



Document de travail

■ [2013-32]

“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

“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[†]

10 avril 2013

Résumé

L'économie de la fonctionnalité (EF) consiste en la substitution de la vente d'une fonction d'usage à celle d'un produit. Les usagers achètent alors de la mobilité plutôt qu'un véhicule. Dans cet article, nous démontrons le potentiel tant économique qu'écologique de l'EF, en particulier dans le domaine des transports, et analysons les conditions de mise en œuvre d'un tel modèle économique et organisationnel. Après avoir situé l'EF dans la théorie économique, nous examinons par quels mécanismes les caractéristiques propres à l'EF ou à sa mise en place (internalisation des coûts, mutualisation des biens) permettent de répondre aux enjeux environnementaux et spatiaux contemporains – l'épuisement des ressources et le changement climatique, ainsi que les conflits d'usage en milieu urbain. Bien que l'effet rebond réduise les gains environnementaux attendus, nous montrons qu'un système de transport en EF possède un potentiel significatif en termes de réduction de flux de matière et d'énergie, et ce sans affecter la qualité du service rendu. Enfin, nous exposons les mécanismes permettant de dépasser les obstacles à la mise en place d'un système en EF, ainsi que les conditions nécessaires pour aller vers un système de transport opérant selon les principes de l'EF, notamment le rôle de l'Etat et l'approche systémique.

Mots clés: économie de la fonctionnalité, systèmes de transport, externalités environnementales.

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.

Je remercie mon directeur de thèse, Alain Ayong le Kama, pour ses conseils éclairés, ainsi que deux rapporteurs anonymes pour leurs commentaires pertinents. Merci également à Faiz Gallouj pour son aide précieuse, ainsi qu'à divers autres relecteurs pour leur regard extérieur.

1. Introduction

L'économie de la fonctionnalité (EF) consiste en la substitution de la vente d'une fonction d'usage à celle d'un produit. La mise en place d'un tel système économique et organisationnel représenterait une nouvelle voie vers le développement durable.

La problématique de l'EF est souvent traitée par une approche gestionnaire qui insiste sur la compétitivité des entreprises, 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 les entreprises, de l'autre sur les consommateurs. Un autre pan de la littérature, plus restreint, adopte une approche politico-philosophique 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. 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. Cet article tend à démontrer 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 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 de gaz à effet de serre (GES), à l'exception des transports. En France, ce secteur est le premier émetteur de GES, en particulier de CO₂². Les transports émettent respectivement 22,6% et 34% des émissions de CO₂ dans le monde et en France (AIE [2009], ADEME [2005]). L'essentiel³ de ces émissions est attribuable au transport routier (ADEME [2005]). Logiquement, le secteur des transports est également le premier consommateur de produits pétroliers en France : 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 transports consomme diverses ressources non renouvelables, entre autres choses des matériaux pour la construction des infrastructures, ainsi que des ressources abiotiques (eau, sol).

Nous appuyons notre démonstration sur plusieurs exemples tirés de la littérature, ainsi que sur l'étude de cas de deux systèmes opérant selon les principes de l'EF : Michelin et les vélos en libre service (VLS). Dans le secteur des pneumatiques consacrés au fret routier, Michelin fournit depuis 2002 une offre de service intégrée : « *Michelin Fleet Solution* » (MFS). L'entreprise clermontoise propose aux transporteurs routiers la gestion de leurs pneumatiques. Or, ces derniers constituent une composante stratégique pour la consommation de carburant⁴. Dans le domaine des transports urbains de passagers, les VLS sont le système en EF le plus répandu. Ce type de système propose un accès public, gratuit ou payant, à des vélos

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

³ En France, plus de 92% des émissions du secteur transport sont attribuables au transport routier (ADEME, 2005). Dans le monde, cette part s'élève à près de 75%, et à 89% dans les pays de l'OCDE (AIE [2009]).

⁴ Par exemple, un pneu sous-gonflé de 10% s'use plus rapidement et augmente la consommation de carburant de 1%.

disséminés dans plusieurs endroits de la ville. En 2007, Paris lance son propre système de VLS, Vélib'. Avec 23 000 vélos et 1 700 stations réparties tous les 300 mètres environ dans la ville-centre et sa proche périphérie, Vélib' est le plus important système de VLS en Europe⁵.

Nous situons tout d'abord le concept d'EF dans la théorie économique, notamment par rapport au modèle économique standard et à l'économie de service. Ensuite, nous examinons par quels mécanismes l'EF appliquée au transport urbain de passagers permet de répondre aux grands enjeux environnementaux et spatiaux contemporains, notamment l'épuisement des ressources et le réchauffement climatique, ainsi que les conflits d'usage en milieu urbain. Enfin, nous analysons les obstacles et les limites relatives à une EF, avant d'exposer les moteurs d'un changement organisationnel, en particulier la rationalité économique, le rôle de l'Etat et l'approche systémique.

2. L'économie de la fonctionnalité dans la théorie économique

2.1. Emergence d'un modèle économique et organisationnel original : l'EF

En 1981, Giarini propose une révision de la notion de valeur économique (Giarini [1981]). En découle le concept d'EF dès 1986, développé par Walter R. Stahel et Orio Giarini. Dans la littérature anglo-saxonne, Walter Stahel parle de « *functional service economy* » [2006] ou plus généralement de « *functional economy* » [1997]. 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*)⁶ (Daly [1992], Ayres et Simonis [1994]). 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.

L'EF ou économie de la performance s'est développée tout d'abord au sein du secteur énergétique, en réaction à la crise de l'énergie des années 1970. Les Sociétés de Services Energétiques (*Energy Service Companies* ou ESCOs) offrent des solutions énergétiques visant à réaliser des économies d'énergie pour leurs clients. Steinberger *et al.* [2009] qualifient ce résultat de « *performance-based energy economy* ». 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.

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 (se déplacer, communiquer). Le Club Economie de la Fonctionnalité et Développement Durable définit l'EF comme étant des solutions liant, de manière intégrée, produits et services.

⁵ 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.

⁶ 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]).

