

18TH MADRID 2009

INTERNATIONAL     
TRANSPORT RESEARCH SYMPOSIUM

Document de référence n° 2009-14

Novembre 2009

Les perspectives du transport interurbain de personnes Rapprocher les citoyens

**SESSION 1 : TENDANCES FUTURES EN MATIÈRE DE TRANSPORTS INTERURBAINS
DE PERSONNES**

Les perspectives de la demande de déplacements interurbains

par

Yves CROZET

Laboratoire d'Économie des Transports
Lyon
France

*Les points de vue exposés dans ce rapport sont ceux de son auteur et ne
représentent pas nécessairement ceux du Laboratoire d'Économie des
Transports, de l'OCDE ou du Forum International des Transports.*

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	3
1. LE COUPLAGE ENTRE CROISSANCE ÉCONOMIQUE ET MOBILITÉ : DE L'ÉVIDENCE MACROÉCONOMIQUE AUX FONDEMENTS MICROÉCONOMIQUES	4
1.1. PIB par tête et demande de transport : La « loi d'airain » du couplage.....	5
1.2. Quand le temps devient la « ressource la plus rare » : La « loi d'airain » de la décroissance des utilités marginales	12
2. PROSPECTIVE DE LA MOBILITÉ INTERURBAINE : SATURATION ET MITIGATION AU SERVICE DU DÉCOUPLAGE ?	19
2.1. Découplage et saturation : Vers une inflexion des préférences individuelles ?.....	20
2.2. Découplage et « mitigation » : Vers une nouvelle donne des préférences collectives : Trois familles de scénarios de la mobilité interurbaine en France à l'horizon 2050	25
CONCLUSION.....	31
NOTES.....	32
BIBLIOGRAPHIE	33
ANNEXE 1 : L'optimisation spatio-temporelle des déplacements de loisirs et d'affaires	36
ANNEXE 2 : Le modèle TILT.....	41

INTRODUCTION

La mobilité s'est beaucoup développée depuis les débuts de l'ère industrielle. Les révolutions industrielles successives ont offert aux voyageurs, et aux marchandises, de nouveaux vecteurs, plus rapides et relativement moins coûteux. Un contemporain de James Watt (1736-1819) ou George Stephenson (1781-1848) qui reviendrait aujourd'hui en Grande-Bretagne, et plus largement en Europe, serait sans doute extrêmement surpris de l'incroyable mobilité qui caractérise nos programmes d'activités. Ce qui le surprendrait le plus ne serait pas le nombre de nos déplacements quotidiens, entre 3 et 4 par jours, ni même le fait que nos activités soient marquées par une certaine intensité, voire de la fébrilité. Ces choses là existaient déjà dans les grandes capitales européennes. Les « embarras de Paris » sont célèbres depuis plusieurs siècles !

La grande différence entre nos mobilités et nos programmes d'activités d'une part, et ceux de nos ancêtres d'autre part, est le formidable allongement de la portée de nos déplacements. En voiture, mais plus encore en train ou en avion, nous pouvons aujourd'hui, en quelques heures, franchir des distances de plusieurs centaines, voire plusieurs milliers de kilomètres. La mobilité interurbaine est directement concernée par cette évolution. Là où les déplacements internationaux, et *a fortiori* intercontinentaux demandaient des semaines, voire des mois, à l'époque de la diligence et de la marine à voile, nous pouvons aujourd'hui compter en heures. Cette révolution des transports occupe un rôle majeur dans l'histoire économique des 200 dernières années (Niveau et Crozet 2000), mais il est nécessaire de souligner le caractère graduel du phénomène. Entre la diligence et le train à grande vitesse, entre le clipper et l'avion à réaction, plus de 200 ans se sont passés, pendant lesquels les progrès techniques et les gains de vitesse qu'ils autorisent se sont diffusés relativement lentement. Même des révolutions techniques majeures comme le chemin de fer, l'automobile ou le transport aérien ont pris plusieurs dizaines d'années pour se diffuser à l'ensemble de la population.

De cette lente percolation du progrès technique dans nos modes de vie, est issue l'idée selon laquelle l'accroissement tendanciel de la mobilité est devenu une donnée structurelle des sociétés modernes. Se déplacer toujours plus vite pour aller toujours plus loin semble être devenu la règle commune, au point que nous sommes annoncés pour un futur proche une certaine démocratisation des voyages spatiaux. Le tourisme de l'espace n'a-t-il pas déjà vu le jour au bénéfice de quelques personnes très fortunées ?

C'est le caractère évident de cette tendance séculaire à l'accroissement de la mobilité que nous voudrions interroger dans les pages qui suivent. L'hypothèse, relativement classique, de poursuite des tendances passées se heurte en effet à quelques limites.

- On pense bien sûr aux contraintes énergétiques et environnementales. Une terre bientôt peuplée de 7, puis sans doute 9 ou 10 milliards d'habitants peut-elle généraliser un mode de vie qui ne touche encore aujourd'hui qu'une minorité des Terriens ? Disposerons-nous de la quantité suffisante d'énergie ? Les énergies fossiles ne sont pas inépuisables. De plus, bien

avant même que se manifeste leur épuisement, elles contribuent fortement à l'émission de gaz à effet de serre, alors qu'elles sont massivement utilisées par tous les modes de transport.

- Une autre question, partiellement liée à la précédente, est celle de la pérennité de la croissance économique. La progression de la mobilité est en effet directement liée à l'augmentation du pouvoir d'achat et donc du produit intérieur brut (PIB). N'existe-t-il pas, comme l'indiquait il y a plus de 30 ans le rapport Meadows, des limites à la croissance ?
- Une dernière question, bien que liée aux précédentes, mérite cependant un examen particulier, celle des modes de vie. Elle peut être posée de façon caricaturale en supposant que les deux questions précédentes sont résolues. Quand bien même nous disposerions d'une énergie abondante, et donc bon marché, sans effet externe majeur, et d'un pouvoir d'achat en hausse constante, est-il pour autant certain que nous-mêmes, et nos descendants, choisirions des modes de vie où la mobilité progresse de façon continue ? Finalement, à quoi ressemblera la mobilité dans les 30 ou 40 prochaines années ?

Pour répondre à toutes ces questions et donc dresser une prospective de la mobilité interurbaine à un horizon éloigné, nous commencerons par une ... rétrospective. Savoir ce qu'ont été les tendances des dernières décennies est indispensable pour comprendre ce que pourraient être les tendances, et sans doute les inflexions, voire les ruptures futures. Ce coup d'œil dans le « rétroviseur », nous le développerons en abordant les dimensions macroéconomiques du couplage entre croissance économique et mobilité (Livre Blanc de la Commission Européenne, 2001), mais aussi en rappelant les fondements microéconomiques, ceux qui éclairent les comportements individuels (1).

La deuxième partie se penchera ensuite sur ce qui est apparu jusqu'à l'heure actuelle comme des invariants et sur les mécanismes de saturation qui pourraient les remettre en cause. Si nous ajoutons à ces phénomènes spontanés de saturation les politiques de « mitigation », nécessaires pour faire face aux contraintes énergétiques, environnementales et économiques, nous aboutissons à des scénarios prospectifs qui ne sont pas forcément le décalque des tendances passées (2).

1. LE COUPLAGE ENTRE CROISSANCE ECONOMIQUE ET MOBILITE : DE L'EVIDENCE MACROECONOMIQUE AUX FONDEMENTS MICROECONOMIQUES

De nombreux travaux rétrospectifs montrent que la mobilité des personnes (et des marchandises) est étroitement corrélée à la croissance économique. C'est ainsi qu'est née la notion de couplage (*coupling*) entre mobilité et niveau de vie. A l'échelle macroéconomique, celle des nations, comme au niveau microéconomique, celui des choix individuels, il serait impossible de séparer la hausse du niveau de vie de celle de la mobilité. En présentant les fondements de ce couplage, nous allons mettre en lumière les facteurs clés de la demande de transport, et notamment de la demande de mobilité interurbaine des passagers. Nous présenterons ces facteurs sous l'angle macroéconomique (1.1), puis micro-économique (1.2).

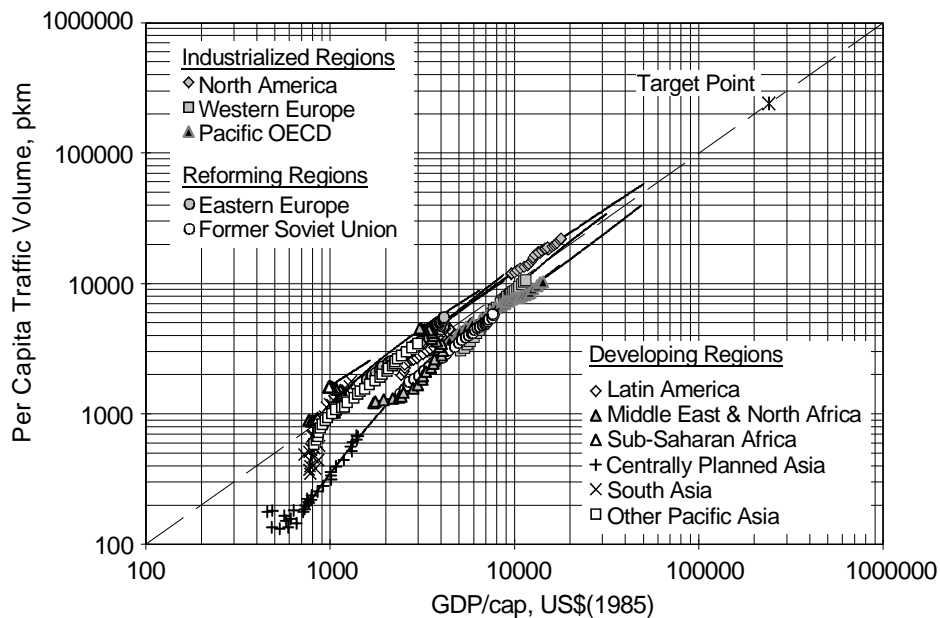
1.1. PIB par tête et demande de transport : La « loi d'airain » du couplage

Lorsque les économistes insistent sur le fait que le couplage est un invariant de l'histoire économique des dernières décennies, quels que soient les pays étudiés, ils ne font que souligner le rôle de facteurs clés que sont la croissance économique d'une part et le rôle clé de la vitesse d'autre part, c'est-à-dire de l'offre du système de transport et notamment de ses capacités techniques. Aussi, nous commencerons par rappeler l'évidence du couplage avant de montrer qu'au facteur clé qu'est la croissance économique, il faut immédiatement en ajouter un autre, les changements de structure dans l'offre de transport.

1.1.1. Le couplage entre croissance économique et mobilité : état des lieux

Schäfer et Victor (2000), après un minutieux travail de collecte de données, ont formalisé dans la Figure 1 ci-dessous, la relation directe entre croissance économique et mobilité. En prenant comme artifice de présentation un PIB par habitant en dollars constants de 1985, ils ont pu construire un graphique où la première bissectrice donne une équivalence surprenante entre niveau du PIB et mobilité totale annuelle par tête. La plupart des pays se trouvant situés proches de cette première bissectrice, ou s'en rapprochant avec le temps (de 1960 à 1990), on pourrait presque dire « dis moi quel est le PIB par habitant d'un pays et je te dirai la distance moyenne parcourue annuellement : un kilomètre par dollar de PIB/habitant ! ». Comme le graphique est construit en coordonnées logarithmiques, nous pouvons directement en déduire une élasticité distance/PIB d'une valeur de 1. Toute croissance de x % du PIB par tête s'accompagne d'une croissance de x % de la distance parcourue annuellement.

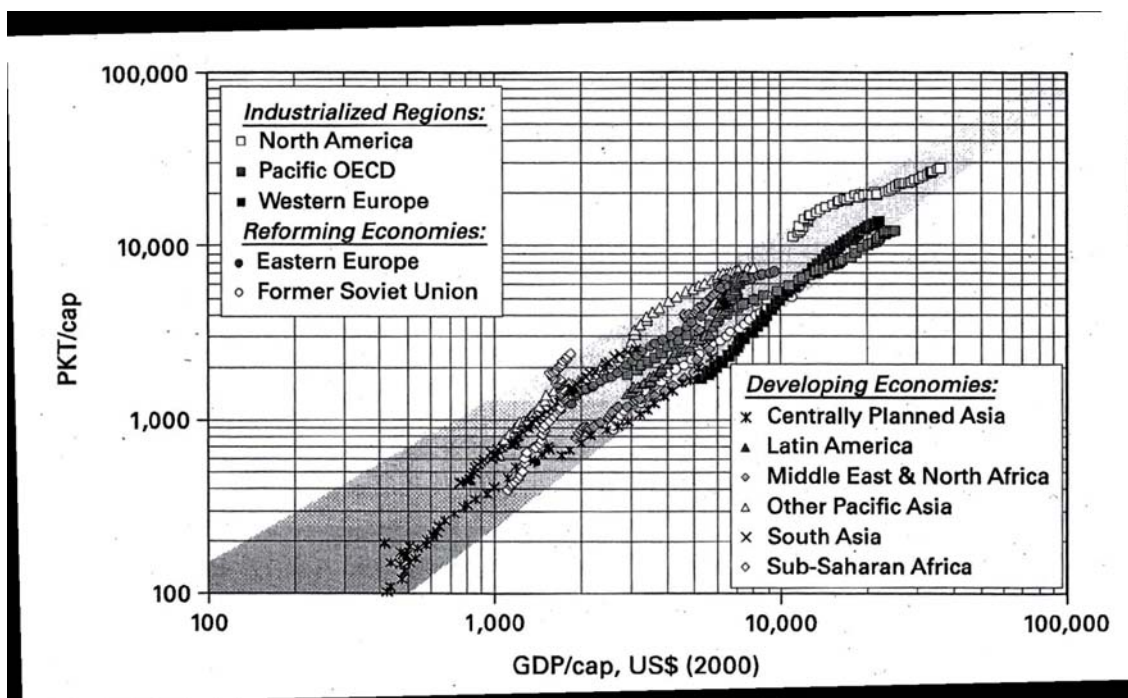
Figure 1. Mobilité totale en passagers-kilomètres par an
(Données 1960-1990 ; Tendances 1960-2050)



Source : Schäfer and Victor (2000); economic growth rates based on IPCC IS92a/e scenario.

Dans un ouvrage récent (Schäfer *et al.* 2009), ces données ont été actualisées en rassemblant cette fois des données sur la mobilité des personnes allant jusqu'en 2005 comme on le voit dans la Figure 2 ci-dessous.

Figure 2. **Mobilité totale en passagers-kilomètres par an**
(Données 1950–2005 ; Tendances 2005-2050)



Source : Schäfer *et al.* (2009) *Transportation in a Climate-Constrained World*, MIT Press, 2009, p.36.

