs détiennent les droits de propriété et louent le bien, prélevant un droit d'accès ou d'usage à chaque utilisation de ce bien, ainsi qu'un éventuel abonnement.

Dans une économie fonctionnelle, les consommateurs cherchent tout d'abord à satisfaire leurs besoins plutôt qu'à posséder le bien censé remplir cette fonction : les consommateurs achètent de la mobilité plutôt qu'un véhicule (Popov et DeSimone [1997], Friend [1994]). Schrader [1999] montre que les jeunes citadins sont généralement moins intéressés par la possession d'un bien que par son usage. C'est précisément le cas pour des biens onéreux et à faible utilisation (Hirschl *et al.* [2003]) – la voiture en milieu urbain rentre dans cette catégorie. Cette tendance dépend des secteurs d'activité et des biens, ainsi que des fonctions associées à la possession des biens et des bénéfices retirés de cette possession. En ce qui concerne le domaine des transports, la mobilité est souvent perçue comme annexe, intermédiaire – une « consommation dérivée », selon Jean-Pierre Orfeuill – et non comme une fin en soi. « Un

¹⁵ “*True wealth is the use of things, not their possession.*” Aristote

¹⁶ Le trajet d'un point A à un point B n'est pas le seul usage rendu possible par un véhicule. Nous pouvons également mentionner le transport de charges lourdes, l'accompagnement, le confort, etc.

déplacement est simplement un instrument utilisé uniquement pour accomplir un autre but¹⁷ » (Sasaki [2010]). Dasgupta [1994] insiste sur le fait que la valeur d'option doit être préservée, c'est-à-dire la capacité globale à produire un niveau similaire de bien-être, et non pas les stocks physiques. La « logique de l'accès » (Rifkin [2000]) prime sur la logique de possession des biens. Dans cette optique, les véhicules ne sont qu'un moyen, un *outil*, permettant d'atteindre un ou plusieurs buts (destination, activité). Ainsi, les transports pourraient être un secteur particulièrement *fonctionnalisable*. Une étude prospective (HEC [2008]) montre en effet que les secteurs de l'économie sont plus ou moins substituables en EF, le coefficient de substituabilité variant de 0 à 100%. La fonction habitat serait substituable en EF à hauteur de 73%, alors que la fonction transport le serait à 38%, mais à 100% en ce qui concerne le transport de voyageurs (HEC [2008]). On constate donc un fort potentiel pour le secteur des transports, et plus encore pour les transports en milieu urbain où l'accumulation des nuisances et des contraintes accentue la nécessité d'un changement d'organisation spatiale et économique. La décision de passer de la possession d'un véhicule à sa location ou son partage est ainsi guidée par l'intérêt de surmonter une contrainte : le manque d'espace en milieu urbain associé à un coût relativement élevé du foncier.

C'est dans cette logique que l'on voit fleurir les innovations en termes de nouveaux services à la mobilité. Afin de se positionner sur un marché où les individus ne souhaitent pas acquérir une voiture mais seulement avoir la possibilité d'en conduire une, de façon occasionnelle ou régulière, Peugeot a lancé en 2010 une offre de location (logique servicielle) : « MU by Peugeot ». De plus, Autolib', lancé dans l'agglomération parisienne fin 2011, est un service de location de voitures (citadines) de courte durée, se calquant sur le fonctionnement des vélos en libre service (ex. Vélib'). Ces offres, et plus particulièrement Autolib', permettent de satisfaire les besoins spécifiques des individus (mobilité occasionnelle ou régulière) sans passer par la possession d'un véhicule.

Par conséquent, la relation d'échange du bien entre une entreprise et le client s'en trouve modifiée. Comme nous l'avons évoqué précédemment, un système en EF privilégie la valeur d'usage d'un bien plutôt que sa valeur d'échange. De ce fait, la facturation s'établit en fonction de l'intensité d'usage (facturation selon l'usage), ce qui différencie l'EF de l'économie des services. Le chiffre d'affaire de l'entreprise est lié à l'intensité d'usage des biens, et non plus au nombre d'unités produites et vendues. Lindahl et Ölundh [2001] parlent de ventes fonctionnelles (*functional sales*) qui se substituent aux traditionnelles ventes de biens. L'unité de transaction est alors la fonction délivrée par un bien et non plus le bien *per se*. Au lieu de payer pour un véhicule, les consommateurs paient pour un nombre de kilomètres effectués. Les acteurs du marché se concentrent donc davantage sur le coût de la phase d'utilisation pour fixer leur prix (Van Niel [2007]).

4. Enjeux, mise en œuvre, avantages et exemples de systèmes opérant selon les principes de l'EF

4.1. Enjeux : les trois défis retenus

De nombreux enjeux peuvent être associés à l'EF. Etant limités dans le cadre de cet article, nous sélectionnons délibérément ici certains de ces enjeux, spécialement parmi ceux liés à la problématique environnementale.

¹⁷ "A trip is merely an instrument used only to accomplish another purpose." (Sasaki [2010], p.37)

Nicolas Buclet [2005] insiste sur la gestion des déchets ménagers qui constitue un défi social et écologique sous plusieurs aspects, et qui se traduit entre autres choses par un coût de gestion des déchets de plus en plus élevé. L'EF contribue à réduire la quantité de déchets, grâce notamment à l'allongement de la durée de vie des biens, et à la réduction absolue du nombre de biens en circulation. L'EF rend possible un découplage entre quantité de déchets engendrés et croissance économique.

De plus, le réchauffement climatique représente une menace d'ordre général qu'il n'est nul besoin ici de détailler. La mise en œuvre de l'EF permet de ralentir à la fois l'épuisement des ressources (matière et énergie) et les rejets de CO₂ dans l'atmosphère – les deux étant intrinsèquement liés.

Enfin, constitue un défi principalement urbain la concurrence de l'usage des sols et la rareté perçue de l'espace en centre-ville dense. L'EF peut contribuer à optimiser la consommation d'espace de la fonction transport, ce qui favorise les modes de transport moins polluants et limite l'étalement urbain.

4.2. Mise en œuvre de l'EF et avantages perçus

La mise en place d'un système ou secteur d'activité appliquant la logique de fonctionnalité requiert de nombreux changements, à la fois au niveau de l'entreprise – tant sur le plan de l'organisation de la production que des techniques de production elles-mêmes – et au niveau des consommateurs ou usagers.

Cette approche de la soutenabilité nécessite une vision à long terme et une internalisation des coûts et des responsabilités – le Grenelle de l'environnement [2008] parle de « responsabilité élargie du producteur ». Il en découle une réduction des impacts environnementaux négatifs par rapport aux *business models* traditionnels : Tukker et Tischner [2006] estiment une réduction de facteur 2 de la consommation de matières grâce à la vente de l'usage et non du produit en lui-même. Cette diminution s'expliquerait notamment par une réduction des flux liés à l'usage même du produit, grâce à une professionnalisation de la maintenance, surtout lorsque les impacts les plus importants sont liés à la phase d'utilisation du produit. C'est précisément le cas des véhicules automobiles : White *et al.* [1999] démontrent qu'une voiture peut consommer jusqu'à dix fois plus d'énergie durant sa phase d'utilisation qu'au cours de sa fabrication. L'étude du Grenelle de l'environnement [2008] met en évidence de façon systématique la réduction des flux de matières et d'énergie liés à l'usage du produit pour les expériences d'EF. En effet, Meijkamp [2000] note qu'« en fournissant les résultats finaux plutôt que les moyens de réaliser ces résultats, les entreprises ont intérêt économiquement à l'optimisation fonctionnelle des pratiques de consommation ». Une des différences fondamentales entre économie industrielle et EF réside donc dans la prise en compte de la phase d'usage.

Les impacts environnementaux négatifs sont également réduits grâce à une internalisation des coûts d'usage favorisant le développement de produits ayant des coûts d'usage plus faibles et consommant probablement moins d'énergie. En outre, cette réduction d'impacts est due à un allongement de la durée de vie des produits, lesquels gagnent en solidité et sont conçus de façon à optimiser leur réutilisation et leur recyclage en fin de vie. On observe effectivement

que les vélos en libre service (VLS) sont plus robustes – et lourds – que les vélos privés¹⁸. De même, dans le cadre de son doctorat, Rens Meijkamp [2000] analyse empiriquement des systèmes de *car-sharing* et met en évidence le fait que les réductions d'impacts environnementaux négatifs sont autant dues à une amélioration de l'efficacité par kilomètre parcouru (utilisation de véhicules plus petits, plus légers), qu'au changement de comportement des individus dans leurs déplacements.

