Madrid

Forum International des Transports

OCDE

18ème Symposium International sur l'économie des transports et la politique



Les perspectives du transport interurbain de personnes

Rapprocher les citoyens

Forum International des Transports

OCDE

18ème Symposium International sur l'économie des transports et la politique

16-18 novembre 2009

MADRID

Les perspectives du transport interurbain de personnes

Rapprocher les citoyens

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements de 30 démocraties œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.

ISBN 978-92-821-0269-5 (imprimé)
ISBN 978-92-821-0270-1 (PDF)
DOI 10.1787/9789282102701-fr

Publié en anglais : *The Future for Interurban Passenger Transport: Bringing Citizens Closer Together*

Les corrigenda des publications de l'OCDE sont disponibles sur : *www.oecd.org/editions/corrigenda*.

© OCDE/FIT 2010

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à *rights@oecd.org*. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) *info@copyright.com* ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) *contact@cfcopies.com*.

FORUM INTERNATIONAL DES TRANSPORTS

Le Forum International des Transports est une institution intergouvernementale appartenant à la famille OCDE. Le Forum est une plate-forme mondiale pour les décideurs politiques et les parties intéressées. Son objectif est d'aider les responsables politiques et un public plus large à mieux appréhender le rôle des transports en tant qu'élément clé de la croissance économique, ainsi que leurs effets sur les composantes sociales et environnementales du développement durable. Le Forum organise une Conférence pour les Ministres et les représentants de la société civile chaque année au mois de mai à Leipzig, Allemagne.

Le Forum International des Transports a été créé par une Déclaration du Conseil des Ministres de la CEMT (Conférence Européenne des Ministres des Transports) lors de la session ministérielle de mai 2006. Il est établi sur la base juridique du Protocole de la CEMT signé à Bruxelles le 17 octobre 1953 ainsi que des instruments juridiques appropriés de l'OCDE. Son Secrétariat se trouve à Paris.

Les pays membres du Forum sont les suivants : Albanie, Allemagne, Arménie, Australie, Autriche, Azerbaïdjan, Bélarus, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Canada, Corée, Croatie, Danemark, ERYM, Espagne, Estonie, États-Unis, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Inde, Irlande, Islande, Italie, Japon, Lettonie, Liechtenstein, Lituanie, Luxembourg, Malte, Mexique, Moldavie, Monténégro, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Russie, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie, Ukraine.

L'OCDE et le Forum International des Transports ont créé en 2004 un Centre conjoint de Recherche sur les Transports. Ce Centre mène des programmes coopératifs de recherche couvrant tous les modes de transport, recherches qui visent à aider la formulation des politiques dans les pays membres. A travers certains de ses travaux, le Centre apporte également des contributions aux activités du Forum International des Transports.

Des informations plus détaillées sur le Forum International des Transports sont disponibles sur Internet à l'adresse suivante :
www.internationaltransportforum.org

TABLE DES MATIÈRES

Synthèse de la discussion 9

Exposé d'orientation générale 27

(1) De la manière dont les coûts de transport déterminent la répartition géographique de l'activité économique - par **Jacques Thisse –** *Université de Louvain, Belgique et École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, France* 29

Rapports introductifs 59

Thème I : Tendances futures en matière de transports interurbains de personnes 61

(2) Les perspectives de la demande de déplacements interurbains par **Yves Crozet –** *LET, Lyon, France* 63

(3) Évolution du transport interurbain de voyageurs - Transport international aérien de passagers de demain – par **David Gillen -** *Université de Colombie britannique, Vancouver, Canada* 107

Thème II : Adapter les réseaux au marché du transport de personnes : L'évaluation et la planification à long terme 137

(4) Quand investir dans des lignes à grande vitesse ? – par **Chris Nash –** *Université de Leeds, Royaume-Uni* 139

(5) Transports interurbains à grande vitesse au Japon - Passé, présent et avenir – par **Katsuhiro Yamaguchi/Kiyoshi Yamasaki -** *Université de Tokyo, Japon* 169

(6) Transport interurbain de voyageurs : Évaluation économique des grands projets d'infrastructure – par **Ginés de Rus –** *Université de Las Palmas, Université Carlos III de Madrid, Espagne* 211

Thème III : Concurrence et réglementation des transports interurbains : Vers un nouveau cadre réglementaire ?..... 239

(7) Compétition ou coopération dans le transport en commun ? Question et réponses – par **Botond Aba -** *KTI, Budapest, Hongrie*..... 241

(8) Enseignements à tirer de la déréglementation des transports américains en matière de privatisation – par **Clifford Winston -** *Brookings Institution, Washington DC, États-Unis* 271

(9) Les services d'autocars interurbains en Europe : Concessions ou marché ouvert ? – Par **Didier Van de Velde –** *Université Technologique de Delft et Inno-V consultancy, Amsterdam, Pays-Bas*..... 289

(10) Les services de transport ferroviaire longue distance de voyageurs en Europe : Modèles d'accès au de voyageurs en Europe : Modèles d'accès au marché et situation de l'Allemagne – par **Thorsten Beckers/Christian von Hirschhausen –** *Technische Universität Berlin* **/Fabian Haunerland/Matthias Walter –** *Dresden University of Technology, Allemagne* 315

(11) Ouverture de l'accès aux services voyageurs grandes Lignes des chemins de fer à la concurrence : Bilan et perspectives – par **John Preston -** *Université de Southampton, Royaume-Uni*..... 341

Thème IV : Innovations et interactions entre systèmes de transports..... 367

(12) Séparation des camions et des voitures : Comment, pourquoi ? – par **Robert Poole -** *Reason Foundation, États-Unis*..... 369

(13) Voies réservées, péages et STI – par **Robin Lindsey -** *Université de l'Alberta, Edmonton, Canada* 401

(14) Information et orientation de l'utilisateur du **s**ystème de transport – par **Peter Zimmermann –** *au nom du Ministère Fédéral allemand des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines, Berlin, Allemagne* 427

(15) Les impacts économiques possibles des innovations technologiques et organisationnelles sur l'accès intermodal aux grands terminaux voyageurs – par **Francisco Tapiador –** *Universidad de Castilla-La Mancha*/**Jordi Marti-Henneberg -** *Universidad de Lleida, Espagne* 451

Thème V : Une mobilité interurbaine durable 473

(16) Aspects environnementaux du transport interurbain – par **Per Kageson -** Nature Associates, Stockholm, *Suède* 475

(17) Échanges de droits d'émission de CO_2 dans le transport aérien – Analyse économique – par **Peter Morrell -** *Université de Cranfield, Royaume-Uni* 509

(18) Contribution de l'évaluation environnementale **s**tratégique à la gouvernance des politiques des transports – par **Rodrigo Jiliberto –** *TAU Consultora Ambiental, Espagne, Chili, Colombie* 537

(19) L'EES change-t-elle la donne ? – par **Maria Partidário -** *IST, Portugal* 577

Session finale 597

SYNTHÈSE DE LA DISCUSSION

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 13

2. DISTRIBUTION SPATIALE DE L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE ET DES TRANSPORTS – ENSEIGNEMENTS À TIRER DE LA NOUVELLE GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE 14

3. DÉTERMINANTS DE LA DEMANDE DE TRANSPORT INTERURBAIN 15

4. ÉVALUATION DES PROJETS DE LIGNES À GRANDE VITESSE 16

5. GOUVERNANCE : DEGRÉ DE (DÉ)RÉGLEMENTATION SOUHAITABLE 18

6. SPÉCIALISATION DES INFRASTRUCTURES 21

7. UTILISATION DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION 22

8. MOBILITÉ INTERURBAINE DURABLE 23

9. ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE 24

10. SESSION FINALE 25

BIBLIOGRAPHIE 26

1. INTRODUCTION

Le Symposium a réuni des spécialistes des transports de haut vol venant de partout dans le monde pour débattre des perspectives du transport interurbain de voyageurs. Un premier ensemble de rapports traite des déterminants de la demande de transport interurbain de voyageurs et du sens dans lequel elle pourrait évoluer dans le futur. Les autres rapports s'étendent sur les principales questions auxquelles l'évolution à long terme de la demande contraindra la politique des transports à trouver une réponse, c'est-à-dire quand investir dans la grande vitesse ferroviaire, quelles règles adopter pour assurer l'efficience de l'exploitation, comment répartir l'infrastructure entre ses différentes catégories d'utilisateurs (par exemple les voitures et les camions), quel rôle attribuer à l'information et comment gérer l'impact sur l'environnement. Les enseignements à tirer des débats du point de vue tant scientifique que politique ont mis le point final au Symposium.

Dans son allocution d'ouverture, Mme **Concepcion Gutierrez del Castillo**, Secrétaire d'État espagnole des Transports, souligne que la durabilité et l'équité sont des objectifs importants de la politique des transports, mais que cette politique doit aussi contribuer à la croissance économique. Le secteur a besoin d'innovations technologiques et organisationnelles pour gagner en efficience. Les investissements dans la grande vitesse ferroviaire, les accords de création d'un ciel unique et les énergies renouvelables apporteront tous leur pierre à l'édifice. Plusieurs problèmes requièrent une approche internationale.

M. **Jack Short**, Secrétaire Général du Forum International des Transports, observe que des progrès ont certes été accomplis, mais qu'il reste possible d'améliorer de beaucoup la contribution des transports au bien-être économique. La recherche a dans de nombreux cas prouvé qu'elle était capable d'améliorer la politique et reste importante. Les chercheurs doivent, pour maximiser leur impact, se focaliser davantage sur les questions de mise en œuvre, parce que c'est là que se situe le principal défi que les décideurs doivent relever pour mettre des idées nouvelles en pratique.

M. Short passe rapidement les différents thèmes du Symposium en revue. Il constate que ce Symposium aborde des questions fondamentales pour l'avenir du transport de voyageurs et se demande si les infrastructures et la gouvernance actuelles sont ce qu'elles doivent être. Les grandes agglomérations sont de plus en plus souvent le moteur du développement économique. La poursuite de la concentration de l'activité économique dans les grandes villes va stimuler la croissance et des transports tant intra- qu'interurbains de haute qualité facilitent cette concentration, contribuant par là même à assurer la dynamique de la croissance. La déréglementation a été source d'avancées économiques là où elle s'est traduite dans les faits. Il reste possible de libéraliser davantage de nombreux marchés des transports. Les investissements dans les transports ne sont pas qu'une réponse à une augmentation de la demande, mais peuvent aussi animer la croissance s'ils sont bien ciblés et font bon usage de ressources financières limitées. Il est à cet effet essentiel d'améliorer les processus d'évaluation en usant judicieusement de l'analyse coûts/avantages et de l'évaluation environnementale pour identifier les meilleures des solutions possibles des problèmes de capacité.

M. **Richard Thivierge**, Président du Centre Conjoint de Recherche sur les Transports, observe que le Symposium traite des principales questions auxquelles la politique des transports devra répondre demain, c'est-à-dire quand investir dans la grande vitesse ferroviaire, quelle règles adopter pour assurer l'efficience de l'exploitation, comment répartir l'infrastructure entre ses différentes catégories d'utilisateurs (par exemple les voitures et les camions), quel rôle attribuer à l'information et comment gérer l'impact sur l'environnement.

2. DISTRIBUTION SPATIALE DE L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE ET DES TRANSPORTS – ENSEIGNEMENTS À TIRER DE LA NOUVELLE GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE

Dans son exposé d'orientation générale, M. **Jacques Thisse** définit un cadre qui permet de comprendre l'évolution à long terme de la demande en partant des décisions d'implantation des entreprises et des travailleurs. Les entreprises choisissent leur lieu d'implantation en mettant en balance les rendements d'échelle des coûts de production et des coûts de transport, ces derniers étant interprétés dans le sens large de coûts des échanges. La concentration, facilitée par la baisse des coûts de transport, de la production dans les villes permet de réaliser des économies d'échelle. La baisse des coûts des transports urbains et interurbains contribue à déséquilibrer la distribution spatiale de la production et des revenus. A mesure que les économies prospèrent, les préférences de toutes sortes influent de plus en plus lourdement sur le choix du lieu d'implantation. La réticence des travailleurs à se réinstaller en ville peut ainsi les porter à ne pas vouloir déménager, avec ce que cela implique de longues migrations alternantes et de ralentissement de la croissance.

L'analyse de M. Thisse diffère nettement de la théorie de l'implantation fixe commune dans l'économie des transports. Elle fait mieux comprendre que les décisions prises (généralement par les pouvoirs publics) en matière de développement des réseaux de transport ont une incidence directe et prolongée sur la localisation et l'efficience de l'activité économique. Il s'en suit qu'il convient, dans l'évaluation des projets de transport, de se demander si leur incidence sur le choix d'un lieu d'implantation se reflète suffisamment dans l'évaluation des projets d'infrastructure et comment le cadre aide à cibler les efforts (par exemple choix entre infrastructures urbaines ou interurbaines).

M. Thisse établit entre les transports et le développement économique un lien plus direct que celui que trouvent aujourd'hui beaucoup de spécialistes de l'économie des transports, mais donne à la notion de transport un sens étroit, puisqu'il le réduit aux transports commerciaux et aux migrations alternantes. M. Yves Crozet explique par contre, dans son exposé analysé dans le chapitre 3 ci-dessous, que le transport de voyageurs a aussi d'autres finalités. La durée du transport est, avec les dépenses qu'il occasionne, un autre facteur d'importance dans l'analyse du transport de voyageurs. Comme ces dépenses varient en fonction des aides, une modification de la politique de financement peut influer sur le choix des lieux d'implantation et le potentiel de croissance des villes.

3. DÉTERMINANTS DE LA DEMANDE DE TRANSPORT INTERURBAIN

M. **Yves Crozet** observe que les loisirs et les affaires motivent une fraction sans cesse croissante de la mobilité. Le passé apprend que les déplacements se font plus rapides, plus fréquents, plus longs dans l'espace et plus courts dans le temps à mesure que les revenus augmentent. Certains signes donnent à penser que dans plusieurs pays, la demande s'approche depuis peu de son niveau de saturation dans certains modes, notamment pour l'usage de la voiture (l'âge d'or de la voiture pourrait appartenir au passé). La saturation n'est pas encore générale, parce que la demande s'est en partie réorientée vers des modes plus rapides tels que le train à grande vitesse et l'avion. Ce transfert modal se double d'un développement de la mobilité interurbaine, c'est-à-dire des déplacements entre des villes de plus en plus complémentaires. L'accélération des transports permet d'accéder à une plus grande variété d'activités et les activités consommées gagnent en variété à mesure que les revenus augmentent. Le temps disponible pouvant être consommé de plusieurs façons différentes et concurrentes, le coût d'opportunité des activités augmente, tandis que leur durée diminue ou, en d'autres termes, il y a un arbitrage à opérer entre durée et variété dans la programmation des activités de loisir.

En sera-t-il toujours ainsi ? La saturation pourrait se concrétiser par une limitation du nombre d'activités réalisables pendant un laps de temps donné ou par un rejet des modes de vie hectiques. Il n'est toutefois guère probable que ces facteurs exercent très rapidement un effet réducteur sur la demande et possible, au contraire, que les contraintes énergétiques et environnementales ralentissent la croissance. Les contraintes doivent, dans ce dernier cas, être imposées par le législateur. Beaucoup de pays s'efforcent de réorienter l'augmentation de la demande de l'avion vers le train à grande vitesse en partant de l'idée que celui-ci est le meilleur compromis possible entre l'augmentation de la demande et les exigences environnementales. Les rapports qui traitent de la grande vitesse ferroviaire (chapitre 4) révoquent la sagesse de cette vision des choses en doute en soulignant que cette grande vitesse ferroviaire n'a de sens que dans un nombre limité de circonstances.

Les débats ont vu surgir la question de la durée des transferts intermodaux. En effet, il faut aujourd'hui en Europe parfois plus de temps pour rejoindre un aéroport ou une gare d'une ligne à grande vitesse que pour accomplir le trajet en avion par exemple. Ce simple fait révèle qu'il est vraiment possible d'améliorer l'accès intermodal et met l'importance de l'intermodalité en lumière. La durée des contrôles de sécurité effectués dans les aéroports a également augmenté. Ces coûts vont, s'ils restent incompressibles, freiner la croissance de la demande de transport à grande vitesse.

M. **David Gillen** se demande si le transport aérien à longue distance va continuer à progresser comme il l'avait fait avant la crise de 2008. Plusieurs facteurs, en l'occurrence la moindre orientation commerciale et croissance de l'économie mondiale, la hausse des prix de l'énergie et les contraintes environnementales, donnent à penser que cette augmentation va se ralentir. Le redressement est lent et il n'est pas impossible qu'une nouvelle macroéconomie soit en train de naître, lourde de conséquences sur le secteur des transports en général et le transport aérien international en particulier. Le PIB n'est pas le principal indicateur du transport aérien international (alors qu'il l'est pour le transport aérien intérieur) et c'est l'évolution des échanges et de l'investissement direct étranger qui modifie les

distances parcourues par les passagers aériens. Le transport aérien international, qui représente le segment de loin le plus important du marché du transport aérien, dépend étroitement de l'augmentation des échanges et du développement probable du tourisme (le trafic commercial représente une fraction du total qui décroît en volume, mais rapporte beaucoup).

D'autres facteurs que la croissance, en l'occurrence la déréglementation et l'évolution concomitante de l'offre, stimulent également le transport aérien. Ces facteurs dopent la demande, mais l'effet stimulant de la déréglementation va s'effriter progressivement à mesure qu'elle va s'étendre à l'ensemble du marché mondial. Il n'est pas impossible non plus que le protectionnisme freine la marche vers la conclusion d'accords de ciel ouvert. Les projections de la demande qui se fondent principalement sur la production et posent implicitement en hypothèse que la croissance va retrouver son rythme d'avant la crise risquent de surestimer la croissance future. Tel est le cas des projections de l'OACI, d'Airbus et de Boeing. Le revirement de l'économie a été plus accusé qu'auparavant et le fait qu'il affecte une plus grande partie de la population mondiale signifie qu'il affectera le plus le transport à longue distance.

Les débats ont mis l'accent sur la concurrence entre le train à grande vitesse et l'avion, en soulignant qu'elle peut être source de gains d'efficience en ce sens qu'elle pousse les modes à se développer sur les segments du marché où ils jouissent d'un avantage comparatif. Le train à grande vitesse l'emporte sur le train classique et l'avion sur quelques segments assez étroits du marché. Certains de ces segments rendent le train et l'avion complémentaires dans la mesure où des trains rapides facilitent l'accès aux aéroports. L'émergence des compagnies bon marché multiplie le nombre de lignes sur lesquelles la concurrence s'exerce et réduit le nombre des courtes et moyennes distances sur lesquelles le train à grande vitesse peut s'avérer intéressant. Par ailleurs, et comme il le sera indiqué ci-après, les redevances très élevées d'accès aux infrastructures ferroviaires font obstacle à la concurrence.

4. ÉVALUATION DES PROJETS DE LIGNES À GRANDE VITESSE

M. **Chris Nash** souligne que les nouvelles lignes à grande vitesse ne peuvent être rentables que si les volumes de trafic sont très élevés, de l'ordre de 9 millions de voyageurs par an en moyenne (le chiffre peut varier en fonction des coûts de construction de la ligne), un volume que tous les projets proposés n'atteignent pas. Le train à grande vitesse capture 60 pour cent au moins du marché ferroviaire et aérien sur les distances parcourables en trois heures ou moins de centre-ville à centre-ville.

La tarification en temps réel situe les prix à un niveau supérieur à celui des coûts marginaux. Sa capacité de rendre l'exploitation rentable dépend des redevances d'accès qui sont généralement élevées (jusqu'à cinq fois plus élevées que les coûts marginaux) là où il y a séparation verticale. Il est permis de se demander si ces redevances d'accès élevées sont socialement justifiables, étant donné qu'elles dissuadent d'utiliser des infrastructures très coûteuses. Une concurrence avec liberté d'accès qui va de pair avec de telles redevances peut donner de moins bons résultats qu'une concurrence avec concessions.

Il est rare que la grande vitesse ferroviaire trouve sa justification dans la seule augmentation de la vitesse de déplacement, mais dans les cas où l'augmentation de la demande nécessite la création d'une nouvelle ligne, le coût marginal de l'augmentation de la vitesse peut être suffisamment bas pour justifier l'option « grande vitesse ». L'investissement trouve sa raison d'être fondamentale dans le renforcement de la capacité et il est indéniable que la capacité d'une ligne à grande vitesse est considérable. Les avantages procurés par la libération de capacités sur d'autres lignes de chemin de fer ou dans des aéroports (moins sur les routes) doivent être pris en compte dans les évaluations. Il va de soi que ces avantages ne se matérialisent que s'il y a de la congestion ailleurs et il convient de réfléchir à d'autres formes de renforcement de la capacité.