2.2. Economie de la fonctionnalité et modèle économique standard

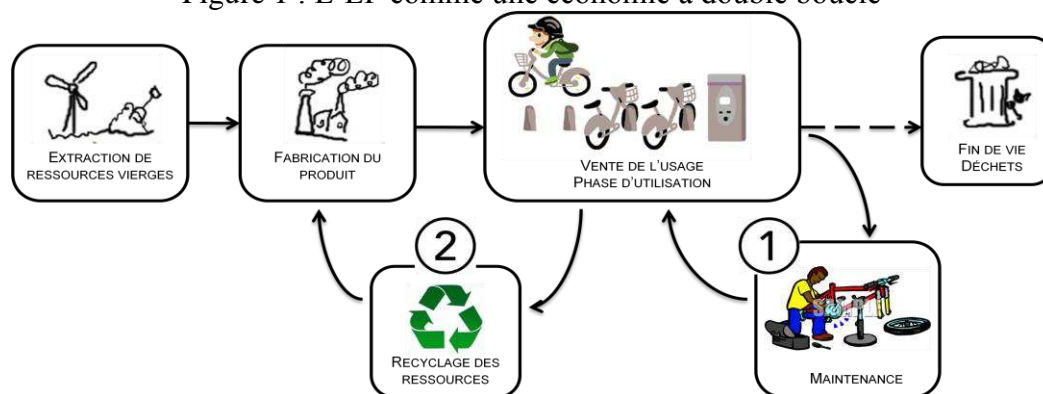
Walter Stahel [1998] assimile le modèle économique standard à une économie linéaire, symbolisée par une rivière (« économie de rivière ») et véhiculant l'idée de flux. Les ressources vierges extraites servent de base à la fabrication des produits. Ces derniers sont ensuite vendus puis transformés, après 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.

L'économie actuelle est fondée sur l'existence de droits de propriété. 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 »⁷, dont l'objectif est d'accélérer le taux de remplacement des biens, et ainsi augmenter le volume des ventes de produits neufs. De plus, la révolution industrielle et le modèle économique 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. 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 (Allenby et Richards [1994]). 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.

A l'opposé, l'EF s'apparente à une économie à double boucle (cf. Figure 1) fondée sur le biomimétisme (imitation de la nature) et symbolisée par un lac (« économie de lac »), véhiculant l'idée de la stabilité des stocks. L'EF se caractérise par des cycles à travers lesquels les ressources vierges 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. 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 ; il maîtrise le cycle de vie du bien ou service dans son intégralité. Par conséquent, l'EF est basée sur une approche en coût global.

⁷ L'entreprise peut par exemple influencer 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 (Buclet [2005]).

Figure 1 : L'EF comme une économie à double boucle



Source : adapté de Stahel et Reday-Mulvey [1981]

Selon Walter Stahel [2006], l'EF vise à substituer la main-d'œuvre à l'énergie et aux ressources matérielles. Elle vise également 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. 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. Selon Stahel, 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 possible. La valeur économique d'un produit ou service ne repose plus sur sa valeur d'échange, mais sur sa valeur d'usage⁸. 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 question⁹, remettant ainsi en cause les droits de propriété tels que nous les connaissons. 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 (Rifkin [2000]). Les fournisseurs détiennent les droits de propriété et louent le bien, prélevant un droit d'accès ou d'usage à chaque utilisation, ainsi qu'un éventuel abonnement. Ainsi, Michelin reste propriétaire des pneus et vend des solutions au kilomètre parcouru – la facturation s'établit au prorata de la distance parcourue, c'est-à-dire en fonction de l'intensité d'usage. L'entreprise substitue donc la vente d'« unités d'usage » (kilomètres parcourus) à la vente de produits (pneus) ou de services. Lindahl et Ölundh [2001] parlent de ventes fonctionnelles (*functional sales*) qui se substituent aux traditionnelles ventes de biens. De même, les systèmes de VLS proposent généralement l'usage du vélo pendant 30 minutes. La « logique de l'accès » (Rifkin [2000]) prime sur la

⁸ 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. La valeur d'usage d'un moyen de transport correspond entre autres choses au trajet rendu possible par le véhicule. Cependant, la focalisation de l'EF sur la valeur d'usage ne doit pas occulter la valeur d'existence inhérente à certains biens ou services.

⁹ Comme l'énonçait Aristote il y a plus de 2000 ans, « la vraie richesse vient de l'usage des choses, non de leur possession ». 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*.

logique de possession des biens. Dans cette optique, les biens physiques (ex. véhicules) ne sont qu'un moyen, un *outil*, permettant d'atteindre un ou plusieurs buts (destination, activité).

Tout comme les marchés du modèle économique standard, l'EF se concrétise par différentes formes structurelles. Toute entreprise, privée ou publique, peut créer une branche opérant selon les principes de l'économie fonctionnelle, comme c'est le cas de Michelin qui a développé la branche *Michelin Fleet Solution*. L'EF peut également constituer le modèle économique et organisationnel de base d'une entreprise, comme c'est le cas d'Elis, devenue leader sur le marché européen de la location-entretien d'articles textiles et d'hygiène. Ainsi, un marché en EF peut s'étendre à l'échelle européenne (ex. Michelin, Elis) ou mondiale, mais peut tout aussi bien rester géographiquement plus restreint, comme c'est généralement le cas des VLS, dont le potentiel marchand s'étend rarement au-delà de la ville-centre et de ses proches périphéries. Aujourd'hui, ce modèle économique et organisationnel est encore embryonnaire, et les entreprises peuvent se retrouver seules fournisseur de ce type de service sur le marché. On peut toutefois s'attendre à une intensification de la concurrence faisant suite à une généralisation de ce modèle économique. En outre, un fournisseur de service privé (ex. JC Decaux) peut s'associer à une institution publique (ex. mairie de Paris) dans le cadre d'un partenariat public-privé (cas de Vélib'). Cette structure de marché permet à un organisme public de mettre en place un système de service public en EF sans en supporter les coûts d'investissements initiaux prohibitifs. Enfin, les organisations peuvent s'adresser aux entreprises (ex. Michelin et Elis) ou directement aux usagers finaux (ex. VLS). Par conséquent, les marchés en EF peuvent prendre de multiples formes structurelles, tout comme ceux du modèle économique standard.

2.3. Economie de la fonctionnalité et économie de service

La littérature existante ne positionne pas clairement l'EF par rapport à l'économie de service. 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, tout comme le concept d'EF. Logique servicielle et logique fonctionnelle partagent donc une base commune. Giarini et Stahel opposent économie « industrielle » (*product-oriented economy*) et économie de service (*service-oriented economy*). Gadrey [2003] distingue également logique servicielle et logique industrielle. De son côté, Gallouj [1997] évoque une perspective intégratrice, une convergence entre biens et services, prenant la forme d'une industrialisation des services ou d'une servicisation des biens. Tout comme le concept de *Service-Dominant logic* développé par Vargo et Lusch [2004], l'économie des bouquets de Moati [2008], les *Product-Service System* d'Oksana Mont [2002], ou encore l'approche par les caractéristiques de Lancaster [1966]¹⁰, le concept d'EF dépasse la distinction traditionnelle entre biens et services. La logique fonctionnelle apparaît comme un modèle hybride, entre logique industrielle et logique servicielle. Par ailleurs, Christian du Tertre [2008] établit une typologie dans laquelle il situe le modèle d'EF dans la théorie économique, et notamment par rapport au modèle serviciel. Selon lui, ce qui différencie l'EF de l'économie de service est la présence d'implication territoriale.