L'allongement de la durée de vie d'un produit se révèle être particulièrement intéressant lorsque la phase de fabrication génère plus d'impacts environnementaux que la phase d'utilisation. C'est le cas du vélo qui, contrairement à la voiture, n'émet pas directement de CO₂ lors de son utilisation comme moyen de transport, mais consomme de la matière et de l'énergie lors de sa fabrication – la production d'un vélo émet en moyenne 240 kg de GES, selon Shreya Dave du MIT. A titre de comparaison, 5 500 kg de CO₂ sont émis pour produire une voiture d'une tonne, et 54 tonnes de matériaux divers sont utilisés (IMEDD [2011]). Cette production d'énergie lors de la phase de fabrication est également appelée « énergie grise ». Toutefois, les activités de réparation et de maintenance décrites dans le schéma à double boucle de Stahel semblent absentes dans les systèmes de *car-sharing* (Meijkamp [2000]), limitant ainsi les incidences du modèle sur la longévité des produits.

Les diminutions d'impacts résultent généralement d'une approche « cycle de vie » du produit qui permet une optimisation des consommations de matières et d'énergie. L'analyse de cycle de vie (ACV)¹⁹ est une méthode d'évaluation des impacts environnementaux et peut être appliquée à un produit ou à un service (visée externe), à une entreprise ou à un procédé (visée interne), tout au long de son cycle de vie, de l'extraction des matières premières à sa fin de vie. Cette méthode se décompose en quatre étapes standardisées²⁰ et permet de transformer des flux en impacts environnementaux. L'ACV est utilisée pour comparer les impacts environnementaux de différents produits et également pour repérer les étapes au cours de la vie d'un produit qui peuvent faire l'objet d'une réduction d'impacts. L'ACV a l'avantage de s'attacher à la fonction d'un bien ou service (ex. se déplacer) et non pas seulement au bien ou service en lui-même (ex. voiture ou transport en commun). La définition de la fonction joue d'ailleurs un rôle essentiel puisqu'elle permet de préciser le périmètre de l'étude. L'unité fonctionnelle, c'est-à-dire la quantification de la fonction (ex. se déplacer sur 1km), facilite la comparaison des différents biens et services entre eux.

Mirjan E. Bouwman [2002], dans une étude pour les Pays-Bas, applique l'approche cycle de vie au domaine des transports et en conclut que jusqu'à des distances de 5 km, le vélo est le mode de transport le plus avantageux, et qu'au-delà de 10 km, le train devient clairement le mode à privilégier. Pour les trajets plus longs, la combinaison entre le vélo et les transports en commun, notamment le train, obtient le meilleur classement selon l'analyse de cycle de vie.

La démarche ACV montre qu'une part considérable de la réduction d'impacts environnementaux résultant d'un système en EF provient d'une diminution du nombre d'unités produites et consommées grâce à un meilleur taux d'usage de chacun des biens mis à

¹⁸ Un Vélib' pèse 22,5 kg, un V'lille 24 kg, contre généralement entre 12 et 21 kg pour un vélo privé, de ville ou tout terrain. Ce différentiel de poids est en grande partie dû aux équipements antivol et anti-vandalisme sur les VLS, qui sont également adaptables à toutes les morphologies.

¹⁹ ISO 14040:2006 et ISO 14044:2006.

²⁰ 1/ Objectifs et champ de l'étude ; 2/ Inventaire et analyse de l'inventaire ; 3/ Evaluation de l'impact ; 4/ Interprétation des résultats.

disposition. Cette stratégie permet de réduire la vitesse des flux de ressources – donc de réduire le *throughput*. En effet, l'étude réalisée par le Laboratoire d'Economie des Transports (LET) estime qu'un Vélo'v (VLS mis en service à Lyon) est utilisé en moyenne pour 5 trajets par jour, de l'ordre de 2 km par déplacement (Cabanne [2009]). Le taux d'utilisation d'un vélo partagé est de loin supérieur au taux d'utilisation d'un vélo personnel.

L'EF peut se traduire dans la pratique par une mutualisation des biens. Dans le domaine des transports, les initiatives de plus en plus répandues de vélos en libre service (Vélib' à Paris), de voitures en libre service (Autolib' à Paris) ainsi que de voitures partagées (*car-sharing*) témoignent d'une logique d'EF. Kai Hockerts [1999] a travaillé sur la mutualisation des biens, et Rens Meijkamp ([1994], [2000]) plus précisément sur la mutualisation de véhicules (*car-sharing*). Meijkamp [2000] observe une réduction de 44% du nombre de voitures utilisées par les membres des programmes d'auto-partage, ce qui rend possible une réduction des besoins en espace de stationnement. En outre, l'étude révèle que les membres de ces programmes utilisent 33% moins la voiture qu'un ménage moyen.

4.3. Exemples de systèmes opérant selon les principes de l'EF

L'EF est perçue comme une stratégie de mise en œuvre du développement durable et le chantier n°31 du Grenelle de l'environnement [2008] s'attache à montrer les enjeux et opportunités que représente l'EF pour la durabilité de certains secteurs d'activité. Le Grenelle retrace les exemples d'entreprises ou de production de services opérés selon la logique de fonctionnalité. Il insiste sur le caractère opérationnel et pratique de l'EF, développant l'aspect location-mutualisation d'objets (Grenelle de l'environnement [2008]).

Nous donnons ci-après deux exemples de systèmes opérant selon les principes de l'EF : Michelin et les vélos en libre service (VLS). Michelin²¹ est fréquemment cité lorsqu'on parle de systèmes en EF à succès, c'est-à-dire lorsque l'entreprise est restée financièrement viable tout en réduisant ses flux de matière et/ou d'énergie. Dans le domaine des transports, les VLS sont le système en EF le plus répandu – nous détaillons ici le système parisien Vélib'.

4.3.1. Michelin

Nous développons l'exemple de Michelin dans le secteur des pneumatiques consacrés au fret routier qui fournit, depuis 2002, une offre de service intégrée : « *Michelin Fleet Solution* » (MFS). Après avoir réalisé une ACV, l'entreprise clermontoise propose aux transporteurs routiers la gestion de leurs pneumatiques et se trouve maintenant leader sur ce marché, détenant environ 50% du marché de l'approche intégrée pneus et services (Michelin [2004]). 260 000 véhicules sont sous contrat en Europe, Michelin restant propriétaire des pneus.

L'entreprise propose une optimisation de l'état des pneumatiques. Or, les pneumatiques sont une composante stratégique pour la consommation de carburant. Ainsi, 93,5% des impacts environnementaux des pneumatiques sont liés à leur phase d'utilisation²², contre seulement 4,5% provenant de leur production et des consommations de matières et d'énergie associées (Michelin [2004]). Par conséquent, proposer la maintenance des pneus (gonflage, rechapage et recréage régulier) (cf. Figure 4) permet tout d'abord d'allonger leur durée de vie (longévité multipliée par 2,5), ce qui minimise la quantité produite de déchets et le nombre total de pneus nécessaires pour fournir le même service. Michelin estime en effet que 20

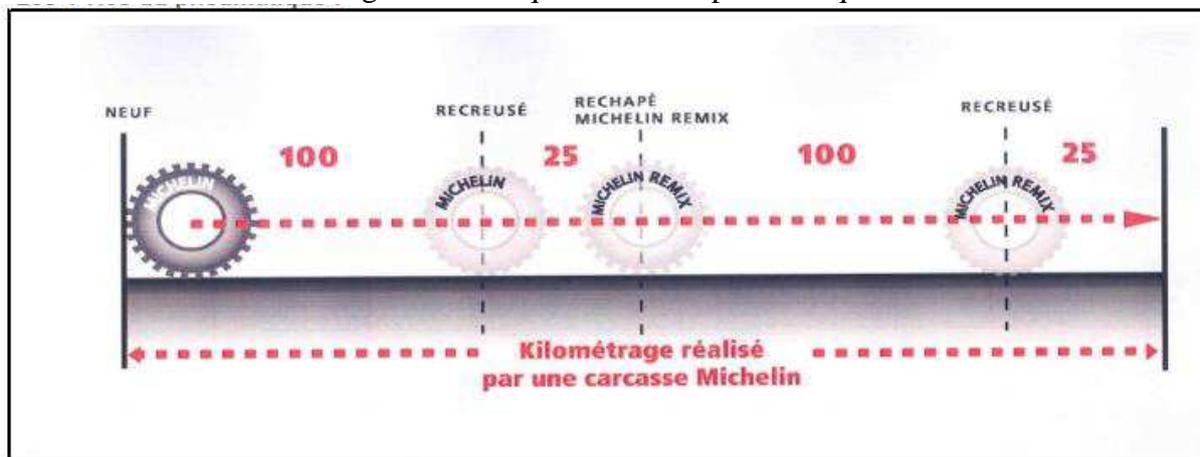
²¹ Ainsi que l'entreprise Xerox, dans le domaine de l'impression et de la reproduction (photocopieurs et imprimantes).