Les avantages environnementaux ne sont pas l'atout maître de la grande vitesse ferroviaire. L'intensité énergétique d'un train à grande vitesse est plus ou moins deux fois plus élevée que celle d'un train classique, mais cet inconvénient est compensé par un taux de remplissage plus élevé. La grande vitesse ferroviaire ne permet pas d'économiser de l'énergie, mais réduit les émissions de CO_2 si la production de l'énergie génère peu d'émissions. Le modeste avantage environnemental généré par la grande vitesse ferroviaire perd encore de son poids s'il est tenu compte des émissions produites pendant la phase de construction. M. Crozet estime ainsi qu'il faudra 12 années d'exploitation de la ligne Dijon-Mulhouse pour compenser les émissions produites pendant sa construction. Les chiffres varient fortement d'un projet à l'autre, parce que les émissions dépendent des choix posés au stade de la conception (tunnels, etc.).

Les effets de réseau, c'est-à-dire la modification du trafic enregistrée sur les lignes autres qu'à grande vitesse, peuvent être importants et doivent être pris en compte. Ils sont normalement beaucoup plus marqués là où les trains à grande vitesse circulent sur des lignes accessibles à tous les types de trafic que sur des réseaux qui leur sont strictement réservés (ce que postule la technique de la sustentation magnétique). Les avantages économiques généraux, par exemple le renforcement des économies d'agglomération, sont aléatoires et varient considérablement d'un projet à l'autre.

M. **Katsuhiro Yamaguchi** montre que la grande vitesse ferroviaire trouve sa justification économique primaire dans les situations où une demande de niveau très élevé se conjugue avec des contraintes de capacité dans tous les modes. Son analyse amène à conclure qu'un train à sustentation magnétique reliant Tokyo à Osaka via Nagoya serait socialement avantageux si l'économie japonaise progressait de 2 à 3 pour cent par an pendant les 65 prochaines années. La demande de transport augmenterait alors à un tel rythme que le trafic aérien continuerait à progresser même si la ligne à sustentation magnétique était mise en service. Sans même se prononcer sur le réalisme ou irréalisme de ces hypothèses, il convient de souligner que le projet de train à sustentation magnétique a été présenté par l'entreprise privée qui fait actuellement circuler des trains à grande vitesse sur l'axe en cause et qui pourrait en fait, en défendant ce projet, vouloir prendre les devants sur un éventuel projet concurrent financé par les pouvoirs publics.

M. **Ginés de Rus** estime, comme M. Nash, que tous les projets de grande vitesse ferroviaire ne sortent pas indemnes d'une analyse coûts/avantages. Il rappelle aussi que les fonds publics se font plus rares, alors qu'il faut trouver plus d'argent pour entretenir et moderniser les infrastructures existantes et qu'il est donc nécessaire d'évaluer soigneusement les projets.

M. Ginés de Rus considère, contrairement à M. Nash, qu'il est bien que les prix couvrent la totalité des coûts (plutôt que les seuls coûts marginaux), afin de lancer des signaux corrects aux investisseurs (c'est-à-dire éviter les surinvestissements). La raréfaction des capitaux publics pourrait déboucher sur une entrée en scène plus résolue du secteur privé ainsi que sur un plus large recours aux redevances d'utilisation comme source de financement des infrastructures. M. de Rus se demande ce

qu'il pourrait advenir dans ce cas des tarifs des trains à grande vitesse et quelle incidence une hausse éventuelle de ces tarifs pourrait avoir sur la fréquentation, facteur clé de la rentabilité sociale de la grande vitesse ferroviaire. L'évaluation soigneuse des projets postule également la prise en compte d'un nombre raisonnable d'alternatives. Il convient ainsi de se demander, au cas où la grande vitesse ferroviaire a l'avantage de remédier à la congestion ailleurs, s'il faut partir de l'hypothèse qu'il n'y a pas lieu d'améliorer les redevances d'utilisation de ces autres infrastructures ou, en d'autres termes, s'il faut imposer la grande vitesse ferroviaire parce que l'accès aux aéroports et au réseau des chemins de fer est tarifé de façon inappropriée.

Cela étant, il est difficile d'expliquer la faveur dont la grande vitesse ferroviaire jouit un peu partout. M. de Rus pense pouvoir trouver une première explication dans le cofinancement par l'Union Européenne qui permet d'épauler les capitaux nationaux à l'aide de moyens financiers de l'Union Européenne en détournant des ressources de projets qui ne peuvent pas bénéficier d'un cofinancement, mais sont plus rentables. Ce mécanisme a pour effet de majorer les aides aux projets dont les coûts d'investissement sont plus élevés et le rendement moindre. Le débat sur la justification de la grande vitesse ferroviaire qui s'en est suivi a rappelé qu'elle a pour objectif affirmé d'aider à l'intégration et à la cohésion européennes, des objectifs dont il n'est pas tenu compte dans une évaluation coûts/avantages classique. Beaucoup d'experts sont toutefois d'accord pour penser que la grande vitesse ferroviaire n'est pas « au-dessus » d'une évaluation coûts/avantages.

Quoique l'analyse coûts/avantages soit jugée indispensable, elle n'est dans la pratique pas toujours satisfaisante. Il est souhaitable, eu égard aux observations de M. Thisse et aux dimensions d'un projet normal de grande vitesse ferroviaire, d'en cerner systématiquement les effets géographiques. Les contraintes analytiques et empiriques s'y sont toutefois opposées jusqu'ici. Les avancées réalisables dans ce domaine pourraient s'avérer hautement profitables. Les experts ont souligné que ces avancées ne doivent pas nécessairement déboucher sur une complexification des modèles utilisés et préfèrent user de modèles et de scénarios simples pour garantir la transparence et améliorer la robustesse.

5. GOUVERNANCE : DEGRÉ DE (DÉ)RÉGLEMENTATION SOUHAITABLE

M. **Botond Aba** rapporte que les préoccupations budgétaires hongroises sont préjudiciables à la position que les transports publics occupent sur le marché. Les consommateurs privés préfèrent en général la voiture aux transports publics et les investissements autoroutiers publics réalisés pour répondre à ces préférences induisent un transfert modal d'envergure vers la voiture. La possession et l'utilisation d'une voiture sont une source intéressante de revenus pour les pouvoirs publics. Les transports publics sont, quoique profitables à la collectivité dans son ensemble, généralement incapables d'équilibrer leurs comptes et coûtent donc aux budgets publics. M. Aba avance que les implications budgétaires de l'usage de la voiture et des transports publics orientent la politique des transports davantage que les préoccupations propres aux transports. Une politique des transports conçue dans une optique de durabilité requiert une intervention décidée de pouvoirs publics soucieux d'exploiter les complémentarités des transports publics et privés plutôt que de les mettre en concurrence.

M. **Clifford Winston**, défendant une thèse presque diamétralement opposée, demande aux participants ce que la déréglementation de pans entiers du système américain de transports leur apprend au sujet de l'impact potentiel de la poursuite du mouvement de déréglementation et de privatisation. Il affirme que la déréglementation a été très profitable et qu'il faut s'attendre à de nouveaux progrès à mesure que le secteur privé poursuivra son adaptation à son environnement déréglementé. Les inefficiences qu'une politique publique déficiente laisse subsister inhibent la réalisation de tous les avantages de la déréglementation. Là où la présence publique reste importante, comme c'est le cas dans les transports publics et la construction des infrastructures, les performances déclinent, l'innovation est virtuellement absente et les moyens financiers tendent à être insuffisants.

M. Winston allègue en outre qu'il faut continuer à sortir les pouvoirs publics du secteur des transports, en y privatisant purement et simplement la plupart des fonctions, pour faire avancer les choses. Une telle politique stimulera l'accès au marché (et partant la concurrence) ainsi que l'innovation organisationnelle et technologique aujourd'hui fortement inhibés par la réglementation. L'entrée en scène de Megabus aux États-Unis où la société a redynamisé le marché du transport de voyageurs par route vient encore de le prouver. Les déficiences du marché peuvent en général être considérées comme mineures si on les compare à celles des pouvoirs publics et la déréglementation, ou privatisation, est donc à recommander même là où la structure des coûts peut soulever des problèmes (dans le domaine des routes par exemple). Les débats n'ont pas pu montrer ce qu'il y aurait lieu de faire pour empêcher un exploitant monopoleur de routes privées de tirer une rente de ses redevances d'utilisation de ses infrastructures. L'adaptation à la déréglementation est lente et l'adaptation à la privatisation plus lente encore. Les frustrations nées de l'absence de bénéfices rapides donnent naissance à un risque de reréglementation (en particulier en période de crise) condamnant les efforts des entreprises à l'échec.

Les services d'autocars de ligne sont un exemple de déréglementation réussie en Europe. M. **Didier van de Velde** montre que les pays qui ont opté pour un régime de concessions ont vu des entreprises rentables et compétitives s'implanter sur des marchés mal desservis par le rail, l'avion ou la voiture. La très faible substituabilité du rail jette un doute sur la validité des mesures prises par certains pays pour contrer les services d'autocars et protéger ainsi le rail, même si ces mesures sont justifiables en principe. La pression concurrentielle de la voiture et de l'avion ainsi que des entrants potentiels suffit par ailleurs pour préserver le jeu de la concurrence, même si le nombre d'entreprises est réduit. M. van de Velde a pris soin de souligner que le modèle de (dé)réglementation des services d'autocars donne de bons résultats, mais n'est pas transposable pour autant à d'autres modes (dont le chemin de fer) en raison de la forte dissemblance des technologies, de la structure des coûts et peut-être aussi de la structure de la demande.

La déréglementation des chemins de fer européens a progressé plus lentement. L'équipe des universités de **Berlin** et de **Dresde** a évalué les mérites de trois modes d'accès au marché européen du transport de voyageurs à longue distance par chemin de fer, à savoir la « concession sur appel d'offres », l'« opérateur monopolistique du réseau » et le « marché ouvert ». La plus grande partie des données empiriques recueillies à ce jour porte sur les points forts et les points faibles du régime des concessions sur appel d'offres mis en place en Grande-Bretagne (voir *Adjudication par appels d'offres des services ferroviaires,* CEMT/OCDE 2007). Le régime de liberté d'accès en est encore à ses premiers balbutiements, mais semble être, si l'on en juge d'après la Directive 2007/58/CE, la forme de réglementation des services internationaux qui a la préférence de l'Union Européenne. Cette Directive oblige à ouvrir les services internationaux au jeu de la concurrence et autorise le cabotage, c'est-à-dire l'embarquement de voyageurs intérieurs à des points d'arrêt situés entre des terminaux installés dans des pays différents. Le droit communautaire permet de refuser l'octroi de droits de cabotage sur des lignes exploitées, avec le soutien financier des pouvoirs publics, par des opérateurs ferroviaires tenus à

des obligations de service public. Il reste à ce jour impossible de dire si la liberté d'accès aux services internationaux sera compatible avec le régime de concession sur appel d'offres des services intérieurs. Cette (in)compatibilité pourrait poser problème dans un pays tel que les Pays-Bas où le réseau accueille plusieurs formes différentes de service.

Le rapport présenté analyse 9 tentatives timides d'accès au marché ferroviaire allemand, le plus grand d'Europe en nombre de voyageurs, enregistrées ces 15 dernières années. Deux de ces tentatives, dont aucune ne porte sur plus de 2 paires de trains, semblent potentiellement plus significatives. Locomore Rail a annoncé avoir l'intention de faire circuler trois trains par jour entre Hambourg et Cologne à partir d'août 2010 et a réussi à obtenir les sillons de DB Netz. Keolis, soutenue par la SNCF, a l'intention de faire circuler entre plusieurs villes allemandes des trains comparables à ceux qui assurent les services InterCity de la DB, mais ne sait pas encore si elle obtiendra les sillons nécessaires, parce que la décision de la filiale de la DB qui gère le réseau ne tombera qu'en avril 2010.

M. **John Preston** convient que la concurrence dont les services ferroviaires grandes lignes font l'objet reste assez timide et observe que celle qui s'exerce sur les voies, si tant est qu'il y en ait, semble se focaliser sur des marchés de niche négligés par l'opérateur historique. Les modèles donnent par ailleurs à penser que si les redevances d'accès aux voies s'alignent sur le coût marginal à court terme, la concurrence frontale est concevable, sans être pour autant socialement souhaitable, sur des lignes à fort trafic où elle tendra à multiplier les services à l'excès et à porter les tarifs à un niveau trop élevé. En revanche, la liberté d'accès au marché britannique de niche constitué par les services directs vers des destinations nouvelles avec paiement de redevances d'accès aux voies fondées sur le coût marginal semble être socialement louable. Les contraintes de capacité existant sur les lignes principales et dans les grands terminaux impliquent que cette concurrence peut être réfrénée et il faut aussi se demander si ces services optimisent l'utilisation de capacités limitées.

La concurrence qui s'exerce hors des voies en Grande-Bretagne a pu attirer un nombre suffisant de candidats, va de pair avec une forte croissance de la demande et peut déboucher sur le versement de redevances confortables aux pouvoirs publics. Cette concurrence est toutefois vulnérable à la malédiction du vainqueur (les auteurs des offres ne peuvent l'emporter que s'ils promettent des rémunérations optimistes qui les condamnent plus vraisemblablement à l'échec). Le risque le plus sérieux qui plane sur les recettes est lié au PIB et les mécanismes de partage des risques qui lient les rémunérations/subventions au PIB pourraient peut-être éviter les plus gros problèmes inhérents au régime de concession. La liaison des paiements au PIB pourrait également autoriser l'allongement de la durée de validité des concessions, ce qui conviendrait mieux pour les investissements en matériel roulant neuf.

La discussion des rapports présentés a porté à conclure que les coûts fixes élevés des services de transport de voyageurs par chemin de fer en général et des services à grande vitesse en particulier condamnent la concurrence avec liberté d'accès à un rôle périphérique. La liberté d'accès n'est habituellement réalisable que si les entrants sont tenus de payer des redevances d'utilisation des infrastructures fondées sur les coûts marginaux, variables ou évitables. La fixation des redevances à un niveau qui les fait contribuer de façon significative à la couverture des coûts fixes est de nature à exclure l'entrée. Les trains à grande vitesse doivent généralement acquitter des redevances élevées d'accès aux voies qui couvrent une grande partie des coûts fixes et entravent la liberté d'accès à ce marché. En revanche, un opérateur qui aurait bénéficié de la liberté d'accès, paierait des redevances qui ne couvrent que les coûts marginaux et conquerrait une large part du marché compromettrait financièrement l'exploitation du réseau. Les redevances allemandes d'utilisation des infrastructures tiennent compte de ces facteurs, parce qu'elles sont fondées sur les coûts marginaux pour les opérateurs qui ne font circuler que quelques trains par jour sur une ligne et sont beaucoup plus élevées

pour ceux qui assurent des services à plus grande fréquence. Cette structure des redevances est le fruit, en partie, d'une décision réglementaire qui jugeait la mise en place rapide d'un barème de redevances assurant une couverture plus équilibrée des coûts fixes anticoncurrentielle.

Les participants sont convenus que tous les modes d'introduction de la concurrence sur le marché du transport de voyageurs par chemin de fer posent de très sérieux problèmes de réglementation, mais aussi que la concurrence pour le marché par mise en œuvre d'un régime de concessions a de meilleures chances de réussite que la concurrence sur le marché avec liberté d'exploitation des trains, parce qu'elle offre des solutions au problème de la couverture des coûts fixes. Ces deux modes d'ouverture du marché à la concurrence appellent instamment à l'existence d'une autorité de tutelle crédible et indépendante. Une autorité de tutelle forte est particulièrement nécessaire lorsque la concurrence avec liberté d'accès est destinée à se développer dans un environnement où la gestion des infrastructures et l'exploitation des trains sont intégrées au sein par exemple d'une société holding.

6. SPÉCIALISATION DES INFRASTRUCTURES

Les systèmes de transport développés associent plusieurs modes dont certains utilisent des infrastructures qui leur sont propres. La différenciation croissante des services de transport par chemin de fer a amené à réserver des infrastructures particulières aux trains à grande vitesse. A l'inverse, quasi toutes les infrastructures routières sont multifonctionnelles et partagées par une population très hétérogène d'usagers. MM. **Robert Poole** et **Robin Lindsey** se sont donc demandés s'il serait intéressant de réserver certaines parties du réseau routier à certaines catégories particulières de trafic, en particulier les voitures et les camions.

M. Robert Poole constate que beaucoup de voies pour véhicules à taux d'occupation élevé restent sous-utilisées et avance que la séparation des infrastructures peut être judicieuse si les utilisateurs potentiels attribuent des valeurs très différentes au temps. Les voies pour voitures peuvent se justifier en milieu urbain où les vitesses sont réduites, parce qu'elles peuvent être plus étroites et emprunter des itinéraires inédits (canaux de drainage, emprises de lignes électriques, etc.), tandis que les voies pour camions peuvent être conçues pour accueillir des véhicules articulés ou des trains routiers lourds. L'analyse formelle proposée par M. Robin Lindsey plaide également en faveur de la séparation en ce sens qu'un équilibre non réglementé sur une infrastructure multifonctionnelle tend à déboucher sur une intégration, tandis que la solution la moins coûteuse pourrait imposer la séparation pour cause de risque de collision ou d'inégalité marquée de la valeur du temps. Les péages peuvent servir à mettre la formule non réglementée et la formule la moins coûteuse sur un pied d'égalité. Les interdictions d'accès à certaines voies donnent de moins bons résultats : si une voie est interdite aux voitures, mais pas aux camions, ceux-ci peuvent circuler sur les deux voies et cela fait augmenter les coûts.

7. UTILISATION DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

M. **Zimmermann** explique qu'en 2006, les autorités allemandes ont pris, parce que le marché de la télématique ne se développait pas comme prévu, une initiative dans le domaine des technologies de pointe, afin d'offrir une gamme complète de services d'information aux transports tant publics que privés. Il fallait en effet, étant donné la multiplication des produits propriétaires, développer des interfaces et des protocoles avec des algorithmes pour le transfert de données. L'information doit être diffusée avant et pendant le déplacement. Des systèmes d'échange d'informations doivent mis en place sur les routes secondaires pour que les déviations vers le réseau secondaire ne se soldent pas par des pertes d'informations. Les entreprises publiques rechignent à fournir des données sur les incidents, mais les systèmes d'échange d'informations ont fini par bien marcher, parce que les fournisseurs de services sont interdépendants et que la pénurie de données exactes laisse une image déplorable. La diffusion d'informations est un mécanisme autorenforçateur.

Le débat a révélé qu'il reste à trouver une réponse à plusieurs questions importantes pour l'évaluation des systèmes de transport intelligents : il serait ainsi intéressant de savoir comment mesurer les avantages attendus des projets et des systèmes de transport intelligents, comment porter le rapport coûts/avantages à un niveau supérieur à l'unité et comment remédier à l'instabilité quand la réorientation du trafic vers des itinéraires de délestage peut y engendrer une congestion plus grave que celle dont elle débarrasse l'itinéraire principal.

MM. **Tapiador** et **Marti-Henneberg** replacent le problème de l'intermodalité dans un contexte spécifique. Maintenant que les États investissent dans la grande vitesse ferroviaire, les opérateurs ferroviaires devraient pouvoir accéder à ce nouveau type de service et le relier, pour commencer, au système ferroviaire hérité du 19ème siècle. Des nouvelles gares doivent aussi être construites, souvent à la périphérie des villes. La voiture particulière est le mode d'accès de prédilection à ces équipements, tandis que les taxis jouent un rôle très important au terme du voyage retour. Il en ressort qu'il faut prendre de nombreux modes en compte quand il est question d'accessibilité et d'intermodalité. Les États se focalisent plutôt sur les gros investissements, alors que des décisions plus simples et directes peuvent contribuer très efficacement à améliorer l'accessibilité. Les auteurs avancent par ailleurs que les investissements dans les technologies de l'information peuvent renforcer efficacement l'intermodalité à moindre coût.

Ce dernier point a suscité diverses questions, parce qu'il convient de se demander si les coûts de mise en œuvre des technologies de l'information sont réellement de très loin inférieurs aux coûts d'investissement dans les infrastructures et le matériel roulant. Il faut évidemment que les choses soient claires avant de décider dans quoi investir.

8. MOBILITÉ INTERURBAINE DURABLE

MM. De Rus et Nash ont déjà souligné que les zélateurs de l'investissement dans la grande vitesse ferroviaire mettent avec insistance l'accent sur ses atouts environnementaux, des atouts qu'elle tirerait surtout du trafic qu'elle enlève à l'avion. M. **Per Kageson** analyse, pour évaluer la solidité de cette thèse, l'impact que les différents modes interurbains concurrents exercent sur l'environnement (principalement par leurs émissions de gaz à effet de serre) non pas à leur niveau actuel de performance, mais à un niveau plus représentatif de celui qu'ils exerceront pendant toute la durée de vie des infrastructures de la grande vitesse ferroviaire, soit jusqu'en 2025. Beaucoup de facteurs jouent un rôle dans cette analyse, notamment les quantités de gaz à effet de serre émises pendant la construction des nouvelles infrastructures, mais ceux qui imprimeront le plus leur marque à l'évaluation sont toutefois la vitesse et, partant, les besoins énergétiques des trains à grande vitesse. M. Kageson trouve étrange qu'un tel intérêt soit accordé à la grande vitesse ferroviaire, alors que la réduction de la vitesse des transports routiers et aériens comme moyen de réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre mobilise tant d'efforts.