La comparaison entre la Figure 1 et la Figure 2 met d'abord en évidence la réalité du couplage et sa pérennité. Mais dans cette version, compte tenu d'un calcul des parités de pouvoir d'achat fondé sur les dollars constants de 2000, l'effet première bissectrice est gommé. Il devient plus difficile de déduire le niveau de mobilité annuel par tête du niveau de PIB par habitant. Ainsi, en prenant sur l'axe des abscisses un niveau de vie de 20 000 dollars, nous obtenons des niveaux de mobilité très variables, allant de 10 000 kilomètres par an pour les pays industrialisés de la zone « Asie-Pacifique », à 20 000 kilomètres par an pour l'Amérique du Nord. Par conséquent, il est plus difficile d'établir dans la Figure 2 un point cible, comme dans la Figure 1. Les auteurs le font pourtant dans le texte du chapitre 2 de l'ouvrage. Après avoir souligné les différences entre zones géographiques et le fait que le niveau de PIB n'explique pas la totalité du niveau de la mobilité, ils avancent néanmoins la possibilité d'un « point cible » qui pourrait correspondre à une distance annuelle de 289 000 kilomètres par an et par personne (180 000 miles par an ou 791 kilomètres par jour !), et à un niveau de vie de 289 000 dollars constants de 2000. Ce point où convergeraient les divers pays n'est pas, du point de vue économique, une aberration. Parmi les théoriciens de la croissance économique, l'idée selon

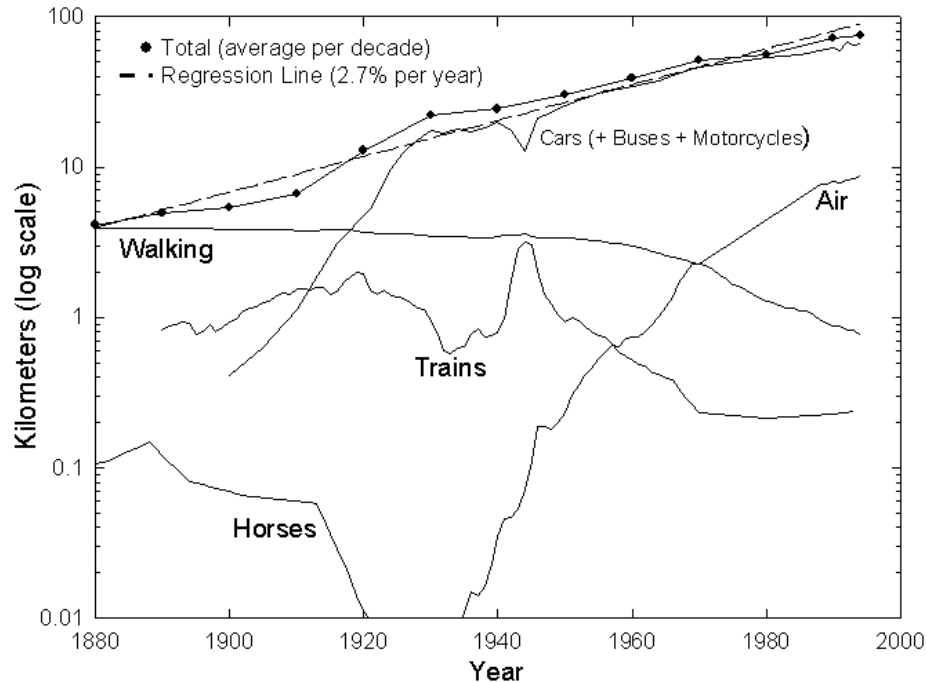
laquelle l'enrichissement est appelé à se généraliser à l'échelle du monde est une hypothèse fréquente (R. Solow). Bien sûr un niveau de PIB par habitant de près de 300 000 dollars constants de 2000 semble aujourd'hui extravagant, surtout au moment où le monde, et notamment les États-Unis, traversent une profonde crise économique. Mais ce serait possible si la croissance économique atteignait 3 pour cent par an pendant 75 ans, soit une multiplication par 8 du PIB par habitant, à peu près ce que les États-Unis ont connu au cours des 75 dernières années !

On reviendrait donc à la logique de l'alignement sur la première bissectrice. Mais les auteurs insistent sur le fait qu'il s'agit d'un monde hypothétique qui ne pourrait exister que si la vitesse moyenne porte à porte pour le transport aérien (incluant l'accès à l'aéroport et à la destination finale) atteignait 660 kilomètres par heure, au lieu de 270 aujourd'hui ! Et cela avec un budget temps de transport (BTT) de 1.2 heure pas jour. La question de la vitesse et des budgets temps de transport est donc centrale pour comprendre les tendances passées et les probables inflexions futures.

1.1.2. Le rôle clé de la vitesse et du système transport

Selon l'économiste français François Perroux, la croissance économique peut se définir de façon simple, c'est l'accroissement d'un indicateur comme le PIB, associé à des changements de structure. Or, ces changements de structure sont souvent oubliés, alors qu'ils jouent un rôle central dans le processus même d'accroissement du produit par tête. Ainsi, lors du processus d'industrialisation, la productivité globale ne progresse que parce que des secteurs à forte productivité voient leur part relative augmenter dans le produit global. Il en va de même en matière de mobilité comme le rappelle la Figure ci-dessous, illustrant le cas nord-américain au 20^{ème} siècle. Nous y observons une croissance régulière de la mobilité des personnes (+2.7 pour cent par an), qui est très proche de celle du PIB par habitant pour la même période. Mais si la distance quotidienne moyenne parcourue par un Américain est passée de 4 kilomètres en 1880 à près de 80 kilomètres aujourd'hui (Schäfer 2009), c'est parce que les modes rapides se sont progressivement substitués aux modes lents, ce qui a permis une multiplication par 20 de la distance moyenne annuelle par tête.

Figure 3. **Évolution des distances parcourues en kilomètres par personne et par jour depuis 1800 aux États-Unis**

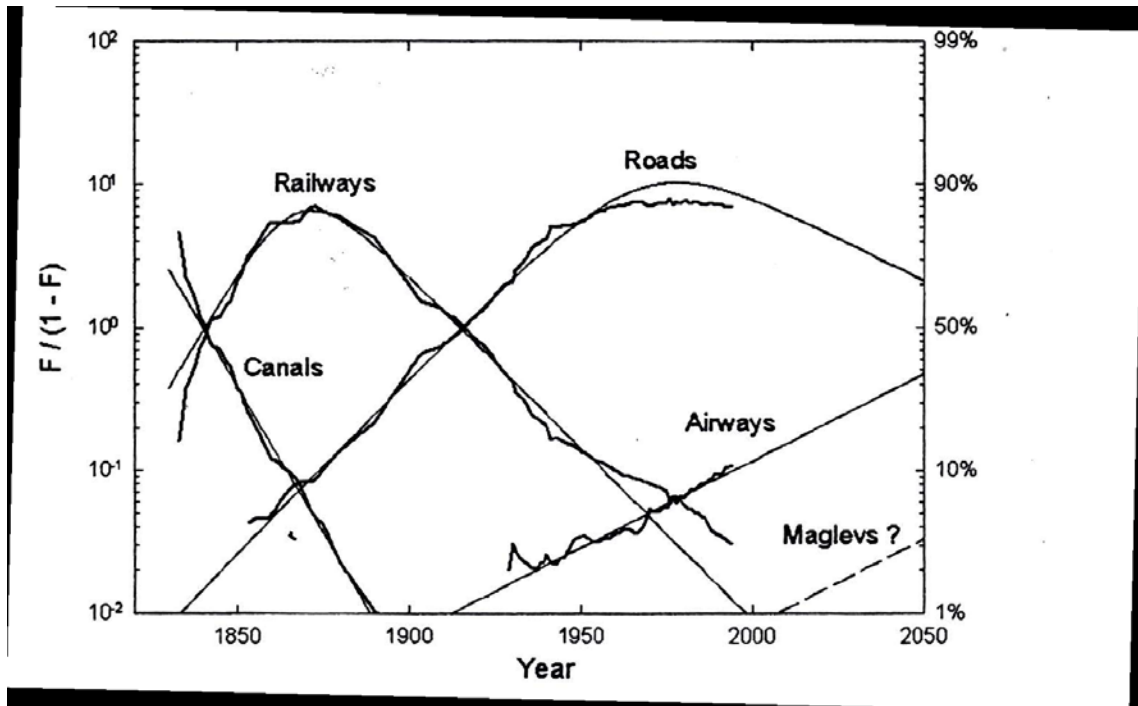


Source : Ausubel J.H., C. Marchetti, P.S. Meyer.

La constance du couplage suppose donc des changements structurels permanents. Si la distance moyenne parcourue par chaque Américain a pu progresser régulièrement, c'est parce que l'automobile a progressivement remplacé le train, mais aussi la marche à pied et les voitures à cheval. La mise en place d'un vaste réseau routier, puis autoroutier, a joué dans ce sens un rôle clé. Il ne suffit pas que les voitures soient capables de rouler vite pour que la vitesse de déplacement augmente, il est encore nécessaire que les infrastructures de transport soient adaptées aux nouvelles capacités des véhicules.

Dans cette perspective de changement de structure permanent, l'obsolescence relative qui a frappé les chemins de fer au début du 20ème siècle est peut-être en train de toucher l'automobile. Dans de nombreux pays développés, les distances parcourues en voiture particulière n'augmentent plus. Non pas parce que la mobilité totale a diminué, mais parce qu'une partie des déplacements s'est reportée sur des modes plus rapides comme les trains à grande vitesse (TGV) ou les avions. Ainsi, le développement de la part relative du transport aérien, esquissé dans la Figure 1, a été théorisé comme une tendance structurelle par Ausubel qui insiste pour sa part sur le rôle potentiel des trains à sustentation magnétique¹. Car s'il faut continuellement développer les modes les plus rapides, alors l'histoire des modes de transport pourrait être représentée comme une succession de vagues technologiques. A chaque nouvelle vague, un mode de transport nouveau verrait croître sa part de marché, au détriment de la part de marché des autres modes, plus lents. Puis ayant atteint un certain niveau de développement, ce mode cèderait à son tour sa place à un autre, plus rapide.

Figure 4. Longueur totale des infrastructures de transport aux États-Unis en part de marché



Source : Grübler 1990 (une ligne aérienne est considérée comme une infrastructure de transport).

Chaque nouveau mode de transport permet d'aller plus vite que le précédent. Il accroît de ce fait le volume total de trafic. Ce mécanisme résulte d'une hypothèse implicite qu'il est préférable de rendre explicite : la relative constance des budgets temps consacrés à la mobilité. Car pour que la hausse des vitesses moyennes de déplacement débouche effectivement sur un accroissement du trafic total, il faut supposer que les gains de temps sont au moins en partie réinvestis en distance supplémentaire. Cette hypothèse de quasi-constance des budgets temps est connue, en matière de mobilité quotidienne, sous le nom de conjecture de Zahavi, laquelle ne s'intéresse pas directement à la mobilité interrégionale qui nous occupe ici. Mais nous pouvons nous servir de cette conjecture comme outil de compréhension. Sans que nous soyons pour l'instant capable de donner une explication à ce phénomène, force est de constater qu'un couplage étroit entre croissance économique et mobilité équivaut à une hypothèse de réinvestissement des gains de vitesse en accroissement tendanciel de la portée des déplacements (Crozet 2005).

De la relation entre la distance parcourue et le PIB, nous pouvons donc passer à une autre, la relation entre la vitesse et le PIB. Si, comme le fait A. Schäfer, nous partons de l'hypothèse que le budget temps total consacré aux transports ne diminuerait pas, voire pourrait augmenter légèrement, de 1 à 1.2 heure par jour, la croissance économique s'accompagnerait d'une croissance de la vitesse moyenne de déplacement. Dans le cas du point cible mentionné plus haut (289 000 kilomètres par an pour 289 000 USD de PIB par habitant), Schäfer *et al.* envisagent une élasticité de vitesse/PIB qui serait proche de 1.

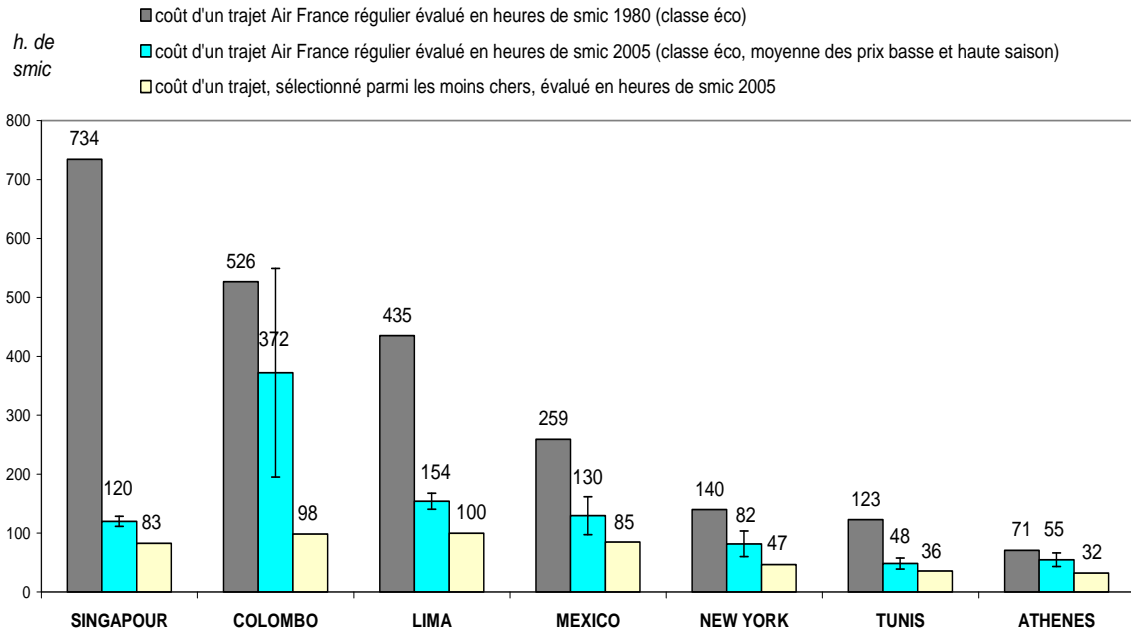
Nous sommes ici en présence de la relation macroéconomique clé pour comprendre comment le couplage s'est imposé au cours des dernières décennies, et comment il pourrait être remis en cause dans les décennies à venir. Quel sera en effet dans l'avenir la relation entre la vitesse moyenne de déplacement et le PIB ? Verra-t-on se réduire progressivement l'élasticité vitesse-PIB pour aboutir à un certain découplage, ou restera-t-on dans la logique des dernières décennies, marquée par une élasticité proche de 1 ? Pour répondre à cette question, nous devons introduire de nouveaux facteurs déterminant la demande de transport, dont le coût, ou le prix de la mobilité, à l'interface entre macro et microéconomie.

1.1.3. Effet prix et effet revenu : du coût monétaire au coût généralisé du transport

Le point cible évoqué par Schäfer et Victor correspond à une distance totale de plus de 700 kilomètres par jour et par personne ! Même si de telles situations existent déjà pour quelques personnes utilisant souvent l'avion², on peut se demander s'il est bien réaliste d'envisager une généralisation d'un tel mode de vie. Cela pour la simple raison que le transport représente un coût pour les individus mobiles, un coût monétaire et un coût en temps, mais aussi un coût pour la collectivité, qui doit souvent subventionner les infrastructures, voire parfois l'exploitation courante.

En ce qui concerne le coût monétaire, Schäfer *et al.* insistent sur la baisse tendancielle des coûts de transport. Pour le chemin de fer, le coût d'un kilomètre est passé de 20 cents à 5 cents (USD constant de 2000) de 1882 à 2002. Cette division par 4 en valeur réelle doit être rapprochée de la multiplication par 10, dans le même temps, du PIB par tête. Ainsi, le coût ressenti de la mobilité a énormément diminué. Cette combinaison d'effet prix et d'effet revenu a été un puissant facteur d'accroissement de la mobilité. On retrouve la même logique dans la Figure 5, qui montre pour la France, l'évolution du prix d'un billet d'avion exprimé en nombre d'heures de travail nécessaires pour une personne recevant le salaire minimum.

Figure 5. **Prix des billets d'avion au départ de Paris pour diverses destinations en équivalent heures de SMIC (1980–2005)**



Extrait du travail de thèse "Optimisation Spatio-Temporelle des Déplacements Touristiques", v. Bagard, LET 2005

On constate que le nombre d'heures de travail nécessaires pour acheter un vol type a sensiblement diminué. La baisse la plus spectaculaire est celle du vol en classe économique vers Singapour, passée de 734 à 120 heures de salaire minimum en France (SMIC). La baisse est moins forte pour Colombo, destination moins prisée pour laquelle les différences de prix entre haute et basse saison restent très fortes, au point, dans certains cas, d'annihiler la baisse tendancielle. Il est également intéressant de noter sur cette Figure que des compagnies concurrentes d'Air France existent, offrant des prix inférieurs et conduisant pour Singapour à une division par presque 10 du coût en heures de travail d'un billet pour Singapour.