²² Par exemple, un pneu sous-gonflé de 10% s'use plus rapidement et augmente la consommation de carburant de 1%.

pneumatiques sont maintenant nécessaires, contre 64 dans le scénario de vente classique. Toutefois, une étude d'Ernst et Young pour le Grenelle de l'Environnement [2008] relativise ce ratio, évaluant le nombre de pneus nécessaires avec MFS à 37 200 contre 41 248 auparavant, et cela pour une flotte de 2 520 véhicules et une moyenne de 128 700 km par an par véhicule pendant six ans. En outre, la maintenance génère des réductions significatives de consommation de carburant²³, ce qui séduit les transporteurs routiers. La moitié des principales flottes européennes de poids lourds, soit 8% du marché total, a souscrit à l'offre de Michelin. Enfin, la professionnalisation de l'entretien des pneus engendre une meilleure fiabilité des véhicules, ce qui accroît la sécurité routière. Du côté des innovations techniques, on peut citer le développement des pneumatiques de la gamme « *X-One* » qui peuvent être montés seuls sur un essieu, là où il en fallait auparavant deux, ou encore les pneus de la gamme « *Energy* » qui ont une moindre résistance au roulement. L'utilisation de ces deux types de pneus entraîne une réduction de la consommation de carburant (respectivement de 5 et 6%), soit par un allègement du véhicule dans le premier cas, soit par une moindre résistance au roulement dans le second cas. Ainsi, la location des pneus permet à Michelin de réduire ses déchets de 36%.

Il s'agit bien ici d'une mise en place d'un système en EF, puisque l'accroissement des marges ne relève plus d'une augmentation de la quantité de pneumatiques vendus, mais d'une vente de solutions au kilomètre parcouru – la facturation s'établit au prorata de la distance parcourue. L'entreprise substitue donc la vente d'« unités d'usage » (kilomètres parcourus) à la vente de produits (pneus) ou de services. Cependant, ce changement organisationnel ne représente qu'une partie minoritaire de l'activité de Michelin.

Figure 4 : Les quatre vies du pneumatique



Source : Grenelle de l'Environnement [2008]

4.3.2. Vélib' et les VLS

Une des déclinaisons de la logique de l'EF appliquée aux transports urbains, notamment de proximité, consiste en la mise en place de systèmes de vélos en libre-service (VLS) dans plusieurs villes dans le monde et en France. Ce type de système propose un accès public, gratuit ou payant, à des vélos disséminés dans plusieurs endroits de la ville. Le système de VLS précurseur est celui de La Rochelle, en 1974, avec la mise à disposition de 350 « vélos jaunes » répartis dans trois stations du centre-ville. Le premier système informatisé de VLS

²³ Selon l'étude de Ernst et Young (Grenelle de l'environnement [2008]), Michelin a réduit sa consommation de carburant de l'ordre de 4 086 litres en six ans pour une flotte de 2 520 véhicules.

apparaît à Rennes (« vélo à la carte ») en juin 1998 ; ce dernier est opéré par Clear Channel. Son concurrent direct, JCDecaux, lance pour la première fois son système Cyclocity en mai 2003 à Vienne, en Autriche. Le premier système informatisé et à grande échelle de VLS se développe à Lyon : 4 000 vélos répartis dans 343 stations. Ce type d'offre était au départ anecdotique, avant de s'imposer aujourd'hui comme un mode de transport à part entière entrant dans les stratégies de déplacement mises en place par les villes et les entreprises. Les services de vélopartage satisfont les besoins de déplacement de proximité des usagers de la ville, aussi bien pour les déplacements occasionnels que pour les trajets quotidiens domicile-travail. Par l'achat de l'usage (usage du vélo pendant 30 min) répondant à un besoin précis (la fonction mobilité, déplacement d'un point A à un point B), ainsi que par le maintien du stock (gestion du parc de vélos existants) et la régulation des flux, les VLS correspondent à la définition de l'EF.

Suite au succès rencontré par Vélov' à Lyon, Paris lance son propre système de VLS, Vélib' (contraction de *vélo* et *liberté*), le 15 juillet 2007. Avec 20 600 vélos et 1 202 stations réparties tous les 300 mètres environ dans la ville-centre et sa proche périphérie, Vélib' est le plus important système de VLS en Europe²⁴. L'offre parisienne de VLS est gérée par le système Cyclocity de JCDecaux, un des deux principaux afficheurs mondiaux avec Clear Channel. Le marché passé entre la mairie de Paris et JCDecaux autorise ce dernier à utiliser 1 280 panneaux d'affichage publicitaire de 2m² et 348 panneaux de 8m² (Rebaine [2009]), en échange de la mise en place et la gestion du fonctionnement du système de VLS. Deux critiques principales sont émises à propos de la gestion des Vélib' par un afficheur publicitaire. D'une part, la ville subit un manque à gagner puisqu'elle perd les recettes publicitaires de certains de ses panneaux d'affichage. D'autre part, le fait que la compétence dans le choix d'un prestataire en mobilier publicitaire soit souvent municipale, alors que l'échelle de la communauté de communes est plus appropriée aux services de mobilité, complique l'extension éventuelle du système de VLS à la périphérie de la ville. Le système Vélib' implique une technologie lourde, avec des travaux de génie civil (aménagement de la voirie) importants pour l'installation des stations. Chaque station se compose d'une borne permettant aux usagers de s'abonner ou de retirer un vélo, de s'orienter et de consulter leur compte, ainsi que de bornettes auxquelles sont ancrés les vélos. A chaque station, un réseau ethernet souterrain relie la borne aux bornettes. Ces dernières sont équipées d'un lecteur de carte à puce sans contact permettant à l'utilisateur de retirer un vélo directement à la bornette. Pour une meilleure auto-régulation, près de deux fois plus de bornettes que de vélos sont disponibles (un peu plus de 39 000 bornettes pour 20 600 vélos). Ceci n'empêche pourtant pas les déséquilibres entre offre et demande de vélos : de nombreuses stations sont régulièrement pleines, tandis que d'autres sont régulièrement vides. Ce phénomène se trouve accentué de manière permanente par le relief de la ville (rares sont les usagers déposant leur vélo en hauteur) et de manière cyclique par la monofonction de certains quartiers (les quartiers résidentiels se vident le matin, tandis que les quartiers à forte concentration d'emplois se remplissent, et vice-versa le soir). Un dispositif de régulation a été envisagé pour atténuer ces déséquilibres : des camionnettes transportent quotidiennement 3 000 vélos des stations pleines aux stations vides. Avec une fréquentation de 110 000 locations de vélos en moyenne par jour, un seul vélo est utilisé pour 5 à 7 trajets quotidiens environ²⁵. 208 700²⁶ personnes sont

²⁴ Le plus important système de VLS au monde se trouve aujourd'hui à Hangzhou, en Chine. 60 600 vélos sont disponibles, disposés tous les 100 mètres à travers la ville.