Fortes des hypothèses de la littérature, nous proposons une distinction conceptuelle claire entre économie de service et EF. Nous faisons l'hypothèse que l'EF fournit au consommateur

¹⁰ Johann Van Niel [2007] répertorie divers concepts découlant de la réflexion initiée par Stahel. Toutefois, soulignons que l'EF se différencie d'autres concepts intégrant biens et services par un process original favorisant une utilisation plus efficiente des ressources.

l'usage d'un produit et de services associés lui permettant de *créer* son propre service, alors que l'économie de service fournit directement au consommateur le service en question. En EF, l'usager aurait un rôle actif, alors que dans l'économie de service, celui-ci serait passif et aurait besoin d'un intermédiaire pour consommer le service. L'usager est donc co-créateur de valeur¹¹. Ainsi, l'EF emprunte au modèle standard dans le sens où le consommateur se sert du bien physique pour créer son service, et tient également de la logique servicielle puisqu'il n'en achète que l'usage, sans posséder le bien. Dans le domaine des transports, l'économie de service propose un trajet en transports en commun ou une course en taxi – l'usager est passif, il se laisse conduire d'un point A à un point B. A l'inverse, l'EF propose l'usage d'un VLS (combinaison d'un bien physique et de services de maintenance) – l'usager est actif, il conduit afin de créer son déplacement. Du côté des offreurs, une entreprise basant son modèle économique sur des principes d'économie fonctionnelle fabrique un bien physique et en vend son usage. Ainsi, Michelin et Vélib' sont responsables de la production des pneus et des vélos, et tarifient selon l'intensité d'usage. A l'inverse, dans le modèle économique standard, l'entreprise qui fabrique les biens les vend directement aux usagers ou à des entreprises proposant la location du bien (ex. Avis loue des véhicules). Ces dernières facturent également le service rendu selon l'usage, mais proposent la location du bien sans le fabriquer. Le système est hybride, sans être intégré, ce qui constitue un frein à la prise en compte du cycle de vie du produit, et donc à la réalisation d'objectifs environnementaux, un des socles de l'EF. Le Tableau 1 distingue, à travers des exemples courants, les trois logiques organisationnelles développées dans les sous-sections précédentes.

Tableau 1 : Positionner l'EF dans la théorie économique

LOGIQUE INDUSTRIELLE		LOGIQUE SERVICIELLE
ECONOMIE STANDARD	ECONOMIE DE LA FONCTIONNALITE	ECONOMIE DE SERVICE
Achat du bien physique	Achat de l'usage du bien (combinaison produits + services + conseils)	Achat du service
Achat d'une machine à laver	Achat de l'usage d'une machine (ex. un lavage) au lavomatique	Achat d'un service de lavage au pressing
Achat d'une perceuse	Achat de l'usage d'une perceuse (ex. pour 1 journée)	Achat d'un service de bricolage auprès d'une entreprise spécialisée
Achat d'un véhicule	Achat de l'usage d'un véhicule (ex. pour 30 min)	Achat d'un service de transport auprès d'une société de transports en commun ou de taxis

Forts de ces distinctions conceptuelles entre l'EF et les autres modèles économiques et organisationnels, nous montrons dans la section suivante que les caractéristiques particulières propres au modèle d'EF ou à sa mise en place, notamment l'internalisation des coûts et la mutualisation des biens, permettent de répondre aux enjeux environnementaux et spatiaux contemporains.

3. L'économie de la fonctionnalité : une réponse aux enjeux environnementaux et spatiaux

L'EF traduit une stratégie de dématérialisation, au sens d'une réduction des ressources (inputs) utilisées pour la satisfaction des besoins des individus (output). Ce système économique ne vise pas uniquement à une réduction relative des ressources utilisées, *i.e.* une réduction des ressources par bien produit, mais également à une réduction absolue passant par

¹¹ Comme dans le concept de *Service-Dominant Logic* (Vargo et Lusch [2004]).

une diminution du nombre total de biens produits. L'EF permet de maintenir le stock (ex. gestion du parc de vélos existant) tout en régulant les flux (utilisation de ressources). Tukker et Tischner [2006] estiment une réduction de facteur 2 de la consommation de matière grâce à la vente de l'usage et non du produit en lui-même. D'un point de vue environnemental, l'EF permet de ralentir l'épuisement des ressources (matière et énergie) et de réduire les émissions de polluants, grâce à l'internalisation des coûts qui favorise la maintenance et le recyclage, ainsi qu'à la mutualisation des biens. En outre, la mutualisation des véhicules permet de réduire la concurrence des sols et les conflits d'usage liés au transport en milieu urbain.

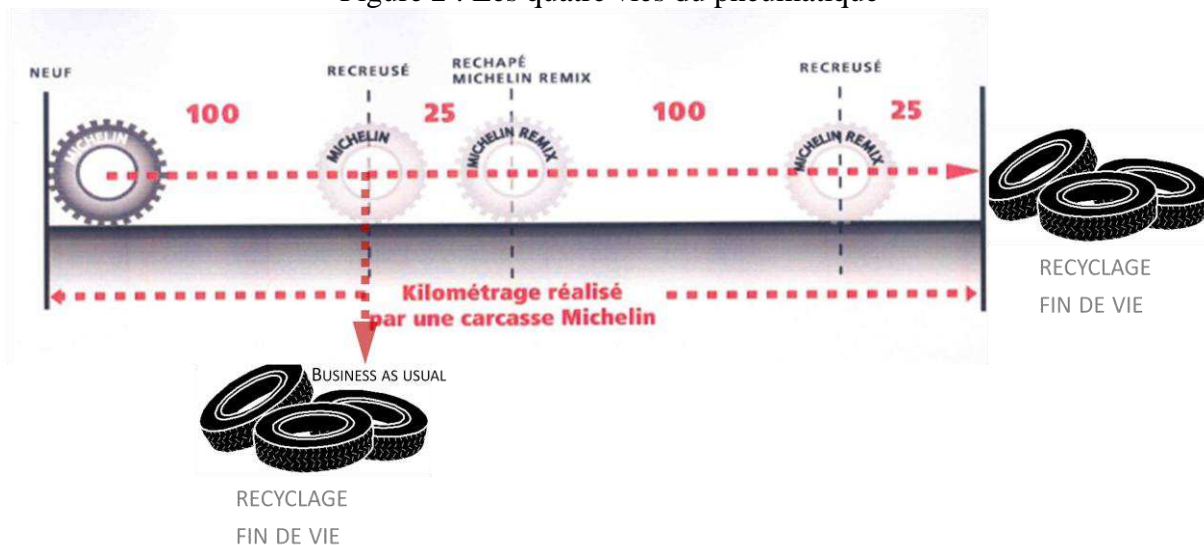
3.1. Internalisation des coûts : maintenance et recyclage