Nous avons donc là un puissant facteur de développement du transport aérien, d'autant que ce dernier est relativement peu gourmand en subventions publiques. La plupart des grands aéroports sont rentables. Les redevances aéroportuaires et « en route » couvrent assez largement les dépenses publiques engagées pour le transport aérien. Il n'en va pas de même pour le transport ferroviaire et notamment la grande vitesse. Le fait que le train réclame une lourde infrastructure au sol, ce qui n'est pas le cas de l'avion, pose un épineux problème aux finances publiques. Nous y reviendrons dans la deuxième partie. Si le développement de la vitesse demande des investissements lourds en infrastructure, où trouver l'argent ? Et jusqu'où en reporter la charge sur les usagers ? Le subventionnement des transports publics, qui est la règle en zone urbaine, doit-il se généraliser aux déplacements interurbains ? Il n'est donc pas possible de s'intéresser à l'élasticité distance-PIB ou vitesse-PIB sans se soucier de la question du coût, pour les usagers et pour les finances publiques (Crozet 2007).

A côté du coût monétaire, la seconde composante du coût généralisé doit être prise en compte, à savoir le coût du temps passé dans les transports. Ainsi, en reprenant le point cible de Schäfer, qui peut servir ici d'illustration extrême, faire plus de 700 kilomètres par jour suppose bien sûr de disposer de modes de transport offrant des vitesses très élevées. Mais les 660 km/heure porte à porte risquent d'être difficiles à atteindre. Il faudrait donc envisager une hausse significative du budget temps consacré au transport. Pour fonder une réflexion prospective sur la mobilité interurbaine, nous ne pouvons donc pas nous contenter des corrélations rétrospectives entre croissance économique et mobilité. Nous devons chercher ce qui pourrait remettre en cause les tendances passées, et pour cela nous devons mieux comprendre les comportements individuels. Pourquoi l'enrichissement nous conduit-il à accroître notre mobilité, y compris éventuellement notre BTT ? Et quels sont les mécanismes qui pourraient remettre en cause cette tendance ?

1.2. Quand le temps devient la « ressource la plus rare » : la « loi d'airain » de la décroissance des utilités marginales

Un des principaux effets de la hausse du pouvoir d'achat est de nous donner accès à un nombre croissant de biens et de services. Mais le fait de repousser toujours plus les limites de la rareté n'a pas fait disparaître les problèmes d'arbitrage qui sont au principe même de la science économique. Définie par Milton Friedman par le célèbre aphorisme « *no free lunch* », la science économique ne perd pas ses droits quand règne l'abondance. Tout au contraire dans la mesure où le fait même que nous ayons à notre disposition une multitude de biens et de services va nous obliger à faire des choix, et donc à abandonner certaines options au profit d'autres. Quels sont, en matière de mobilité interurbaine, les facteurs qui orientent la demande de transport ?

1.2.1. Intensification de la consommation et croissance de la mobilité

La mobilité et les choix qui lui sont liés posent à l'économiste des problèmes particuliers. Le premier est lié au fait que le transport n'est pas en principe demandé pour lui-même. La demande de déplacement est une demande dérivée, c'est une consommation jointe qui a un caractère secondaire par rapport à l'activité qui lui est liée. Généralement, on ne se déplace pas pour se déplacer, on se déplace pour réaliser une activité. Mais le qualificatif secondaire est sans doute trop réducteur pour comprendre la demande de mobilité. Il serait plus juste de dire que le déplacement est subsidiaire au sens où il apporte quelque chose de plus à l'activité, simplement parce qu'il la rend possible. Il n'est donc pas inutile d'étudier la demande de déplacement en elle-même, en tenant compte notamment des coûts qu'elle engendre comparés à l'utilité qu'elle procure. Ce qui peut être étudié de deux façons.

Dans la perspective microéconomique traditionnelle du choix du consommateur, il est d'usage de distinguer les biens dits « inférieurs », « normaux » et « supérieurs ». Ces catégories aident à caractériser les préférences les plus couramment observées. Lorsque le revenu augmente, ainsi que l'ont montré il y a plus de 100 ans, E. Engel puis H.H. Gossen, la consommation de biens « inférieurs » diminue relativement aux autres. Symétriquement, le poids des biens « supérieurs » va aller croissant dans le budget des ménages. Il en va ainsi par exemple des dépenses pour la santé ou l'éducation qui finissent par croître plus vite que le revenu par opposition aux dépenses alimentaires, qui progressent beaucoup moins vite. Les dépenses liées à la mobilité se situent traditionnellement entre ces deux extrêmes et relèvent plutôt des biens dits « normaux », ceux dont la consommation

progressive à peu près comme le revenu. C'est exactement ce que nous dit la Figure de Schäfer et Victor, en raisonnant non pas en termes de part du revenu, mais en termes de distance parcourue, la demande de mobilité, bien normal, augmenterait exactement au même rythme que notre revenu !

- Comme nous l'avons déjà indiqué, cette tendance pose pourtant un autre problème d'arbitrage si, à l'instar de G. Becker ou de S. Linder, nous étendons le raisonnement microéconomique à cette ressource rare qu'est le temps. Si la progression moyenne des vitesses permet de faire croître les distances parcourues comme le revenu, sans toucher au budget temps de transport, alors l'arbitrage semble aisé, en faveur du *statu quo* que représente l'hypothèse de constance des BTT. Les choses sont pourtant un peu plus compliquées qu'il y paraît, car l'abondance de biens et de services ne s'accompagne pas d'un accroissement du même ordre de la quantité de temps dont nous disposons. En d'autres termes, le temps étant une ressource rare dont la valeur croît avec le revenu, la composante temporelle du coût généralisé du transport augmente avec le revenu. Cet accroissement du coût devrait jouer contre la hausse de la mobilité, sauf si cette dernière apporte des gains d'utilité supérieurs à la hausse du coût.

Nous devons donc nous intéresser aux gains d'utilité issus d'une mobilité accrue. Pour cela, tournons-nous vers les enseignements de S. Linder. Pour lui, la « classe de loisir » n'est pas celle que Th. Veblen avait décrite au début du 20^{ème} siècle. Les riches oisifs sont en réalité, comme les autres, et même plus encore, confrontés à la nécessité d'arbitrer en permanence entre diverses options. La rareté relative du temps, comparée à la masse des revenus disponibles, est pour eux le souci majeur. L'enrichissement général a étendu ce type de problèmes à une large part de la population des pays développés, y compris aux actifs, au point que le temps est devenu la « ressource la plus rare ». Comme nous le rappelions précédemment, au cours du 20^{ème} siècle, le revenu moyen a été multiplié par 8 ou 10, voire plus, dans de nombreux pays industrialisés, alors que la durée de la vie n'a augmenté que d'un tiers. Les consommateurs que nous sommes sont donc confrontés à une concurrence de fait entre les biens et les services rendus accessibles par la hausse du revenu. Or de nombreux biens et services demandent du temps pour leur usage. Pour résoudre cette équation nous devons augmenter tendanciellement le ratio « quantité de biens et services utilisés par heure disponible », ce qui revient à nous orienter vers des modes de vie de plus en plus intensifs.

Dans cette perspective, les moyens de transport, notamment les modes rapides vont devenir un puissant facteur d'intensification de nos consommations. Non seulement parce que le transport lui-même est un service, mais parce qu'il donne accès à une palette beaucoup plus large de biens et de services. Le développement du tourisme, notamment pour les destinations exotiques, illustre parfaitement cette situation. En prenant quelques jours de vacances au bord de la Méditerranée, voire beaucoup plus loin, outre Atlantique ou aux Iles Maldives, nous donnons à nos programmes d'activités une intensité sans comparaison avec ce que peut nous apporter une visite chez les cousins du village voisin ! Cette mobilité liée aux loisirs s'appuie sur les mêmes déterminants que la mobilité professionnelle, seconde composante clé de la mobilité interurbaine de voyageurs. Dans les deux cas, les processus d'intensification sont à l'œuvre et se renforcent mutuellement. L'intensification des activités de loisir (faire plus en moins de temps) devient le pendant de l'intensification de l'activité professionnelle sous sa forme classique de hausse de la productivité. Ces deux mouvements se rejoignent pour soutenir la croissance économique, comme pour bien rappeler que le couplage n'est pas seulement un phénomène causal allant de la croissance à la mobilité. La relation opposée est aussi valide.

Si nous nous penchons sur quelques indicateurs de nos activités de loisirs, les chiffres parlent d'eux-mêmes.

- Au cours des années 90, le poste « Loisir et Culture » dans les dépenses courantes a augmenté de 16 pour cent en Grande-Bretagne, de 13 pour cent aux États-Unis, de 2 pour cent aux Pays-Bas et de 1 pour cent en France. Certaines activités très liées au loisir comme les parcs d'attraction, les centres de loisir et surtout le transport aérien se développent rapidement. Il en va de même pour les voyages organisés et toutes les formes modernes d'un tourisme qui implique le recours systématique à des activités marchandes. Le résultat le plus significatif en est la croissance du nombre d'emplois directement ou indirectement liés aux loisirs.
- Ainsi le temps de loisir ne s'inscrit pas, pour la grande majorité, dans une rupture avec la société de consommation. Si J. Dumazedier avait raison de souligner que le loisir était produit par la baisse tendancielle de la durée du travail, nous ne voyons pas se réaliser ce qu'il annonçait en matière de « civilisation des loisirs ». Si la durée de travail a en moyenne diminué à l'échelle d'une vie, nous n'avons pas pour autant l'impression de disposer de plus de temps. Au contraire, l'abondance des biens et services disponibles, la diversification croissante des choix possibles mettent sous pression nos budgets temps !
- La notion même de budget temps souligne la prégnance de la logique économique dans nos comportements. Même si un philosophe comme P. Sansot fait l'éloge de la lenteur et invite à ne pas nous laisser dévorer par la course contre la montre qu'est la vie moderne, il ne fait qu'un (modeste) succès de librairie. Comme le pressentait Linder, si nous avons affaire à une classe de loisir, il s'agit d'une « classe de loisir harassée », sautant d'une activité à l'autre, grâce à la mobilité.
- Ce qui se manifeste ici est la loi d'airain de la décroissance des utilités marginales. Une loi d'airain qui s'aiguise avec la hausse des revenus. Plus notre pouvoir d'achat est élevé en effet, plus vite se réduit l'utilité marginale d'une activité donnée puisque d'autres activités concurrentes existent, rendues accessibles par la hausse du revenu. Et pour accéder à ces activités potentielles, le transport est une condition permissive, surtout si sa vitesse augmente et que son prix relatif baisse.

Il n'est donc pas surprenant que la mobilité progresse peu ou prou comme notre revenu, elle n'est que la condition permissive du développement de l'économie de la variété (R. Gronau 1975). Notons d'ailleurs que le même mouvement, symétrique, anime les passagers et les voyageurs. Lorsque ce ne sont pas les voyageurs qui se déplacent pour consommer tel ou tel bien ou service, ce sont les marchandises qui se rapprochent des consommateurs grâce à une mobilité qui n'est pas moindre que celle des voyageurs, bien au contraire !

1.2.2. Offre de vitesse et optimisation des programmes d'activités

Le développement de la mobilité est donc un sous-produit logique de la hausse des revenus. L'accroissement des vitesses est une réponse cohérente à la recherche d'une consommation de plus en plus variée et intensive. Mais l'intensification fait à son tour peser sur les programmes d'activités des contraintes particulières liées à la hausse tendancielle de la valeur du temps. Lorsque le revenu augmente en effet, et plus rapidement que la quantité de temps disponible, la valeur du temps augmente également ce qui signifie que le budget temps que nous sommes prêts à consacrer à chaque activité est potentiellement réduit. Prenons un exemple. Si, alors que l'on passe 4 heures par jour à

lire, on achète une télévision ou un ordinateur connecté à internet, l'utilité des écrans va être comparée avec celle de la lecture. Le temps de lecture risque fort de diminuer fortement comme on le constate aujourd'hui chez les enfants et adolescents.

Le problème clé des individus dans le monde moderne est donc celui de la gestion du temps. Comment affecter cette ressource rare aux différentes activités ? Une première solution consiste bien sûr à accroître le temps total disponible, par exemple en réduisant le temps de sommeil ou la durée des activités considérées comme les moins intéressantes. Les enquêtes sur les modes de vie nous apprennent ainsi que notre temps de sommeil moyen a été diminué d'une heure environ en moins d'un siècle. Mais comme le prévoyait S. Linder, nous avons aussi fortement réduit le temps consacré aux activités d'entretien de la maison et des biens à notre disposition. Le nombre de biens à notre disposition est tel que nous ne pouvons consacrer beaucoup de temps à chacun³.

Peut-on alors appliquer ce raisonnement au temps de transport ? Puisque le temps est une ressource rare, ne pourrions-nous pas réduire notre mobilité, afin de gagner du temps et d'accroître l'utilité de nos activités ? C'est le conseil donné par tous ceux qui font « l'éloge de la lenteur », donner du temps au temps, laisser à chaque activité le temps de son déploiement et éviter le zapping entre de multiples activités successives. Même si cela apparaît comme du bon sens, il faut bien comprendre que faire l'éloge de la lenteur ou de la durée comme le fait le romancier Milan Kundera, c'est remettre en cause l'hypothèse centrale en microéconomie de décroissance des utilités marginales. Ce qui n'est pas rien, car le raisonnement inverse consiste à considérer que l'utilité marginale augmente ou à tout le moins ne diminue pas avec la durée d'une activité. Cela est-il réaliste lorsque le niveau de vie augmente ? Pour répondre à cette question, il est impératif de ne pas oublier que le transport est une demande dérivée, une consommation jointe associée à d'autres activités. Ce qui est en jeu n'est donc pas d'abord la mobilité en tant que telle, mais la diversification croissante des activités.

Aussi, pour l'heure, ce que nous observons n'est pas la réduction des budgets temps de transport, mais la réduction de la durée moyenne de chacune de nos activités. Nous faisons plus de choses, en passant moins de temps pour chacune d'elle. Mais le temps consacré au transport ne baisse pas, car son maintien est, avec les gains de vitesse, la condition même de la croissance du nombre d'activités. Nous allons le montrer en prenant l'exemple des loisirs, qui sont un puissant facteur de hausse de la mobilité interurbaine.