²⁵ Avec l'hypothèse haute de 20 600 vélos disponibles, un même vélo est utilisé 5,33 fois. Mais le nombre effectif de vélos en circulation, hors vélos défectueux, est d'environ 16 500 unités. Avec l'hypothèse moyenne

abonnées à l'année, auxquelles s'ajoutent environ 65 000 usagers occasionnels (abonnements de courte durée 1 jour ou 7 jours).

Les systèmes de VLS n'entrent pas directement en concurrence avec les traditionnels loueurs de vélos. Ces derniers proposent des offres appropriées à des locations de durée plus longue mais moins fréquente. Cependant, les loueurs de vélos auraient constaté une baisse de 20% de leurs locations, de même les taxis auraient ressenti une baisse de la fréquentation (Rebaïne [2009]). Le système de VLS se distingue des offres classiques de systèmes de location de vélo : le service rendu est différent. *Idem* pour un déplacement en taxi : les besoins satisfaits peuvent être en partie semblables à ceux satisfaits avec un VLS, mais le taxi offre également d'autres services (accompagnement, transport de charges lourdes, confort, etc.). Dans le même sens, une étude réalisée par Lb Qualitative Research (Boisier et Sabourin [2010]) sur les perceptions et usages du VLS en France montre que « le Vélib' est une alternative aux moyens de transports classiques [...] mais ne constitue pas le moyen de transport principal des utilisateurs ».

5. Obstacles et limites de l'EF

5.1. Obstacles

La mise en place d'activités ou de secteurs en EF rencontre de nombreux obstacles, tant macroéconomiques que microéconomiques, à la fois du côté de l'offre et de la demande. La résistance au changement de la part de tous les acteurs (entreprises, usagers, etc.) représente une des principales entraves soulignées dans la littérature sur l'EF.

5.1.1. Obstacles du côté de l'utilisateur

Du côté de la demande, c'est-à-dire des consommateurs ou usagers, on peut s'attendre tout d'abord à des barrières d'ordre psychologique qui se traduisent notamment par une certaine réticence au changement. De plus, la perte de la propriété du bien constitue un frein important à l'adhésion des usagers au système, car dans nos sociétés occidentales, l'accomplissement de la personne se réalise en partie dans la possession des biens, vecteurs d'expression de statut social ou de personnalité. Les voitures sont souvent considérées comme reflétant le statut social d'un individu (Belk [1986]). De même, le besoin de différenciation des individus est contraint par des objets mutualisés qui ne sont pas personnalisés. En effet, les Vélib' ne sont-ils pas tous identiques ?

Par ailleurs, une gêne liée à l'utilisation commune (dégradations, saletés) peut être ressentie pour les biens mutualisés (HEC [2008]). Le Grenelle de l'environnement souligne en outre que le système de location de biens mutualisés risque de déresponsabiliser l'utilisateur qui n'est alors guère incité à préserver la durabilité du bien puisque ce dernier ne lui appartient pas. Ceci expliquerait la dégradation plus rapide des biens mutualisés. De même, des conflits de réservation peuvent survenir en cas de mutualisation des biens (HEC [2008]).

Nous pouvons également souligner un risque d'hétéronomie, c'est-à-dire une perte d'autonomie des usagers du fait de la prise en charge extérieure du bien, notamment à travers la maintenance. Celle-ci peut être vue comme une contrainte afférente à la possession, ou

de 16 500 vélos disponibles, un même vélo est utilisé 6,66 fois. (Estimations sur la base d'une utilisation moyenne quotidienne du service de VLS de 110 000.)

²⁶ Chiffres novembre 2011.

comme un savoir-faire individuel. Par exemple, la plupart des cyclistes réparent eux-mêmes une crevaison, et les automobilistes vérifient régulièrement la pression des pneus de leur véhicule.

En outre, la fonction concernée doit être suffisamment importante pour les ménages afin qu'un tel changement de comportement s'opère. La fonction doit par exemple représenter une part significative du budget des ménages : c'est le cas de la fonction mobilité, laquelle représente 15,3% du budget des ménages et constitue leur deuxième poste de dépenses (Orfeuil [2008]). De plus, le bien ou service doit être suffisamment consommateur de matières et d'énergie pour que le passage à l'EF de tout ou partie de ce secteur soit perceptible et bénéfique pour l'environnement. La fonction mobilité remplit également cette condition, puisque le secteur des transports est le premier émetteur de CO₂ en France, et également le premier consommateur de produits pétroliers.

5.1.2. Obstacles du côté de l'offre

Du côté de l'offre, c'est-à-dire des entreprises et autres fournisseurs de services, on peut craindre une certaine « lourdeur organisationnelle » (Grenelle de l'environnement [2008]), du fait notamment de contrats plus complexes. En outre, un système en EF implique généralement un investissement initial lourd, par exemple pour acquérir la flotte de véhicules, ce qui peut constituer une barrière à l'entrée. En effet, les investissements ne sont pas immédiatement couverts par la vente des biens, puisque les recettes de la location sont plus étalées dans le temps. Néanmoins, ce problème peut être dépassé par un abonnement de l'utilisateur en début de période.

Dans la pratique, un système de transport opérant selon les principes de l'EF requiert une certaine densité des points de collecte, au niveau géographique. Par exemple, les dispositifs de VLS les plus utilisés (notamment Vélib' et Vélov') se composent de stations relativement proches les unes des autres. Concrètement, les vélos sont situés « au coin de la rue », c'est-à-dire à proximité des lieux de vie (habitat, travail, loisir, achat) en zone urbaine dense. En effet, les usagers ont l'habitude d'utiliser leur véhicule personnel à n'importe quel moment, et redoutent un coût supplémentaire lié à l'accès de véhicules mutualisés, en particulier dans le cas de stations jugées trop distantes du lieu d'activité, ou encore dans le cas d'inaccessibilité temporaire des véhicules (ex. stations vides) ou d'une place de stationnement (ex. stations pleines).

Un autre obstacle majeur à la mise en place de l'EF est la possible déstabilisation des marchés traditionnels. Il existerait un risque d'atteinte économique de certains secteurs, notamment l'industrie automobile, dont les profits et le fonctionnement en général sont basés essentiellement sur la vente de véhicules aux particuliers. Les marchés de l'occasion pourraient être particulièrement pénalisés (Contaldi [2008]). On observe que les véhicules mis en libre service – voitures ou vélos – sont maintenus en très bon état, proche d'un état neuf, alors que les véhicules achetés par les usagers sont majoritairement des occasions. En France, près des trois quarts des véhicules automobiles achetés en 2006 proviennent du circuit de l'occasion, contre un peu plus d'un quart seulement achetés neufs (nouvelles immatriculations)²⁷ (ADEME [2011]). Cette part élevée de l'occasion automobile s'explique par un coût d'investissement beaucoup plus important pour un véhicule neuf que pour un

²⁷ Les chiffres de 2006 indiquent 2 001 000 nouvelles immatriculations, contre 5 466 000 achats de véhicules particuliers (VP) d'occasion, soit des parts respectives de 73,20% pour le marché de l'occasion et 26,80% pour le marché du neuf ; le ratio VP occasion / VP neuf était de 2,7 en 2006 (ADEME [2011]).

véhicule d'occasion. De même en ce qui concerne les vélos, on remarque que les usagers réguliers, notamment aux Pays-Bas, utilisent majoritairement des vélos d'occasion plutôt que neufs. Ce choix s'expliquerait non pas par un coût élevé des vélos neufs, mais comme un moyen de se prémunir contre les vols fréquents.

Par ailleurs, dans le cas des VLS, des déplacements supplémentaires sont induits par les besoins mêmes de régulation du système. Des véhicules acheminent les vélos des stations pleines aux stations vides de la ville, et les vélos défectueux sont rapportés à l'atelier de réparation. Toutefois, les impacts environnementaux générés par les phases logistiques sont marginaux au regard des autres phases du cycle de vie du produit et « ne sont pas de nature à pénaliser le bilan positif global de cette solution » (Grenelle de l'environnement [2008]). Cette affirmation serait à relativiser dans le cas de vélos partagés, car les vélos sont des véhicules impliquant de faibles impacts environnementaux lors de leur fabrication et moindres encore lors de leur usage.