La mise en place de la logique fonctionnelle requiert une vision à long terme et une internalisation des coûts et des responsabilités. L'analyse du cycle de vie (ACV) est une méthode d'évaluation des impacts environnementaux qui permet une optimisation des consommations de matière et d'énergie. L'entreprise raisonne alors en coût global, et internalise les coûts d'usage et d'élimination des déchets, en plus des coûts de fabrication du produit. L'internalisation des coûts d'usage favorise le développement de produits ayant des coûts d'usage plus faibles et consommant moins d'énergie, ce qui permet de réduire les impacts environnementaux négatifs par rapport aux *business model* traditionnels. Ainsi, on peut citer chez Michelin les 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.

Dans un modèle en EF, les producteurs ont tout intérêt à s'occuper de la maintenance régulière de leurs produits. En effet, la maintenance permet d'allonger la durée de vie des biens, et donc de différer la fin de vie du produit et les coûts de gestion des déchets associés. La maintenance peut prendre la forme de réparations, de réutilisation de pièces, ou d'une mise à niveau technologique des biens. L'allongement de la durée de vie d'un produit se révèle 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 GES¹², selon Shreya Dave du MIT. L'utilisation d'énergie de la phase de fabrication est également appelée « énergie grise ». Les techniciens Vélib' effectuent des rondes autour des stations et réparent sur place ou en atelier les vélos dégradés. Les pièces des Vélib' sont identiques et facilement démontables, elles peuvent donc être utilisées comme pièces de remplacement sur d'autres vélos. 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.

¹² 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]).

Figure 2 : Les quatre vies du pneumatique



Source : adapté de Michelin [2011]

Dans le cas Michelin, la maintenance des pneus (gonflage, rechapage et recreusage régulier) permet d'allonger leur durée de vie (longévité multipliée par 2,5) tout en économisant 70 à 75% de matières premières (Michelin [2011]), 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 pneumatiques sont maintenant nécessaires, contre 64 dans le scénario de vente classique. Ainsi, la location des pneus permet à Michelin de réduire ses déchets de 36%. De plus, la professionnalisation de la maintenance permet également une réduction des flux (utilisation de carburant, émissions polluantes) liés à l'usage même du produit, et ce surtout lorsque les impacts les plus importants sont liés à la phase d'utilisation du produit. C'est précisément le cas du pneu¹³, ou encore 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.

Par ailleurs, l'économie circulaire valorise les matières utilisées et les déchets : en exploitant les biens existants comme ressources principales¹⁴, le rythme d'épuisement des ressources naturelles ralentit et la quantité de déchets produits diminue. Ainsi, les systèmes en EF proposent généralement des biens conçus de façon à optimiser leur recyclage en fin de vie. Toutefois, du fait de la dégradation entropique, les matériaux ne peuvent pas être recyclés à l'infini.

3.2. Mutualisation des biens

L'EF peut se traduire dans la pratique par une mutualisation de l'usage de certains biens, notamment lorsqu'ils sont peu utilisés par un individu particulier et qu'ils sont encombrants. D'un point de vue environnemental, la mutualisation est particulièrement intéressante dans le cas où les biens ont un contenu en matière ou en énergie important. Les véhicules individuels utilisés en ville pour le transport de passagers sont généralement sous-utilisés pour la fonction

¹³ 93,5% des impacts environnementaux des pneumatiques sont liés à leur phase d'utilisation, contre seulement 4,5% provenant de leur production et des consommations de matière et d'énergie associées (Michelin [2004]).

¹⁴ « Il faut considérer les biens d'aujourd'hui comme les ressources de demain, aux prix d'hier. » (Stahel [2011])

mobilité¹⁵ et pourraient donc être mutualisés, comme c'est le cas des voitures et des vélos en libre service, ou encore des voitures partagées (*car-sharing*). La mutualisation de l'usage permet un meilleur taux d'usage de chacun des biens mis à disposition. Ainsi, Cabanne [2009] 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. A Paris, un Vélib' est utilisé pour 5 à 7 trajets quotidiens environ. Le taux d'utilisation d'un vélo partagé est de loin supérieur au taux d'utilisation d'un vélo personnel¹⁶. En outre, Rens Meijkamp [2000] analyse empiriquement des systèmes de *car-sharing* et observe une réduction de 44% du nombre de voitures utilisées par les membres des programmes d'auto-partage. La mutualisation des biens n'est cependant pas une condition nécessaire à la mise en place d'une EF. Les pneus gérés par MFS ne sont pas mutualisés.

Ainsi, 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 disposition. Un taux d'usage élevé résulte principalement de la maintenance et de la mutualisation de l'usage des biens. Cette stratégie, couplée au recyclage des matériaux, permet de réduire la vitesse des flux de ressources dans l'économie (Scott [2009]) – donc de réduire le *throughput*. Ceci se traduit par un ralentissement de l'épuisement des ressources naturelles et par une réduction des émissions de polluants associées notamment à la phase d'extraction des ressources et à la phase de fabrication, mais aussi à la phase d'utilisation du produit.

Par ailleurs, dans le cas particulier des transports, et notamment d'un système de VLS, les externalités environnementales peuvent être réduites grâce au report modal. En effet, Cabanne [2009] estime que 10% des usagers des VLS auraient auparavant utilisé la voiture particulière pour effectuer leur déplacement. En prenant l'hypothèse d'un système de VLS de 23 000 vélos (type Vélib'), de 5 trajets par jour et par vélo, de 2 km par déplacement et d'un taux d'émission moyen par kilomètre parcouru en voiture personnelle d'environ 0,066 kg équivalent carbone¹⁷, nous obtenons une réduction d'émissions de plus de 5 578 tonnes d'équivalent carbone. Sachant que les externalités environnementales sont évaluées à 5c€ par kilomètre parcouru en voiture particulière en milieu urbain (pollution locale, bruit, GES) (valeur tutélaire du carbone définie dans Quinet [2008]), le gain environnemental attendu de l'utilisation d'un système de VLS s'élève à près de 0,7M€ par an.