1.2.3. Hausse des valeurs du temps et baisse des temps moyens d'activités : un puissant facteur de mobilité à grande distance

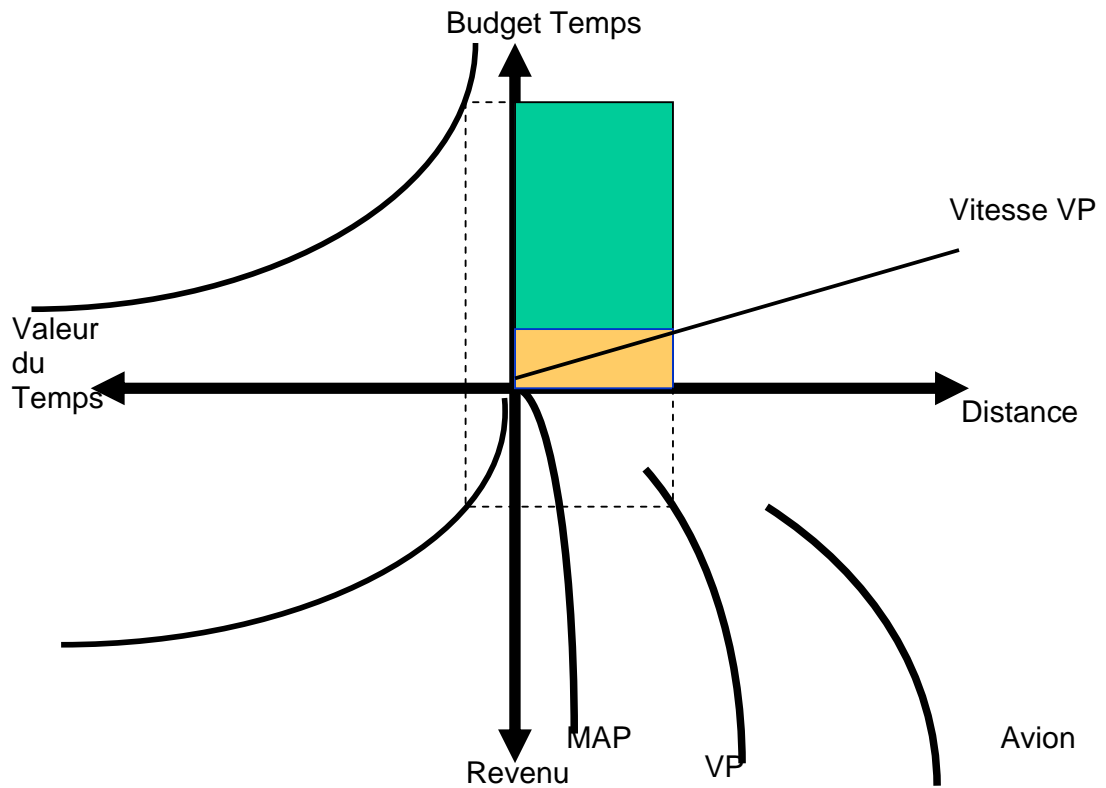
Plus loin, plus vite, plus souvent, moins longtemps. Telles sont, résumées en quelques mots, les tendances de fond de l'évolution de nos comportements en matière de loisir. Les spécialistes de la question (J. Gershuny, F. Potier, J. Viard) le montrent au fil de leurs travaux. Les départs en vacances sont plus fréquents, mais les séjours sont plus courts, alors que les lieux de destination sont plus éloignés. Comment expliquer ce paradoxe et cette diversification des destinations couplée à une réduction de la durée des séjours ?

Le fait que nos comportements de loisir s'orientent vers un raccourcissement des durées de séjour, paradoxalement concomitante à un allongement des distances parcourues n'est qu'un des aspects du développement de l'économie de la variété (Gronau & Hamermesh 2001). Le propre des modes de vie moderne, et ce qui les rend plus attractifs que les formes précédentes est l'incroyable diversité des biens et services qui nous sont offerts. Mais face à cette variété, nos choix résultent de la

combinaison simple de quelques variables clés. Le niveau de revenu et la valeur du temps se combinent en effet avec les vitesses offertes par les différents modes de la façon présentée sur la Figure 6⁴. Les axes de cette Figure reprennent les quatre variables clés :

- l'axe Sud indique le niveau de revenu ;
- l'axe Ouest représente la valeur du temps ;
- l'axe Est indique la portée moyenne des déplacements ;
- l'axe Nord s'intéresse à la durée totale du séjour.

Figure 6. **Les variables clés de la durée des séjours de vacances**



Source : d'après V. Bagard 2005.

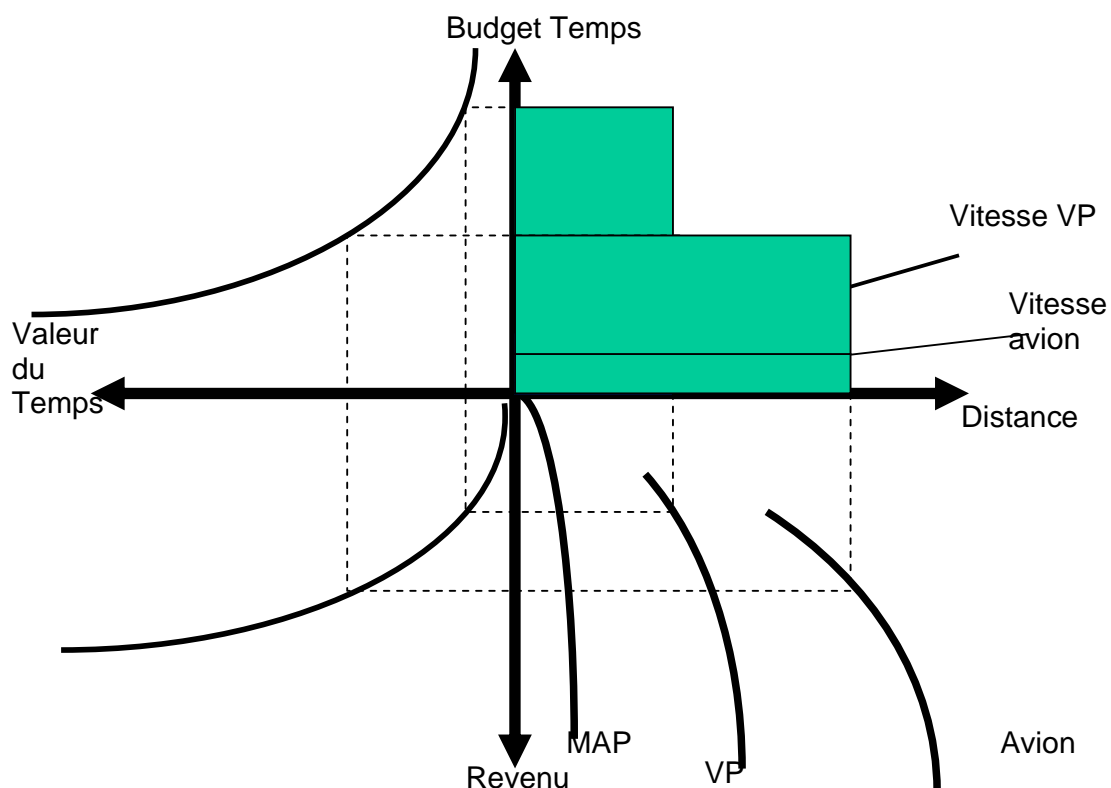
A la rencontre des couples d'axes, chaque quadrant indique les relations types entre les variables.

- Le quadrant Sud-Ouest fait l'hypothèse que la valeur du temps augmente avec le revenu, et cela de façon exponentielle. En d'autres termes, plus nous sommes riches et plus le temps est rare, et cher !

- Le quadrant Nord-Ouest est une implication logique du précédent. Si les revenus augmentent et la valeur du temps également, alors le budget temps que nous consacrons à chaque activité, ici à chaque déplacement de loisir, aura tendance à diminuer, car la concurrence entre les diverses activités potentielles fera décroître plus rapidement l'utilité marginale de chaque activité prise séparément.
- Le quadrant Sud-Est montre ce que sont les offres de vitesse moyenne des différents modes de transport, représentées ici par la portée moyenne des déplacements possibles avec un mode donné. Ainsi la marche à pied offre peu de possibilités, quel que soit le niveau de revenu. Par contre, la hausse des revenus donne accès progressivement à des modes de plus en plus chers, mais de plus en plus rapides : automobiles, TGV, avion...
- Le quadrant Nord-Est schématise le résultat de l'interaction entre les différentes variables pour aboutir à une durée moyenne de séjour qui résulte du niveau de revenu, des valeurs du temps, et des vitesses, et donc de la portée des déplacements accessibles. Tout cela en lien avec un ratio qui révèle que le temps de transport représente une certaine partie du temps total de séjour.

Les faits stylisés que résume la Figure 6 sont typiques de ce qu'étaient les vacances des familles dans les années 1960 ou 1970 : le recours à l'automobile pour des séjours relativement longs (2 à 3 semaines) dans le même lieu. La hausse des revenus et de la valeur du temps, conjuguée à une nouvelle offre de vitesse par les modes rapides, va progressivement modifier la donne comme le montre la Figure 7. L'accès à une vitesse accrue va d'abord se traduire par un allongement de la portée moyenne des déplacements. Les lieux de séjour vont devenir de plus en plus exotiques. Mais comme la hausse des vitesses se combine avec une hausse de la valeur du temps, et donc à une baisse de la durée moyenne des séjours, il va en résulter, non pas une baisse, mais une hausse du ratio temps de trajet sur temps total de séjour. Au risque de nous distinguer de l'hypothèse de constance de ce ratio (Mokhtarian 2004), les gains de vitesse se traduisent dans le domaine des loisirs par un poids croissants du temps de transport dans le temps total de l'activité. Compte tenu de l'utilité accrue retirée du déplacement à longue distance, on accepte une hausse du coût du transport et le BTT est poussé à la hausse. C'est une raison de plus pour que la rareté du temps s'aiguise avec la hausse de la vitesse et des revenus.

Figure 7. Les variables clés de la durée des séjours de vacances avec accès à l'avion



Source : d'après V. Bagard 2005.

Les professionnels, femmes et hommes d'affaires qui lisent ces lignes, ainsi que les universitaires comprennent bien de quoi il s'agit. Il leur arrive souvent aujourd'hui, grâce à la vitesse de l'avion, de faire en deux ou trois jours un aller et retour d'un bout à l'autre de l'Europe, voire de l'Europe aux États-Unis, pour un colloque, un séminaire ou un jury de thèse. Les déplacements d'affaires, qui sont, rappelons-le, inclus du point de vue statistique dans la catégorie générale du « tourisme », relèvent donc de la même logique que les vacances des familles : « plus loin, plus vite, plus souvent, moins longtemps » ! Cette tendance va-t-elle se poursuivre dans les années à venir ?

2. PROSPECTIVE DE LA MOBILITE INTERURBAINE : SATURATION ET MITIGATION AU SERVICE DU DECOUPLAGE ?

A l'heure où la question du développement durable s'impose au sommet de l'agenda, des politiques publiques comme des choix des firmes et des ménages, il est évidemment utile de s'interroger sur le caractère durable d'une mobilité qui ne ferait que croître.

Face à une telle question, une réponse simple est parfois apportée sous le nom de décroissance, ou croissance zéro. Ses partisans considèrent en effet que le couplage n'est pas seulement une corrélation, mais une causalité. La croissance économique serait l'origine de la croissance de la mobilité. Pour que cette dernière soit plus durable, il faudrait simplement en finir avec la croissance (Georgescu-Roegen 1979) ! Une telle vision peut paraître séduisante par la simplicité de son raisonnement, une simplicité qui confine pourtant au simplisme. L'histoire économique nous apprend en effet qu'une relation entre deux variables n'est pas forcément linéaire en longue période. C'est tout l'intérêt de la notion de développement durable, présentée par le rapport Bruntland, que d'avoir dépassé l'idée simpliste selon laquelle il faudrait arrêter la croissance pour résoudre les problèmes. Le développement durable ne rejette pas la croissance, il cherche, ce qui est plus difficile, à en moduler les impacts, comme le veut la notion de « mitigation » largement utilisée aujourd'hui dans les recherches sur les questions environnementales. Dans le champ des transports, la « mitigation » prend le nom de découplage (*decoupling*), ce qui revient à s'intéresser aux mécanismes qui pourraient faire en sorte que la relation entre croissance économique et mobilité des personnes ne soit plus linéaire. Conservons donc l'hypothèse d'une poursuite de la croissance économique, même si nous traversons actuellement une dépression de grande ampleur.

Le fait que la crise économique actuelle se traduise par une réduction des trafics aériens, mais aussi dans les trains à grande vitesse et même sur les autoroutes ne doit pas nous détourner de la nécessité d'une vision à long terme. Quand bien même nous connaîtrions une récession plus longue qu'espérée, et quand bien même la reprise serait-elle lente, débouchant sur une tendance de croissance durablement plus faible, il ne faut pas pour autant abandonner la réflexion sur le découplage. Ne serait-ce que parce que dans de nombreux pays du monde (Chine, Inde...) la croissance économique se poursuit et s'accompagne d'une forte demande de mobilité. Par ailleurs, l'offre de moyens de transport rapides (TGV, avion) continue à se développer. De nouvelles lignes ferroviaires à grande vitesse voient le jour dans de nombreux pays, et dans le secteur du transport aérien, des compagnies comme Ryan Air ou EasyJet continuent à augmenter leur trafic malgré la crise.

Du côté de l'offre, les facteurs de développement de la mobilité seront donc indéniablement présents dans les prochaines années. Mais d'autres facteurs pourraient contrecarrer la poursuite des tendances passées et éventuellement déboucher sur un certain découplage entre croissance économique et mobilité. Ces facteurs méritent d'être rappelés et mis en relation les uns avec les autres.

- Il y a d'abord le facteur environnemental et les engagements de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ils pourraient conduire à faire peser des contraintes plus lourdes sur les modes de transport les plus gourmands en énergie fossile fortement émettrices de CO₂.
- Très étroitement liées aux précédents, nous trouvons ensuite les politiques publiques. Par la tarification, la fiscalité ou la réglementation, elles peuvent jouer un rôle important, notamment en favorisant un report vers les modes de transport les moins émetteurs de pollution, mais aussi les moins gourmands en espace public, etc. Le report modal est en effet souvent souhaité pour réduire les impacts négatifs de la mobilité. Ce que nous aurions alors, ne serait pas un découplage absolu (croissance économique et stabilité de la mobilité), mais un découplage relatif issu d'un effet de structure favorable. La substitution de technologies nouvelles, plus propres, à celles qui prévalaient auparavant, autorisera une hausse de trafic accompagnée d'une réduction des effets externes du transport, notamment les émissions de CO₂. Outre la question du mode de transport, se pose aussi la question du coût de la mobilité. La hausse des prix de l'énergie, mais aussi des subventions moins généreuses ou des taxes nouvelles, par exemple sur le carbone, pourraient inciter à un certain découplage.
- L'évolution des comportements individuels enfin, sera décisive. En relation avec les politiques publiques, mais aussi du fait d'évolutions spontanées des préférences, que faut-il attendre du côté de la demande de mobilité ? Peut-on envisager une certaine saturation de la demande de transport interurbain ?

Nous commencerons par nous intéresser aux comportements individuels et aux phénomènes de saturation (2.1). Puis nous présenterons quelques scénarios mis au point pour la mobilité en France à l'horizon 2050. Nous obtiendrons ainsi des visions prospectives où se conjugeraient saturation et mitigation (2.2).