5.2. Limites à l'EF

Aux obstacles précédemment cités s'ajoutent les limites à l'EF. Deux des principales limites et critiques avancées dans la littérature concernent d'une part l'innovation, et d'autre part l'effet rebond. Nous ajoutons également une limite liée à des considérations éthiques.

5.2.1. L'EF : un frein à l'innovation ?

Tout d'abord, la durabilité des produits serait un frein à l'innovation, du fait du renouvellement plus lent des gammes de produits. Mettre en place un système en EF reviendrait donc à renoncer au progrès technique.

Toutefois, selon Nicolas Buclet [2005], la durabilité des produits est un « faux obstacle ». L'innovation peut s'attacher à rendre les produits plus durables, ce qui est également une forme de progrès technique. Par exemple, Michelin a beaucoup innové ces dernières années : il a notamment développé des pneumatiques permettant de réduire la consommation de carburants (pneus de la gamme « *X-One* » et « *Energy* »). Mais les pneus sont des biens de durée de vie relativement courte, non directement comparables à des véhicules automobiles. Le concept d'EF serait au contraire un « fabuleux moteur de l'innovation²⁸ » (Steinberger *et al.* [2009]) qui accélérerait le taux de diffusion des technologies les plus efficaces, grâce à une augmentation des marges de profit des entreprises due à une diminution des coûts de l'énergie et des matières utilisées.

5.2.2. Les gains environnementaux réduits à néant par l'effet rebond ?

Ensuite, l'effet rebond fait couler beaucoup d'encre : Greening et Greene sont des auteurs contemporains incontournables dans ce domaine. L'effet rebond (*rebound effect* ou *take-back effect* en anglais) reflète des changements comportementaux faisant suite à l'introduction de nouvelles technologies propres à augmenter l'efficacité de l'usage des ressources. Ces changements de comportement, comme l'augmentation de la consommation, tendent alors à réduire, voire même à annuler, les bénéfices escomptés de la nouvelle technologie. La littérature sur les effets rebonds se focalise majoritairement sur les consommations énergétiques, mais la théorie peut aussi être appliquée à l'usage de n'importe quelle ressource naturelle ou intrant (matière, travail, etc.). De façon plus générale, la consommation augmente suite « à la réduction des limites à l'utilisation d'une technologie, ces limites pouvant être

²⁸ « *This concept can be seen as a fabulous motor of innovation* » (Steinberger *et al.* [2009], p.366).

monétaires, temporelles²⁹, sociales, physiques, liées à l'effort, au danger, à l'organisation... » (Schneider [2001]).

Le phénomène de l'effet rebond est pour la première fois décrit par William Stanley Jevons dans son ouvrage de 1865, *Sur la question du charbon*. Jevons observe que la consommation de charbon en Angleterre augmente fortement après l'introduction de la machine à vapeur par Watt, bien que cette innovation technologique permette d'augmenter la rentabilité de la ressource en question. Ce phénomène contre-intuitif est connu sous le nom de paradoxe de Jevons³⁰. De façon plus contemporaine, Daniel Khazzoom [1980] reprend l'idée que les gains d'efficacité énergétique entraînent *in fine* une augmentation de la consommation énergétique. Le postulat de Khazzoom-Brookes énonce que « les améliorations de l'efficacité énergétique qui [...] sont justifiées au niveau microéconomique conduisent à de plus hauts niveaux de consommation d'énergie au niveau macroéconomique³¹ » (Herring [1998]). Les trois raisons invoquées résident dans le fait qu'une meilleure efficacité (a) rend le coût d'utilisation de l'énergie relativement moindre, (b) induit une hausse de la croissance, et (c) multiplie l'utilisation des technologies, produits et services dans le cas d'une demande insatisfaite (goulet d'étranglement). Cette augmentation de la consommation énergétique compense partiellement ou complètement les économies d'énergie initialement attendues. Selon Greening *et al.* [2000], trois mécanismes distincts tendent à réduire les économies d'énergie attendues :

- (1) L'effet rebond direct (ou effet rebond local) apparaît lorsque l'amélioration de l'efficacité énergétique pour un service énergétique en particulier produit une baisse du prix effectif de ce service et conduit par conséquent à une augmentation de la consommation de ce service en particulier. C'est l'effet substitution qui est à l'origine de l'effet rebond direct, l'élasticité de la demande étant généralement négative.
- (2) L'effet rebond indirect apparaît lorsque le prix du service énergétique, à présent relativement plus bas, induit des changements dans la demande d'autres biens et services requérant eux-aussi de l'énergie pour leur consommation ou utilisation. C'est l'effet revenu qui est à l'origine de l'effet rebond indirect.
- (3) L'effet rebond global ou dit de « prix d'équilibre du marché » (*economy wide effect*) apparaît lorsqu'une baisse du prix réel des services énergétiques conduit à une baisse du prix des biens et services intermédiaires et finaux dans l'économie, et ainsi à la croissance économique. Ceci entraîne des ajustements de l'équilibre général par les prix et les quantités, avec pour résultat de favoriser les biens et services intensifs en énergie aux dépens des biens et services économes en énergie.

Dans l'ensemble, l'existence de ces différents effets rebonds fait consensus dans la littérature (Greening *et al.* [2000]). Cependant, l'ampleur et l'importance de ces effets suscitent des débats : certains auteurs pensent que les effets rebonds sont de moindre importance pour la plupart des services énergétiques (Schipper et Grubb [2000]), alors que d'autres considèrent les effets globaux comme suffisamment importants pour compenser entièrement les économies d'énergie (Brookes [1990], Saunders [1992]).

²⁹ Binswanger (2001) a mis en évidence la variable limitante « temps ».

³⁰ “It is a confusion of ideas to suppose that the economical use of fuel is equivalent to diminished consumption. The very contrary is the truth.” (Jevons [1866]).

³¹ “The Khazzoom-Brookes postulate says that energy efficiency improvements that, on the broadest considerations, are economically justified at the microlevel lead to higher levels of energy consumption at the macrolevel than in the absence of such improvements.” (Herring [1998]).

L'effet rebond est généralement exprimé en pourcentage : le pourcentage du bénéfice perdu par rapport au bénéfice attendu, à consommation constante. Par exemple, si une amélioration de 10% de l'efficacité de la consommation d'essence pour les voitures résulte en une baisse de la consommation d'essence de 8% seulement, cela signifie qu'il y a un effet rebond de 20%³². Par conséquent, 20% du potentiel d'économie d'énergie faisant suite à une amélioration technologique est perdu du fait de la hausse de la consommation. Un effet rebond supérieur à 100%, appelé aussi « *backfire* » (Saunders [1992]), signifie que le potentiel d'économie d'énergie est annulé par la hausse de la consommation, et donc la consommation totale d'énergie augmente. L'ampleur des effets rebonds dépend principalement de l'élasticité de la demande de chacun des biens et services, ainsi que de la quantité d'énergie ou de ressource incorporée ou associée à chacun des biens.

L'ampleur des effets rebonds varie en fonction du service énergétique, du secteur, des circonstances et de la période. L'effet rebond direct, pour les pays développés, est estimé entre 5 et 40% en ce qui concerne l'énergie (Greening *et al.* [2000], Small et Van Dender [2005]). Selon Sorrell *et al.* [2009], l'effet rebond direct ne dépasse pas 30% pour les services énergétiques aux ménages, dans l'OCDE. A l'inverse, pour les pays en développement et les pays émergents, les effets rebonds sont beaucoup plus importants, souvent même supérieurs à 100%, du fait de la demande insatisfaite dans la situation initiale (Roy [2000]).

Le secteur des transports et notamment de l'automobile est particulièrement étudié (Greene *et al.* [1999], Small et Van Dender [2005]) en ce qui concerne les effets rebonds, principalement suite à des améliorations technologiques permettant une meilleure efficacité de la consommation d'essence. Dans ce secteur, l'effet rebond direct est estimé entre 10 et 30%, tandis que l'effet rebond indirect semble plus difficile à évaluer et pourrait atteindre 80% (Sorrell et Dimitropoulos [2007]).