3.3. Enjeux spatiaux : consommation d'espace et conflits d'usage

Les biens en général et les véhicules en particulier occupent un certain espace, au sens physique du terme, même – et surtout – lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour leur fonction première (déplacements). Ceci s'applique en premier lieu aux véhicules individuels, notamment les voitures. L'espace occupé par le réseau de transport a un coût d'opportunité économique, mais également un coût social. Cette « sur-occupation » de l'espace par rapport au service fourni est sous-optimale et donne l'impression d'une certaine rareté de l'espace. Assurément, l'espace est une ressource limitée et potentiellement rare, surtout dans les centres

¹⁵ 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.

¹⁶ La mutualisation peut toutefois favoriser une dégradation plus rapide des biens (actes de vandalisme, etc.) qui devront alors être régulièrement entretenus afin que les taux d'usage sur l'ensemble de leur cycle de vie n'en soient pas affectés.

¹⁷ Nous tenons compte de la différence de taux d'émission entre les véhicules diesel et essence, ainsi que de leur part dans le parc automobile français.

urbains densément peuplés. La concurrence de l'usage des sols fait monter les prix fonciers et encourage un étalement urbain excessif. En outre, des rivalités d'usage apparaissent en milieu urbain : un même espace peut être convoité par plusieurs usages ou par plusieurs personnes pour le même usage. Les conflits d'usage sont fréquents dans le secteur des transports urbains : peu de villes peuvent se targuer de ne pas connaître des périodes de congestion régulières, généralement aux heures de pointe. De même, vouloir se garer rapidement en centre-ville est souvent bien optimiste. La congestion est créée à la fois par le faible taux d'occupation des véhicules en circulation, mais également par les véhicules inutilisés stationnant sur la voirie. La mutualisation de l'usage des biens permet de réduire le nombre total de biens physiques (ex. véhicules) en circulation dans l'économie, et donc sur un territoire en particulier, dans une ville. Ce n'est pas l'EF en soi qui permet de limiter la concurrence des sols et les conflits d'usage, mais une forme de mise en œuvre de l'EF, à savoir la mutualisation. Par conséquent, un système de transports proposant la mutualisation de véhicules, comme le font certains systèmes en EF, contribuerait à optimiser la consommation d'espace de la fonction transport en ville, limitant l'étalement urbain, et répondant ainsi à l'enjeu spatial, principalement urbain, de la concurrence de l'usage des sols et des rivalités d'usage en résultant.

Par conséquent, un système de transport en EF possède un potentiel significatif en termes de réduction des flux de matière et d'énergie transitant dans l'économie, ainsi que des conflits d'usage survenant en milieu urbain, et ce sans affecter la qualité du service rendu. Cependant, divers obstacles de portée générale et quelques limites particulières peuvent entraver la mise en place d'un système en EF, ou en limiter les gains environnementaux.

4. Obstacles et limites à la mise en place d'un système de transport opérant selon les principes de l'EF

4.1. Obstacles généraux

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, institutions) représente une des principales entraves soulignées dans la littérature sur l'EF.

Du côté de la demande, c'est-à-dire des usagers, on peut s'attendre tout d'abord à des barrières d'ordre psychologique. 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. Le Grenelle de l'environnement souligne en outre que la location 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 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.

Du côté de l'offre, c'est-à-dire des 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, 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. Du reste, 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 – ceci est encore plus vrai pour des biens mutualisés. Par exemple, les dispositifs de VLS 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 au développement de l'EF est la possible déstabilisation des marchés traditionnels, notamment l'industrie automobile, dont les profits et le fonctionnement sont basés sur la vente de véhicules. Les marchés de l'occasion pourraient être particulièrement pénalisés (Contaldi [2008]). On observe que les véhicules proposés en libre service – voitures ou vélos – sont maintenus proche d'un état neuf, alors que les véhicules achetés par les usagers sont majoritairement des occasions¹⁸. Cependant, il convient de relativiser ce risque puisque l'EF constitue actuellement une niche dans le domaine des transports, et que le potentiel de mutualisation de véhicules s'étend dans un premier temps au niveau urbain seulement. Les entreprises auront le temps de s'adapter au changement organisationnel. Par exemple, Peugeot a lancé en 2010 une offre de location (logique fonctionnelle) : « *MU by Peugeot* ».

4.2. L'EF : un frein à l'innovation ?

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. Néanmoins, l'innovation peut s'attacher à rendre les produits plus durables, ce qui est également une forme de progrès technique. Par exemple, Michelin a développé des pneumatiques permettant de réduire la consommation de carburants (pneus de la gamme « *X-One* » et « *Energy* »). Le concept d'EF serait au contraire un « fabuleux moteur de l'innovation » (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 ressources utilisées. Le développement d'innovations technologiques représente toutefois un coût pour l'entreprise. Ainsi, les coûts de production

¹⁸ En France, près des trois quarts (73,20%) des véhicules automobiles achetés en 2006 proviennent du circuit de l'occasion, contre un peu plus d'un quart (26,80%) seulement achetés neufs (nouvelles immatriculations) (ADEME [2011]). Cette part élevée de l'occasion automobile s'explique par un coût d'investissement beaucoup plus important pour un véhicule neuf.

des biens peuvent à la fois baisser du fait du recyclage des matériaux (ceci n'est cependant pas systématique) et augmenter du fait des innovations induisant de forts coûts de recherche et développement en amont. L'entreprise peut rencontrer des difficultés pour couvrir ses coûts à court terme, c'est pourquoi elle devra raisonner sur le long terme.

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

L'effet rebond reflète des changements comportementaux faisant suite à l'introduction de nouvelles technologies propres à augmenter l'efficacité de l'usage des ressources. De façon plus générale, la consommation augmente suite « à la réduction des limites à l'utilisation d'une technologie, ces limites pouvant être monétaires, temporelles¹⁹, sociales, physiques, liées à l'effort, au danger, à l'organisation... » (Schneider [2001]). L'augmentation de la consommation tend alors à réduire, voire 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 s'applique à l'usage de n'importe quelle ressource naturelle ou intrant. Bien que leur existence fasse consensus dans la littérature (Greening *et al.* [2000]), l'ampleur et l'importance de ces effets suscitent des débats. L'effet rebond direct²⁰, pour les pays développés, est estimé entre 5 et 40%²¹ en ce qui concerne l'énergie (Greening *et al.* [2000], Small et Van Dender [2005]). 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]). 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. 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 indirect²² semble plus difficile à évaluer et pourrait atteindre 80% (Sorrell et Dimitropoulos [2007]).