Il est permis de se demander si la grande vitesse ferroviaire est bien porteuse des avantages environnementaux qu'elle est censée générer. La grande vitesse ferroviaire peut réduire les émissions de gaz à effet de serre, surtout si elle se substitue au transport aérien, mais cet avantage est minime et chèrement acquis s'il est tenu compte du trafic qu'elle induit, de sa soif d'énergie et de l'intensité de carbone de l'électricité marginale qu'elle consomme. Les services voyageurs classiques peuvent très bien être pleinement satisfaisants en termes tant environnementaux qu'économiques là où le trafic est faible et ne semble pas destiné à augmenter. Ces conclusions sont valables dans toutes les hypothèses, sauf les hypothèses extrêmes, et il serait donc dans la plupart des cas malvenu de créditer la grande vitesse ferroviaire d'une réduction imposante des émissions de gaz à effet de serre.

Le débat sur les mesures à prendre pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'aviation se focalise sur les mérites respectifs d'une taxe sur le carburant et des systèmes d'échange de droits d'émission. M. **Peter Morrell** souligne que les obstacles juridiques à la taxation mondiale du carburant et l'inclusion par l'Union Européenne de l'aviation dans le champ d'application de son système d'échange de quotas d'émissions ont focalisé l'attention sur les modalités de fonctionnement et les aspects économiques de l'échange des droits d'émission de gaz à effet de serre dans l'aviation. Il observe qu'il importe de comprendre, comme pour d'autres systèmes d'échange, comment les droits sont alloués et quels en sont les effets perturbateurs pour évaluer leurs performances, non pas parce qu'ils influent sur les émissions globales et les coûts, mais parce qu'ils affectent les opérateurs différemment et que cette différence peut affecter la concurrence à l'intérieur de la branche d'activité ainsi que, partant, les émissions qu'elle produit.

Les compagnies aériennes vont-elles restructurer leurs activités afin de se conformer aux nouvelles règles européennes en raccourcissant les tronçons européens de leurs vols effectués au départ ou à destination d'un aéroport de l'Union Européenne ? La réponse n'est pas évidente parce que l'évitement des aéroports-pivots de l'Union Européenne peut leur coûter plus de temps et de carburant et mal se concilier avec d'autres stratégies commerciales (correspondances avec un partenaire, partage

de codes, etc.). Dans les exemples cités par M. Morrell, le coût de la redevance due au système d'échange de quotas d'émissions est plus ou moins égal au coût du carburant qu'il faut consommer en plus pour ne pas passer par un aéroport-pivot de l'Union Européenne en parcourant une même route de point à point.

M. Morrell se demande si la hausse des tarifs entraînée par la prise en compte du coût des permis peut réduire la mobilité et, partant, les émissions des avions. Si ce coût est répercuté à 100 pour cent, les émissions pourraient, en 2020, être inférieures de 7.5 pour cent à ce qu'elles auraient été en l'absence de système d'échange. Il n'est toutefois pas sûr que les compagnies répercuteront la totalité de leurs surcoûts sur leurs tarifs. Elles peuvent en effet emprunter des routes qui ne relèvent pas du système d'échange de quotas d'émissions, se lancer sur le marché du fret et différencier leurs marchés passagers afin de répartir la charge imposée par le système, de telle sorte que tous les prix n'augmentent pas d'un montant correspondant au coût des émissions de CO_2 produites par le vol en cause. Il a par ailleurs aussi été souligné au cours du débat que la répercussion pourrait être moindre sur les aéroports encombrés où l'impact devrait se traduire par une diminution des droits d'utilisation des créneaux d'atterrissage revenant aux compagnies en place (OCDE/FIT 2009), une thèse que M. Morrell conteste au motif qu'elle ne tient pas compte de la production multidimensionnelle des compagnies aériennes.

Contraint de compter avec une augmentation sensible du coût des mesures de réduction et de s'accommoder d'un contexte dans lequel le prix du carbone sera fixé principalement par le secteur de l'énergie et de l'électricité, le transport aérien ne va sans doute pas réduire ses émissions en chiffres absolus et ne les réduira que marginalement par rapport à son volume d'activité. Il contribuera toutefois à financer la réduction des émissions produites dans d'autres secteurs relevant du système d'échange de quotas d'émissions en faisant monter le coût des permis. Il n'y a là qu'un simple reflet du fait que les coûts marginaux de réduction varient d'un secteur à l'autre, mais il faut quand même se demander, comme il l'a été souligné au cours du débat, s'il est normal que des opérateurs non communautaires financent la réduction des émissions produites dans l'Union Européenne.

9. ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE

L'évaluation environnementale stratégique a déjà été appliquée fréquemment aux transports, mais bon nombre des procédures suivies sont, aux dires de M. **Rodrigo Jiliberto**, mal adaptées à l'environnement décisionnel du secteur. L'approche souvent étroitement juridique utilisée fait de l'évaluation environnementale stratégique une version à plus grande échelle de l'étude d'impact sur l'environnement. Mme **Maria Partidario** déclare que l'évaluation environnementale stratégique devait, au départ, faire intervenir les questions environnementales et sociales plus rapidement dans le processus de planification et de prise de décisions et améliorer ainsi le contexte dans lequel l'étude de l'impact des projets sur l'environnement doit s'inscrire. Elle avance par ailleurs que pour faire changer les choses, l'évaluation environnementale stratégique doit rompre ses liens avec l'étude d'impact sur l'environnement et devenir un instrument qui occupe un nouvel espace dans les processus de développement stratégique, change les attitudes et joue un rôle direct dans le processus décisionnel.

Une étude de cas portant sur la sélection du site d'implantation d'un nouvel aéroport à Lisbonne montre toute l'influence que l'évaluation environnementale stratégique peut avoir sur un tel choix. La réalisation par l'État d'une nouvelle évaluation environnementale stratégique mettant un terme à un processus de planification progressive qui avait conduit à sélectionner plusieurs sites inappropriés et dont les résultats avaient été contestés par différents groupements d'intérêts a puissamment contribué à mener la procédure de sélection à bonne fin. Cette évaluation environnementale stratégique a commencé par la recherche dans les alentours de Lisbonne de sites appropriés répondant à toute une série de critères en matière d'accessibilité, de potentiel de développement économique et de sensibilité environnementale. L'opération a pu être couronnée de succès, parce qu'elle avait été clairement axée sur la décision qui devait être prise, en l'occurrence le choix du lieu d'implantation d'un nouvel aéroport et l'optimisation de son intégration dans le tissu économique et environnemental de la région plutôt que l'utilité ou inutilité de sa construction. L'évaluation s'est fondée sur les sept facteurs critiques que les décideurs avaient jugés les plus pertinents et il a ainsi été possible de mieux structurer que d'habitude les études de préparation de l'évaluation environnementale stratégique. Le succès de l'entreprise doit être imputé avant tout à la clarté du dialogue mené avec les responsables politiques au sujet du choix des indicateurs et du mode de présentation des conclusions des analyses réalisées.

10. SESSION FINALE

Mme **Cristina Narbona Ruiz** est la première à prendre la parole au cours de la session finale présidée par M. Francesc Robusté. Elle rappelle que la crise de 2008 a été synonyme de rupture à de nombreux points de vue et s'est accompagnée d'une crise environnementale. L'incapacité des marchés à bien réguler l'économie mondiale appelle à l'émergence d'une nouvelle gouvernance politique marquée au coin de la transparence de l'information et de la responsabilité. Il est besoin aussi d'un nouveau paradigme, parce que l'avenir pourrait être fait de conséquences irréversibles du changement climatique. Une stratégie de croissance verte est essentielle et constitue un défi majeur pour les responsables politiques, même si le coût économique de l'inaction est supérieur au coût des mesures à mettre en œuvre. En fait, les mesures seront d'autant plus coûteuses qu'elles seront tardives. Il faut mettre fin progressivement au subventionnement des combustibles fossiles et commencer à taxer le carbone. La solution peut aussi se trouver dans le remplacement de l'économie de la propriété par une économie de la fonctionnalité des services et la gestion de la demande de services. Dans le secteur des transports par exemple, les transports publics ne peuvent plus être considérés comme un second choix.

M. **Paolo Costa** rappelle, à propos des analyses de la grande vitesse ferroviaire proposées ci-dessus, que la grande vitesse ferroviaire fait partie du programme RTE-T qui vise à améliorer l'intégration européenne en interconnectant les réseaux nationaux et en assurant leur interopérabilité. Le bond technologique constitué par la construction des nouvelles infrastructures destinées à la grande vitesse ferroviaire a semblé être la seule façon possible de renforcer l'attractivité des transports publics tout en débarrassant l'économie de son carbone. M. Paolo Costa estime que les effets de réseau et l'amélioration de l'interopérabilité rendront ces investissements indubitablement rentables à long terme, même si les évaluations économiques rigoureuses donnent à penser que le rendement social est parfois négatif.

M. **Chris Nash** convient, dans sa réponse, que les transports ne peuvent accéder à la durabilité sans changer profondément, mais considère que la contribution de la grande vitesse ferroviaire à l'intégration européenne est minime, parce que la demande de ces services se constitue d'une demande enlevée aux trains classiques et à d'autres modes de transport et qu'elle ne suffit pas, même avec le trafic induit, pour couvrir les coûts. Il se demande donc si des mégaprojets tels que la grande vitesse ferroviaire sont bien ce qu'il y a de mieux à faire pour améliorer la cohésion européenne. M. Chris Nash trouve que le transport de marchandises est également très important et qu'il convient donc de se demander s'il n'aurait pas été plus sage de concentrer, dans le cadre du programme RTE-T, les investissements sur le transport de marchandises, même si les trains à grande vitesse libèrent de la capacité utilisable par quelques services classiques supplémentaires. La grande vitesse ferroviaire européenne se caractérise par son coût élevé, sa faible interopérabilité et sa complexité technique, alors qu'il reste toujours à trouver des solutions rationnelles à des questions telles que la tarification appropriée de l'usage des infrastructures. La couverture des coûts au moyen de redevances d'accès élevées ne peut, dans l'état actuel des choses, que déboucher sur une utilisation suboptimale des infrastructures.

M. **Francesc Robusté** conclut les débats en déclarant que la durabilité est également une condition de croissance économique et qu'il n'est pas possible d'abandonner les transports interurbains de demain à leur sort. Il ajoute, en guise de conclusion finale, que dans beaucoup de domaines tels que l'amélioration de l'accessibilité, l'analyse coûts/avantages, la compréhension de la structure future de la mobilité, la tarification et la prise de décisions stratégiques, le Symposium a dégagé des idées novatrices qui devraient aider à améliorer tant la politique des transports que les services de transport.

BIBLIOGRAPHIE

OCDE/FIT (2009), *Concurrence et interactions entre aéroports et services de transports aériens et ferroviaires*, OCDE, Paris 2009.

EXPOSÉ D'ORIENTATION GÉNÉRALE

DE LA MANIÈRE DONT LES COÛTS DE TRANSPORT DÉTERMINENT LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE

par

Jacques-François THISSE

CORE
Université Catholique de Louvain
Belgique
et
École Nationale des Ponts et Chaussées
France

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 33

2. L'ARBITRAGE ENTRE RENDEMENTS CROISSANTS ET COÛTS DE TRANSPORT 35

2.1. Nombre et taille optimaux des entreprises 35
2.2. Localisation optimale des entreprises 36

3. MOBILITÉ DES ENTREPRISES ET DES TRAVAILLEURS 39

3.1. L'effet de taille de marché 39
3.2. Émergence d'une structure centre-périphérie 41

4. LA COURBE EN CLOCHE DU DÉVELOPPEMENT SPATIAL 45

4.1. Relations verticales 45
4.2. Mobilité imparfaite de la main-d'œuvre 46
4.3. La fragmentation spatiale des entreprises 48

5. L'ARBITRAGE ENTRE LES COÛTS DES DÉPLACEMENTS PENDULAIRES INTRA-URBAINS ET LES COÛTS DE TRANSPORT INTERURBAIN 49

5.1. La ville monocentrique 50
5.2. La ville polycentrique 51

6. REMARQUES FINALES 52

BIBLIOGRAPHIE 56

1. INTRODUCTION

De par sa nature même, le transport est lié au commerce. Le transport de marchandises est donc un rouage essentiel de l'économie dans toute société. Le commerce trouve son origine dans le fait que les gens désirent consommer des produits qui ne sont pas produits dans leur voisinage immédiat. La Route de la Soie témoigne de ce que le transport sur de longues distances a été entrepris pour cette raison même. Mais pourquoi tous les biens ne sont-ils pas produits partout? La raison en est que les régions sont spécialisées dans la production de certains biens. Mais quelle est la raison de cette *spécialisation* des territoires ? La première explication qui vient à l'esprit tient à la spécificité des milieux qu'offre la nature pour produire tel ou tel bien. Selon Diamond (1997), c'est à cause des différences de répartition géographique tant des végétaux comestibles, riches en éléments nutritifs, que des animaux sauvages, domesticables par l'homme pour l'aider dans ses activités agricoles et de transport, que seules quelques régions ont pu devenir des centres autonomes de production alimentaire. Cela explique, du moins partiellement, l'apparition de la civilisation dans un petit nombre de régions uniquement. Toutefois, cette explication est insuffisante pour comprendre pourquoi, dans le sillage de la révolution industrielle, les échanges interrégionaux et internationaux se sont développés si rapidement.

Tous les biens ne sont pas produits partout, parce que les régions disposent d'*avantages comparatifs*, résultant eux-mêmes de l'aptitude de chacune d'elles à fournir un produit particulier à un coût d'opportunité inférieur à celui des autres régions. Ce type d'avantage tient parfois au fait que ses habitants ont appris comment produire un bien en utilisant des technologies inconnues des autres, comme ce fut le cas pendant longtemps des Chinois avec la soie. Qui plus est, le caractère hétérogène des régions, dû notamment à la répartition inégale des ressources immobiles (fleuves et ports naturels) et des aménités (climat), mais aussi à l'existence de grands lieux de transbordement (par exemple les Grands Lacs au Canada et aux États-Unis), est, lui aussi, à l'origine de tels avantages. Bref, chaque région se spécialise dans la production de biens pour lesquels elle jouit d'un avantage comparatif, biens qu'elle échange ensuite avec d'autres régions spécialisées dans des secteurs différents. Toutefois, de nombreux biens sont produits pour le seul marché intérieur. De fait, les coûts de transport excluent du commerce toute une gamme de produits pour lesquelles aucune région ne dispose d'un avantage comparatif suffisamment grand en termes de productivité. Autrement dit, l'avantage procuré par de bas coûts de production est insuffisant pour contrebalancer le désavantage lié à l'importance des coûts de transport. Au fur et à mesure que ces derniers diminuent, la gamme de produits pouvant faire l'objet d'échanges s'élargit. Même si les avantages comparatifs exogènes évoqués précédemment jouent un rôle important, je suis convaincu qu'ils ne peuvent expliquer à eux seuls la formation des grandes agglomérations, ni les courants commerciaux de très grande ampleur qui se sont développés depuis la révolution industrielle. D'autant plus que certaines hétérogénéités spatiales (notamment les infrastructures de transport) ne sont aucunement le fruit de la nature mais sont, au contraire, endogènes.

Les nouvelles théories du commerce international mettent en évidence une autre explication : de nombreuses activités de production sont soumises à des *rendements d'échelle croissants* (Helpman et Krugman, 1985). Pour en comprendre toute la signification, il faut garder à l'esprit que les rendements

croissants peuvent prendre des formes très diverses. Tout d'abord, les économies d'échelle *internes* aux entreprises se manifestent lorsque l'efficacité productive de celles-ci va de pair avec l'ampleur de leur production. L'une des principales raisons en est que, après avoir dépassé une certaine taille, les entreprises sont en mesure d'adopter des technologies plus performantes et d'amortir ainsi les investissements effectués sur un plus grand nombre d'unités produites. Les entreprises peuvent également améliorer leur productivité grâce à des économies d'apprentissage qui naissent du processus de production même. Mais les rendements croissants peuvent aussi apparaître sous une forme moins connue, à savoir celle des économies d'échelle *externes* aux entreprises, dont l'origine se trouve dans l'organisation socio-économique de leur environnement immédiat (Duranton et Puga, 2004). Les facteurs en jeu sont multiples : ils vont de l'accès aisé à des services spécialisés aux entreprises, à la présence d'une main-d'œuvre qualifiée et à la production d'idées nouvelles engendrées par des communications sans intermédiaire, jusqu'à la disponibilité d'infrastructures de transport et de communication particulières. Quelle qu'en soit la forme, les économies d'échelle sont le moteur de la formation des villes, au sein desquelles la division du travail et la spécialisation des tâches parviennent à un point qu'il serait précisément impossible d'atteindre avec une population dispersée (Fujita et Thisse, 2002). Dès lors, on comprend que les villes et régions se spécialisent dans la production de biens particuliers en raison de l'avantage de coût provoqué par les rendements croissants, que ceux-ci soient internes ou externes aux entreprises. Les coûts de transport représentent toujours un obstacle aux échanges, mais la taille du marché devient un autre facteur crucial : l'existence d'un vaste marché local qui permet de produire à des coûts moyens faibles peut avoir raison de l'inconvénient de coûts élevés de transport.

Nous pouvons par conséquent conclure sans grand risque de nous tromper que la demande de transport de marchandises trouve son origine dans la nécessité de commercer, laquelle est elle-même due à la spécialisation des régions. Comme tous les coûts liés à la distance ont chuté de façon spectaculaire à la faveur des progrès technologiques réalisés dans les différents modes de transport et de l'essor des nouvelles technologies des communications, on comprend pourquoi le commerce s'est développé si rapidement. De plus, les nouveaux moyens de transport et de communication influencent les choix d'implantation des entreprises et des ménages, en modifiant l'accessibilité aux marchés des produits et des facteurs de production. Aussi est-il légitime de se poser la question suivante : *quel est l'impact de la diminution des coûts de transport et de communication sur la localisation de l'activité économique ?*

Pour comprendre la façon dont les espaces économiques sont organisés, il faut partir de l'hypothèse selon laquelle la production de biens se fait à rendements croissants. Si les rendements d'échelle sont constants, la prise en compte de la mobilité des ménages et des entreprises a une conséquence inattendue : les prix relatifs et la structure de production sont les mêmes partout. En fait, dans un monde où les niveaux d'activité peuvent être arbitrairement faibles sans qu'il y ait de pertes d'efficacité, les entreprises et les ménages peuvent réduire à zéro les dépenses de transport en morcelant leurs activités entre un grand nombre de lieux. Chaque région devient alors autarcique, car elle ne doit produire que pour répondre aux besoins de son seul marché intérieur. En conséquence, le paradigme économique standard, qui allie rendements constants et concurrence parfaite, ne peut pas rendre compte de l'émergence et de la croissance des grandes agglomérations économiques, pas plus qu'il ne peut rendre compte de l'existence de flux de transport importants de marchandises.

Les rendements croissants ont donc un impact fondamental pour la structure spatiale de l'économie : *tout ne peut pas être produit partout.* Aussi n'est-il pas surprenant que, dans nombre de situations concrètes concernant la localisation de grands équipements -- comme par exemple la multiplication de petites universités dans de nombreux pays européens --, les décideurs soient obligés d'arbitrer entre efficacité globale et équité spatiale. Les rendements croissants ont une autre

répercussion majeure : des coûts de transport plus faibles peuvent tout aussi bien amplifier que réduire l'avantage ou le désavantage géographique de telle ou telle région. En d'autres termes, *un faible (dés) avantage comparatif exogène peut devenir un important (dés) avantage comparatif endogène.*

Cela dit, la localisation des entreprises et des consommateurs est déterminée par l'existence de marchés géographiquement dispersés. L'accessibilité à ces marchés se mesure à l'aune de la totalité des coûts qu'entraînent les divers types de frictions spatiales auxquelles les agents économiques sont exposés dans les processus d'échange. En conséquence, *la configuration que prend un espace économique dépend des interactions entre coûts de la mobilité et économies d'échelle*, et ceci même si les modalités varient en fonction de l'échelle spatiale (le monde, le pays ou la ville). En affectant les choix de mobilité des travailleurs qualifiés, c'est à l'aune de cet arbitrage qu'il faut évaluer l'impact que pourrait avoir le transport interurbain de passagers.

Le présent rapport a pour objet d'analyser les principaux arbitrages à l'œuvre à différentes échelles spatiales. Les contraintes imposées, faut-il le préciser, ne m'ont permis d'aborder que quelques-unes des idées maîtresses développées dans les nouvelles théories de l'économie géographique et de l'économie urbaine. L'accent est mis sur l'impact de la baisse des coûts de transport sur les décisions microéconomiques de localisation des entreprises et des travailleurs, ainsi que sur les conséquences macrospatiales qui en découlent.