Toutefois, Steve Sorrell et ses co-auteurs ([2008], [2009]) mettent en garde contre une possible surestimation de l'effet rebond. Ainsi, le fait de ne pas prendre en considération le coût du capital peut conduire à surestimer l'effet rebond (Lovins *et al.* [1988]). L'amélioration technologique s'accompagne le plus souvent d'une hausse du coût du capital (hausse du prix de l'équipement³³) qui réduit l'ampleur de l'effet rebond, à condition que le consommateur supporte entièrement le coût de l'équipement. Par ailleurs, considérer les améliorations technologiques en général, et l'efficacité énergétique en particulier, comme exogènes conduit à une surestimation de l'effet rebond³⁴. Enfin, selon Binswanger [2001] la non prise en compte de la variable temporelle (coût du temps et efficacité de l'usage du temps) entraîne également une surestimation de l'effet rebond.

Orfeuil [2007] montre ce paradoxe dans une approche globale de la mobilité : il existerait une forme de compensation entre la mobilité locale de semaine et la mobilité de week-end, ou mobilité lointaine. Ainsi, le budget dégagé par le passage de la vente d'un bien à la vente de son usage risque, selon le Grenelle de l'environnement [2008], de « stimuler un autre acte de consommation, générateur d'impacts environnementaux peut-être supérieurs aux impacts évités via la mutualisation du bien ».

³² Car $(10 - 8) / 10 = 0,2$ soit 20%.

³³ C'est le cas de la voiture hybride Toyota Prius qui coûte plus cher qu'une voiture traditionnelle, mais qui permet de réduire la consommation d'essence au kilomètre.

³⁴ Sur le long terme et face à des prix de l'énergie élevés, consommateurs et producteurs adaptent leur comportement. Les premiers se tournent vers l'achat d'équipements plus efficaces énergétiquement, et les seconds consacrent un budget plus important au développement et à l'amélioration de tels équipements.

L'effet rebond ne remet pas en cause la mise en place d'un système en EF, bien que l'accomplissement de ses objectifs environnementaux puisse être mis à mal. Il existe un risque de réduction relative et non absolue des impacts environnementaux négatifs. Chaque bien voit sa performance environnementale améliorée, mais étant donné que le nombre total de biens augmente, les impacts environnementaux pris au niveau global sont plus nombreux.

5.2.3. Implications éthiques de l'EF

Enfin, une autre limite à l'EF a trait aux éventuelles dérives consécutives d'un manque de réflexion éthique. L'objectif de l'EF est de maintenir le stock et d'optimiser les flux afin d'obtenir le maximum de services à partir d'un stock ou capital donné : il s'agit de découpler capital et services. Dans une logique purement fonctionnelle, on pourrait aboutir à une situation où, pour un capital donné, on essaie d'optimiser la capacité, le service rendu par ce stock, tout en faisant en sorte que le stock perdure, même si celui-ci se retrouve dans une situation « d'esclavage », avec des conditions d'existence dégradées. C'est pourquoi nous faisons une différence fondamentale entre capital produit et capital non produit, comme les ressources naturelles et notamment les ressources naturelles vivantes (ex. production agricole, élevage). Les incidences éthiques de l'EF appliquée à des organismes vivants peuvent être considérables. Des recherches menées par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) dans plusieurs fermes expérimentales visent à connaître le niveau maximal de viande ou de lait qu'une vache peut produire, et ce avec le moins de ressources (nutriments) possibles. Cela permet de réduire les impacts environnementaux par unité produite, mais ceci au détriment du confort de l'animal (immobilité, afin d'éviter toute perte d'énergie). L'animal est par ailleurs « préparé chirurgicalement » afin de pouvoir observer *in vivo* et en permanence ses fonctions digestives, *i.e.* ce qu'il consomme et la façon dont cela est transformé. Le capital est conservé, dans le sens où l'animal survit, et ses capacités à produire de la viande ou du lait, c'est-à-dire le service rendu, est maximisé. Cependant, les autres capacités de l'animal, ainsi que ses qualités ontologiques, sont négligées voire dégradées. La valeur d'existence de l'animal, ou différentes dimensions de son existence, sont ignorées : la vache n'est considérée que comme un capital servant à produire de la viande ou du lait. Le stock est dégradé dans son existence même, non pas dans ses capacités productives.

Cette dimension éthique n'est pas résolue par le seul degré de durabilité du développement, et nous pousse à prendre en considération la nature du stock et des services qui sont soumis aux principes de l'EF. Seuls les secteurs productifs peuvent, pour des questions éthiques, se voir appliquer cette logique fonctionnelle³⁵. Le secteur des transports urbains est un stock de capital productif, donc *a priori* non soumis à de telles dérives éthiques.

6. Conclusion et perspectives

La mise en place d'une EF peut avoir des conséquences significatives sur notre système économique en général, et sur notre système de transport en particulier. Les instruments réglementaires et les instruments économiques (ou incitatifs) sont complémentaires : les

³⁵ Ces réflexions nous rapprochent de Karl Polanyi qui a déjà entrevu les limites de la logique marchande : il préconise de n'appliquer la logique de marché, l'économie dans un sens large, qu'au capital reproductible, alors que le capital non reproductible doit rester hors de l'économie, soumis à une gestion collective ou aux institutions.

premiers sont plus efficaces dans le cas de sources d'émissions larges, alors que les seconds sont à appliquer préférentiellement aux usagers individuels, et aux sources d'émissions diffuses. En ce qui concerne les transports de voyageurs en milieu urbain, nous nous trouvons bien dans le cas de sources d'émissions diffuses et multiples, chaque véhicule étant une source d'émissions. Des systèmes de transport en EF, de part leur principe de facturation selon l'intensité d'usage, incitent les usagers à prendre en considération de façon plus transparente et systématique les coûts liés à la phase d'utilisation³⁶.

En effet, les objectifs et caractéristiques de l'EF montrent la voie vers un développement durable des villes et des transports : les véhicules partagés sont favorisés, permettant ainsi une réduction des émissions de polluants, un ralentissement de l'épuisement des ressources, ainsi qu'une réduction de l'espace alloué à la fonction transport dans les zones urbaines, principalement pour le stationnement. Toutefois, il existe des obstacles et des limites à la mise en place de systèmes de transport appliquant les principes de l'EF.

³⁶ Les coûts environnementaux liés à l'utilisation des moyens de transport peuvent être monétarisés et inclus dans le coût d'usage global du service. Nous pouvons imaginer que d'autres coûts soient à terme compris dans ce coût d'usage global (ex. coût lié à la consommation d'espace en zones urbaines denses à forte concurrence d'usages, etc.).