Dans le cadre d'un système en EF, des mécanismes économiques devront être mis en place afin de limiter les effets rebonds et de garantir l'accomplissement des objectifs environnementaux. Une première solution consiste à maintenir le niveau du coût global associé au service. L'amélioration technologique s'accompagne le plus souvent d'une hausse du coût du capital (hausse du prix de l'équipement²³) qui compense la baisse du coût énergétique ou du coût lié à la mutualisation et qui réduit l'ampleur de l'effet rebond à condition que le consommateur supporte entièrement le coût de l'équipement. Par ailleurs, la

¹⁹ Binswanger (2001) a mis en évidence la variable limitante « temps ».

²⁰ 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.

²¹ Cela signifie qu'entre 5 et 40% du potentiel d'économie d'énergie faisant suite à une amélioration technologique est perdu du fait de la hausse de la consommation.

²² L'effet rebond indirect apparaît lorsque le prix du service énergétique, 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.

²³ 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.

hausse de coûts intangibles (coût du temps, coût lié au confort, etc.) peut permettre de compenser une baisse des coûts monétaires. C'est pourquoi il est important d'aller vers une plus grande transparence des coûts globaux pour les usagers. Une seconde solution consiste à raisonner en termes de coûts et de bénéfices. La valorisation par les acteurs (ménages et firmes) de la dimension environnementale les incite à ne pas augmenter leur consommation. En effet, une augmentation de la consommation conduirait à une augmentation des impacts environnementaux négatifs, et donc à la dégradation de l'environnement. La prise de conscience des relations de causes à effets peut limiter les effets rebonds.

Aux limites analysées ci-avant s'ajoutent les éventuelles implications éthiques liées à l'application de la logique fonctionnelle au capital non produit, notamment les ressources naturelles vivantes. De nombreux mécanismes, détaillés dans la section suivante, peuvent être mis en œuvre afin de dépasser les obstacles et limites à la généralisation de l'EF, et ainsi réunir les conditions permettant d'aller vers un système de transport opérant selon les principes de l'EF.

5. Les moteurs du changement : conditions et potentiels pour une EF

5.1. L'EF, une organisation économique rationnelle

Paradoxalement, les entreprises ayant mis en œuvre l'EF ne l'ont pas fait dans une optique de durabilité environnementale ou sociale, mais par pure rationalité économique (Bourg et Buclet [2005], Stahel [2006]). L'ACV est un outil permettant d'optimiser le processus de production en termes de consommations de ressources et d'énergie. Il a l'avantage de s'attacher à la fonction d'un bien ou service²⁴ (ex. se déplacer) et non pas seulement au bien ou service en lui-même (ex. voiture ou transport en commun) – ce qui est parfaitement en phase avec la logique fonctionnelle. Ces stratégies rationnelles passent notamment par la recherche d'avantages concurrentiels, une modification dans l'approvisionnement de ressources devenant de plus en plus coûteuses, ou le besoin de créer de nouveaux marchés.

Du côté des usagers, la mutualisation de biens onéreux, à faible utilisation (Hirschl *et al.* [2003]) ou encombrants peut également s'avérer rationnelle. Schrader [1999] montre que les jeunes citadins sont moins intéressés par la possession d'un bien que par son usage. Si l'on suppose que les consommateurs cherchent tout d'abord à satisfaire leurs besoins plutôt qu'à posséder le bien, alors dans une économie fonctionnelle, ils achètent de la mobilité plutôt qu'un véhicule (Popov et DeSimone [1997], Friend [1994]). 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 location d'un véhicule serait d'autant plus acceptée que la mobilité est perçue comme une « consommation dérivée » (Orfeuil [2008a]), c'est-à-dire « un instrument utilisé uniquement pour accomplir un autre but » (Sasaki [2010]). La décision de passer de la possession d'un véhicule à sa location ou son partage peut également être guidée par l'intérêt de surmonter une contrainte : le manque d'espace en milieu urbain associé à un coût relativement élevé du foncier. En outre, la fonction mobilité représente une part significative du budget des ménages (15,3%) et constitue leur deuxième poste de dépenses (Orfeuil [2008a]). L'utilisation de véhicules mutualisés pourrait réduire le coût monétaire de la mobilité – à condition que le réseau de transport « fasse système ».

²⁴ L'unité fonctionnelle, c'est-à-dire la quantification de la fonction (ex. se déplacer sur 1 km), facilite la comparaison des différents biens et services entre eux.

Ces caractéristiques révèlent un fort potentiel pour la mise en place d'un système de transport opérant selon les principes de l'EF, notamment en milieu urbain où l'accumulation des nuisances et des contraintes accentue la nécessité d'un changement d'organisation spatiale et économique. Le potentiel environnemental de l'EF est d'autant plus important que le secteur des transports est le premier émetteur de CO₂ en France, et également le premier consommateur de produits pétroliers.

5.2. L'Etat, acteur clé de l'implantation d'une EF

Traditionnellement, l'Etat joue un rôle majeur dans l'implantation des réseaux de transport. Il pourvoit les grandes infrastructures (voies routières et ferrées) et subventionne les réseaux de transports en commun. Par ailleurs, il est tenu d'intervenir afin de corriger les défaillances de marché. Dans le secteur des transports, la non prise en compte du coût social de la congestion est l'imperfection de marché la plus fréquemment citée dans la littérature. La non considération du coût social de la consommation d'espace par les transports, ainsi que les nombreuses externalités environnementales issues des transports, constituent également des défaillances de marché, favorisant d'un côté le transport routier aux dépens du transport ferré et des modes « propres » (vélos), et de l'autre les modes individuels aux dépens des modes partagés. D'autres imperfections de marché liées à l'économie urbaine conduisent à un étalement urbain excessif, ce qui impacte l'organisation des réseaux de transport : Brueckner [2000] cite la non prise en compte de la valeur sociale de l'espace ouvert lorsqu'il est converti à des usages urbains, ainsi que la non considération par les promoteurs immobiliers de tous les coûts de développement d'infrastructures publiques. Ces imperfections de marché constituent un obstacle à la mise en place d'un réseau de transport efficace, intégré et propre, opérant selon les principes de l'EF.