2.1. Découplage et saturation : vers une inflexion des préférences individuelles ?

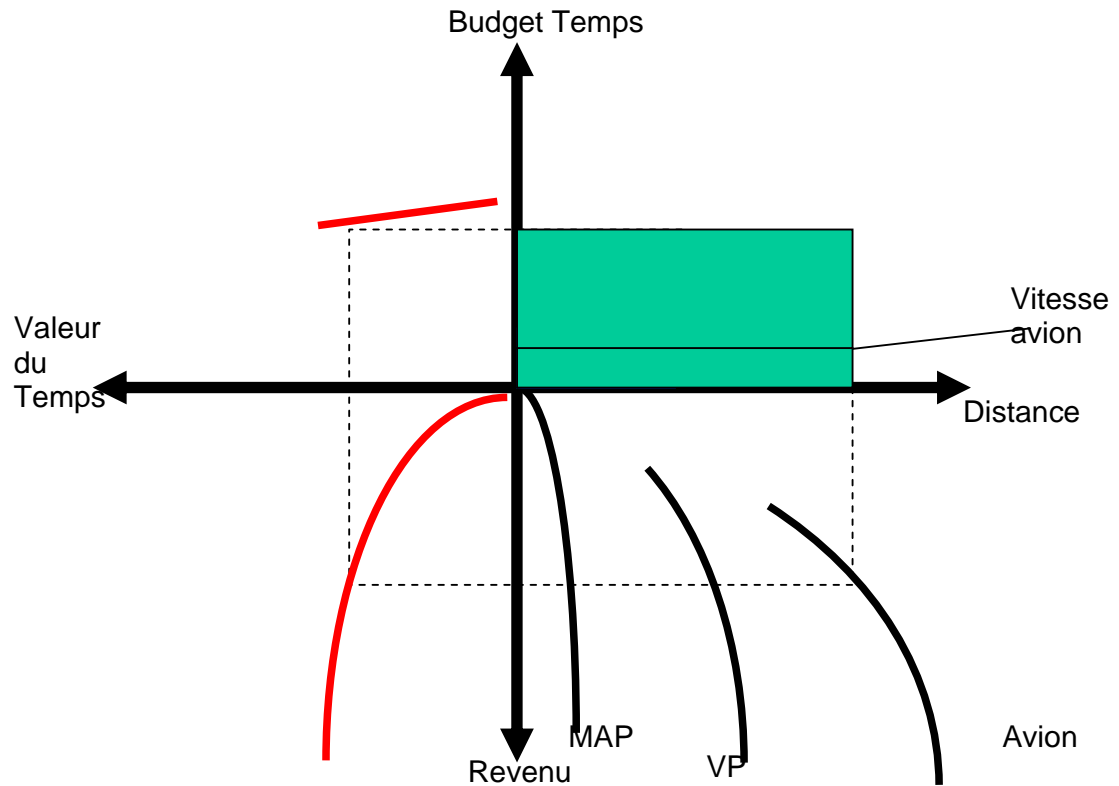
Prise au pied de la lettre, la formule « Plus loin, plus vite, plus souvent, moins longtemps ! » pose des problèmes logiques. La multiplication des activités conduit en effet à réduire tendanciellement le temps consacré à chacune, jusqu'à rendre ce dernier très bref. Si cela se traduit en outre par une croissance tendancielle du ratio temps de transport sur temps d'activité, on comprend aisément que la recherche d'utilité ne peut être une quête permanente de vitesse et de multiplication des activités. Ne serait-il pas alors possible d'imaginer un phénomène de saturation qui, en limitant le nombre d'activités, et donc de déplacements, pousserait à maintenir à chaque activité un temps minimum ? Nous serions alors en présence d'une logique de saturation dont on peut se demander si elle n'est pas déjà à l'œuvre dans les pays industrialisés, notamment en Europe, où le trafic automobile ne progresse pratiquement plus depuis le début des années 2000. Est-ce le premier signe d'un découplage lié à une saturation de la demande de mobilité ?

2.1.1. Les limites de la variété et de la fragmentation des programmes d'activités

Depuis la fin de l'année 2008, avec les effets de la crise économique, a été observée une réduction des voyages d'affaires. Dans de nombreuses firmes, on s'est efforcé de réduire les frais de déplacement et de substituer les communications et les visioconférences aux déplacements à grande distance. Avant même le déclenchement de la crise, des sociologues (S. Kesselring) avaient observé un certain « désenchantement » chez les grands mobiles professionnels. La multiplication des voyages d'affaires et le coût que cela représente en fatigue commence à devenir un problème spécifique de gestion des ressources humaines dans les entreprises. Au sein des Universités, on commence à pratiquer des soutenances de thèse pour lesquelles une partie du jury participe sous la forme de visioconférence. De la même manière, avec la crise économique, les agences de voyage et tour opérateurs ont constaté un tassement de la demande de voyages exotiques, et symétriquement, notamment en France, une préférence pour les destinations touristiques proches.

Cette inflexion dans la demande de transport à grande distance, observable dans la chute des trafics aériens, reste pour l'heure conforme aux faits stylisés présentés dans les Figures 6 et 7. La baisse des revenus se traduit logiquement par la réduction de la portée et de la vitesse moyennes des déplacements, tout en s'accompagnant d'une réduction de la valeur du temps et d'une remise en cause du morcellement des séjours. Dans ce cas de figure, nous sommes de fait toujours dans une logique de couplage, croissance économique et mobilité évoluent dans le même sens, à la hausse et à la baisse. La question est donc de savoir si la crise économique ne sera qu'une parenthèse ou si elle pourrait entraîner une modification durable des comportements, vers une certaine frugalité. Pourrait-on avoir dans l'avenir à la fois une hausse des revenus et une saturation de la mobilité ? La Figure 8 esquisse une réponse théorique à cette question. Nous y voyons que la question clé est celle de la valeur du temps et de son impact sur la tendance au morcellement des séjours.

Figure 8. **Revenu, vitesse et valeur du temps : une autre relation entre les variables ?**



Source : d'après V. Bargard 2005.

Si comme on le voit ci-dessus, la valeur du temps connaît une croissance non pas exponentielle, mais plutôt logarithmique par rapport au revenu, alors la relation entre valeur du temps et durée des séjours pourrait prendre une forme différente et connaître l'équivalent d'une durée minimum. Tout le problème est de savoir si une telle hypothèse est réaliste. Quels mécanismes pourraient conduire les habitants des pays développés à réduire la croissance de la mobilité et la diversification des activités qui lui est liée ? La réponse tiendrait dans les limites que rencontre le morcellement des programmes d'activités et le phénomène de « zapping » qui l'accompagne. Le vieillissement démographique pourrait être un facteur déclenchant d'une telle inversion de tendance. Mais il ne faut pas lier ce facteur aux moindres capacités physiques des personnes âgées. Tous les indicateurs vont au contraire dans le sens d'un accroissement de l'espérance de vie sans handicap. Et les retraités ne sont pas les derniers à utiliser la voiture, le train ou l'avion pour des déplacements à longue distance.

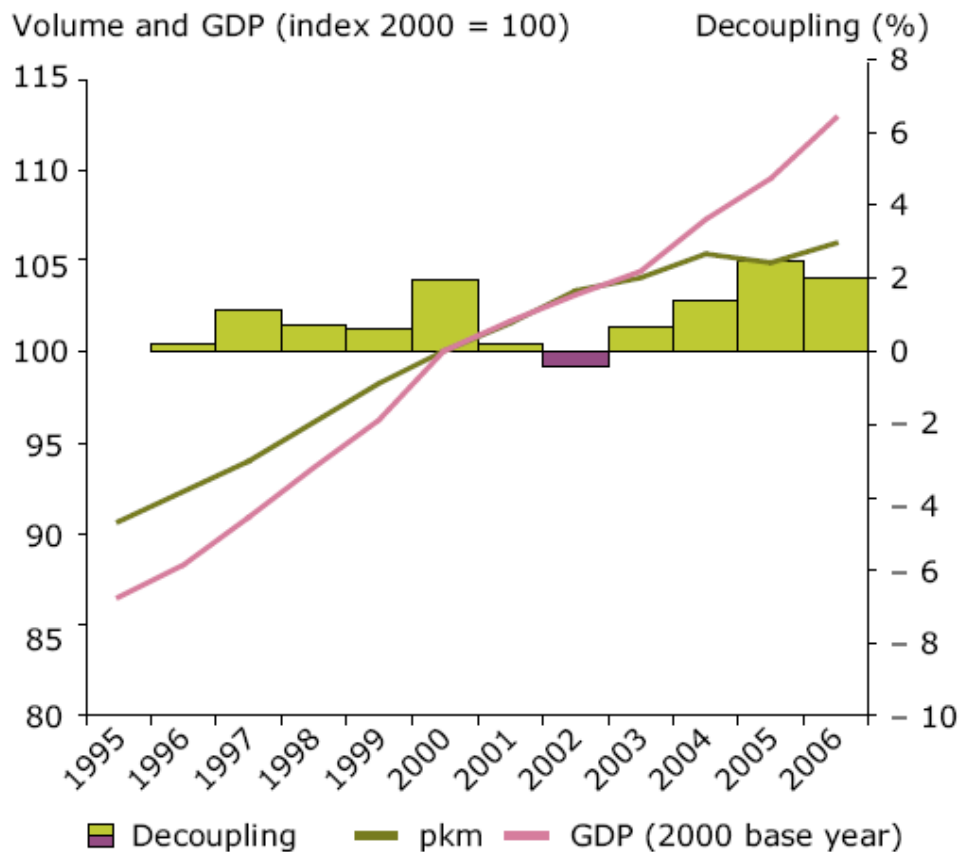
Ce qu'il faut envisager avec le vieillissement et l'enrichissement, c'est plutôt une certaine sagesse dans l'usage de son temps, par exemple sous la forme d'une remise en cause de la tendance à réduire la durée moyenne de chaque activité. L'intensification de la consommation pourrait se faire non pas en multipliant le nombre des activités, mais en donnant à chacune le volume de temps nécessaire à son déploiement. Comme le suggérait S. Linder, une attitude sage face à l'enrichissement tendanciel ne consiste pas seulement à faire croître toujours plus le ratio quantité de biens et services consommées

par heure. Pour certaines activités, ne pouvons-nous pas aussi chercher à préserver une valeur minimale au ratio nombre d'heures passées par quantité de biens ou services consommées ? La question mérite d'être posée pour les déplacements à grande distance, ceux où le temps de transport a tendance à empiéter de plus en plus sur le temps de séjour. Ce type de déplacement ne va-t-il pas se caractériser, pour ceux qui y ont déjà accès, par une saturation tendancielle ?

2.1.2. Un découplage déjà à l'œuvre entre PIB et mobilité des passagers ?

Une réponse positive à la question qui précède peut être avancée dans le cas des déplacements en voiture particulière. Si l'on en croit le dernier rapport de l'Agence Européenne de l'Environnement (EEA Report N° 3 - 2009), la mobilité des passagers serait entrée en Europe dans une phase de découplage que résume la Figure 9.

Figure 9. **Produit intérieur brut et mobilité totale des passagers en Europe**



La Figure 9 montre que pour les passagers, à la différence du fret, la croissance du PIB est le plus souvent sensiblement plus rapide que l'évolution du trafic global de passagers. La différence entre les deux confirme l'hypothèse de découplage, sauf pour l'année 2002 où il y a au contraire couplage.

Cette nouvelle donne de la mobilité des passagers s'explique principalement par une saturation relative. Le Tableau 1 le montre pour les grands pays de l'Union Européenne. Le trafic domestique plafonne depuis le début des années 2000, en Allemagne comme en Grande-Bretagne, en Italie ou en France.

Tableau 1. **Trafic passagers dans les grands pays de l'Union Européenne**
(en milliards de passagers-kilomètres)

Années	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Allemagne	954.8	975.7	997.1	1001.9	996.6	1009.6	998.9	1014.1
France	737.3	812.2	840.1	848.9	853.1	855.3	848.1	848.7
Italie	745.7	867.2	860.0	854.8	854.6	865.2	840.2	845.5
Royaume-Uni	692.6	725.4	740.3	763.9	766.2	770.3	770.4	773.0

Source : European Environment Agency – 2009.

Ce plafonnement relatif de la mobilité est remarquable dans la mesure où il intervient dans une période de croissance économique assez nette. Mais il faut aussi souligner que cela correspond à une phase de hausse des prix des carburants qui a affecté particulièrement les automobilistes. Le phénomène s'est accentué en 2008, lorsque le prix du litre d'essence à la pompe a progressé très rapidement en quelques mois. A la même époque, le nombre de voitures vendues en Europe a baissé sensiblement. Tout s'est donc passé comme si l'automobile, qui représente la très grande majorité des passagers-kilomètres, avait été atteinte d'une relative obsolescence marquant la fin d'un âge d'or. La progression des prix des carburants, mais aussi la persistance de la congestion routière et les limitations de vitesse ont été le révélateur d'une tendance à une relative saturation. Pour être précis, tous les types de déplacements automobiles ne sont pas touchés de la même façon. Ce sont les déplacements en zone urbaine qui sont le plus atteints par la saturation, ainsi que les déplacements à grande distance, confrontés à la concurrence de l'avion et des trains à grande vitesse. La question se pose donc de savoir si cette saturation automobile est vraiment le signe d'un découplage ou simplement une étape marquant une transition vers le développement des modes rapides comme le train à grande vitesse et l'avion.

2.1.3. La croissance persistante de la mobilité à grande distance

Les données de l'Agence Européenne de l'Environnement reprises dans le Tableau 1 doivent être relativisées dans la mesure où elles indiquent, pour chaque pays, les trafics domestiques. Si l'on prend en compte les trafics internationaux, et notamment les trafics aériens, le constat n'est pas le même. Il suffit pour s'en convaincre de comparer les données sur les émissions de gaz à effet de serre des transports en observant d'une part celles qui sont incluses dans le protocole de Kyoto et celles qui en sont exclues.

A l'échelle des 27 pays de l'Union Européenne, les premières sont passées, de 1990 à 2006, de 779 à 992 millions de tonnes, soit une progression de 27 pour cent. La dispersion autour de cette moyenne est forte, -1 pour cent pour l'Allemagne, +17 pour cent pour la France, mais +100 pour cent pour le Portugal et +89 pour cent pour l'Espagne. Les pays ne sont pas tous au même stade de développement économique.

Toujours pour les 27 pays de l'Union Européenne, les émissions de la seconde catégorie sont passées de 176 à 305 millions de tonnes, soit une progression de 73 pour cent. Sur ce total, le seul transport aérien est passé de 66 à 131 millions de tonnes, le reste étant représenté par le trafic maritime.

Ainsi, en prenant en compte l'ensemble des émissions du secteur des transports pour les 27 pays de l'Union, nous sommes passés de 955 à 1297 millions de tonnes, soit plus 36 pour cent. Dans ce total, de 1990 à 2006, le transport aérien, domestique et international, est passé de 83 à 157 millions de tonnes. Il représente donc aujourd'hui 12 pour cent du total des émissions contre 8.6 pour cent en 1990. Nous disposons ainsi de deux signaux importants.

Le premier est que la demande de transport aérien n'est pas concernée par le découplage, loin s'en faut. Jusqu'à la crise économique récente, le transport aérien a connu une progression supérieure à celle du PIB à l'échelle mondiale, et il est fort probable qu'il en aille de même dans les années à venir compte tenu du développement probable de l'offre par les diverses compagnies aériennes. Le même constat s'impose pour la grande vitesse ferroviaire. Là aussi, les trafics au cours des dernières années ont progressé sensiblement plus vite que la croissance économique, au point que de nombreux pays européens (Espagne, Italie, France, Portugal...) accélèrent la construction de nouvelles infrastructures dédiées à la grande vitesse.

Le second est que le succès même du transport aérien va poser des problèmes du fait de sa contribution croissante aux émissions de gaz à effet de serre. Un problème d'autant plus crucial que ce mode est sans doute loin d'avoir atteint la saturation. Dans la perspective de la réduction sensible des émissions de gaz à effet de serre, ne sera-t-il pas nécessaire de prendre des mesures restrictives, d'entrer dans une logique de « mitigation » ?