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME [2005], *Domaines d'intervention transports – chiffres clés*, rapport ADEME.
- ADEME [2011], *Véhicules particuliers vendus en France – Evolution du marché, caractéristiques environnementales et techniques*, édition 2011.
- AIE (AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE) [2011], *IEA Statistics – CO₂ emissions from fuel combustion*, édition 2011.
- AIE (AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE) [2009], *IEA Energy Statistics – Energy Balances for World*, rapport AIE.
- ALLENBY B.R. et RICHARDS D.J. [1994], *The Greening of Industrial Ecosystems*, Washington DC, National Academy of Engineering.
- ARISTOTE [I^{er} siècle av. JC], *Politique*, Livre 1, III, §11.
- AYRES R.U. et SIMONIS U.E. [1994], *Industrial Metabolism. Restructuring for Sustainable Development*, Tokyo, Japan.
- BARTOLOMEO M., DAL MASO D., DE JONG P., EDER P., GROENEWEGEN P., HOPKINSON P., JAMES P., NIJHUIS L., ORNINGE M., SCHOLL G., SLOB A. et ZARING O. [2003], « Eco-efficient producer services – what are they, how do they benefit customers and the environment and how likely are they to develop and be extensively utilised? », *Journal of Cleaner Production*, 11 (8), p. 829-837.
- BEHRENDT S., JASCH C., KORTMAN J., HRAUDA G., PFITZNER R. et VELTE D. [2003], *Eco-service development: reinventing supply and demand in the European Union*, Sheffield: Greenleaf Publishing.
- BELK R.W. [1986], « Les symboles de statut social et l'individualisme dans la publicité au Japon et aux Etats-Unis », *Recherche et Applications en Marketing*, 1 (3), p. 43-53.
- BINSWANGER M. [2001], « Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect? » *Ecological Economics*, 36 (1), p. 119-132.
- BOISIER L. et SABOURIN F. [2010], *Une étude sur les perceptions et usages du vélo urbain en libre service*, Lb Qualitative Research, Août 2010.
- BONNOT DE CONDILLAC E. [1798], *Œuvres de Condillac*, 23 volumes.
- BOUF D. et HENSHER D.A. [2007], « The dark side of making transit irresistible: The example of France », *Transport Policy*, 14 (6), p.523-532.
- BOURG D. [2003], « Le défi climatique : les limites des politiques publiques », *Comptes Rendus Geoscience*, 335 (6-7), p.637-641.
- BOURG D. et BUCLET N. [2005], « L'économie de fonctionnalité : changer la consommation dans le sens du développement durable », *Futurible*, 313, p. 27-37.
- BOUWMAN M.E. et MOLL H.C. [2002], « Environmental analyses of land transportation systems in The Netherlands », *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7 (5), p. 331-345.
- BRADY T., DAVIES A. et GANN D. [2004], « Creating value by delivering integrated solutions », *International Journal of Project Management*, 23 (5), p. 360-365.
- BREZET J.C., BIJMA A.S., EHRENFELD J. et SILVESTER S. [2001], *The Design of Eco-Efficient Services – Method, Tools and Review of The Case Study Based “Designing Eco-Efficient Services” Project*, Delft: Ministry of VROM, Delft University of Technology.
- BROOKES L.G. [1990], « The greenhouse effect: the fallacies in the energy efficiency solution », *Energy Policy*, 18 (2), p. 199-201.
- BUCLET N. [2005], « Concevoir une nouvelle relation à la consommation : l'économie de fonctionnalité », *Responsabilité et Environnement*, Annales des Mines, 39, p. 57-66.

- CABANNE I. [2009], « Dossier d'évaluation sur les vélos en libre service », dans *Les comptes des transports en 2008* (tome 2), Les dossiers d'analyse économique des politiques publiques des transports.
- CERTU [2004], *Les chiffres clés des enquêtes ménages déplacements ; Méthode standard CERTU, principaux résultats*, documents officiels.
- CONTALDI N. [2008], *L'économie de fonctionnalité : un nouveau défi ?*, thèse professionnelle, Centrale Marseille, Euromed Marseille.
- DALY H.E. [1992], *Steady-State Economics: Concepts, Questions, Policies*. GAIA I: 333-338.
- DALY H.E. et FARLEY J. [2003], *Ecological Economics: Principles and Applications*, Washington: Island Press.
- DASGUPTA P. [1994], « Saving and Fertility: Ethical Issues », *Philosophy & Public Affairs*, 23(2), p. 99-127.
- DU TERTRE C. [2008], « Modèles économiques d'entreprise, dynamique macroéconomique et développement durable », dans *L'économie de la fonctionnalité, une voie pour articuler dynamique et développement durable – Enjeux et débats*, Publication du club « Economie de la fonctionnalité et développement durable ».
- FRIEND G. [1994], « The End of Ownership? Leasing, Licensing, and Environmental Quality », *The New Bottom Line*, 3 (11).
- GADREY J. [2003], *Socio-économie des services*, 3^{ème} édition, Editions La Découverte, Collection Repères, Paris.
- GAGLIO G. [2008], « Promouvoir l'économie de la fonctionnalité comme moyen d'articuler dynamique économique et développement durable : question de posture, questions de recherche en sociologie », dans *L'économie de la fonctionnalité, une voie pour articuler dynamique et développement durable – Enjeux et débats*, Publication du club « Economie de la fonctionnalité et développement durable ».
- GIARINI O. [1981], *Dialogue sur la richesse et le bien-être*, Rapport au Club de Rome, Economica, Paris.
- GIARINI O. et STAHEL W. [1989], *The Limits to Certainty: Facing Risks in the New Service Economy*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- GOEDKOOP M., VAN HALEN C., TE RIELE H. et ROMMENS P. [1999], *Product Service Systems, Ecological and Economic Basics*, Dutch ministries of Environment and Economic Affairs.
- GREENE D.L., KAHN J.R. et GIBSON R. [1999], « Fuel economy rebound effect for US household vehicles », *Energy Journal*, 20 (3), p. 1-31.
- GREENING L.A., GREENE D.L. et DIFIGLIO C. [2000], « Energy efficiency and consumption – the rebound effect – a survey », *Energy Policy*, 28 (6-7), p. 389-401.
- GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT [2008], *Rapport final au Ministre d'Etat, de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire présenté par Jean-Martin Folz, Président du groupe d'étude*, étude d'Ernst et Young, Chantier n°31 – Groupe d'étude Economie de Fonctionnalité.
- HEC [2008], *Etude prospective sur l'économie de fonctionnalité en France*, par Combe V., Perrier S., Pireyn B. et Richard C., HEC Paris.
- HERRING H. [1998], « Does Energy Efficiency Save Energy: The Implications of accepting the Khazzoom-Brookes postulate », *EERU*, The Open University.
- HILL T.P. [1977], « On goods and services », *Review of Income and Wealth*, 1, p. 315-338.
- HIRSCHL B., KONRAD W. et SCHOLL G. [2003], « New concepts in product use for sustainable consumption », *Journal of Cleaner Production*, 11, p. 873-881.
- HOCKERTS K. [1999], « Eco-efficient Service Innovation: Increasing Business-Ecological Efficiency of Products and Services », dans *Greener Marketing: A global Perspective on Greener Marketing Practice*, Charter M., Sheffield, UK: Greenleaf Publishing, p. 95-108.

- IMEDD [2011], *Outils de démarche RSE*, rapport IMEDD.
- JACCARD M., FAILING L. et BERRY T. [1997], « From equipment to infrastructure: community energy management and greenhouse gas emission reduction », *Energy Policy*, 25 (13), p.1065-1074.
- JEVONS W.S. [1871], *Theory of Political Economy*, London: Macmillan and Co.
- JEVONS W.S. [1866], *The Coal Question* (2nd ed.), London: Macmillan and Co.
- KHAZZOOM J.D. [1980], « Economic implications of mandated efficiency in standards for household appliances », *Energy Journal*, 1 (4), p. 21-40.
- LINDAHL M. et ÖLUNDH G. [2001], « The Meaning of Functional Sales », Article présenté lors du 8th *International Seminar on Life Cycle Engineering*, 18-20 juin, Varna.
- LOVINS A.B., HENLY J., RUDERMAN H. et LEVINE M.D. [1988], « Energy saving resulting from the adoption of more efficient appliances: another view; a follow-up », *The Energy Journal*, 9 (2), p. 155-162.
- MANZINI E. [1996], « Sustainable product-services development. Pioneer industries on sustainable service », Workshop organisé par l'UNEP-WG-SPD à la *Conference INES 'Challenges of sustainable development'*.
- MARX K. [1867], *Le Capital, Critique de l'économie politique*, t. 1 et 2, traduction française de Joseph Roy, Paris, éditions sociales, 1969.
- MEDDTL [2012], *Chiffres clés du climat, France et monde*, Service de l'observation et des statistiques, Repères, édition 2012.
- MEIJKAMP R. [1994], « Service-Products, a Sustainable Approach? A Case Study on a Call-a-Car in the Netherlands », Article présenté au *Eco-efficient services seminar* de l'Institut Wuppertal pour le Climat, l'Environnement, et l'Energie, 8 et 19 septembre, Wuppertal.
- MEIJKAMP R. [2000], *Changing consumer Behaviour Through Eco-efficient Services: an empirical study on car sharing in the Netherlands*, Delft University of Technology: Delft, Pays-Bas.
- MICHELIN [2004], Jean-Paul Charpin, présentation au 3^{ième} séminaire « Transports et économie de fonctionnalité », UTT, 27 septembre.
- MONT O. [2004], *Product-service systems: Panacea or myth?* Thèse de doctorat, International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund University, Suède.
- NEWMAN P.W.G. et KENWORTHY J.R. [1989], *Cities and Automobile Dependence*, An international Sourcebook, Gower Technical, Sidney.
- ORFEUIL J.-P. [2007], « Approche globale de la mobilité », dans *Données urbaines – t.5*, Mattei Marie-Flore, Pumain Denise, Anthropos, collection « villes », Paris, Economica.
- ORFEUIL J.-P. [2008], *Une approche laïque de la mobilité*, Editions Descartes & Cie.
- ÖSTLIN J., LINDAHL M. et SUNDIN E. [2005], « Managing Functional Sales Systems – Important Aspects for Making Functional Sales an Effective Business System », *International Conference of Sustainable Innovation*, Farnham, UK.
- POPOV F. et DESIMONE D. [1997], *Eco-Efficiency – The Business Link to Sustainable Development*, Cambridge, MA., The MIT Press.
- REBAÏNE D. [2009], « Les Vélos en Libre Service : le cas de la région parisienne », présentation au séminaire du laboratoire d'informatique de Paris 6, 26 juin.
- RICARDO D. [1817], *Des principes de l'économie politique et de l'impôt*, traduction française de Francisco Solano Constancio et Alcide Fonteyraud, Collection Œuvres complètes de David Ricardo, Osnabrück : Otto Zelle, 1966.
- RIFKIN J. [1996], *La fin du travail*, La Découverte, Paris.
- RIFKIN J. [2000], *L'âge de l'accès : la vérité sur la nouvelle économie*, La Découverte, Paris.
- ROY J. [2000], « The rebound effect: some empirical evidence from India », *Energy Policy*, 28 (6-7), p. 433-438.