2. L'ARBITRAGE ENTRE RENDEMENTS CROISSANTS ET COÛTS DE TRANSPORT

2.1. Nombre et taille optimaux des entreprises

La révolution industrielle a entraîné une baisse extraordinaire des coûts de transport et une augmentation considérable de la taille des établissements de production. La taille optimale des toutes premières usines était très réduite. De fait, comme le constate Bairoch (1997) : "Dans pratiquement tous les secteurs manufacturiers, il était possible d'avoir une position concurrentielle avec une très petite entreprise. L'étroitesse du marché, qui limitait les forts coûts de transport, s'ajoutait aux aspects techniques proprement dits." Les choses ont changé à partir de la seconde moitié du 19ème siècle. La taille minimum des entreprises s'est accrue en raison de l'utilisation d'équipements de plus en plus diversifiés, qui nécessitaient l'intervention de beaucoup plus d'ouvriers. Cette augmentation de la taille des entreprises fut accompagnée par l'expansion du périmètre des marchés, rendue elle-même possible par le fort recul des coûts de transport. En résumé, ces différentes évolutions se sont combinées pour réduire peu à peu le nombre d'entreprises, dont la taille en revanche augmentait. Prenons, par exemple, le cas des entreprises de la sidérurgie belge : leurs effectifs, qui se chiffraient en moyenne à 26 personnes en 1845, atteignirent 446 en 1930 (Bairoch, 1997). Au vu de tels chiffres, on constate que l'arbitrage entre rendements croissants et coûts de transport se trouve effectivement au cœur des questions relatives à la localisation de l'activité économique.

Il n'y a là rien de très surprenant. D'abord, ainsi qu'il a été signalé plus haut, en l'absence de rendements croissants, on pourrait construire un établissement de production en chaque lieu de consommation pour ne rien avoir à transporter. *A contrario*, en l'absence de coûts de transport, un seul établissement suffirait pour satisfaire la totalité de la demande (sauf en cas de hausse sensible du coût marginal de la production). Lorsque les coûts de transport s'accroissent avec la distance, chaque

établissement approvisionne les consommateurs situés dans un rayon déterminé, lequel dépend du niveau relatif des coûts de transport et de l'intensité des rendements croissants, mais les consommateurs se trouvant au-delà de ce rayon sont approvisionnés par une autre unité de production.

On peut illustrer la nature de cet arbitrage au moyen d'un exemple simple formé de trois marchés géographiquement distincts -- **O**(ouest), **C**(centre) et **E**(est) -- où la demande locale d'un produit donné est parfaitement inélastique et égale à **1**. La construction d'un établissement dans un marché nécessite **F** euros, tandis que le transport d'une unité de ce produit entre deux marchés adjacents coûte **T** euros. Quelle est la configuration qui minimise les coûts totaux ? Il est aisé de vérifier que le choix doit se faire entre les deux options suivantes. Premièrement, la construction d'un établissement dans chaque marché entraîne un coût total égal à **3F** étant donné qu'il n'y a pas de transport. Deuxièmement, si l'on construit un seul établissement, le lieu optimal est **C** et le coût correspondant est égal à **F + 2T**. La solution au moindre coût consiste alors à disposer d'un seul établissement si et seulement si :

$$F + 2T < 3F \Leftrightarrow T < F$$

Cette inégalité est satisfaite si **F** est élevé et **T** faible. Dans le cas contraire, l'optimum est de disposer de trois établissements. Cet exemple suffit pour comprendre que des coûts fixes élevés favorisent la concentration de la production dans un petit nombre d'unités de grande taille, comme c'est le cas dans les économies développées contemporaines. En revanche, le cas de figure dans lequel des coûts de transport élevés encouragent la prolifération de petits établissements en un grand nombre de lieux est typique des économies préindustrielles. En dépit de sa simplicité, cet exemple fait ressortir un principe très général : *des économies d'échelle importantes dans la production* (**F** élevé), *de faibles coûts de transport des marchandises* (**T** faible), *ou les deux, favorisent l'agglomération des activités économiques dans un nombre restreint de zones.*

Une légère modification de cet exemple permet de mettre en lumière un autre principe important de l'économie géographique. Supposons en effet que la demande locale du produit considéré augmente pour passer de **1** à **D** unités. L'inégalité ci-dessus devient alors :

$$F + 2DT < 3F \Leftrightarrow DT < F$$

A l'évidence, elle cesse d'être vraie lorsque **D** est suffisamment élevé. En conséquence, si les marchés locaux sont grands (**D** élevé), l'optimum devient alors d'approvisionner chacun d'entre eux à partir d'un établissement qui y est implanté. Autrement dit, même quand les coûts unitaires de transport sont bas (**T** faible), *la proximité de grands marchés est importante pour la localisation des entreprises*.

2.2. Localisation optimale des entreprises

Considérons maintenant le choix du lieu d'implantation d'une entreprise qui ne peut être subdivisée en unités plus petites en raison des rendements croissants. Le problème le plus simple se pose lorsque cette entreprise achète une matière première ou un bien intermédiaire sur un marché (**O**) et vend sa production sur un autre marché (**E**), les deux marchés étant reliés par une voie de communication. La localisation optimale de l'entreprise, à savoir celle qui minimise la somme des coûts de transport, peut être considérée comme le point d'équilibre d'un système gouverné par deux

forces résultant de la nécessité de se trouver à proximité tant du marché du produit que du marché du facteur de production. L'intensité de ces deux forces est fonction, d'une part, des quantités transportées ($\mathbf{w_1 > w_2}$) et, d'autre part, du coût marginal du transport par rapport à la distance.

Dans l'hypothèse où le même mode de transport est utilisé pour acheminer les deux biens, la valeur de l'élasticité de la fonction **T** du coût unitaire de transport par rapport à la distance est un indicateur des rendements d'échelle dans le secteur du transport. Plus précisément, si cette élasticité a une valeur élevée, un léger allongement de la distance sur laquelle le transport s'effectue en fait largement augmenter le coût. Dans ce cas, la valeur des coûts de transport est principalement déterminée par la distance parcourue. Cette description correspond relativement bien à la situation observée à l'époque où le transport de marchandises était à la fois dangereux et difficile, d'où la nécessité des relais de diligences dans le transport terrestre et de la navigation côtière dans le transport maritime. En revanche, une faible élasticité suppose que la part des coûts de transport liée aux investissements en infrastructures et en équipement s'accroît, de sorte que la distance compte moins. Cette situation est manifestement celle qui caractérise les économies modernes.

Pour commencer, postulons que l'élasticité des coûts de transport **T** est supérieure à l'unité. Dans ce cas, l'intensité des forces qui tirent les deux coûts vers le haut augmente rapidement avec la distance, comme le montre la Figure 1a. Par voie de conséquence, le système est à l'équilibre lorsque l'entreprise choisit un emplacement où les coûts marginaux de transport par rapport à la distance sont les mêmes : l'allongement d'un parcours est si onéreux qu'il est souhaitable pour l'entreprise de réduire la distance qui la sépare du marché pour lequel le coût marginal est plus élevé. C'est pourquoi le choix d'un lieu situé entre les deux marchés est celui du moindre coût. Si l'élasticité décroît pour atteindre une valeur égale à **1**, l'entreprise choisit de s'établir au sein du marché qui a le plus de poids, c'est-à-dire en **O** car $\mathbf{w_1 > w_2}$ (voir Figure 1b, où la plus faible valeur de la courbe en gras se situe à **O**). Comme l'intensité des forces est maintenant indépendante des distances entre l'entreprise et les marchés où elle s'approvisionne et écoule sa production, toute localisation intermédiaire devient sous-optimale. Ceci vaut également lorsque l'élasticité prend des valeurs inférieures à **1**, puisque le coût marginal du transport diminue avec la distance.

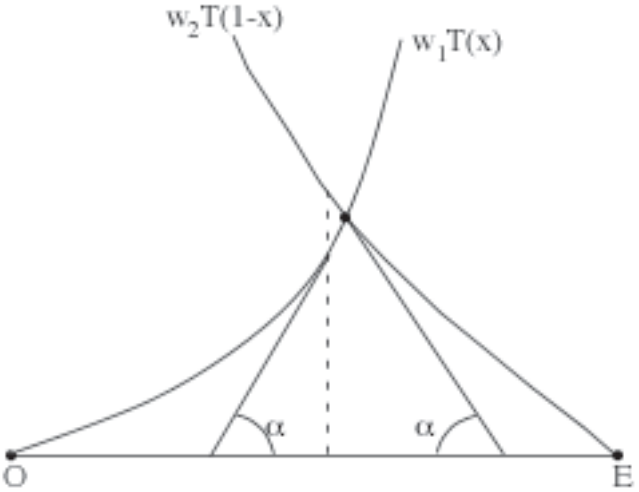


Figure 1.a: $w_1T'(x) = -w_2T'(1-x) = \alpha$

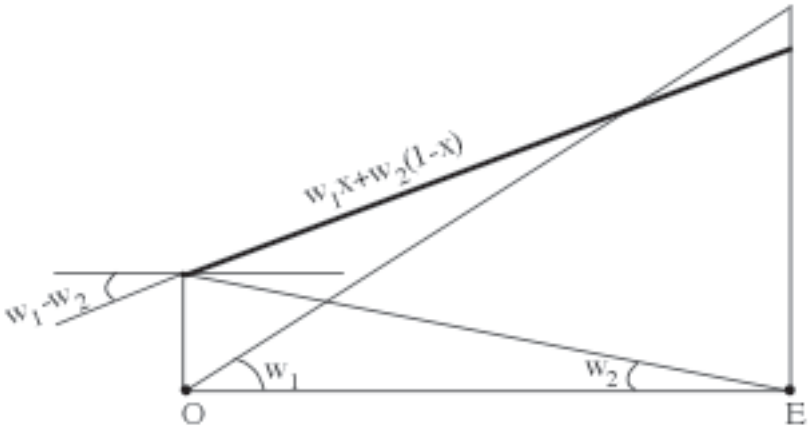


Figure 1.b: $w_1 > w_2$

L'influence de la distance sur les coûts de transport au fil des siècles peut se résumer comme suit. Après la longue période durant laquelle tous les déplacements étaient très coûteux et périlleux, les progrès technologiques et organisationnels ont ouvert la voie à une époque où les navires pouvaient franchir de grandes distances d'une seule traite et réduire le nombre d'escales. En transport terrestre, il a fallu attendre l'avènement du chemin de fer pour observer des progrès appréciables, mais le résultat fut comparable. Dans les deux cas, les longs voyages sont devenus moins coûteux, et les relais ou haltes de repos n'ont plus été indispensables. Cette évolution des technologies a favorisé les lieux d'origine et de destination, au détriment des sites intermédiaires. Comme ceci vaut pour n'importe quel réseau de transport comportant plusieurs nœuds d'interconnexion et desservant plusieurs marchés, nous pouvons raisonnablement affirmer que *les rendements croissants dans le transport expliquent la disparition de nombreuses activités implantées dans des zones situées entre les grands marchés et les plaques tournantes de transport*. Autrement dit, la construction de nouvelles grandes infrastructures de transport est bénéfique pour les grands pôles qu'elles relient, mais non pour les régions qu'elles traversent. En revanche, si ces infrastructures modifient la morphologie générale du réseau en créant de nouveaux nœuds plus importants (Chicago ou Singapour, par exemple), elles peuvent influencer la localisation de l'activité économique.

En résumé, les économies d'échelle dans les activités de production et de transport se conjuguent pour aboutir à la concentration géographique des activités humaines. En particulier, l'essor des nouvelles technologies de transport affichant un haut degré de rendements croissants accentue la tendance à la polarisation spatiale des activités, surtout celles à forte valeur ajoutée qui en sont les principales utilisatrices.

3. MOBILITÉ DES ENTREPRISES ET DES TRAVAILLEURS

Les pays et les régions ne ressentent pas seulement les effets de la mobilité grandissante des marchandises. Elles sont également affectées par la mobilité croissante des facteurs de production (notamment le capital et le travail). Il faut insister d'emblée sur le fait que l'*abaissement des coûts de transport et autres coûts grevant les échanges modifie les incitations qu'ont les entreprises et les travailleurs à changer ou non de localisation*. Pour évaluer les incidences tant des politiques de transport que des politiques commerciales, il est donc crucial d'appréhender au mieux comment réagissent firmes et ménages à ces changements. A cet égard, les responsables de l'élaboration des politiques concernées oublient trop souvent que leurs décisions se répercutent sur les choix de localisation des entreprises et des ménages. Or, ce sont ces choix qui façonnent une nouvelle distribution de l'activité économique, parfois très différente de la précédente. Ce point mérite d'être souligné car l'économie géographique met en lumière le fait que la mobilité des facteurs ne réduit pas nécessairement les disparités spatiales ; de plus, elle montre que la mobilité des entreprises n'a pas le même impact sur l'économie que celle des travailleurs.

3.1. L'effet de taille de marché

Tant les économistes que les géographes s'accordent à penser que la rentabilité des entreprises installées au sein d'un grand marché est plus élevée qu'elle ne peut l'être ailleurs. De plus, on s'attend à ce que les sites offrant un bon accès à plusieurs marchés soient plus profitables. Il est donc raisonnable de penser que les entreprises cherchent à s'implanter là où la demande est importante et les coûts de transport sont faibles (Redding et Venables, 2004). Les régions « centrales » devraient donc attirer de nouvelles entreprises, creusant par là-même les inégalités entre elles et les autres régions. Néanmoins, au fur et à mesure que des entreprises s'y implantent, la concurrence s'intensifie, ce qui freine la tendance à l'agglomération. Par conséquent, la distribution interrégionale des entreprises est déterminée par deux forces agissant en sens contraire : la force d'agglomération engendrée par le souhait des entreprises d'avoir *un bon accès aux grands marchés*, et la force de dispersion par leur désir d'éviter que *ces marchés ne deviennent trop compétitifs*.

Cette question a été étudiée dans une économie type, constituée de deux régions, deux secteurs et deux facteurs (Helpman et Krugman, 1985). Le secteur industriel produit des biens différenciés dans des conditions de rendements croissants et de concurrence imparfaite en utilisant les facteurs capital et travail, tandis que le secteur traditionnel produit un bien homogène, dans des conditions de rendements constants et de concurrence parfaite, en utilisant le facteur travail seulement. Ce cadre allie la mobilité des marchandises à celle du capital, tandis que les consommateurs/travailleurs restent immobiles. De plus, la mobilité des produits est imparfaite, parce que leur expédition entraîne des coûts de transport. Il est par conséquent tentant de conclure que la région dotée du plus grand marché attirera toujours les entreprises parce que cette localisation permet de minimiser les coûts totaux de transport. Cependant,

comme nous venons de le dire, cet argument ne tient pas compte du fait que l'implantation d'un plus grand nombre d'entreprises au sein d'une même région accroît la concurrence au niveau local et réduit les bénéfices.

Le jeu de ces forces d'attraction et de répulsion s'équilibre quand la région disposant du pouvoir d'achat le plus élevé accueille *une part plus que proportionnelle d'entreprises*, résultat qui a été dénommé « effet de taille de marché ». Si l'avantage conféré par une plus grande taille semble conduire naturellement la région prospère à accueillir davantage d'entreprises, on s'attend moins à ce qu'elle attire une proportion d'entreprises supérieure à sa taille relative, amplifiant ainsi son avantage initial. La raison en est que les entreprises installées dans la région la plus prospère sont confrontées à une demande élevée ce qui leur permet de réduire plus fortement leurs coûts moyens de production et, par conséquent, d'augmenter leurs profits. Autrement dit, le capital ne quitte pas les régions où il est abondant pour aller vers celles où il est rare.

De surcroît, davantage d'entreprises choisissent de s'établir dans la région prospère lorsque les coûts de transport diminuent. En effet, des coûts de transport moindres facilitent les exportations à destination du petit marché, permettant ainsi aux entreprises installées dans le grand marché de mieux exploiter les économies d'échelle. En outre, un transport moins onéreux réduit les avantages liés à l'isolement géographique du petit marché où la concurrence est moins forte. Ces deux effets poussent ainsi à un accroissement de l'agglomération du secteur industriel. Au fur et à mesure de la baisse des coûts de transport, la région la moins riche se désindustrialise au profit de l'autre.

L'effet de taille de marché a des conséquences inattendues pour la politique de transport, notamment celle mise en œuvre par la Commission Européenne dans son programme de cohésion. On oublie souvent que la construction d'une nouvelle infrastructure diminue les frais de transport dans *les deux sens* et permet a priori à la région moins prospère d'accroître ses importations comme ses exportations. Comme nous l'avons vu plus haut, une politique qui favorise la réduction des coûts de transport risque fort d'inciter certaines entreprises à se retirer de la région moins prospère, accentuant ainsi les disparités régionales. On comprend alors pourquoi les politiques de convergence fondées sur l'offre d'infrastructures de transport ne suffisent pas à rééquilibrer la distribution des activités sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne (Midelfart-Knarvik et Overman, 2002).

Qui plus est, de nombreuses études empiriques montrent que les entreprises opérant sur de grands marchés sont en général plus productives (Syverson, 2004). Une fois admis que les entreprises ont des niveaux de productivité différents, un mécanisme de sélection se met en marche à travers leurs choix respectifs de localisation. Plus précisément, quand les coûts de transport diminuent, les entreprises ayant de faibles coûts s'agglomèrent progressivement dans la région la plus prospère parce qu'elles sont capables de survivre dans un environnement plus concurrentiel. Par contre, celles dont les coûts sont importants cherchent à se protéger de la concurrence en s'installant dans la petite région. Il s'en suit que la grande région a une productivité supérieure à la petite. Cependant, si l'intégration économique s'approfondit, l'effet de taille de marché redevient dominant. Partant, au fur et à mesure de la baisse des coûts de transport, les différences de productivité entre régions commencent par s'accentuer, pour s'estomper ensuite. Notons encore que les entreprises les moins efficaces sont évincées du marché, la concurrence globale étant trop rude pour qu'elles puissent survivre dans l'une ou l'autre région.

Que deviennent ces résultats dans le cas de plusieurs régions. Il n'est malheureusement pas possible d'appliquer directement le concept d'effet de taille de marché aux structures multirégionales pour une raison simple : il n'existe aucun point de comparaison évident pour exprimer l'idée d'une part « plus que proportionnelle » des entreprises. Mais pourquoi se soucier de plusieurs régions et ne pas se limiter à deux seulement ? Un nouvel élément fondamental apparaît, à savoir l'*accessibilité*

globale aux marchés qui varie d'une région à l'autre. Autrement dit, la position relative d'une région dans le réseau d'échange (qui fait également intervenir la proximité culturelle, linguistique et politique) devient une nouvelle variable. Tout changement global (ou local) qui se produit à l'intérieur de ce réseau, par exemple l'intégration des marchés (ou la construction d'une importante voie de transport), est susceptible de déclencher des effets complexes qui varient de façon non triviale en fonction des propriétés du graphe représentant le réseau (Thomas, 2002). Si l'on se cantonne à deux régions, la variation des coûts de transport peut rendre compte à elle seule de l'impact global qu'elle provoque. *A contrario*, dans le cas de plusieurs régions, un changement affectant directement deux régions produira des effets d'équilibre général qui vont sans doute influencer les autres régions. En particulier, l'étude d'un contexte multirégional devrait permettre d'analyser comment la baisse des coûts de transport accroît ou réduit l'avantage et le désavantage géographique de différentes régions.

Dans son état actuel, l'économie géographique et urbaine n'a que peu de choses à nous apprendre sur ces questions, bien que de nombreux éléments concrets témoignent effectivement de l'impact de l'accessibilité globale sur le développement des régions et des villes (Collier, 2007). A titre d'exemple, Limão et Venables (2001) montrent que, par rapport à un État côtier médian, un pays enclavé médian doit faire face à un surcoût de transport de 55 pour cent, tandis qu'à des niveaux de revenu et de distance égaux, le volume de ses échanges est inférieur de 60 pour cent. La question de l'accessibilité globale est d'autant plus importante que le niveau de capital humain est plus élevé dans les régions disposant d'un bon accès aux marchés, suggérant l'existence d'un phénomène de sélection entre travailleurs (Redding et Schott, 2003). Cela dit, on devine combien il est malaisé de rendre compte du fonctionnement d'une économie multirégionale dès que les coûts de transport entre régions diffèrent (Behrens *et al*., 2010). On voit mal comment éviter de recourir à des modèles d'équilibre général spatial calculables, admettant plusieurs secteurs et régions reliés par un réseau de transport possédant une configuration particulière. En particulier, comme vu à la section 2.2, il y a de fortes chances que les choix stratégiques d'extension des réseaux de transport exercent une influence notable sur la localisation des entreprises, ce phénomène que l'on pourrait étudier minutieusement à l'aide de ces modèles.