2.2. Découplage et « mitigation » : vers une nouvelle donne des préférences collectives : trois familles de scénarios de la mobilité interurbaine en France à l'horizon 2050

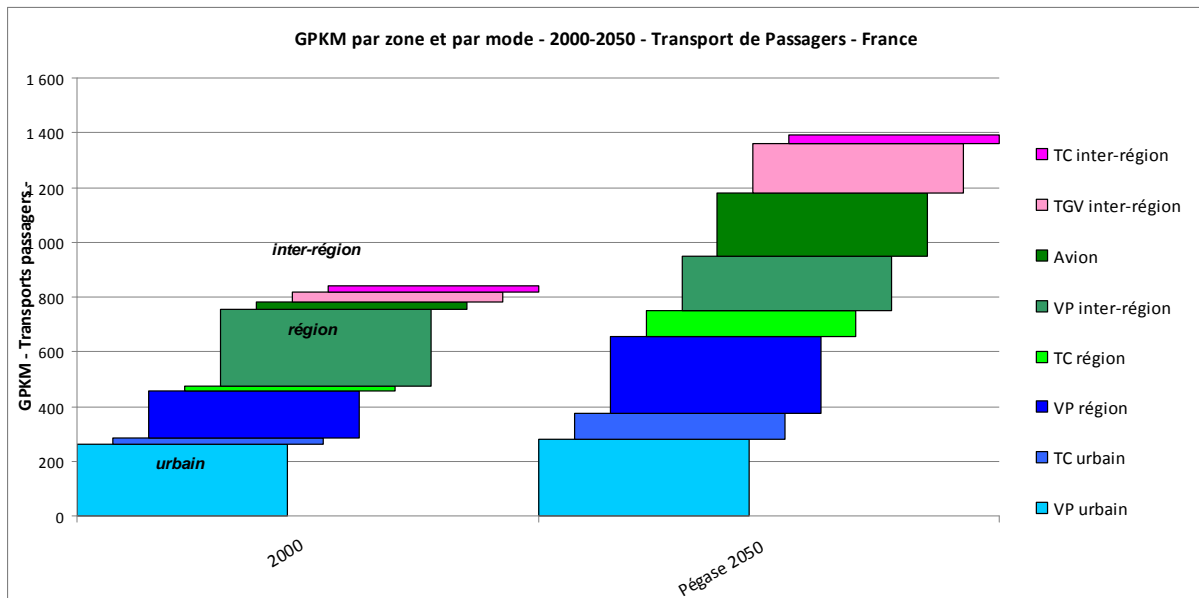
Les éléments présentés dans cette sous-partie résultent d'un travail de prospective établi pour le Ministère français de l'Écologie et du Développement Durable (Château *et al.*, 2008). Il se fonde sur l'utilisation d'un modèle (TILT, *Transport Issues in The Long Term*) dont les grandes lignes sont présentées en Annexe. Comme toujours en matière de prospective, le modèle n'est pas censé dire ce qui va arriver, il n'est pas prédictif. Son intérêt réside dans sa capacité à lier entre elles de nombreuses variables en cherchant à maintenir entre elles une cohérence globale qui prenne en compte les contraintes de divers ordres que devra supporter la mobilité dans les décennies à venir. Il s'agit plus particulièrement d'une démarche de « *backcasting* » (Clement 1995, Hickman & Banister 2005). Compte tenu d'un objectif général de réduction des émissions de CO₂ des transports, objectif commun à tous les pays industrialisés, quelles pourraient être les évolutions conjointes de la mobilité, du partage modal, des politiques publiques etc. ? Comme il est d'usage dans ce type de travail, nous avons d'abord établi un scénario tendanciel, puis deux familles de scénarios marquant des inflexions, voire des ruptures avec les tendances passées.

2.2.1. « Pégase » : scénario tendanciel et variables clés à l'horizon 2050 ?

Pour fonder notre exercice de prospective, partons d'abord de l'hypothèse que les grands mécanismes qui prévalent aujourd'hui dans l'organisation économique et sociale resteront globalement les mêmes. Pour résumer ce qu'est le simple prolongement des tendances passées, nous avons utilisé, pour nommer ce scénario, la référence à un personnage symbolique de la mythologie grecque : « Pégase », cheval ailé de Persée qui donne à son propriétaire la possibilité de franchir rapidement des distances considérables. Ne sommes-nous pas aujourd'hui déjà dans une telle situation, puisque chaque Français parcourt annuellement déjà plus de 14 000 kilomètres, soit plus de 40 kilomètres par jour ?

Présentons d'emblée les résultats de la modélisation issue du modèle TILT. Le scénario Pégase, qui comporte une infinité de variantes, peut-être résumé par la Figure 10.

Figure 10. Mobilité voyageurs en France – 2000-2050 - Scénario Pégase



Comme nous pouvons le voir, par rapport à l'année de base (2000), se manifeste une forte croissance des transports de voyageurs, pour les trafics régionaux, mais surtout pour les trafics interurbains (plus de 40 pour cent). Les trafics en milieu urbain n'augmentent « que » de 25 pour cent en étant marqués par une forte progression de l'utilisation des transports en commun (TC). Notons que la croissance des déplacements en TGV, bus, métro ou tramway est beaucoup plus forte que la croissance de la mobilité automobile. Cela correspond au choix d'une mobilité plus orientée vers les modes collectifs, non pas d'abord pour des raisons environnementales, mais parce que ce sont ceux dont l'offre va s'améliorer dans les années à venir, notamment en termes de vitesse. Car dans cette famille de scénario, nous avons maintenu l'idée qu'il existe une élasticité non nulle entre la vitesse moyenne de déplacement et le PIB. Nous n'avons pas retenu l'hypothèse de Schäfer d'une élasticité proche de 1. Nous nous sommes fondés sur l'élasticité vitesse PIB constatée en France dans la période 1970-2000, soit 0.5, pour en déduire une valeur, arbitraire, de 0.33 pour la période 2000-2050.

Nous avons donc de fait intégré une certaine saturation de la mobilité. Du fait de la poursuite de ces gains de vitesse, nous n'avons pas limité la croissance du transport aérien, car ce dernier est très performant pour accroître les distances totales parcourues sans augmenter les budgets temps de transport.

Comme le montre la Figure 10, il se produit donc une substitution progressive des modes rapides aux modes lents. Le choix modal s'oriente systématiquement vers les modes plus rapides (TGV ou avion).

Comme le laissent entendre les Figures 6 et 7, l'augmentation de la mobilité de passagers (km/capita/année) est une conséquence directe de l'augmentation de la vitesse moyenne dans les transports. De cette manière, les rythmes de saturation des différents modes de transport diffèrent en relation avec l'élasticité vitesse/PIB. Autrement dit, l'automobile connaîtrait une saturation relative pour les déplacements à longue distance. Un phénomène qui se manifeste déjà en France depuis le début des années 2000, avec une quasi-stagnation du volume global de trafic sur les routes et autoroutes. A titre indicatif, indiquons que dans ce scénario, les émissions de CO₂ des transports de passagers pourraient être divisées par trois ou un peu plus, malgré la hausse des trafics (voir Figure 12), grâce aux progrès technologiques sur les véhicules (automobiles et avions) et à l'émergence des biocarburants de seconde génération. L'important développement du trafic TGV joue ici un rôle crucial. Ce scénario retrouve donc les conclusions présentées par Hickman & Banister dans le cadre du projet VIBAT. Réalisé pour la Grande-Bretagne à l'horizon 2030, la prospective VIBAT indique qu'il est possible d'atteindre la moitié des objectifs de réduction des émissions de CO₂ par le recours aux progrès techniques.

Cette réduction d'un facteur 3 des émissions de CO₂ pourrait toutefois ne pas suffire pour respecter les engagements du protocole de Kyoto et ceux qui vont sans doute être pris lors de la rencontre de Copenhague sur le changement climatique, à la fin de 2009. Si, en effet, les émissions de CO₂ doivent être divisées par 2 à l'échelle du monde et à l'horizon 2050, cela signifie que l'effort doit être plus important dans les pays anciennement industrialisés, principaux responsables des émissions passées. Ainsi, la France s'est donnée par la loi un objectif de division par 4 de ses émissions de CO₂ d'ici à 2050. Dans cette perspective, intéressons-nous à des scénarios plus contraignants pour la mobilité des personnes, et notamment la mobilité interurbaine. Comment pourraient se faire les modifications de comportement nécessaires à une réduction des émissions de CO₂ allant au-delà de ce que permettent les seuls progrès techniques ? Pour répondre à cette question, nous avons, dans la modélisation, modifié quelques paramètres clés, des modifications en apparence bénignes, mais qui supposent des inflexions majeures dans les préférences des individus.

Les changements introduits dans les deux nouvelles familles de scénarios concernent les variables suivantes :

- Tout d'abord nous supposons que l'élasticité vitesse/PIB devient nulle, **ce qui est une rupture majeure par rapport aux tendances passées**. Cela se traduit par une faible hausse des distances totales parcourues. Dans la première famille de scénario alternatif, baptisée Chronos, la hausse des distances résulte essentiellement d'un accroissement de 20 pour cent des BTT. Nous avons ici repris une des hypothèses de Schäfer (2009), mais sans l'associer à une hausse des vitesses. Cela offre la possibilité de continuer, de façon ralentie, la hausse des distances parcourues, sans pour autant que la vitesse moyenne augmente. C'est parce que cette fuite en avant de la mobilité est chronophage que cette famille de scénario prend le nom de « Chronos ».

- La seconde famille de scénarios, appelée « Hestia », fait la même hypothèse d'une élasticité vitesse/PIB nulle. Mais allant plus loin dans la remise en cause des comportements, cela ne s'accompagne pas d'une hausse des BTT. La réduction des vitesses moyennes va donc limiter fortement la hausse tendancielle des distances, ce qui signifie un recentrage sur des activités de proximité. C'est la raison du qualificatif « Hestia », nom donné dans la mythologie grecque à la déesse du foyer.

2.2.2. « Chronos » : réduction des vitesses routières mais persistance du couplage croissance économique et mobilité

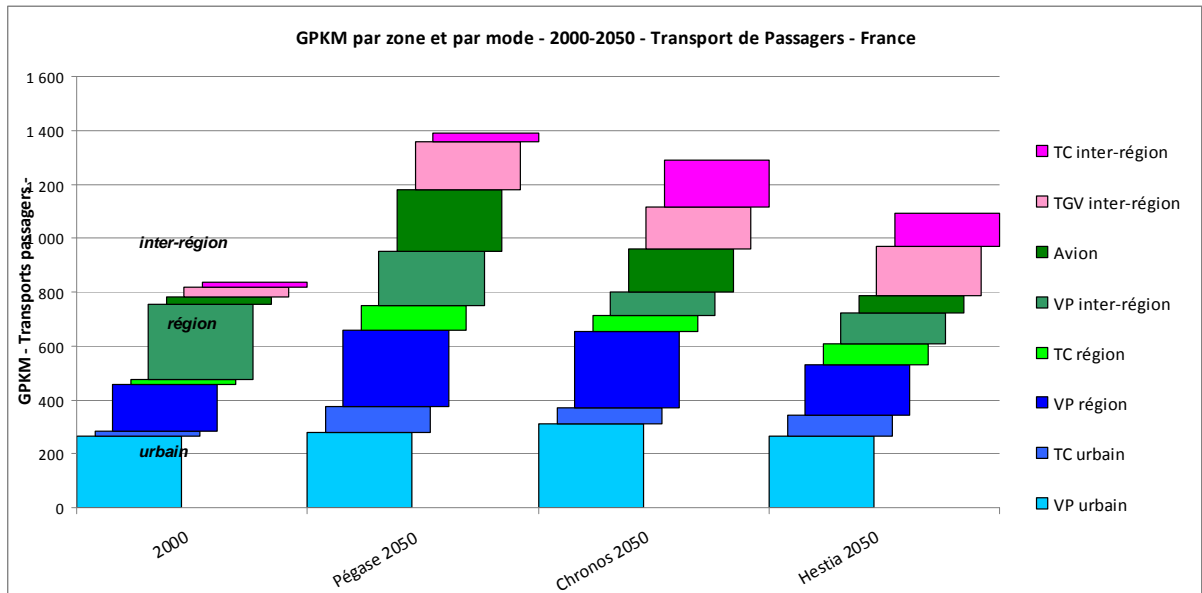
Dans Chronos, pour les passagers, domine une logique où une hausse du prix de l'utilisation de la voiture entraîne une hausse dans l'usage des transports en commun. Ce report modal modifie le budget des ménages, qui réinvestissent les gains issus du passage à un mode relativement moins cher. Une partie sera réinvestie en relocalisation (pour s'approcher des infrastructures de transports en commun) et une autre sera réinvestie en services de transport rapides à longue distance, notamment l'avion.

Ainsi, le système cherche à retrouver un équilibre en jouant sur la répartition modale, afin de minimiser les coûts. Chronos propose un arbitrage entre le besoin en vitesse (qui augmente car il n'y a pas saturation) et les contraintes publiques sur la vitesse dans le cadre des politiques de mitigation conduisant à utiliser des modes de transport plus propres et à améliorer ainsi l'empreinte CO₂ de l'ensemble du transport. L'objectif des politiques publiques est donc d'opérer un transfert modal à grande échelle, en faveur du TGV notamment, tout en maintenant une vitesse globale de déplacement quasiment constante. Dans la tradition française de développement de la grande vitesse ferroviaire, cela se traduit par une croissance accélérée du rail, tandis que la vitesse sur la route stagne, voire diminue. Dans ce type de scénario, d'importants investissements sont nécessaires pour développer le ferroviaire. Des bouleversements profonds sont aussi nécessaires dans l'organisation du secteur. Il n'est donc pas surprenant qu'à la fin de 2007, le Président de la République française ait annoncé la réalisation de 2 000 kilomètres de nouvelles lignes TGV.

Cette annonce a été présentée comme une réponse environnementale aux risques que fait peser la croissance des émissions du transport aérien. Mais c'est aussi une façon de cibler les gains de vitesse sur un mode particulier, le TGV, et un type de déplacement particulier, les trajets interurbains. Une hausse qui apparaît comme une compensation au fait que la vitesse moyenne de déplacement va diminuer pour les déplacements de la mobilité quotidienne, soit parce que la mobilité automobile sera de plus en plus contrainte, soit parce que le report modal sur les transports collectifs de proximité va réduire la vitesse moyenne de déplacement. Cette famille de scénarios s'inscrit donc dans une logique de couplage persistant entre croissance économique et mobilité. Comme le montre la Figure 11, les distances totales parcourues progressent presque autant que dans le scénario tendanciel « Pégase ».

Si un découplage est par contre obtenu entre croissance économique et émissions de CO₂ (voir Figure 12), c'est principalement du fait des progrès technologiques et d'un fort report modal en faveur des transports collectifs. La part que l'on donne ici à l'avion change néanmoins fortement les résultats. Si, dans la famille de scénarios « Chronos », on peut pour les voyageurs se rapprocher du facteur 4, il faut contraindre fortement le trafic aérien et lui substituer le TGV. Une logique que nous allons retrouver, renforcée, dans la famille de scénarios « Hestia ».

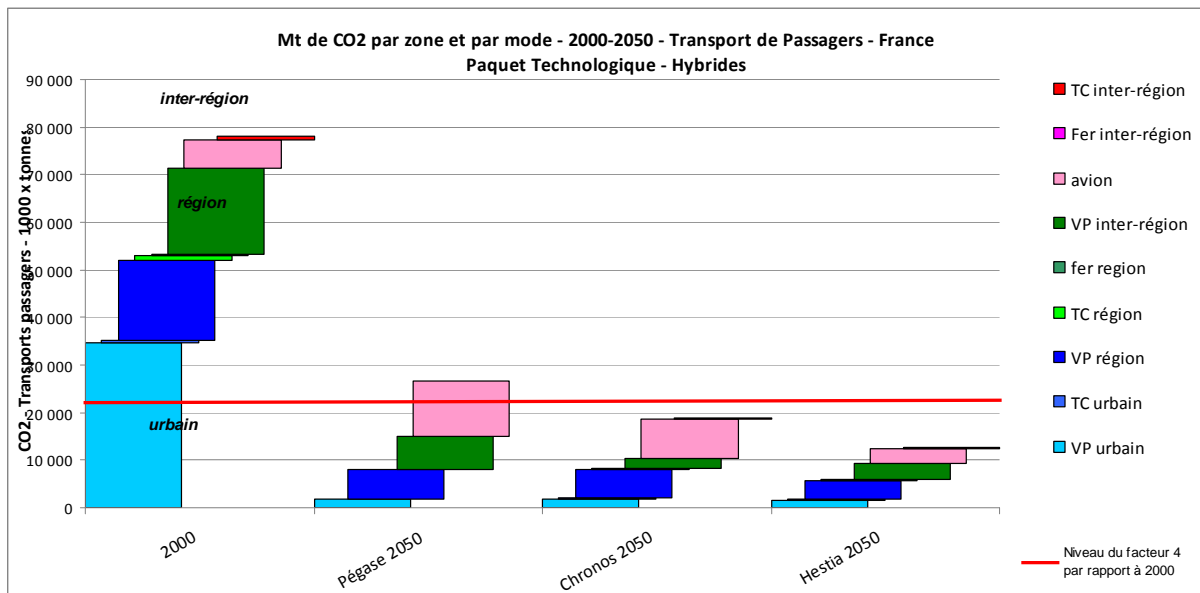
Figure 11. Mobilité des passagers 2000-2050 - Scénarios Pégase, Chronos et Hestia



2.2.3. « Hestia » : découplage et mitigation, jusqu'où peut-on contraindre le transport aérien ?