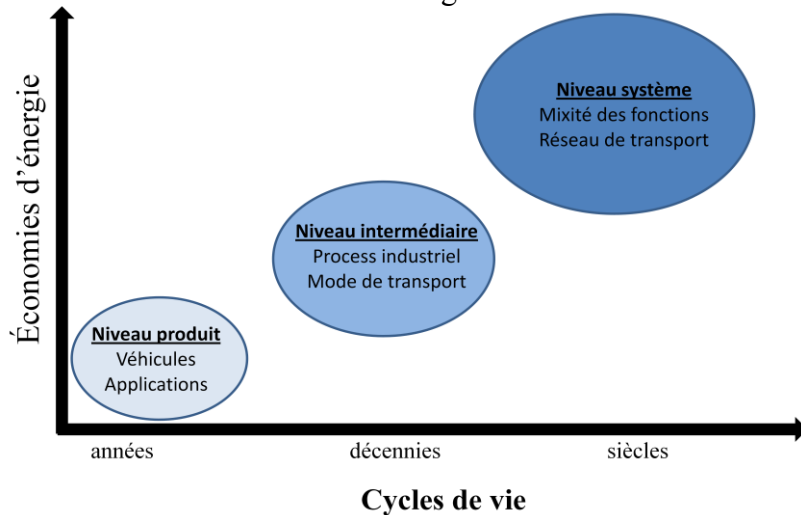
L'Etat peut jouer le rôle de moteur du changement puisqu'il dispose d'outils réglementaires et d'instruments économiques (incitations) permettant de corriger ces défaillances de marché et ainsi surmonter les obstacles afférents à l'implantation d'une EF. Outils réglementaires et instruments économiques sont complémentaires : les 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, comme c'est le cas du transport de voyageurs en milieu urbain. Des normes d'émission des véhicules (normes EURO) ont été introduites et pourraient être renforcées et complétées afin de favoriser les modes les moins polluants. Afin d'inciter les entreprises à passer le pas de l'EF, la puissance publique pourrait inciter au recyclage et à la maintenance par une tarification d'élimination des déchets plus contraignante. Par ailleurs, l'Etat pourrait plus largement inciter au partage des biens (réduction à l'achat du bien, déduction fiscale) et organiser la mise en commun de biens privés (structure institutionnelle, contrats encadrant les transactions). Dans le cas des VLS, l'Etat a participé activement à la mise en place de ce nouveau service à la mobilité, dans le cadre de contrats de partenariat public-privé. Des systèmes de transport en EF, de par leur principe de facturation selon l'intensité d'usage, incitent les usagers à prendre en considération de façon plus transparente et systématique les coûts associés à la phase d'utilisation. Les externalités environnementales liées à l'utilisation des moyens de transport peuvent être monétarisées et incluses dans le coût d'usage du service. Cependant, les ménages sont moins habitués que les firmes à raisonner à long terme ou en coût global. Les particuliers ont une mauvaise connaissance des coûts réels et valorisent parfois des dimensions autres qu'économiques (ex. valeur symbolique, affective). C'est probablement pour cette raison que l'EF s'est principalement développée dans le B2B (*business to business*). Des incitations économiques pourraient orienter les ménages vers une meilleure prise en considération des

coûts globaux, et notamment des coûts d'usage, sur le long terme. Par conséquent, une intervention de la puissance publique semble indispensable pour accompagner la transition du modèle économique actuel vers une économie fonctionnelle.

5.3. Vers une approche systémique de la mobilité

Jaccard *et al.* [1997] démontrent que l'ampleur des économies d'énergie réalisées est fonction de la durée de vie de l'infrastructure et du « niveau » considéré (*cf.* Figure 3). Tout d'abord, au niveau du produit, les impacts environnementaux peuvent être réduits de façon aisée et rapide grâce aux nouvelles technologies, en améliorant les véhicules (ex. pot catalytique, baisse de la consommation). 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. Cette approche s'avère souvent efficace à court terme²⁵, mais insuffisante à plus long terme et doit être complétée par des stratégies mises en place plus en amont. Ensuite, à un niveau intermédiaire, ce sont les procédés de fabrication (ex. recyclage) et les modes de transport (ex. incitation au report modal vers des modes « propres ») qui permettent de réduire les consommations de ressources. La littérature renseigne cependant sur les difficultés de report modal lorsque le système urbain (organisation spatiale) reste inchangé. Ainsi, les modifications au niveau systémique sont celles générant les économies d'énergie les plus importantes sur le long terme. Dans le domaine de la mobilité urbaine, la mixité des fonctions permettant des trajets plus courts, ainsi que l'organisation du réseau de transport sont des éléments essentiels d'un système de mobilité intégré, efficace et propre. La mise en place d'un réseau de transport en EF relève du niveau systémique et montre un fort potentiel en matière d'efficacité écologique.

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



Source : adapté de Jaccard *et al.* [1997]

²⁵ Selon certains auteurs (Bouf et Hensher [2007], Orfeuill [2008b]), les réglementations successives en matière de pollution (normes EURO) et les innovations technologiques (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 (désincitation à l'automobile en ville) ou l'aménagement urbain. Cependant, seuls les impacts environnementaux résultant de l'usage des véhicules sont pris en compte, les émissions liées à la phase de fabrication sont ignorées.

Une approche systémique de la mobilité est une condition *sine qua non* à la mise en place d'un système de transport adoptant la logique fonctionnelle. En effet, un tel service de mobilité n'est économiquement – et écologiquement – rationnel que si le réseau de transport et l'organisation spatiale dans son ensemble forment un système cohérent. Ainsi, le développement d'alternatives crédibles à la possession d'une voiture individuelle passe par la mise en place d'une politique urbaine globale qui intègre transport et urbanisme. Les voitures ou les vélos en libre service n'ont pas vocation à remplacer tous les déplacements urbains, mais peuvent fournir un système complémentaire au réseau de transports en commun existant. Boisier et Sabourin [2010] montrent que « le Vélib' est une alternative aux moyens de transports classiques [...] mais ne constitue pas le moyen de transport principal des utilisateurs ». Les voitures partagées ou en libre service servent une intermodalité plus « propre » lorsqu'elles sont utilisées pour rallier une gare de transports en commun en périphérie. De plus, des offres complémentaires devront se développer afin de pallier à d'autres types de besoins, spécifiques ou occasionnels, comme par exemple la location de voiture longue durée pour des déplacements de loisir en famille (vacances, week-ends), ou encore les transports à la demande (parents avec jeunes enfants, personnes âgées ou à mobilité réduite, etc.). Les différents services de mobilité doivent être connectés entre eux et former un système garantissant l'accessibilité à tous. La mise en place d'un système de transport opérant selon les principes de l'EF n'est qu'une des composantes d'une ville durable.