- SAARI A., LETTENMEIER M., PUSENIUS K. et HAKKARAINEN E. [2007], « Influence of vehicle type and road category on natural resource consumption », *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12 (1), p.23-32.
- SASAKI K. et NISHII K. [2010], « Measurement of intention to travel: Considering the effect of telecommunications on trips », *Transportation Research Part C: Emerging technologies*, 18 (1), p.36-44.
- SAUNDERS H.D. [1992], « The Khazzoom-Brookes postulate and neoclassical growth », *The Energy Journal*, 13 (4), p. 131-148.
- SCHMIDT-BLEEK F. [1993], *Wieviel Umwelt braucht der Mensch - MIPS, das Mass für oekologisches Wirtschaften*, Birkhaeuser, Basel, Boston, Berlin.
- SCHMIDT-BLEEK F. [1998], *Das MIPS-Konzept. Weniger Naturverbrauch – mehr Lebensqualität durch Faktor 10*, Droemer Verlag, München.
- SCOTT K. [2009], *A Literature Review on Sustainable Lifestyles and Recommendations for Further Research*, Stockholm Environment Institute, Project Report.
- SCHIPPER L. et GRUBB M. [2000], « On the rebound? Feedback between energy intensities and energy uses in IEA countries », *Energy Policy*, 28 (6-7), pp. 367-388.
- SCHNEIDER F., HINTERBERGER F., MESICEK R. et LUKS F. [2001], « ECO-INFOSOCIETY: Strategies for an Ecological Information Society », dans *Sustainability in the Information Society*, Hilty M.L. et Gilgen P.W., partie 2, Metropolis Verlag, Marburg.
- SCHRADER U. [1999], « Consumer Acceptance of Eco-Efficient Services. A German Perspective », *Greener Management International*, 25, p. 105-121.
- SMALL K.A. et VAN DENDER K. [2005], *A study to evaluate the effect of reduced greenhouse gas emissions on vehicle miles travelled*, préparé pour State of California Air Resources Board, the California Environment Protection Agency and the California Energy Commission, Final Report ARB Contract Number 02-336, Department of Economics, University of California, Irvine.
- SMITH A. [1776], *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction française Paulette Taïeb, Paris, PUF, 1995.
- SORRELL S. et DIMITROPOULOS J. [2007], *UKERC Review of Evidence for the Rebound Effect: Technical Report 3: Econometric Studies*, UK Energy Research Centre, London.
- SORRELL S. et DIMITROPOULOS J. [2008], « The rebound effect: Microeconomic definitions, limitations and extensions », *Ecological Economics*, 65 (3), p. 636-649.
- SORRELL S., DIMITROPOULOS J. et SOMMERVILLE M. [2009], « Empirical estimates of the direct rebound effect: A review », *Energy Policy*, 37 (4), p. 1356-1371.
- STAHEL W.R. [1994], « The Utilization-Focused Service Economy: Resource Efficiency and Product-Life Extension », dans *The Greening of Industrial Ecosystems*, Allenby B.R., p. 178-190, Washington, DC: National Academy of Engineering: National Academy Press.
- STAHEL W.R. [1997], « The Functional Economy: Cultural and Organizational Change », dans *The Industrial Green Game: Implications for Environmental Design and Management*, Richards D.J., p. 91-100, Washington DC: National Academy Press.
- STAHEL W.R. [1998], *From Products to Services: Selling performance instead of goods*, rapport IPTS, 27, Séville.
- STAHEL W.R. [2006], *The Performance Economy*, London: Palgrave Macmillan.
- STAHEL W.R. et REDAY-MULVEY G. [1981], *Jobs for Tomorrow, the potential for substituting manpower for energy*, New York, Vantage Press.
- STEINBERGER J.K., VAN NIEL J. et BOURG D. [2009], « Profiting from negawatts: Reducing absolute consumption and emissions through a performance-based energy economy », *Energy Policy*, 37 (1), p.361-370.

TUKKER A. et TISCHNER U. [2006], *New business for old Europe: Product-service development as a means to enhance competitiveness and eco-efficiency*, UK: Greenleaf Publishing.

VANDERMERWE S. et RADA J. [1988], « Servitization of Business: Adding Value by Adding Services », *European Management Journal*, 6(4), p. 314-324.

VAN NIEL J. [2007], *Economie de fonctionnalité : définition et état de l'art*. Document de travail.

WHITE A.L., STOUGHTON M. et FENG L. [1999], *Servicizing: The Quiet Transition to Extended Product Responsibility*, Boston: Tellus Institute.

Documents de travail récents

- Jean-François Fagnart et Marc Germain: “Macroéconomie du court terme et politique climatique: Quelques leçons d'un modèle d'offre et demande globales” [\[2012-18\]](#)
- Rodrigue Mendez: “Predatory Lending” [\[2012-17\]](#)
- Christophe Ley, Yvik Swan and Thomas Verdebout: “Optimal tests for the two-sample spherical location problem” [\[2012-16\]](#)
- Jean-Philippe Garnier: “Social status, a new source of fluctuations?” [\[2012-15\]](#)
- Jean-Philippe Garnier: “Sunspots, cycles and adjustment costs in the two-sectors model” [\[2012-14\]](#)
- François Langot, Lise Patureau and Thepthida Sopraseuth : “Optimal Fiscal Devaluation” [\[2012-13\]](#)
- Marc Germain: “Equilibres et effondrement dans le cadre d'un cycle naturel” [\[2012-12\]](#)
- Marc Hallin, Davy Paindaveine and Thomas Verdebout: “Optimal Rank-based Tests for Common Principal Components” [\[2012-11\]](#)
- Carlotta Balestra, Thierry Bréchet and Stéphane Lambrecht : “Property rights with biological spillovers: when Hardin meets Meade ” [\[2012-10\]](#)
- Kirill Borissov, Thierry Bréchet, Stéphane Lambrecht : “Environmental Maintenance in a dynamic model with Heterogenous Agents” [\[2012-9\]](#)
- Nicolas Fleury et Fabrice Gilles : “Mobilités intergénérationnelles de capital humain et restructurations industrielles. Une évaluation pour le cas de la France, 1946-1999” [\[2012-8\]](#)
- Claire Naiditch, Agnes Tomini and Christian Ben Lakhdar “Remittances and incentive to migrate: An epidemic approach of migration” [\[2012-7\]](#)
- Nicolas Berman, Antoine Berthou and Jérôme Héricourt: “Export dynamics and sales at home” [\[2012-6\]](#)
- Muhammad Azmat Hayat, Etienne Farvaque: “Public Attitudes towards Central Bank Independence: Lessons From the Foundation of the ECB” [\[2012-5\]](#)
- Amandine Ghintran, Enrique Gonzales–Arangüena and Conrado Manuel : “A Probabilistic position value” [\[2011-4\]](#)