La comparaison des Figures 11 et 12 est intéressante à plus d'un titre. Nous y voyons le rôle clé des contraintes sur le transport aérien dans l'atteinte, ou non, de l'objectif de division par 4 des émissions de CO₂. Dans la famille de scénario « Pégase », le trafic aérien augmente fortement et cela rejaillit sur les émissions globales du secteur. Dans les deux autres familles de scénario au contraire, c'est la baisse drastique du poids relatif de l'avion qui permet d'atteindre et même de dépasser l'objectif de division par 4 des émissions, symbolisé dans la Figure 12 par la droite horizontale à un niveau d'environ 20 millions de tonnes de CO₂.

Figure 12. Émissions GES en 2050 scénarios Chronos et Hestia - Passagers



La famille de scénarios « Hestia » s’inscrit dans une perspective de contraintes plus fortes sur la mobilité. Contraintes tarifaires et fiscales, mais aussi contraintes quantitatives avec par exemple la généralisation de systèmes de permis négociables réputés plus performants que la taxe carbone. Face à ce qui représenterait une véritable rupture, le système de préférences des individus pourrait être amené à changer en faveur d’une réduction des distances parcourues. Ainsi, une adaptation du système par les temps de transport (cf. Chronos) serait remplacée par tendance à la réduction des distances (Hestia).

Comme nous pouvons le voir sur la Figure 11, la logique ressemble beaucoup à celle de Chronos, la différence se situe au niveau de l’importance de la baisse de la demande de transport en voiture particulière sur les trajets régionaux et longue distance. Une fois le coût du transport devenu trop onéreux, les individus expriment une préférence pour la réduction des distances, parce que la vitesse est devenue moins accessible. Si nous nous reportons aux Figures 6 à 8, cela nous replace de fait dans une logique de réduction du pouvoir d’achat. Le changement des préférences en faveur de la proximité ne tombe pas du ciel, il résulte de nouvelles contraintes.

De ce fait, Hestia connaît une hausse des kilométrages moins importante que pour Chronos et Pégase. Dans Hestia, une logique de rapprochement entre en jeu, l’arbitrage se joue, non seulement sur les politiques publiques incitant à l’usage de modes plus propres, mais aussi sur l’implantation spatiale des lieux d’habitat ainsi que des activités loisirs et de consommation. La principale différence avec les scénarios Chronos est donc la moindre hausse des distances totales parcourues par rapport à l’année 2000. Il est à noter une baisse sensible des trafics VP, mais ceux-ci ne disparaissent pas, notamment parce que le transport aérien a été beaucoup plus contraint que dans le scénario précédent. Mais un tel degré de contrainte est-il possible ? Ce que nous montre la logique du *backcasting* est ce que devrait être la voie à suivre, mais la probabilité qu’elle soit suivie n’est pour l’heure pas très élevée comme le révèle la difficulté de trouver un accord international pour l’après-Kyoto !

CONCLUSION

En 1825, alors que l'anglais G. Stephenson faisait rouler sur des rails la première locomotive (avec une vitesse de 24 km/heure !), le philosophe allemand J.W. Goethe (1749-1832) s'inquiétait du risque de la course à la vitesse. Y voyant une œuvre diabolique, il forgeait un mot nouveau « vélociférique », laissant entendre que la recherche de vitesse (vélocité) et le diable (Lucifer) avaient partie liée. L'homme moderne a-t-il pris les habits de Méphistophélès ? Près de deux siècles plus tard, Milan Kundera va dans le même sens en citant abondamment Goethe dans un roman (*L'immortalité*) où il insiste aussi sur les tendances mortifères de la vitesse. Il développe notamment une critique en règle de la route et des comportements qu'elle engendre chez les automobilistes.

Comment traiter ces considérations romantiques contre la recherche de vitesse après ce que nous venons de dire sur le passé et le futur de la mobilité ? En première analyse, il semble bien que Goethe n'ait pas compris ce qui était en jeu. Les gains de vitesse ont profondément transformé les niveaux et les modes de vie, pas forcément dans un sens diabolique. Mais là où Goethe, et Kundera ont sans doute raison, c'est dans le fait qu'il existe des limites à la recherche de vitesse. Des limites physiques et énergétiques comme le montre la fin des programmes d'avions commerciaux supersoniques du type Concorde. Mais aussi des limites liées aux préférences des individus et à l'optimisation des programmes d'activités. Il est de ce fait peu probable que nous atteignons un jour les 791 kilomètres par jour qu'envisage Schäfer dans une de ses hypothèses. Mais cela ne signifie pas pour autant que la mobilité des personnes va se stabiliser dans les années à venir, et notamment pour la mobilité à longue distance. Les gains d'accessibilité que nous offre la grande vitesse sont tels que la demande pour les TGV et les avions va demeurer soutenue dans les années à venir. L'importance de leurs développements relatifs dépendra essentiellement des politiques publiques, des investissements qu'elles seront ou non aptes à financer d'une part, des contraintes qu'elles pourraient imposer d'autre part sur l'utilisation de l'énergie fossile. Les politiques de mitigation devront être d'autant plus actives que nous sommes encore loin de la saturation !

NOTES

1. Sur les potentialités du transport aérien et du « MAGLEV » respectivement, voir les papiers proposés lors de ce Symposium par D. GILLEN d'une part et K. YAMAGUCHI et K. YAMASAKI d'autre part
2. L'auteur de ces lignes effectue environ 100 000 kilomètres par an, dont une moitié en TGV et un quart en avion, soit près de 275 kilomètres par jour pour un budget temps de transport moyen d'environ deux heures par jour !
3. C'est ainsi que s'explique le désordre domestique croissant qui règne dans la chambre des jeunes adolescents, et de plus en plus dans les appartements des jeunes ménages !
4. Cette Figure reprend en la modifiant une analyse proposée par R. Gronau (1970) qui prenait en compte le coût généralisé du transport (voir Annexe 2). Comme nous voulons souligner la question clé de la rareté du temps, nous préférons insister sur le couple durée moyenne du séjour et temps moyen de déplacement.

BIBLIOGRAPHIE

- AUSUBEL J.H., C. MARCHETTI, P.S. MEYER, (1998), *Toward green mobility: the evolution of transport*, European Review, Vol. 6, N. 2, pp.137-156.
- BAGARD V. (2005), Optimisation spatio-temporelle des pratiques de tourisme, thèses pour le doctorat de sciences économiques, sous la direction de Y. Crozet, décembre 2005, 322 pages. www.univ-lyon2.fr.
- BANISTER, D., STEAD, D., STEEN, P., AKERMAN, J., DREBORG, K., NIJKAMP, P. & SCHLEICHER-TAPPESER, R., 2000. *European transport policy and sustainable mobility*, Spon press, 255 p.
- BANISTER, D., PUCHER, J., LEE-GOSSELIN (2005), M. *Making sustainable transport politically and publicly acceptable: Lessons from the EU, USA and Canada*. Book Chapter. (www.itls.usyd.edu.au/).
- BANISTER D., HICKMAN R., (2005) *Towards a 60 pour cent Reduction in UK Transport Carbon Dioxide Emissions: A Scenario Building Backcasting Approach*. www.ucl.ac.uk/~ucft696/documents/eceee_paper_04.05%20final1.pdf.
- BANISTER D., HICKMAN R., *VIBAT Study*. www.ucl.ac.uk/~ucft696/vibat2.html.
- BECKER G., 1965, Time and Household Production: a theory of the allocation of time, *Economic Journal* 75, September, 493-517.
- CHATEAU B. CROZET Y., BAGARD V. & LOPEZ-RUIZ H., (2008) Comment satisfaire les objectifs internationaux de la France en termes d'émissions de gaz à effet de serre et de pollution transfrontières ? Programme de recherche consacré à la construction de scénarios de mobilité durable. Rapport final. PREDIT, Paris, www.let.fr.
- CLEMENT K. (1995) *Backcasting as a Tool in Competitive Analysis*. University of Waterloo. ISBM Report 24.
- COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPÉENNES, 1992. *Pour des transports plus respectueux de l'environnement*, Livre Vert, Publications des Communautés Européennes.
- COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPÉENNES, 2001. *La politique européenne des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix*, Livre Blanc, Publications des Communautés Européennes, 136 p.

- CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS, 1993. *La croissance du transport en question*, 12ème symposium international sur la théorie et la pratique dans l'économie des transports, Publications de l'OCDE, 700 p.
- CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS, 1997. *Quels changements pour les transports au siècle prochain ?*, 14ème symposium international sur la théorie et la pratique dans l'économie des transports, Publications de l'OCDE, 509 p.
- CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS, 2000. *Questions-clés pour le transport des années 2000*, 15ème symposium international sur la théorie et la pratique dans l'économie des transports, Publications de l'OCDE.
- CONFÉRENCE EUROPÉENNE DES MINISTRES DES TRANSPORTS, 2001. *Un scénario de référence pour les transports en Europe*, Publications de l'OCDE, 54 p.
- CROZET Y. (2005)., *Time and Passengers Transport*, 127^{ème} Round Table of ECMT, Time and transport , OECD, Paris, pp. 27-69.
- CROZET Y. (2007), *Strategic issues for the Future Fundings and Operation of Urban Public Transport Systems*, in « Infrastructure to 2030, Volume 2, Mapping Policy For Electricity, Water and Transport », OECD publishing, pp. 413-462.
- EEA, European Environment Agency (2009), *Transport at a crossroads*, TERM 2008: indicators tracking transport and environment in the European Union, EEA Report N°3/2009, 52p.
- DUMAZEDIER J. (1962), *Vers une civilisation du loisir ?* Paris PUF (in English, *Towards a Society of Leisure?* London, Macmillan, New-York Free Press, 1967.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. (1979), *La décroissance: entropie, écologie, économie*.
- GRONAU R. (1970), *The Value of Time in Passenger Transportation : The Demand for Air Travel*, National Bureau of Economic Research, occasional paper n° 109, Columbia University, New-York and London, 74p.
- GRONAU R., HAMERMESH D. (2001), *The Demand for Variety Transportation : a Household Production Perspective*, National Bureau of Economic Research, working paper n° 8509,
- GRUEBLER A. (1990) *The rise and fall of infrastructure : dynamics of evolution and technological change in transport* (Heidelberg : Physica).
- INSTITUTE FOR TRANSPORT STUDIES, UNIVERSITY OF LEEDS (OCT 2000), *Separating the Intensity of Transport from Economic Growth*, Report on the Workshop. University « La Sapienza » Rome.
- KESSELRING S. (2008): *The mobile risk society*. In: Canzler, Weert; Kaufmann, Vincent; Kesselring, Sven (Hg.): *Tracing Mobilities*. Aldershot, Burlington: Ashgate , pp 77–102.
- KESSELRING S. VOGL G. (2008): *Networks, Scapes and Flows - Mobility Pioneers between First and Second Modernity*. In: Canzler, Weert; Kaufmann, Vincent; Kesselring, Sven (Hg.): *Tracing Mobilities*. Aldershot, Burlington: Ashgate , pp 163–180.
- LINDER S. (1970), *The Harried Class of Leisure*, New-York and London Columbia, University Press.

- MOKHTARIAN, P.L., CHEN C. (2004), TTB or not TTB, That is the Question: A Review and Analysis of the Empirical Literature on Travel Time (and Money) Budgets, *transportation Research A*, 38(9-10), pp. 643-675.
- NIVEAU M. A., CROZET Y. (2000), *Histoire des faits économiques contemporains*, Paris, PUF, 847 p.
- POTIER F. (1998), *Les évolutions de la mobilité liée aux loisirs*, CEMT, table ronde n°111, OCDE, pp. 97-132.
- SANSOT P. (2), Du bon usage de la lenteur.
- SCHÄFER A. et D.G. VICTOR, (2000), *The Future mobility of the world population*, *Transportation Research, A* 34, pp. 171-205.
- SCHÄFER A., HEYWOOD J., JACOBY H., WAITZ I. (2009), : *Transportation in a Climate-Constrained world*, MIT Press, 329 p.
- VEBLEN TH. J.(1899), *Theory of the Leisure Class*, Penguin edition, 1994.
- VIARD J. (2003), *Le sacre du temps libre*, Editions de l'Aube, 212 p.
- VIARD J. (2006), *Eloge de la mobilité*, Editions de l'Aube, 252 p.
- ZAHAVI Y. et A.TALVITIE, (1980), Regularities in Travel Time and Money, *Transportation Research Record* 750, p. 13-19.
- ZAHAVI Y., (1979), *The 'UMOT' Project*, report for the U.S. Department of Transportation and the Ministry of Transport of Federal Republic of Germany.

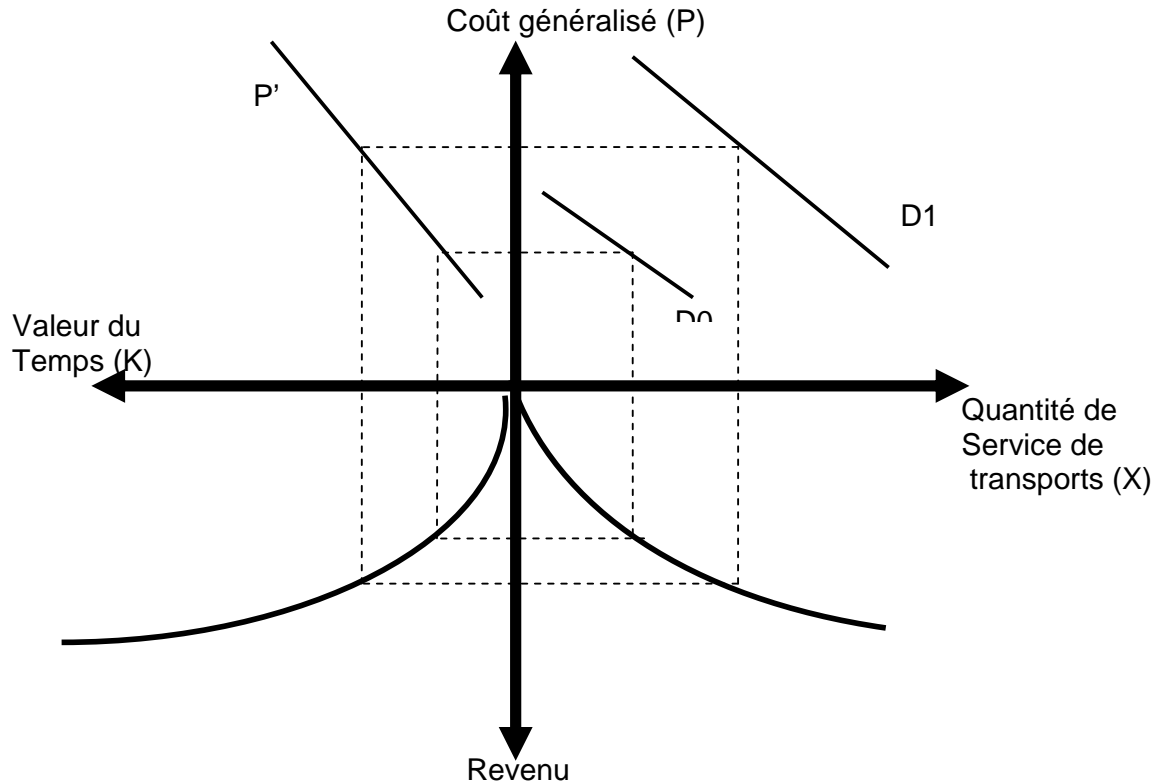
ANNEXES

ANNEXE 1. L'OPTIMISATION SPATIO-TEMPORELLE DES DEPLACEMENTS DE LOISIRS ET D'AFFAIRES

Les Figures 6, 7 et 8 du papier sont déduites de la thèse que R. Gronau (1970) a préparée sous la direction de G. Becker, mais aussi de la thèse de V. Bagard (2005), préparée sous la direction d'Y. Crozet.