3.2. Émergence d'une structure centre-périphérie

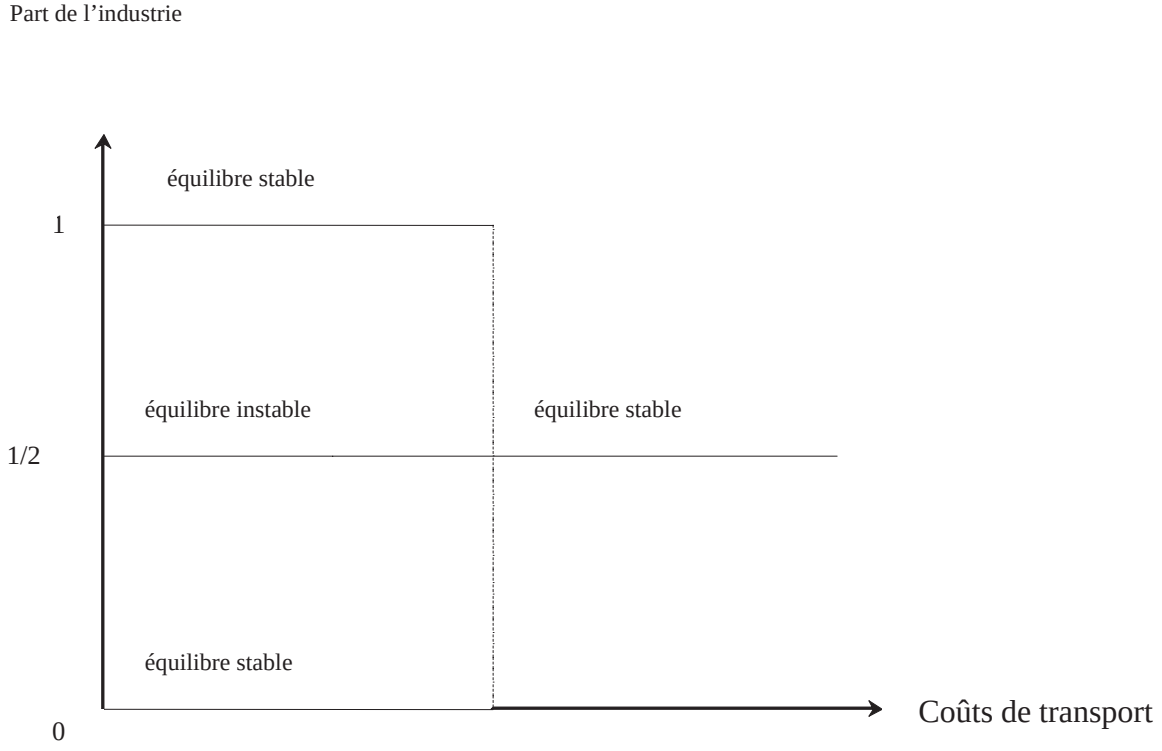
Si les choix de localisations des entreprises entraînent le déplacement de leurs capacités de production, le revenu du capital physique n'est pas nécessairement dépensé dans la région où ce capital est investi. En revanche, lorsque le capital humain s'installe dans une nouvelle région, les travailleurs y apportent tant leur capacité de production que leur capacité de consommation. De ce fait, leur déplacement modifie simultanément la taille du marché du travail et celle du marché des produits, tant dans la région d'origine que dans celle de destination, par augmentation dans le premier cas et contraction dans le second. Une autre différence majeure tient au fait que la mobilité du capital est dictée par les écarts de rendements nominaux, tandis que les travailleurs sont concernés par les écarts de salaire réel. En effet, la différence du coût de la vie est importante pour les travailleurs qui consomment dans la région où ils travaillent, mais non pour les détenteurs de capital qui dépensent leur revenu dans la région où ils résident, et qui n'est pas nécessairement celle où leur capital est investi. Enfin, la migration de travailleurs affecte l'attraction relative des régions d'origine et de destination. Les effets ainsi provoqués ont la nature d'externalités, parce que les travailleurs les négligent quand ils décident de migrer vers une autre région. De plus, ces externalités sont pécuniaires car elles transitent par le marché, les prix ne reflétant pas la valeur sociale des décisions individuelles puisque la concurrence est imparfaite.

Comme dans la partie précédente, considérons une économie à deux régions, deux secteurs et deux facteurs de production. Le premier facteur (la main-d'œuvre non qualifiée) est immobile et utilisée dans le secteur traditionnel ; le second (la main-d'œuvre qualifiée) est mobile et utilisée dans le secteur industriel. Dans ce que l'on en est venu à désigner par l'expression de modèle *centre-périphérie*, deux effets majeurs sont à l'œuvre : l'un concerne les entreprises, l'autre les travailleurs. Supposons que l'une des deux régions devienne légèrement plus riche que l'autre, de sorte que la demande de produits industriels y est plus importante. Il en découle un accroissement plus que proportionnel de la part des entreprises, provoquant ainsi une augmentation des salaires nominaux. De plus, la présence d'un plus grand nombre d'entreprises se traduit par une diversité accrue de produits fabriqués localement ainsi que par un indice des prix locaux inférieur. Partant, les salaires réels devraient augmenter, et la région attirer un nouvel afflux de travailleurs. Ces deux effets conjugués donnent lieu à un processus de *causalité cumulative* aboutissant à l'agglomération des entreprises et des travailleurs qualifiés dans une seule région - le *centre* de l'économie, le reste du territoire devenant la *périphérie*.

Même si ce processus semble induire inéluctablement un effet de type "boule de neige", il n'est pas aussi certain pour autant qu'il se déroulera conformément à cette prédiction. En fait, le raisonnement qui précède ne tient pas compte d'autres répercussions provoquées par la migration des travailleurs. D'une part, l'augmentation de l'offre de main-d'œuvre dans la région de destination a tendance à faire baisser les salaires. De l'autre, l'accroissement de la demande locale de produits industriels tire à la hausse la demande de main-d'œuvre. L'impact final sur les salaires nominaux est donc difficile à prévoir. De même, la concurrence qui s'intensifie sur le marché des produits rend la région moins attrayante aux yeux des entreprises. La "boule de neige" risque alors de fondre sous l'effet de ces forces diverses, d'où la possibilité d'une dispersion spatiale des entreprises et des travailleurs.

En cherchant à identifier les conditions dans lesquelles se produisent l'agglomération ou la dispersion des activités, Krugman a démontré que *le niveau des coûts de transport est le paramètre clé* (Krugman, 1991; Fujita *et al.*, 1999). D'une part, des coûts de transport élevés dissuadent l'exportation des marchandises d'une région vers l'autre, ce qui favorise la dispersion. Dans ce cas, l'économie présente une configuration régionale symétrique, dans laquelle les entreprises se focalisent principalement sur les marchés locaux. Le nombre de travailleurs au sein de chaque région étant le même, les disparités spatiales s'effacent puisque les prix et les salaires sont les mêmes dans les deux régions. D'autre part, si les coûts de transport sont suffisamment faibles, toutes les entreprises se regroupent dans ce qui devient le centre de l'économie, seul le secteur traditionnel restant implanté dans l'autre région qui devient la périphérie. Dans ce cas, les entreprises peuvent tirer profit des rendements croissants en vendant davantage dans la région qui bénéficie de l'effet d'expansion du marché déclenché par la migration des travailleurs qualifiés, sans pour autant subir une diminution importante des ventes aux travailleurs du secteur traditionnel de l'autre région.

Figure 2



On constate donc que la mobilité de la main-d'œuvre qualifiée *exacerbe* l'effet de taille de marché analysé à la section 3.1, et ce parce que la taille des marchés locaux change avec l'intensité des migrations. La Figure 2 révèle la soudaineté et l'ampleur du changement de la répartition interrégionale du secteur industriel, provoqué par la baisse des coûts de transport. La mobilité du capital et celle de la main-d'œuvre ne sont, par conséquent, pas équivalentes pour l'organisation spatiale de l'économie. Alors que les inégalités spatiales résultent de la répartition exogène de la propriété du capital physique dans la section 3.1, elles découlent ici de la redistribution endogène du capital humain entre les deux régions.

Bien qu'extrême, cette prévision donne pourtant une image assez fidèle de la répartition spatiale inégale du développement économique observée à différentes époques et sur différents continents. Une illustration nous en est fournie par les estimations de Bairoch (1997) du PIB par habitant entre 1800 et 1913 pour les pays européens, couvrant ainsi une période de progrès technologique intense, qui devait précéder une longue série de troubles politiques et économiques.

Tableau 1. **PIB par habitant des pays européens, exprimé en USD de 1960**

Pays	1800	1830	1850	1870	1890	1900	1913
Allemagne	200	240	305	425	540	645	790
Autriche-Hongrie	200	240	275	310	370	425	510
Belgique	200	240	335	450	55	650	815
Bulgarie	175	185	205	225	260	275	285
Danemark	205	225	280	365	525	655	885
Espagne	210	250	295	315	325	365	400
Finlande	180	190	230	300	370	430	525
France	205	275	345	450	525	610	670
Grèce	190	195	220	255	300	310	335
Italie	220	240	260	300	315	345	455
Norvège	185	225	285	340	430	475	615
Pays-Bas	270	320	385	470	570	610	740
Portugal	230	250	275	290	295	320	335
Roumanie	190	195	205	225	265	300	370
Royaume-Uni	240	355	470	650	815	915	1035
Russie	170	180	190	220	210	260	340
Serbie	185	200	215	235	260	270	300
Suède	195	235	270	315	405	495	705
Suisse	190	240	340	485	645	730	895
Moyenne	200	240	285	350	400	465	550
Coefficient de variation	0,12	0,18	0,23	0,31	0,38	0,39	0,42

Les données présentées au Tableau 1 doivent certes être interprétées avec prudence, mais elles révèlent quelques tendances fortes incontestables. En premier lieu, en 1800, la plupart des pays avaient un revenu par habitant approximativement égal, à l'exception des Pays-Bas et, dans une moindre mesure, du Royaume-Uni. La révolution industrielle s'étant amorcée, puis propagée sur tout le continent, tous les pays ont bénéficié de la croissance économique : en moyenne, le PIB par tête est passé de 200 dollars en 1800 à 550 dollars en 1913. Ce processus a toutefois touché différemment les divers pays. La hausse du coefficient de variation, qui est passé de 0.12 à 0.42, confirme l'existence d'inégalités spatiales qui se creusent de plus en plus au cours du siècle. Deuxièmement, les pays enregistrant les taux de croissance les plus élevés sont ceux situés à proximité du Royaume-Uni, qui est devenu le centre de l'économie mondiale au 19ème siècle. Nous pouvons le vérifier en régressant le logarithme du PIB par habitant sur le logarithme de la distance au Royaume-Uni. L'impact de cette variable est significativement négatif. De plus, la valeur absolue du coefficient de régression, qui a la nature d'une élasticité, de 0.090 en 1800, augmente pour atteindre un niveau égal à 0.426 en 1890 (et rester stable par la suite). Autrement dit, avant la révolution industrielle, une réduction de 10 pour cent de la distance au Royaume-Uni s'accompagnait d'un accroissement du PIB par habitant égal à 0.9 pour cent. A la veille de la Première Guerre Mondiale, cette élasticité avait atteint 4.4 pour cent, valeur qui indique à quel point les inégalités spatiales s'étaient approfondies durant le 19ème siècle.

Pour notre propos, il est intéressant de noter que cette structure centre-périphérie est apparue, alors que les coûts de transport diminuaient à un rythme encore jamais constaté auparavant. Selon Bairoch (1997), entre 1800 et 1910, la réduction des prix réels du transport fut en moyenne de l'ordre de 10 à 1. En conséquence, bien que l'économie européenne ait connu une croissance globale rapide, *ce recul prodigieux des coûts de transport est allé de pair avec une répartition géographique de la richesse de plus en plus inégale*. Pollard (1981) confirme cette opinion en observant que les régions industrielles « colonisent » leurs voisines agricoles, et attirent les éléments les plus dynamiques de leur main-d'œuvre, tout en les encourageant à se spécialiser dans la fourniture de produits agricoles, au risque d'empêcher définitivement par cette spécialisation les zones agricoles de devenir elles-mêmes industrielles.

Une autre conséquence importante de la causalité cumulative est l'émergence de ce que l'on pourrait appeler une géographie de type *putty-clay* : même si a priori les entreprises n'ont pas d'attache particulière, une fois lancé le processus d'agglomération, il continue de se dérouler à l'intérieur d'une même région. Les choix individuels deviennent plus rigides du fait que le mécanisme d'agglomération, par nature, se renforce de lui-même (par suite de l'effet « boule de neige » susmentionné). En d'autres termes, le processus d'agglomération engendre un *effet de verrouillage*. De ce fait, les entreprises et les travailleurs, quoique (presque) libérés des contraintes naturelles, restent reliés par des réseaux complexes d'interactions, qui sont probablement plus difficiles à éclairer que les anciens facteurs de localisation tenant à l'approvisionnement en ressources naturelles.

4. LA COURBE EN CLOCHE DU DÉVELOPPEMENT SPATIAL

Le modèle centre-périphérie néglige de nombreux coûts de transaction causés par la dimension spatiale de l'économie (par exemple, les divers coûts de congestion qu'entraîne la formation d'une agglomération). Il débouche en outre sur une prédiction extrême qui pourrait ne pas être robuste à l'introduction de nouvelles variables. C'est cette question que je souhaite aborder dans cette section, à l'aide de quelques exemples.

4.1. Relations verticales

Jusqu'ici, nous avons considéré l'agglomération comme étant le résultat d'un processus de causalité cumulative nourri par la mobilité des travailleurs. Cependant, l'agglomération des activités économiques se produit également dans des contextes caractérisés par une très faible mobilité de la main-d'œuvre, comme c'est le cas dans la plupart des pays européens. Ce constat souligne la nécessité de trouver d'autres explications au phénomène d'agglomération. L'une des hypothèses à cet égard pertinente tient à l'existence de relations interentreprises : le produit de l'une peut-être un facteur de production pour une autre et inversement. Dans ce cas, l'arrivée d'une nouvelle entreprise ne fait pas qu'intensifier la concurrence entre des entreprises opérant sur le même marché ; elle élargit aussi le marché des fournisseurs des entreprises en amont, de même qu'elle réduit les coûts pour les clients des entreprises en aval. C'est le point de départ des travaux de Krugman et Venables (1995).

Leur idée est merveilleusement simple et suggestive : l'agglomération du secteur final au sein d'une région donnée se produit en raison de la concentration du secteur intermédiaire dans la même région, et inversement. En fait, quand les entreprises appartenant au secteur final sont concentrées, la demande locale de biens intermédiaires est très forte, de sorte que la région est particulièrement attractive pour les entreprises correspondantes. Réciproquement, les biens intermédiaires étant disponibles à plus bas prix dans la région centrale, les entreprises du secteur final la trouvent attrayante. En conséquence, peut ainsi s'enclencher un processus cumulatif qui aboutit à l'agglomération au sein de la région centrale. Toutefois, de nouvelles forces entrent en jeu. De fait, si des entreprises s'agglomèrent dans une région où l'offre de main-d'œuvre est inélastique, les salaires ne peuvent qu'augmenter. D'où, par ricochet, deux effets contraires. D'un côté, la demande du produit final émanant des consommateurs s'accroît parce que ceux-ci disposent d'un revenu plus élevé. C'est, là encore, un facteur d'expansion du marché, provoquée en l'occurrence par de plus hauts revenus et non par une population plus nombreuse. En revanche, ces hausses de salaires agissent également dans le sens de la redispersion des entreprises. En effet, lorsque l'écart de salaires entre le centre et la périphérie devient assez grand, certaines entreprises jugent plus rentable de se réinstaller en périphérie, même si la demande locale de leur produit y est inférieure à celle du centre. L'agglomération se dilue d'elle-même, surtout lorsque les coûts de transport sont faibles, parce que les asymétries de la demande ont peu d'influence sur les bénéfices.

On peut donc en déduire que la palette des situations d'équilibre obtenues en présence de relations verticales est beaucoup plus riche qu'avec le modèle centre-périphérie. En particulier, si l'intégration économique se resserre et déclenche la concentration des activités industrielles dans une région, au-delà d'un certain seuil, une intégration encore plus poussée peut entraîner une inversion de tendance. Certaines entreprises se déplacent alors du centre vers la périphérie. Autrement dit, la périphérie connaît un processus de ré-industrialisation. Simultanément, le centre pourrait commencer à voir partir des entreprises et se désindustrialiser en conséquence. C'est pourquoi *l'intégration économique a maintenant pour résultat une courbe en cloche*. En réduisant la tension entre la solution de marché et le souci politique d'une plus grande équité territoriale, la courbe en cloche du développement spatial plaide pour une intégration plus approfondie des économies européennes.

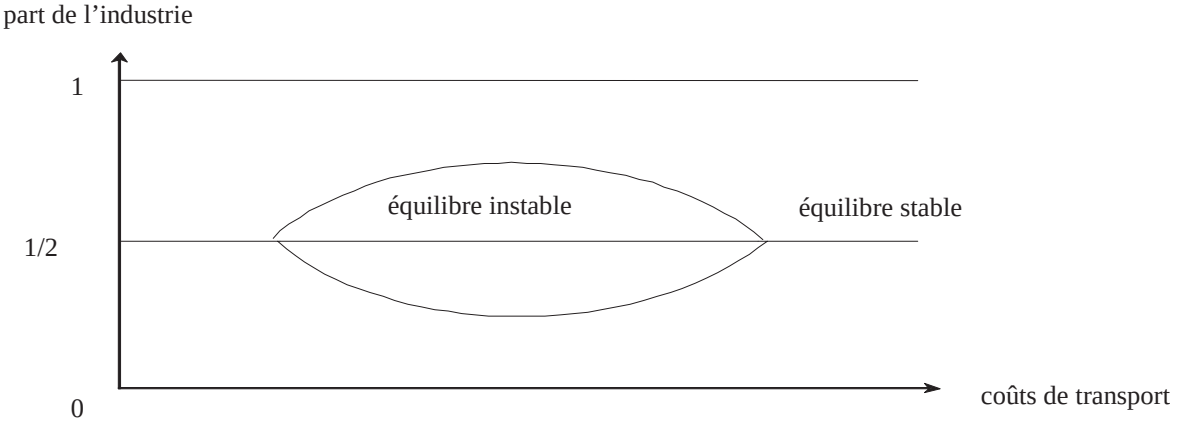
4.2. Mobilité imparfaite de la main-d'œuvre

Dans le modèle centre-périphérie, les travailleurs sont supposés avoir les mêmes préférences. Or, il est très peu plausible que tous les individus réagissent de la même manière face à un écart de salaires réels donné entre régions. Certains éprouvent un très grand attachement pour la région où ils sont nés, et ils y resteront même s'ils peuvent espérer ailleurs un niveau de vie plus élevé. Dans le même ordre d'idées, des considérations liées à la vie privée, par exemple la structure familiale ou d'autres événements comparables, jouent un rôle important dans la décision de migrer. Il est à noter aussi que les régions ne sont jamais identiques, chacune possédant des caractéristiques naturelles et culturelles propres. A cet égard, les goûts des individus obéissent à leur idiosyncrasie : des considérations qui ne sont pas d'ordre économique importent lorsque des travailleurs potentiellement mobiles prennent la décision de déménager ou non. En particulier, comme le suggère la théorie hédoniste de la migration, les travailleurs valorisent de plus en plus les attributs non marchands de leur environnement après qu'une augmentation de leur revenu leur ait permis d'atteindre un niveau de bien-être suffisant.

Bien que les migrations soient difficiles à modéliser au niveau individuel, il s'avère possible d'en appréhender l'impact global à l'aide de la théorie des choix discrets. Rappelons que cette théorie, largement utilisée dans l'analyse des transports, a pour but de prédire le comportement agrégé des individus face à des options mutuellement exclusives, tels les choix modaux. En particulier, le modèle

logit permet d'évaluer l'impact de l'hétérogénéité des préférences individuelles (Tabuchi et Thisse, 2002). Plus précisément, au fur et à mesure que les coûts de transport diminuent, de plus en plus de travailleurs qualifiés s'agglomèrent dans une région pour les motifs exposés dans la section qui précède, mais le processus d'agglomération devient progressif et régulier. Après avoir atteint une densité maximale d'agglomération, les travailleurs se redispersent peu à peu. Cela s'explique par le fait que les facteurs extra-économiques qui influencent le choix du lieu de résidence deviennent prédominants et l'emportent sur les facteurs économiques mis en évidence plus haut, dont l'intensité décroît parallèlement à la baisse des coûts de transport. Il s'ensuit que le rapport entre le degré de concentration spatiale et le niveau des coûts de transport est représenté par une courbe en cloche (voir Figure 3). En conséquence, dans les sociétés prospères, les facteurs idiosyncratiques qui interviennent dans les décisions de migration sont une force de dispersion particulièrement vigoureuse.

Figure 3.



Dès lors, *à l'intérieur de l'Union Européenne, la polarisation devrait se produire à une échelle relativement limitée*. Ainsi, l'analyse effectuée par Crozet (2004) laisse entendre que la Lombardie devrait attirer des entreprises dans un rayon compris entre 95 et 150 kilomètres. En conséquence, elle ne devrait pas représenter une menace pour les autres grandes régions italiennes, car la plus grande ville la plus proche de Milan, à savoir Turin, se trouve à 141 kilomètres, tandis que Gênes et Rome sont respectivement à 164 et à 576 kilomètres de distance.

Enfin, remarquons que la faible mobilité de la main-d'œuvre européenne a une répercussion que l'on a négligée trop longtemps : la dispersion relative des activités causée par l'attachement des travailleurs à leur région ou leur pays risque d'entraîner des pertes d'efficacité au niveau macroéconomique, et ce du fait d'une exploitation insuffisante des économies d'échelle. Si tel est bien le cas, la faible mobilité des travailleurs européens présente deux facettes contradictoires : d'un côté, elle répond à un besoin individuel profond ; de l'autre, elle induit des pertes d'efficacité globale susceptibles de freiner la croissance économique européenne.