6. Conclusion et perspectives

Les objectifs et caractéristiques de l'EF montrent la voie vers un développement durable, en particulier dans le secteur des transports urbains de passagers. L'internalisation des coûts tout au long du cycle de vie des produits incite les entreprises à organiser la maintenance des biens, ainsi que leur fin de vie (recyclage). L'optimisation des différentes phases de la vie d'un produit, ainsi éventuellement que la mutualisation de certains biens, notamment des véhicules, permet de ralentir les flux de matière et d'énergie dans l'économie, limitant ainsi le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources. La mise en place effective d'un tel modèle économique et organisationnel rencontre certains obstacles qui peuvent toutefois être dépassés grâce à l'utilisation d'outils spécifiques (ex. ACV) démontrant la rationalité économique d'une optimisation des consommations de ressources. De plus, l'Etat dispose de nombreux outils, économiques ou réglementaires, pour orienter les acteurs vers une approche en coût global. La puissance publique a un rôle clé à jouer dans la transition vers une économie fonctionnelle. Par ailleurs, une approche systémique de la mobilité est une condition nécessaire au succès d'un système de transport urbain de passagers adoptant la logique fonctionnelle. Réseau de transport et organisation spatiale doivent former un système cohérent. De nombreux auteurs (dont Bertolini *et al.* [2005]) soulignent l'importance de l'intégration des politiques urbaines d'aménagement du territoire avec les politiques de transport, dans l'optique d'une ville « durable ». Dans une perspective de recherche future, il serait intéressant d'approfondir le lien existant entre EF et économie spatiale, notamment les mécanismes de cause à effet et leur ampleur. Par ailleurs, l'EF invite à une réflexion sur la mesure de la richesse et de la productivité, et par extension, du bien-être social. La logique fonctionnelle identifie les « unités de service » fournies par un produit ou service (ex. nombre de voyageurs-kilomètres, dans Saari *et al.* [2007]), ce qui permet de les mettre en regard avec

les consommations de ressources tout au long du cycle de vie. Les modes doux (marche à pied et vélo)²⁶, mais surtout les véhicules partagés, seraient alors favorisés.

²⁶ 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, une combinaison entre le vélo et les transports en commun, notamment le train, est à privilégier.

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) [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.
- 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.
- BERTOLINI L., LE CLERCQ F. et KAPOEN L. [2005], « Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward », *Transport Policy*, Vol. 12, issue 3, May 2005, p. 207-220.
- 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.
- BRUECKNER J.K. [2000], « Urban Sprawl: Diagnosis and Remedies », *International Regional Science Review*, 23 (2), p. 160-171.
- 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.
- 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 ».

GALLOUJ F. et WEINSTEIN O. [1997], « Innovation in services », *Research Policy*, 26 (4-5), p.537-556.

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.

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.

HIRSCHL B., KONRAD W. et SCHOLL G. [2003], « New concepts in product use for sustainable consumption », *Journal of Cleaner Production*, 11, p. 873-881.

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.

LANCASTER K.J. [1966], « A new approach to consumer theory », *Journal of Political Economy*, 74 (2), p. 132-157.

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.

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.

MICHELIN [2004], Jean-Paul Charpin, présentation au 3^{ième} séminaire « Transports et économie de fonctionnalité », UTT, 27 septembre.

MICHELIN [2011], « Michelin, une réponse globale aux grands défis de l'industrie du transport », Salon Solutrans, Lyon, novembre 2011.

MOATI P. [2008], *L'économie des bouquets, le marché des solutions dans le nouveau capitalisme*, éditions de l'Aube.

MONT O. [2002], « Clarifying the concept of Product-Service System », *Journal of Cleaner Production*, 10 (3), p. 237-245.

- 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. [2008a], *Mobilités urbaines, l'âge des possibles*, Les carnets de l'info.
- ORFEUIL J.-P. [2008b], *Une approche laïque de la mobilité*, Editions Descartes & Cie.
- POPOV F. et DESIMONE D. [1997], *Eco-Efficiency – The Business Link to Sustainable Development*, Cambridge, MA., The MIT Press.
- QUINET A. [2008], *La valeur tutélaire du carbone*, Rapport du Conseil d'Analyse Stratégique (CAS), La Documentation Française.
- 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.
- SCOTT K. [2009], *A Literature Review on Sustainable Lifestyles and Recommendations for Further Research*, Stockholm Environment Institute, Project Report.
- SCHNEIDER F., HINTERBERGER F., MESICEK R. et LUKS F. [2001], « ECO-INFO SOCIETY: 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.
- SORRELL S. et DIMITROPOULOS J. [2007], *UKERC Review of Evidence for the Rebound Effect: Technical Report 3: Econometric Studies*, UK Energy Research Centre, London.
- 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.
- VAN NIEL J. [2007], *Economie de fonctionnalité : définition et état de l'art*. Document de travail.
- VARGO S.L. et LUSCH R.F. [1981], « Evolving to a new dominant logic for marketing », *The Journal of Marketing*, 68 (1), p. 1-17.

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

Documents de travail récents

- Jérôme Héricourt and Sandra Poncet : “Exchange Rate Volatility, Financial Constraints and Trade: Empirical Evidence from China” [\[2013-31\]](#)
- Jean-Baptiste Desquilbet et Fédi Kalai : “La banque conventionnelle et la banque islamique avec fonds propres : contrat de dépôt et partage du risque de liquidité” [\[2013-30\]](#)
- Cécily Defoort and Carine Drapier: “Immigration and its dependence on the welfare system: the case of France” [\[2012-29\]](#)
- Carine Drapier and Nadiya Ukrayinchuk : “Les conditions de travail et la santé des immigrés : Seraient- ils plus résistants à la pénibilité au travail que les natifs ?” [\[2012-28\]](#)
- Etienne Farvaque, Muhammad Azmat Hayat and Alexander Mihailov: “Who Supports the ECB? Evidence from Eurobarometer Survey Data” [\[2012-27\]](#)
- Nathalie Chusseau, Joël Hellier and Bassem Ben-Halima : “Education, Intergenerational Mobility and Inequality” [\[2012-26\]](#)
- Nathalie Chusseau and Joël Hellier : “Inequality in Emerging Countries” [\[2012-25\]](#)
- Nathalie Chusseau and Michel Dumont: “Growing Income Inequalities in Advanced” [\[2012-24\]](#)
- Kirill Borissov and Stéphane Lambrecht : “The dynamics of income inequality in a growth model with human capital and occupational choice” [\[2012-23\]](#)
- Thomas Baudin: “More on Religion and Fertility: The French Connection” [\[2012-22\]](#)
- Thomas Baudin, David de la Croix and Paula Gobbi: “DINKs, DEWKs & Co. Marriage, Fertility and Childlessness in the United States” [\[2012-21\]](#)
- Hamza Bennani: “National influences inside the ECB: an assessment from central bankers' statements” [\[2012-20\]](#)
- Marion Drut : “Vers un système de transport opérant selon les principes de l'économie de la fonctionnalité” [\[2012-19\]](#)
- 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” [\[2012-17\]](#)