Le modèle originel de R. Gronau s'intéresse à la demande de transport à longue distance en comparant le bus et l'avion quand le revenu augmente. Il s'interroge sur les raisons qui nous font préférer le mode rapide et leurs fondements logiques. Les Figures A et B en résument les faits stylisés.

Figure A. Les faits stylisés de la demande de transport à longue distance
 Situation initiale avec le bus comme seule possibilité (d'après Gronau 1970)



Les quatre variables clés sont le revenu (Y), la valeur du temps (K), le coût généralisé du transport (P) et la quantité de services de transport consommée (X). Entre ces quatre variables clés apparaissent dans chaque quadrant les faits stylisés majeurs dont la logique se révèle mieux, si on commence par l'axe des revenus en tournant ensuite dans le sens des aiguilles d'une montre.

- La valeur du temps augmente plus que proportionnellement avec le revenu $K = f(Y)$ (quadrant Sud-Ouest)
- Le coût généralisé P augmente avec la valeur du temps pour une vitesse donnée, ici celle du bus (quadrant Nord-Ouest). Le coût généralisé (P') tient aussi compte du prix du billet.
- La demande de transport est une fonction décroissante du coût généralisé (quadrant Nord-Est)
- La quantité de transport consommée tend à croître avec le revenu, car la hausse de ces derniers permet d'accéder à de nouveaux biens et services sur des nouveaux espaces qui demandent plus de mobilité (quadrant Sud-Est).

Le principal intérêt du raisonnement de Gronau est de souligner le double mouvement qui résulte de la hausse des revenus. Quand on devient plus riche, la hausse de la valeur du temps fait monter le coût généralisé du transport (quadrant Nord-Ouest). Mais un revenu accru signifie l'accès à une plus grande variété de biens et services consommés, lesquels exigent souvent des déplacements. La demande de transport glisse donc de D_0 à D_1 . Le résultat est que si le bus est le seul moyen de

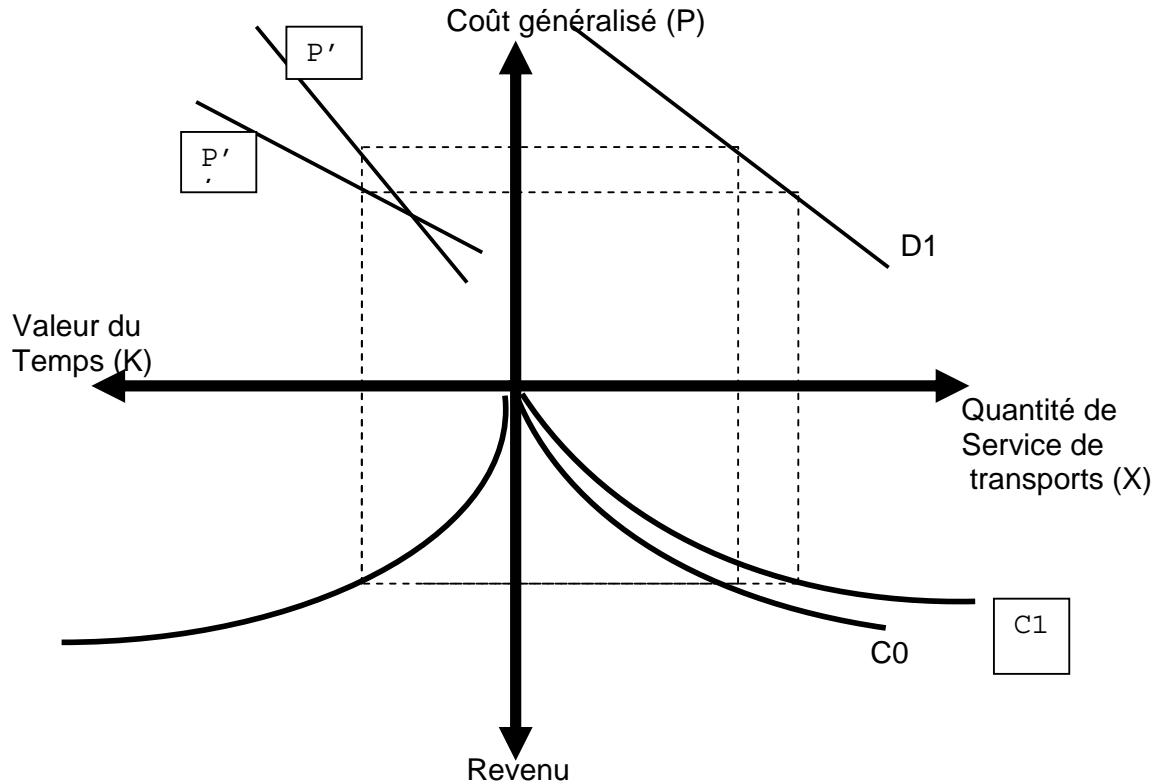
déplacement à longue distance, les quantités consommées augmentent, mais la hausse du coût en temps joue le rôle de force de rappel, car le coût généralisé augmente vite si la vitesse reste faible. Cette force, qui limite la quantité de transport consommée, est affaiblie, si un mode sensiblement plus rapide, comme l'avion, est disponible. Dans ce cas là en effet on peut accroître fortement la quantité de services de transport consommée, et notamment les distances, sans accroître le temps passé dans les transports. Un nouvel équilibre se met donc en place comme on le voit sur la Figure B.

Sur cette Figure, le nouveau mode de transport qu'est l'avion se traduit par deux modifications dans les relations types :

- Dans le quadrant Nord-Ouest, la nouvelle droite P'' a une pente différente de la droite P'. Cela provient du fait que la vitesse accrue de l'avion réduit le poids relatif du temps dans le coût généralisé. Comme nous faisons l'hypothèse que le prix du billet d'avion n'est pas exorbitant, nous obtenons une relation où le coût généralisé augmente moins vite par rapport à la valeur du temps. Plus précisément, quand la valeur du temps est faible, le coût généralisé relatif de l'avion est supérieur à celui du bus, car seul pèse le prix du billet, plus élevé. Lorsque la valeur du temps augmente, le coût généralisé de l'avion augmente, mais moins vite puisqu'il y a moins de temps passé dans les transports.
- Dans le quadrant Sud-Est, la baisse du coût généralisé se traduit par le fait qu'avec le même revenu, on peut consommer une quantité supérieure de service de transport. La relation entre les quantités X et le revenu Y passe donc de C0 à C1.

Le nouvel équilibre présenté dans la Figure B tient compte de ces deux changements. On voit que le résultat, pour un même niveau de revenu, et donc une même valeur du temps, est un coût généralisé moindre et une quantité accrue de service de transport. Les spécialistes reconnaîtront un effet revenu, qui a fait glisser la droite de demande, et un effet prix, lié à la modification de la structure du coût généralisé. Les deux effets se conjuguent pour pousser à la hausse des quantités de service de transport consommées. Pour Gronau, il y avait là une explication du puissant potentiel de développement du transport aérien.

Figure B. Les faits stylisés de la demande de transport à longue distance, du bus à l'avion (d'après Gronau 1970)



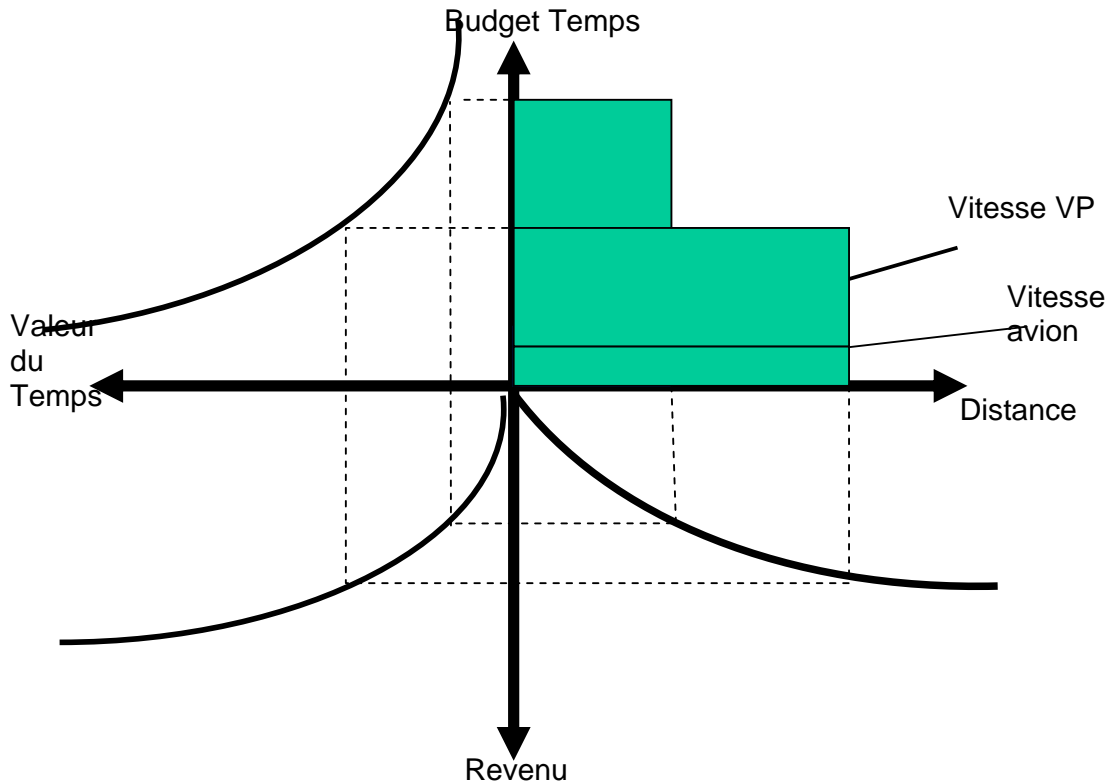
A partir de ce schéma, la thèse de V. Bagard a voulu insister sur la consommation de temps et d'espace associée à la consommation de service de transport liée au loisir. Il a donc proposé des faits stylisés différents, car les variables clés changent. Si le revenu et la valeur du temps sont conservés (axes Sud et Ouest), les axes Nord et Est sont modifiés.

- Le premier représente le budget temps consacré à l'activité loisir, ainsi que sa composante transport. Ce budget temps total est limité.
- Le second indique les distances parcourues annuellement.

Comme le montre la Figure C, on obtient les relations suivantes :

- Quadrant Sud-Ouest ; comme chez Gronau, la valeur du temps progresse avec le revenu.
- Quadrant Nord-Ouest, le budget temps consacré à une activité donnée se réduit avec le revenu du fait de la concurrence entre les activités.
- Quadrant Nord-Est, la distance effectuée dépend de la vitesse moyenne offerte par les modes de transport (donnée par la pente) et de la valeur du ratio temps de transport sur temps total de loisir.
- Quadrant Sud-Est, la distance progresse avec le revenu, car la hausse de ce dernier donne accès à des modes de plus en plus rapides.

Figure C. Offre de vitesse et croissance des distances pour les loisirs
(d'après V. Bagard 2005)



Les Figures 6 et 7 du papier reprennent ce raisonnement, mais cherchent à souligner le caractère improbable de la hausse exponentielle des distances avec le revenu. Il faut en effet tenir compte du fait que les vitesses ne progressent pas de façon infinie. Pour chaque déplacement, un mode ne peut accroître la distance que jusqu'à un certain niveau lié au budget temps disponible. Des mécanismes de saturation existent donc. C'est ce que montre le quadrant Sud-Est de la Figure 7 dans le papier. On y voit que la hausse des revenus ne s'accompagne plus d'une hausse exponentielle des distances pour un déplacement donné. La distance augmente par palier lorsqu'un mode de transport plus rapide apparaît, puis elle plafonne à son tour. On retrouve donc la remarque d'A. Schäfer : la hausse continue des distances parcourues demanderait une forte croissance de la vitesse porte à porte de l'avion, de 200 à environ 600 km/h ! Ce qui est sans doute peu probable. Des phénomènes de saturation existent donc. La Figure 8 envisage une autre forme de saturation, qui pourrait se combiner à la précédente pour ralentir la croissance de la mobilité. Si la hausse de la valeur du temps plafonne elle aussi, comme la hausse des vitesses, alors la demande pour parcourir des distances accrues pourrait effectivement connaître une progressive saturation. Mais ce seuil n'est pas encore atteint, car la part de la population mondiale qui a accès aux modes rapides (TGV et avion) reste encore très faible !

ANNEXE 2. LE MODÈLE TILT (TRANSPORT ISSUES IN THE LONG TERM) (CHATEAU *et al.* 2008 – www.let.fr)

L'hypothèse centrale du modèle TILT est que l'élasticité vitesse/ PIB conduit à une part modale croissante des modes rapides, en relation avec la croissance de la richesse et de la valeur unitaire des marchandises. Mais cela autorise néanmoins différentes possibilités pour le partage modal. La part relative des différents modes évolue donc avec la demande de vitesse, mais aussi avec les budgets temps, l'organisation du système de transports, les localisations, les politiques publiques etc. Les substitutions entre les modes et les phénomènes de saturation peuvent donc varier d'un pays à l'autre. L'objectif du modèle TILT est donc de proposer, pour la France, divers scénarios d'évolution de la demande de transport, pour des niveaux identiques de croissance économique tendancielle. Ces scénarios mettent en scène différentes politiques publiques dont les effets sont évalués grâce à des hypothèses microéconomiques sur les déterminants de la demande de transport.

Le modèle TILT a donc été construit comme un modèle d'équilibre de long terme qui combine les déterminants macro et microéconomiques. Fondé sur une logique de *backcasting*, il prend en compte l'évolution des technologies de motorisation et évalue la sensibilité de la demande aux différents déterminants à travers cinq modules qui prennent en compte trois échelles géographiques différentes pour la mobilité : urbaine, régionale, interrégionale) :

- Le premier module, macroéconomique, associe à la croissance économique les changements démographiques, sociaux et culturels (par exemple la taille des ménages) pour en déduire les grandes tendances de la demande et ses implications énergétiques et environnementales.
- Le second module, microéconomique, tient compte des coûts de transport, de la capacité des infrastructures et de la qualité des services de transport pour en déduire les évolutions de la demande de transport des ménages et des entreprises.
- Le troisième module est un modèle dynamique d'évolution du parc automobile prenant en compte différentes options technologiques et leurs impacts potentiels en fonction de diverses hypothèses de pénétration dans le parc et de différents niveaux de qualité de service, et cela pour tous les modes (route, rail, air, navigation intérieure et maritime).
- Le quatrième module concerne les politiques publiques. Il comporte une analyse de sensibilité aux politiques publiques et une analyse multicritères pour évaluer les impacts de diverses politiques publiques sur les émissions de CO₂.
- Le cinquième module, fondé sur une matrice *input-output* des échanges interindustriels évalue les impacts des scénarios sur l'emploi et l'activité dans les différentes branches.

La structure du modèle TILT permet à l'utilisateur de calculer les consommations énergétiques et les émissions de polluants du transport de passagers et de fret pour les différentes échelles géographiques. La modélisation met en lumière trois éléments clés.

- Une évolution des trafics en passagers-kilomètres et tonnes-kilomètres cohérente avec les équilibres macro et microéconomiques, les options technologiques et les différentes échelles géographiques.

- Une évolution du parc (automobile et camions) en fonction de l'âge des véhicules, de la technologie et de l'année de production
- Les impacts des politiques publiques sur les émissions de CO₂, les besoins d'investissement en infrastructures et sur quelques indicateurs de l'économie

La structure du modèle TILT