4.3. La fragmentation spatiale des entreprises

Un nombre grandissant d'entreprises choisissent de scinder leur filière de production en plusieurs étapes, géographiquement dispersées. Concrètement, elles organisent et mènent leurs activités en des lieux distincts qui constituent, bout à bout, la *chaîne de valeur* - laquelle commence à la conception du produit pour terminer à sa livraison. Par cette fragmentation spatiale de la production, l'entreprise cherche à tirer profit des différences de dotation ou des écarts de prix des facteurs de production entre sites (Feenstra, 1998). La pratique la plus couramment observée est celle des entreprises qui délocalisent leurs activités de production vers des régions ou pays à bas salaires, en gardant concentrées leurs fonctions stratégiques (par exemple la direction, la gestion, les activités de R&D, la commercialisation et la finance) dans un petit nombre de régions urbaines prospères où elles peuvent trouver les travailleurs hautement qualifiés dont elles ont besoin.

Dans ces conditions, le développement des nouvelles technologies de communication devient un facteur de première importance, qui se trouve associé au poids grandissant des entreprises de transport dans la logistique internationale. Il faut, dès lors, prendre en considération simultanément les coûts de communication et de transport pour comprendre l'organisation internationale des entreprises. Si ces derniers sont faibles, les entreprises peuvent produire à l'étranger et écouler leur production sur leur marché national à bas prix. Tout aussi important, mais plus méconnu peut-être, est le fait que les activités de coordination au sein d'une entreprise sont plus onéreuses lorsque le siège et les usines sont géographiquement séparés, car la transmission de l'information est toujours incomplète et imparfaite (Leamer et Storper, 2001). Néanmoins, des coûts de communication moins élevés facilitent cette coordination et, partant, le processus de fragmentation. Plus précisément, pour qu'il soit rentable pour les entreprises d'implanter leurs établissements de production dans les régions à bas salaires, il faut qu'elles disposent simultanément de technologies de communication efficaces et rapides ainsi que de moyens de transport peu onéreux.

Faisons l'hypothèse que chaque entreprise possède deux unités, un siège et une usine. Tous les sièges sont situés dans la même région et emploient une main-d'œuvre qualifiée, tandis que les usines font appel aux services fournis par le siège et emploient une main-d'œuvre non qualifiée. Une entreprise est libre de décentraliser sa production à l'étranger en choisissant d'installer son usine et son siège dans des endroits différents. Il convient de distinguer deux scénarios principaux dans la mesure où ils débouchent sur des configurations très différentes (Fujita et Thisse, 2006). Lorsque les coûts de communication sont élevés, toutes les entreprises sont nationales et implantées dans la région centrale. Au fur et à mesure que ces coûts diminuent, l'économie s'oriente vers une configuration dans laquelle certaines entreprises deviennent multinationales alors que d'autres restent nationales. Quand ces coûts atteignent un niveau suffisamment faible, l'économie se retrouve avec un centre désindustrialisé où seules subsistent les fonctions stratégiques des entreprises.

Les structures de production résultant d'une réduction des coûts de transport diffèrent selon le niveau des coûts de communication. Lorsque ceux-ci sont élevés, la réduction des coûts de transport entraîne l'agglomération des usines dans le centre, selon un processus comparable à celui du modèle centre-périphérie. La région centrale attire donc progressivement toutes les activités. Le panorama est complètement différent quand les coûts de communication sont faibles. Dans le cas de coûts élevés de transport, la grande majorité des usines est implantée dans la région centrale. En revanche, si ces coûts tombent en dessous d'un certain seuil, la fragmentation de la chaine de valeur se déploie, ce qui d'ailleurs peut se réaliser pour des coûts de transport variant dans une fourchette étroite. Ceci pourrait expliquer pourquoi le processus de désindustrialisation de certaines régions développées semble d'abord lent, puis rapide, avec pour résultat une économie des territoires très différente de la situation

initiale. Comme le laisse à penser la partie de la courbe en cloche qui s'infléchit, l'écart de bien-être entre le centre et la périphérie se resserre. Néanmoins, ce processus de rattrapage, qui élève le niveau de bien-être à la périphérie, le réduit dans le centre.

5. L'ARBITRAGE ENTRE LES COÛTS DES DÉPLACEMENTS PENDULAIRES INTRA-URBAINS ET LES COÛTS DE TRANSPORT INTERURBAIN

Les produits pouvant faire l'objet d'échanges internationaux ne représentent pas une part très importante du PIB des pays développés. Nombre de biens de consommation et de services sont au contraire produits et consommés localement. Les forces habituelles qui poussent vers l'égalisation des prix des facteurs à l'intérieur de chaque région engendrent par conséquent des surcoûts dus à l'agglomération des entreprises et des travailleurs. Cette tendance conduit à son tour à une augmentation du coût de la vie dans la région la plus prospère, incitant ainsi certains ménages à déménager. Une approche simple permettant de rendre compte de ce phénomène consiste à retenir le marché du logement, où la concurrence devient plus rude au fur et à mesure que la population s'accroît, ce qui renchérit les logements et les terrains.

Comme indiqué plus haut, quand un établissement humain atteint une taille de quelque importance, il acquiert inévitablement la forme d'une ville. En règle générale, une ville possède un pôle d'emploi principal où les entreprises se regroupent, tandis que les travailleurs se dispersent autour. Ces derniers cherchent à réduire leurs *coûts de déplacements domicile-travail* en choisissant un lieu de résidence proche de leur lieu de travail. Or, par manque d'espace, tous les travailleurs ne peuvent habiter à proximité du centre-ville, d'où les migrations alternantes entre lieux d'habitation et lieux de travail. Les travailleurs étant en concurrence pour l'occupation du sol, la *rente foncière* varie en raison inverse de la distance par rapport au centre-ville, ainsi ceux qui résident loin de leur lieu de travail. En d'autres termes, il y a arbitrage entre les coûts des déplacements pendulaires et les coûts du logement : les premiers augmentent avec la distance alors que les seconds diminuent (Fujita, 1989).

Posons ici que les *coûts urbains sont* la rente foncière majorée des coûts des déplacements pendulaires. Dans la plupart des pays développés, ces coûts représentent une part importante et croissante du budget des ménages. Aux États-Unis, ces derniers consacrent en moyenne 20 pour cent de leur budget au logement, et 18 pour cent à l'ensemble des dépenses liées à l'usage de la voiture (achat, essence et autres), compte non tenu du coût du temps passé à se déplacer qui ne cesse de s'accroître. Aussi estimons-nous pouvoir raisonnablement affirmer que plus que 30 pour cent du revenu des ménages américains est dépensé pour couvrir les coûts urbains. En France, entre 1960 et 2000, les dépenses de logement et de transport ont crû de 23 pour cent à 40 pour cent, soit une augmentation de près de 75 pour cent, en dépit du fait que le revenu réel par habitant a entre-temps quasiment quadruplé. De plus, comme le suggère l'économie urbaine, les coûts urbains augmentent avec l'extension des villes. Aux États-Unis, les coûts urbains sont inférieurs à 15 000 USD par an dans des villes comme Pittsburgh, Baltimore ou Kansas City, mais atteignent, par exemple, près de 20 000 USD par an à San Francisco, Los Angeles et New York. Les données sur la France révèlent que ces coûts représentaient en 2000 environ 40 pour cent des revenus des particuliers à Paris, mais aux environs de 33 pour cent dans les villes de taille moyenne. Les coûts urbains exercent une influence grandissante sur la forme que prennent les villes, mais nous allons voir qu'ils ont aussi un impact important sur les réseaux urbains et sur les courants d'échanges interurbains.

5.1. La ville monocentrique

Dans la ville monocentrique, les entreprises sont regroupées pour former ce que l'on appelle le centre d'affaires, les ménages faisant la navette entre ce centre et leur résidence. On sait que les entreprises recherchent la proximité, afin de tirer parti des nombreux avantages que procurent les communications, la circulation de l'information et les interactions sociales (Rosenthal et Strange, 2004). Les connaissances, les idées et les informations tacites sont à l'origine de retombées favorables d'une entreprise à l'autre, éléments dont elles peuvent bénéficier en utilisant des circuits de communication informels. L'agglomération d'entreprises dans un centre d'affaires se concrétise en cas d'externalités importantes et/ou de faibles coûts des déplacements pendulaires. Elle permet, en effet, d'exploiter les avantages que procurent les diverses externalités spatiales, obtenues par le jeu des relations non marchandes entre les entreprises, sans avoir à dédommager les salariés des coûts élevés de leurs trajets domicile-travail. A l'opposé, les entreprises et les logements sont géographiquement entremêlés, à l'image des villes de l'ère préindustrielle mal desservies par les transports urbains. Cette configuration apparaît en cas d'économies d'échelle faibles et/ou de coûts des déplacements pendulaires élevés (Fujita et Thisse, 2002). Pour résumer, *des déplacements pendulaires coûteux favorisent la dispersion des activités au sein de la ville ; dans le cas contraire, c'est la spécialisation qui prévaut entre entreprises et ménages dans l'occupation du sol*. Ceci rappelle ce que nous avons observé dans le modèle centre-périphérie, à savoir que de faibles coûts de mobilité favorisent l'agglomération.

Cette analyse ne reprend qu'une facette du problème, car elle néglige le commerce entre villes. A cet effet, revenons à la configuration centre-périphérie examinée à la section 3.2, et supposons qu'une part importante du secteur industriel est concentrée dans une grande ville. Si les coûts de transport diminuent régulièrement, les coûts urbains supportés par les travailleurs y deviennent trop élevés pour être compensés par un meilleur accès aux biens. Par voie de conséquence, la dispersion entre villes intervient dès lors que les coûts de transport atteignent un niveau suffisamment faible par rapport aux coûts des migrations alternantes. La plus faible valeur des coûts urbains dans la petite ville fait plus que compenser le surcoût de transport à acquitter pour consommer les biens produits dans le centre. Au fur et à mesure que les coûts du transport des marchandises diminuent, l'économie globale passe donc par les phases suivantes : dispersion, agglomération et redispersion. La similitude de cette évolution avec la courbe en cloche analysée dans la section 4 est frappante. Mais ici, c'est le renchérissement des valeurs foncières qui amorce la redispersion des entreprises et des travailleurs. Le départ du secteur manufacturé des grandes zones métropolitaines vers des villes de taille moyenne ou petite illustre l'impact que peut avoir la combinaison entre coûts élevés de déplacement domicile--travail et de faibles coûts de transport des marchandises sur la localisation des entreprises.

Il est clair que la phase de redispersion dépend de l'intensité des externalités spatiales entre entreprises ainsi que de l'efficacité des moyens de transport urbains empruntés par les salariés. La chute spectaculaire des coûts des déplacements pendulaires enclenchée par l'usage quasi-généralisé de la voiture a facilité l'agglomération des activités à l'intérieur des grandes villes, puis retardé le redéploiement interrégional des activités. Ce sont donc les évolutions relatives des coûts de transport interrégionaux des biens et des coûts des déplacements domicile-travail intra-urbains qui déterminent la structure spatiale de l'économie. Au niveau global, ce qui importe n'est pas seulement l'évolution des coûts de transport entre les régions ; ce qui se passe à l'intérieur de chaque région est tout aussi important.

5.2. La ville polycentrique

L'analyse qui précède donne à penser que les travailleurs et les entreprises se redispersent, parce que les coûts urbains deviennent très élevés dans la région centrale. Cependant, sachant que les grandes villes peuvent changer de morphologie pour devenir polycentriques avec la création de pôles secondaires d'emploi, les coûts des déplacements pendulaires et la rente foncière que doivent acquitter, en moyenne, ceux qui travaillent dans ces pôles secondaires sont inférieurs à ceux qu'ont à payer les individus travaillant au centre d'affaires. Dans le même temps, comme moins de salariés doivent se déplacer vers ce même centre, les coûts urbains qu'ils supportent baissent également. En somme, le bien-être des travailleurs augmente lorsque la ville devient polycentrique. Pour les mêmes raisons, les entreprises peuvent payer des salaires et des loyers plus bas, sans se priver de la majeure partie des avantages engendrés par l'agglomération urbaine. Par exemple, Timothy et Wheaton (2001) signalent des variations importantes de salaire en fonction de la localisation intra-urbaine (15 pour cent de plus dans le centre de Boston par rapport aux zones périphériques, un écart de 18 pour cent entre le centre de Minneapolis et les comtés situés en périphérie). Ainsi, la hausse des coûts urbains au sein des grandes métropoles favorise un redéploiement polycentrique des activités.

Toutefois, pour que ce redéploiement se produise, les entreprises implantées dans les pôles secondaires d'emploi doivent être en mesure de conserver un très bon accès au centre-ville qui continue à offrir des services spécialisés aux entreprises, exigeant à son tour de faibles coûts de communication (Porter, 1995). De fait, l'importance du quartier central d'affaires n'est pas annulée par l'existence des pôles secondaires. Schwartz (1993) le confirme lorsqu'il fait observer que les centres-villes assurent la prestation de la moitié environ des services aux entreprises consommés par des sociétés installées dans les banlieues aux États-Unis. Dans les cas de New York, Los Angeles, Chicago et San Francisco, cette part atteint même 65 pour cent. Il en va de même en France, au vu de la distribution géographique des emplois très qualifiés dans les zones métropolitaines (cadres supérieurs, ingénieurs et postes de direction dans des sociétés de services aux entreprises, recherche, commerce, banque et assurance, art), qui se retrouvent plus souvent en centre-ville qu'en zone périurbaine. Par exemple, dans la région parisienne, ces postes représentent 19.3 pour cent des emplois dans Paris même, 15.7 pour cent en banlieue, et 6.6 pour cent en grande banlieue (Julien, 2002). Les entreprises qui les occupent recherchent des localisations centrales, de sorte que les grands centres-villes conservent des atouts par rapport aux pôles secondaires. La consommation de ces services par les entreprises installées au sein des pôles secondaires entraîne des dépenses liées à l'accès au centre-ville. Ce coût doit également être pris en compte, même s'il a beaucoup baissé grâce aux nouvelles techniques de l'information et de communication.

En intégrant les coûts de communication, l'agglomération ou la dispersion interrégionale peut prendre deux formes distinctes, du fait que les activités au sein d'une même peuvent être centralisés ou décentralisées. Si les coûts des migrations alternantes et des communications sont élevés, la structure spatiale de l'économie s'organisera probablement en plusieurs petites villes. En revanche, si les coûts de communication prennent de faibles valeurs alors que les coûts des migrations alternantes prennent des valeurs intermédiaires, on assistera à la formation de grandes villes polycentriques. On voit donc que le développement des nouvelles technologies de l'information et des communications, en facilitant la formation de pôles secondaires d'affaires, ralentit le processus de redispersion. En d'autres termes, *la décentralisation de l'emploi à l'intérieur des métropoles préserve la suprématie des régions centrales* (Cavailhès *et al.*, 2007). Ces résultats montrent comment l'interaction entre différents types de frictions spatiales influence la localisation des activités économiques au sein des agglomérations urbaines mais aussi entre elles. Et de fait, l'histoire urbaine montre que les coûts des échanges et des déplacements ne cessent de baisser depuis le début de la révolution industrielle. Une fois de plus, c'est l'évolution relative de ces deux coûts qui importe pour l'organisation de l'économie globale.

De plus, l'émergence de quelques très grandes villes polycentriques dominant l'espace économique européen n'est pas inéluctable. Le train à grande vitesse (TGV) permet des déplacements rapides et commodes entre villes moyennes et grandes ce qui réduit d'autant le coût d'opportunité d'une implantation dans une ville plutôt que dans une autre, surtout lorsque les coûts urbains sont élevés. Si le TGV est suffisamment bon marché et rapide, on peut raisonnablement penser qu'il favorisera l'émergence de conurbations interrégionales à l'intérieur de l'Union Européenne, en freinant la propension des entreprises et des travailleurs qualifiés à se regrouper dans les très grandes villes. Une telle évolution est conforme aux objectifs de la politique européenne de cohésion.

Avant de clôturer, mentionnons deux autres faits, fréquemment négligés : d'une part, des facteurs locaux peuvent modifier l'organisation globale de l'économie ; d'autre part, des forces globales peuvent agir sur l'organisation locale de la production et de l'emploi. Autrement dit, il y a interaction entre le local et le global. Cette interaction réclame une meilleure coordination des politiques des transports à l'échelle urbaine et interrégionale. Parallèlement, il faut aussi tenir compte des évolutions des nouvelles technologies de l'information et des communications, dans la mesure où elles ont un impact significatif sur les stratégies territoriales des entreprises.

6. REMARQUES FINALES

(1) En 1885, Wilhelm Launhardt, ingénieur civil qui travaillait à la construction d'infrastructures de transport en Allemagne, faisait observer que l'amélioration des moyens de transport était dangereuse pour les produits coûteux, lesquels ne pourraient plus bénéficier d'une protection encore plus efficace que celle des obstacles tarifaires, à savoir de mauvaises routes. De fait, nous avons vu qu'une politique cherchant systématiquement à améliorer l'accessibilité d'une petite région au reste de l'économie risque de ne pas l'aider à se développer. *Le processus d'agglomération étant cumulatif, la répartition inégale de l'activité économique qui en résulte est robuste à une grande variété de chocs.* Autrement dit, les régions riches bénéficient de rentes d'agglomération que ne peuvent pas oblitérer facilement des politiques cantonnées à un seul aspect de la question. En conséquence, si la Commission Européenne a pour objectif de favoriser une répartition plus équilibrée des activités économiques dans les différentes régions de l'Union, elle devrait ajouter d'autres instruments à sa panoplie de politiques.

(2) Nous avons toutefois constaté que, à côté des coûts de transport, l'économie des territoires dépend de l'interaction de plusieurs autres facteurs. La faible mobilité des travailleurs, l'existence de biens non transportables, la demande de biens intermédiaires ou la fragmentation spatiale des entreprises sont autant d'éléments donnant à penser que la relation entre les disparités régionales et l'intégration spatiale se traduit par une courbe en cloche. La prise en compte de ces divers éléments nous porte à croire que l'intégration économique poussée d'un espace est de nature à favoriser la création de plusieurs grandes régions urbaines, qui pourraient être disséminées sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne. A terme, les inégalités spatiales au niveau interrégional seraient (partiellement, du moins) réduites par la redispersion des secteurs industriels, de façon très semblable à l'évolution observée aux États-Unis où l'industrie est implantée, pour l'essentiel, dans des zones à densité de population faible ou moyenne (Glaeser et Kohlhase, 2004). En remplaçant les migrations définitives des travailleurs qualifiés par des navettes à longue distance, le TGV peut jouer un rôle important dans ce processus en favorisant une redispersion des activités qui prendrait la forme de

grandes conurbations Toutefois, il faut pour cela que les TGV connectent des villes possédant déjà un potentiel élevé d'échanges. Il serait naïf, toutefois, d'espérer qu'un TGV puisse par lui-même devenir un moteur du développement régional. Une telle politique de transport doit être une des composantes d'un projet plus vaste et intégré. La Commission Européenne et les gouvernements nationaux ont suffisamment investis dans la construction de « cathédrales dans le désert » pour ne plus répéter la même erreur.

(3) Au cours de la décennie écoulée, les médias ont développé l'idée selon laquelle nous évoluerions dans un monde où la tyrannie de la distance, qui a tant pesé sur l'histoire de l'humanité, aurait disparu. La chute spectaculaire et ininterrompue des coûts de transport depuis le milieu du 19ème siècle, à laquelle se sont ajoutés le repli du protectionnisme et, plus récemment, le fait que les coûts de communication se soient effondrés, a affranchi, nous dit-on, les agents économiques de l'impératif de la proximité. Ainsi, la technologie et la mondialisation se seraient conjuguées pour rendre obsolète la géographie traditionnelle des activités, et pour transformer le monde d'hier, avec ses crêtes et ses creux de vague, en un « monde plat ».

Les travaux théoriques ou empiriques récemment menés en économie géographique mettent en évidence une réalité très différente. Il est certes vrai qu'il importe beaucoup moins aujourd'hui de se trouver près des ressources naturelles, ce qui donne plus de liberté aux entreprises et aux ménages, mais la distance et la localisation n'ont pas, loin s'en faut, disparu de la vie économique. Par exemple, en révélant que la distance reste un obstacle majeur aux échanges entre acteurs géographiquement séparés, le modèle gravitationnel infirme l'idée selon laquelle nous assisterions à la fin de la tyrannie de la distance (Head et Mayer, 2004). Il convient cependant de souligner que l'accessibilité des marchés doit être mesurée à l'aune de *tous* les coûts induits par les divers types de frictions spatiales que doivent supporter les entreprises et leurs clients dans le commerce de biens et services. Ces coûts sont appelés *coûts d'échanges*. Spulber (2007) les désigne par « les quatre T » : les coûts de *transaction* qu'entraînent les affaires réalisées à distance en raison de différences de pratiques douanières ou commerciales, ainsi que de climat politique et juridique ; les coûts *tarifaires et non tarifaires*, notamment induits par les normes antipollution, les pratiques antidumping et les réglementations pléthoriques qui restreignent encore les échanges et l'investissement ; les coûts du *transport* proprement dit, vu que les produits doivent parvenir à leur lieu de consommation, à la différence de beaucoup de services qui restent non transportables ; et enfin, les coûts du *temps* dès lors que, malgré l'Internet et les vidéoconférences, il subsiste des entraves à la communication entre établissements de production et de distribution dispersés, entraves qui ralentissent les réactions aux modifications du marché, alors même que le temps nécessaire pour l'expédition des marchandises est précieux. Les politiques des transports ne doivent pas ignorer ces différentes dimensions de l'échange, pas plus que leurs interactions multiformes.

(4) En dépit d'efforts nombreux faits pour mesurer plus précisément les coûts d'échange, l'économie géographique s'est désintéressée, à la fois, de l'interdépendance entre secteur des transports et secteurs industriels, ainsi que de la concurrence entre transporteurs. Il est urgent, pourtant, de mieux comprendre le fonctionnement du secteur des transports et la formation des prix du fret en partant du comportement stratégique des transporteurs (Behrens *et al.*, 2009). S'il est raisonnable, aux États-Unis, d'assimiler le transport routier de marchandises à un marché en concurrence parfaite depuis que le *Motor Carrier Act* ait supprimé la majeure partie des obstacles à l'entrée et des contrôles de prix, le transport ferroviaire reste lui caractérisé par un petit nombre d'opérateurs. En raison des infrastructures lourdes qu'il nécessite, ce mode de transport est confronté à des coûts fixes élevés qui engendrent des oligopoles naturels dont le comportement est stratégique.

De plus, il conviendrait de prendre en compte des variables propres à l'activité de transport, telles les économies de densité, la segmentation du marché de l'offre de services de transport et, plus généralement, les diverses facettes de la logistique. L'économie géographique et urbaine gagnerait à utiliser une description plus réaliste du secteur des transports, ce qui ne manquerait pas d'intéresser davantage les économistes des transports. Sous cet aspect, force est de reconnaître que les travaux actuels restent très insuffisants.

(5) L'économie géographique a choisi de privilégier la tendance historique à la baisse des coûts d'échange. On peut légitimement se demander si une *augmentation* de ces coûts permettrait à l'économie de revenir à sa situation d'origine. La réponse est probablement négative. Même si le processus d'agglomération n'est pas complètement irréversible, les effets de verrouillage et les rentes d'agglomération entraînent une grande inertie dans la répartition géographique des activités économiques. A cet égard, de nombreux modèles d'économie géographique insistent sur l'existence d'un décalage entre la fin de la baisse des coûts d'échange et les effets qui en découlent sur la localisation des agents.

(6) La question la plus difficile est celle de savoir comment concevoir des politiques de transports « optimales ». Les recommandations dépendent avant tout de ce que les décideurs souhaitent optimiser : l'efficacité globale, l'équité spatiale, l'empreinte écologique, ou un dosage des trois ? Les villes et les grappes industrielles regorgent de différents types d'externalités. Ces interactions agissent dans les deux sens, mais les agents ne se préoccupent que de leur rôle de « récepteurs », et sont oublieux du fait qu'ils sont également des « transmetteurs » pour les autres. Par conséquent, une répartition plus efficace des entreprises est plus concentrée que la distribution d'équilibre (Fujita et Thisse, 2002). Ce résultat peut surprendre, étant donné l'opinion courante selon laquelle nos villes seraient trop encombrées, affirmation qui ne tient compte que des externalités négatives dues à la congestion et à la pollution. Cette pléthore d'externalités explique pourquoi il est particulièrement malaisé d'évaluer globalement les schémas urbains d'utilisation des sols. Il se dégage cependant une recommandation robuste : pour que les économies d'agglomération portent leurs fruits, la mobilité intra-urbaine est essentielle. Pour éviter des comportements opportunistes ou des défaillances de coordination, une gouvernance urbaine optimale doit donc couvrir au mieux le territoire concerné, afin de permettre l'internalisation de l'ensemble des coûts et avantages (Cheshire et Magrini, 2009).

A l'échelon interrégional, l'agglomération excessive ou insuffisante des activités résulte plutôt des liens entre entreprises et consommateurs-travailleurs, liens tissés par l'entremise des marchés des produits et du travail. Les externalités pécuniaires sont ici cruciales, car les acteurs ne tiennent pas compte de l'impact de leurs décisions migratoires sur le bien-être de ceux qui ne bougent pas, comme de ceux qui résident dans la région de destination. Par voie de conséquence, lorsque les flux migratoires sont importants, on peut s'attendre à ce que l'organisation de l'économie interrégionale ne soit pas efficace. Par ailleurs, au vu de quelques travaux préliminaires, il semblerait que la mobilité des entreprises et des travailleurs conduise à une configuration trop concentrée des activités. Par exemple, lorsque des travailleurs estiment souhaitable, à titre individuel, de déménager pour s'installer dans une autre région, la concurrence qui en résulte sur le marché du travail n'est pas nécessairement contrebalancée par une augmentation de la demande de produits résultant d'une forte croissance des exportations. Tout comme dans le dilemme du prisonnier, les travailleurs qui changent de région risquent de se trouver moins bien lotis qu'avant. En revanche, si l'économie spatiale est suffisamment intégrée, les avantages découlant d'une exploitation plus efficace des économies d'échelle l'emportent, de sorte que l'agglomération est globalement efficace. Rappelons également que l'éventuel excès d'agglomération ne tient pas compte des nouvelles activités qui tirent profit du fait d'être regroupées, comme par exemple les activités de R&D. Or, la concentration des ces activités, fortes consommatrices d'information, est susceptible d'accélérer la croissance de l'économie dans son ensemble et d'être ainsi bénéfique à tous (Fujita et Thisse, 2002).

Enfin, nous avons vu que des facteurs globaux sont susceptibles de modifier l'organisation locale de la production et de l'emploi, tandis que des facteurs locaux ont bel et bien des chances de changer l'organisation globale de l'économie. Ceci nous invite à mieux intégrer les divers types de frictions spatiales à l'œuvre aux différentes échelles spatiales. Cette tâche n'est probablement, pour l'heure, pas faisable, mais elle devrait, à tout le moins, nous guider dans la définition des programmes de recherche et dans l'élaboration de politiques plus efficaces.

BIBLIOGRAPHIE

Bairoch, P. 1997. *Victoires et déboires. Histoire économique et sociale du monde du 16ème siècle à nos jours*. Paris : Éditions Gallimard.

Behrens, K., C. Gaigné et J.-F. Thisse. 2009. *Industry Location and Welfare When Transport Costs Are Endogenous*. Journal of Urban Economics 65, 195-208.

Behrens, K., A.R. Lamorgese, G.I.P. Ottaviano et T. Tabuchi (2010) *Beyond the Home Market Effect: Market Size and Specialization in a Multi-country World*. Journal of International Economics, à paraître.

Cavailhès, J., C. Gaigné, T. Tabuchi, et J.-F. Thisse. 2007. *Trade and the Structure of Cities*. Journal of Urban Economics 62, 383-404.

Cheshire, P. et S. Magrini. 2009. *Urban Growth Drivers in a Europe of Sticky People and Implicit Boundaries*. Journal of Economic Geography 9, 85-116.

Collier, P. 2007. *The Bottom Billion. Why the Poorest Countries Are Failing and What Can Be Done About It*. Oxford: Oxford University Press.

Crozet, M. 2004. *Do Migrants Follow Market Potentials? An Estimation of a New Economic Geography Model*. Journal of Economic Geography 4, 439–458.

Diamond, J. 1997. *Guns, Germs, and Steel. The Fate of Human Societies*. New York: W.W. Norton.

Duranton, G. et D. Puga. 2004. *Micro-foundations of Urban Increasing Returns: Theory*. In J.V. Henderson et J.-F. Thisse (Dir. de publ.), Handbook of Regional and Urban Economics. Volume 4. Amsterdam: North Holland, 2063-2117.

Feenstra, R.C. 1998. *Integration of Trade and Disintegration of Production in the Global Economy*. Journal of Economic Perspectives 12 (4), 31-50.

Fujita, M. 1989. *Urban Economic Theory. Land Use and City Size*. Cambridge: Cambridge University Press.

Fujita, M., P. Krugman et A.J. Venables. 1999.*The Spatial Economy. Cities, Regions and International Trade*. Cambridge, MA: The MIT Press.

Fujita, M. et J.-F. Thisse. 2002. *Economics of Agglomeration. Cities, Industrial Location and Regional Growth*. Cambridge: Cambridge University Press.

Fujita, M. et J.-F. Thisse. 2006. *Globalization and the Evolution of the Supply Chain: Who Gains and Who Loses?* International Economic Review 47, 811-836.

Glaeser, E.L. et J.E. Kohlhase. 2004. *Cities, Regions and the Decline of Transport Costs*. Papers in Regional Science 83, 197-228.

Head, K. et T. Mayer. 2004. *The Empirics of Agglomeration and Trade*. In J.V. Henderson et J.-F. Thisse (Dir. de publ.), Handbook of Regional ad Urban Economics. Volume IV. Amsterdam: North-Holland, 2609-2669.

Helpman, E. et P.R. Krugman. 1985. *Market Structure and Foreign Trade*. Cambridge: MA, The MIT Press.

Julien, P. 2002. *Onze fonctions pour qualifier les grandes villes*. INSEE Première N°840.

Krugman, P.R. 1991. *Increasing Returns and Economic Geography*. Journal of Political Economy 99, 483-499.

Krugman, P.R., et Venables, A.J. 1995. *Globalization and the Inequality of Nations*. Quarterly Journal of Economics 110, 857-880.

Leamer, E.E. et M. Storper. 2001. *The Economic Geography of the Internet Age*. Journal of International Business Studies 32, 641-655.

Limão, N. et A.J. Venables. 2001. *Infrastructure, Geographical Disadvantage, Transport costs, and Trade*. World Bank Economic Review 15, 451-479.

Midelfart-Knarvik, K.H. et H.G. Overman. 2002. *Delocation and European Integration: Is Structural Spending Justified?* Economic Policy 35, 321-359.

Pollard, S. 1981. *Peaceful Conquest. The Industrialization of Europe 1760-1970*. Oxford: Oxford University Press.

Porter, M.E. 1995. *Competitive Advantage of the Inner City*. Harvard Business Review, mai-juin, 55-71.

Redding, S. et P.K. Schott. 2003. *Distance, Skill Deepening, and Development: Will Peripheral Countries Ever Get Rich?* Journal of Development Economics 72, 515-541.

Redding, S. et A. Venables. 2004. *Economic Geography and International Inequality*. Journal of International Economics 62, 53-82.

Rosenthal, S. et W. Strange. 2004. *Evidence of the Nature and Sources of Agglomeration Economies*. In J.V. Henderson et J.-F. Thisse (Dir. de publ.), Handbook of Regional and Urban Economics. Volume 4. Amsterdam: North Holland, 2119–2171.

Schwartz, A. 1993. *Subservient Suburbia*. Journal of the American Planning Association 59, 288-305.

Spulber, D.F. 2007. *Global Competitive Strategy*. Cambridge: Cambridge University Press.

Syverson, C. 2004. *Market Structure and Productivity: A Concrete Example*. Journal of Political Economy 112, 1181-1222.

Tabuchi, T. et J.-F. Thisse. 2002. *Taste Heterogeneity, Labor Mobility and Economic Geography*. Journal of Development Economics 69, 155-177.

Timothy, D. and W.C. Wheaton. 2001. *Intra-urban Wage Variation, Employment Location and Commuting Times*. Journal of Urban Economics 50, 338-366.

Thomas, I. 2002. *Transportation Networks and the Optimal Location of Human Activities: A Numerical Geography Approach*. Cheltenham, Royaume-Uni : Edward Elgar.

RAPPORTS INTRODUCTIFS

Thème I :

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

SOMMAIRE

INTRODUCTION 67

1. LE COUPLAGE ENTRE CROISSANCE ÉCONOMIQUE ET MOBILITÉ : DE L'ÉVIDENCE MACROÉCONOMIQUE AUX FONDEMENTS MICROÉCONOMIQUES 68

   1.1. PIB par tête et demande de transport : La « loi d'airain » du couplage 68
   1.2. Quand le temps devient la « ressource la plus rare » : La « loi d'airain » de la décroissance des utilités marginales 76

2. PROSPECTIVE DE LA MOBILITÉ INTERURBAINE : SATURATION ET MITIGATION AU SERVICE DU DÉCOUPLAGE ? 82

   2.1. Découplage et saturation : Vers une inflexion des préférences individuelles ? 83
   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 88

CONCLUSION 94

NOTES 95

BIBLIOGRAPHIE 96

ANNEXE 1 : L'optimisation spatio-temporelle des déplacements de loisirs et d'affaires 99

ANNEXE 2 : Le modèle TILT 104

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 sont 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 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 ÉCONOMIQUE ET MOBILITÉ : DE L'ÉVIDENCE MACROÉCONOMIQUE AUX FONDEMENTS MICROÉCONOMIQUES

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

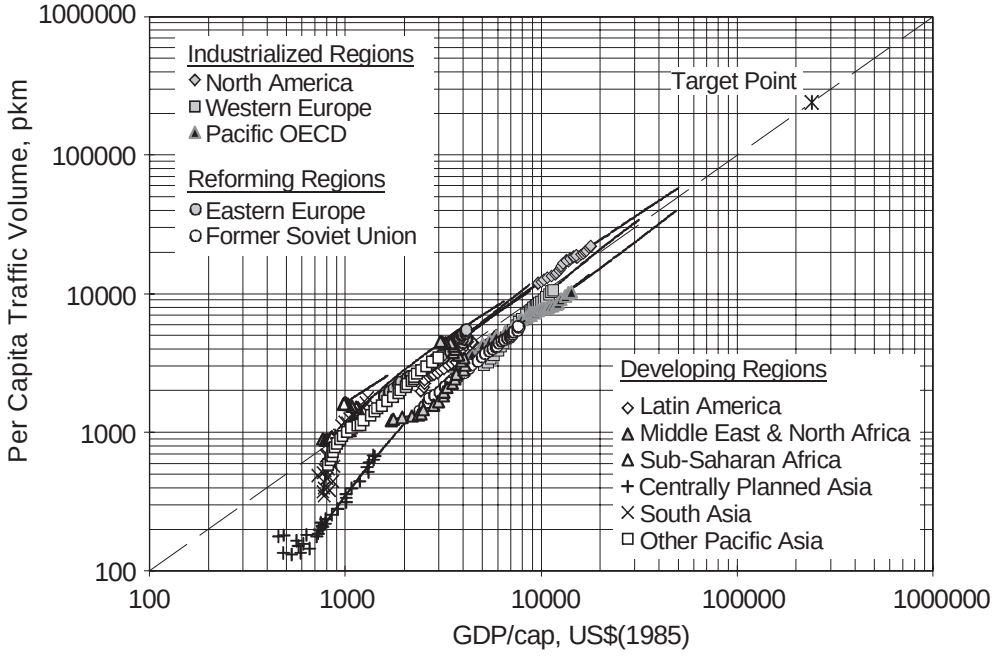
Lorsque les économistes insistent sur le fait que le couplage est un invariant de l'histoire économique des dernières décennies, quels que soient les pays étudiés, ils ne font que souligner le rôle

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.

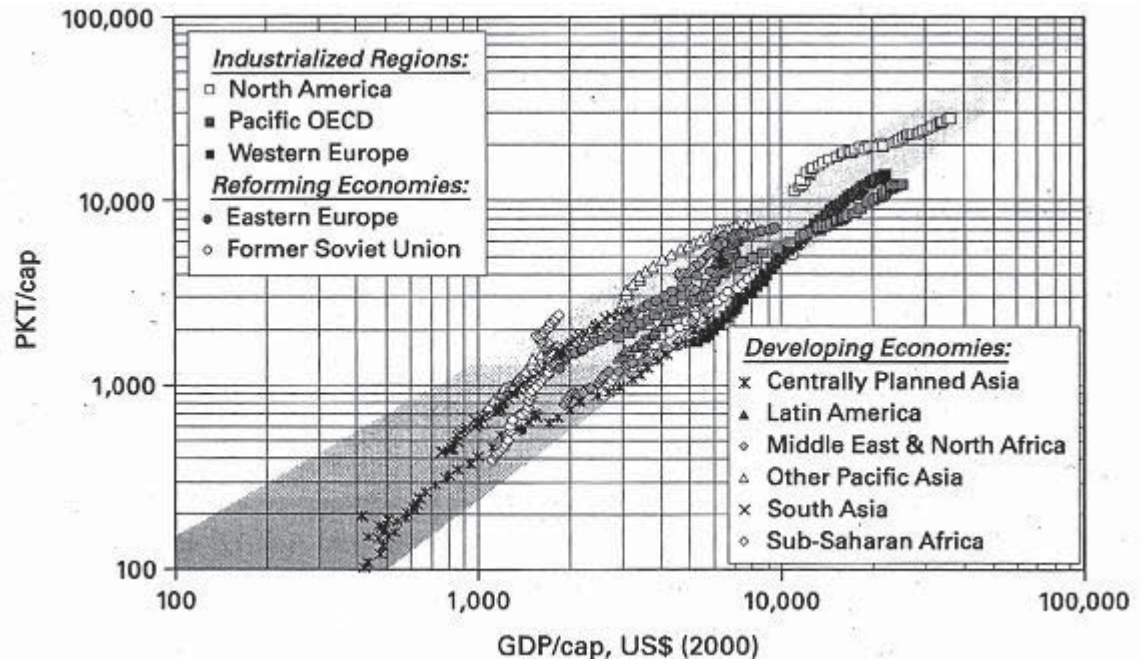
Figure 1. **Mobilité totale en passagers-kilomètres par an (Données 1960-1990 ; Tendances 1960-2050)**



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 ou le monde, et notamment les États-Unis,

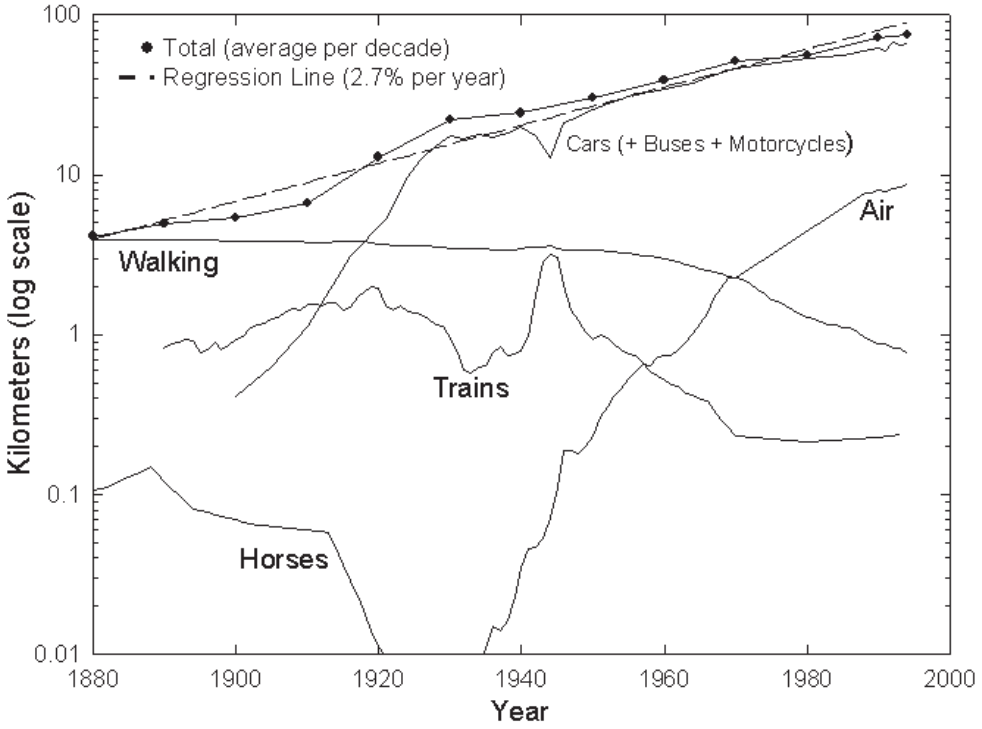
traversent une profonde crise économique. Mais ce serait possible si la croissance économique atteignait 3 pour cent par an pendant 75 ans, soit une multiplication par 8 du PIB par habitant, à peu près ce que les États-Unis ont connu au cours des 75 dernières années !

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 20ème 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**

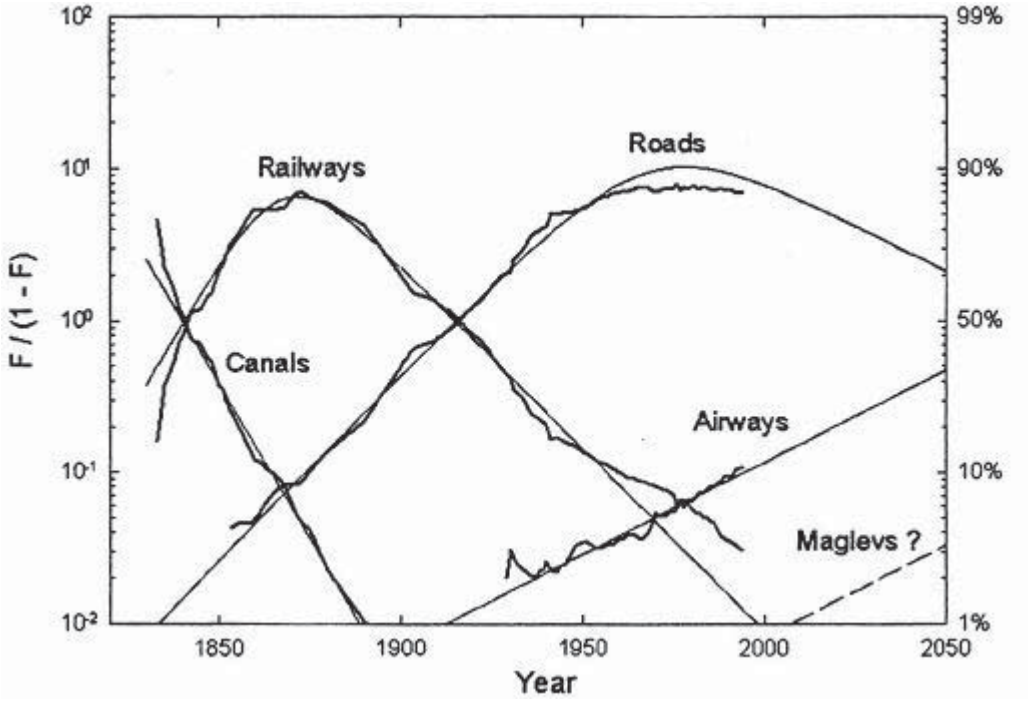


Source : Ausubel J.H., C. Marchetti, P.S. Meyer.

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 magnétique[1]. 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 pas 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.

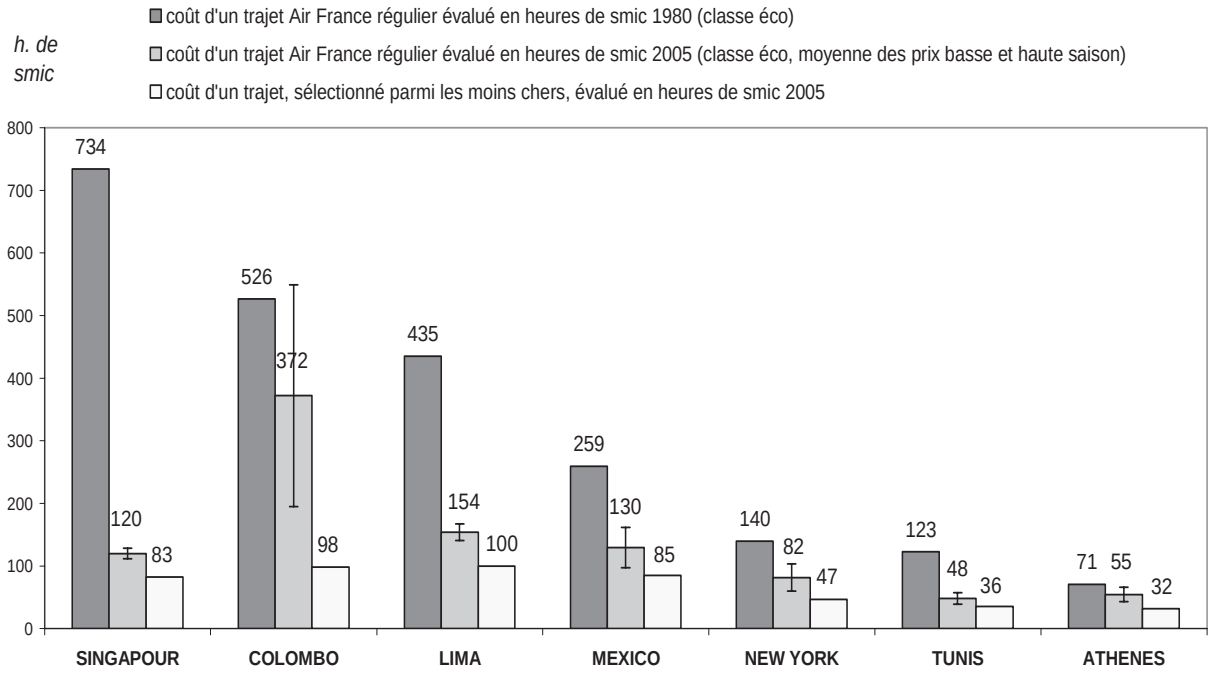
Nous sommes ici en présence de la relation macroéconomique clé pour comprendre comment le couplage s'est imposé au cours des dernières décennies, et comment il pourrait être remis en cause dans les décennies à venir. Quel sera en effet dans l'avenir la relation entre la vitesse moyenne de déplacement 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'avion[2], 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 progresse 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 revenue, 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 croit 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 20ème 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 20ème 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 chacun[3].

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.

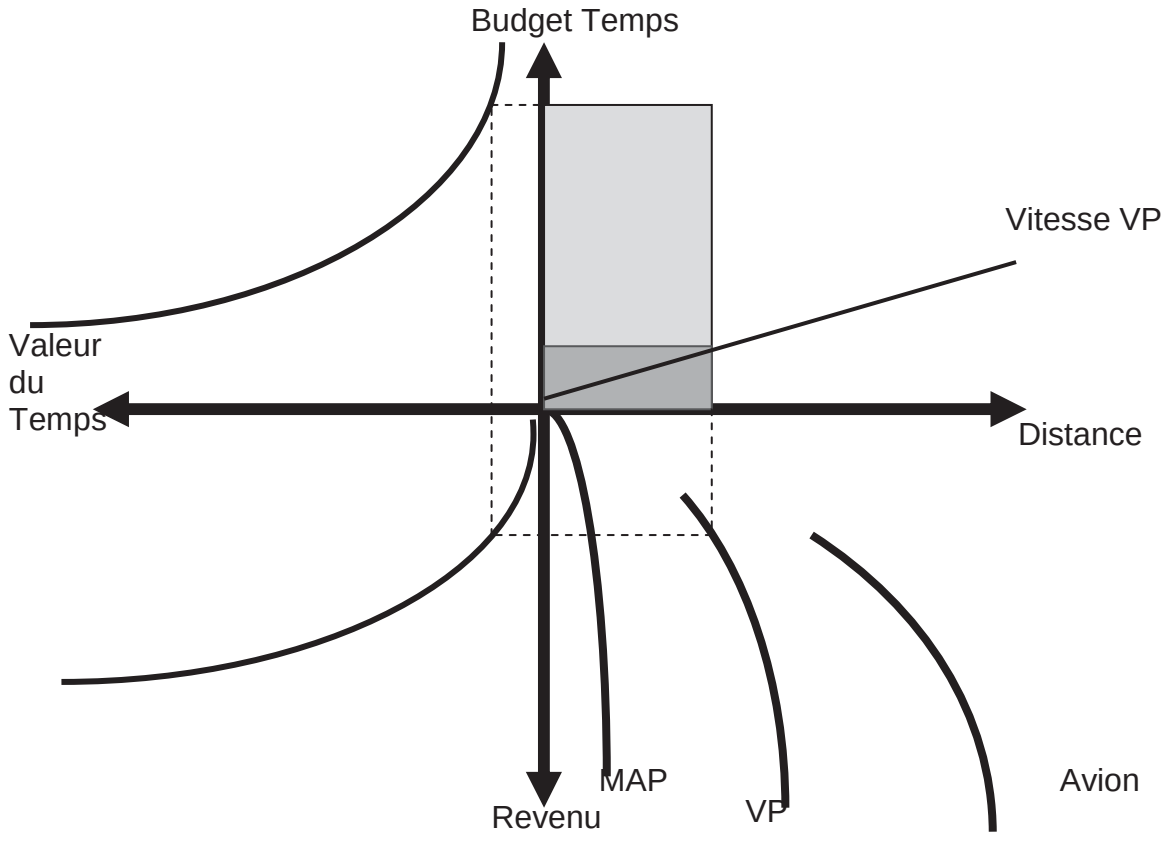
1.2.3. Hausse des valeurs du temps et baisse des temps moyens d'activités : un puissant facteur de mobilité à grande distance

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 6[4]. Les axes de cette Figure reprennent les quatre variables clés :

- -- l'axe Sud indique le niveau de revenue ;
- -- 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 !

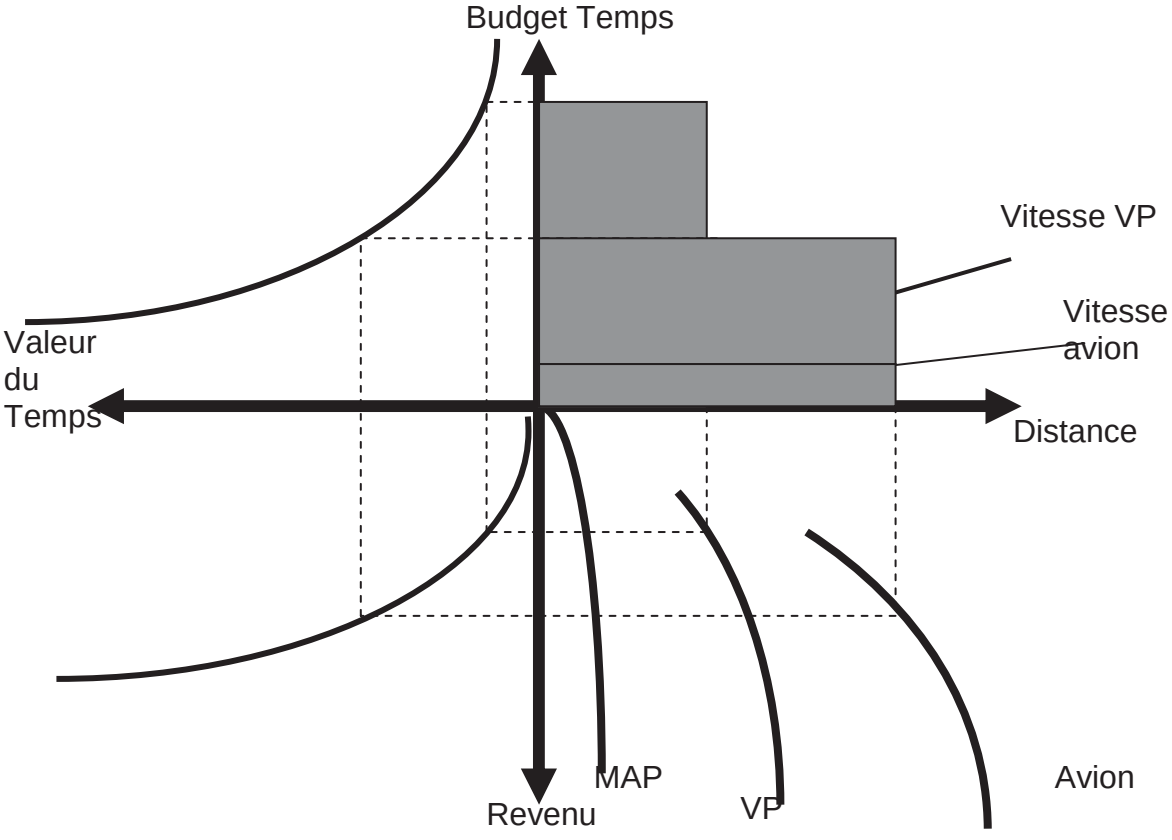
-- Le quadrant Nord-Ouest est une implication logique du précédent. Si les revenus augmentent et la valeur du temps également, alors le budget temps que nous consacrons à chaque activité, ici à chaque déplacement de loisir, aura tendance à diminuer, car la concurrence entre les diverses activités potentielles 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 MOBILITÉ INTERURBAINE : SATURATION ET MITIGATION AU SERVICE DU DÉCOUPLAGE ?

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 CO_2.

-- 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 CO_2. 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 conjugueraient saturation et mitigation (**2.2**).

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

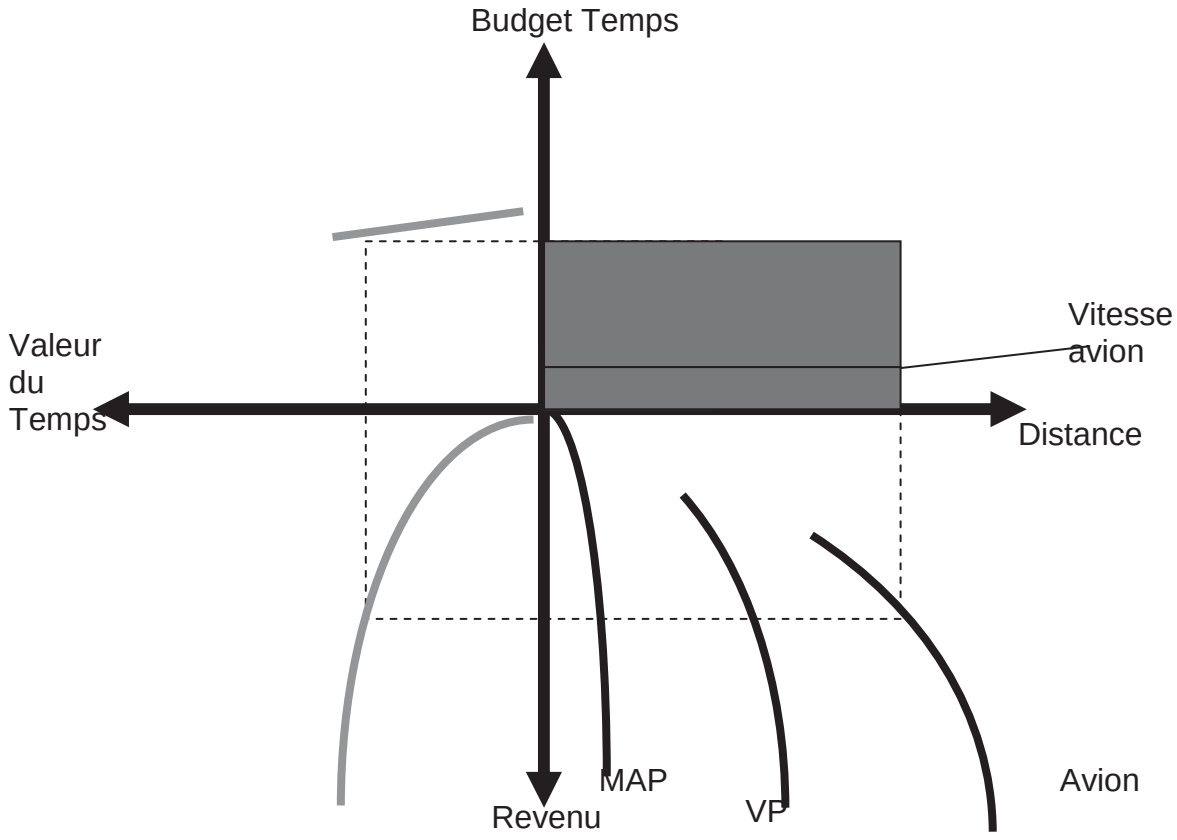
Prise au pied de la lettre, la formule « Plus loin, plus vite, plus souvent, moins longtemps ! » pose des problèmes logiques. La multiplication des activités conduit en effet à réduire tendanciellement le temps consacré à chacune, jusqu'à rendre ce dernier très bref. Si cela se traduit en outre par une 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.

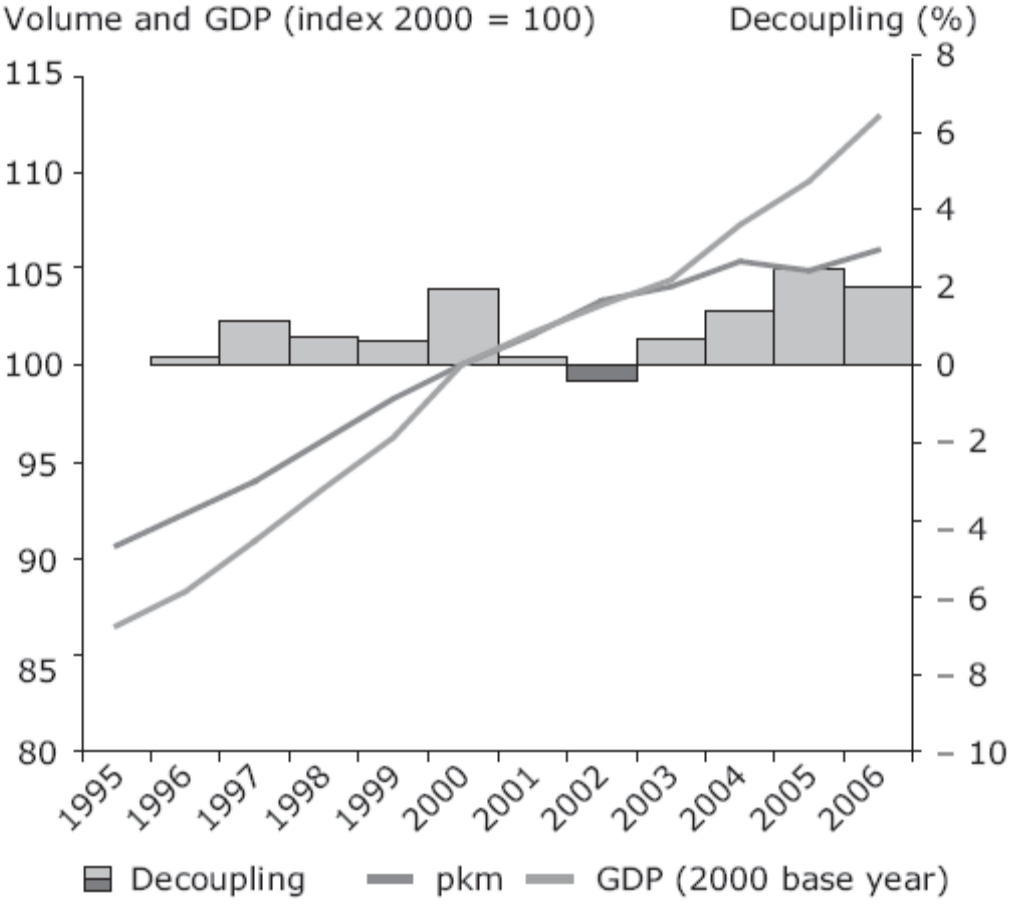
Ce qu'il faut envisager avec le vieillissement et l'enrichissement, c'est plutôt une certaine sagesse dans l'usage de son temps, par exemple sous la forme d'une remise en cause de la tendance à réduire la durée moyenne de chaque activité. L'intensification de la consommation pourrait se faire non pas 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 ou 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

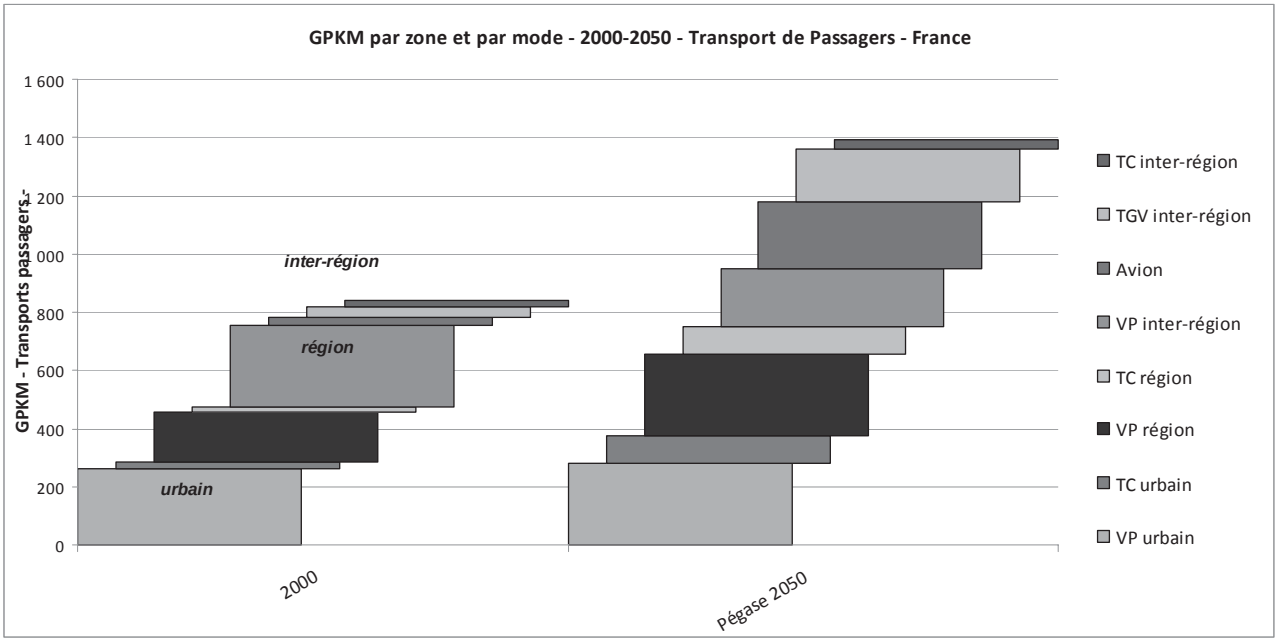
Les éléments présentés dans cette sous-partie résultent d'un travail de prospective établi pour le Ministère français de l'Écologie et du Développement Durable (Château *et al*., 2008). Il se fonde sur l'utilisation d'un modèle (TILT, *Transport Issues in The Long Term*) dont les grandes lignes sont 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 CO_2 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 laissaient 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 CO_2 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 CO_2 par le recours aux progrès techniques.

Cette réduction d'un facteur 3 des émissions de CO_2 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 CO_2 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 CO_2 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 CO_2 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

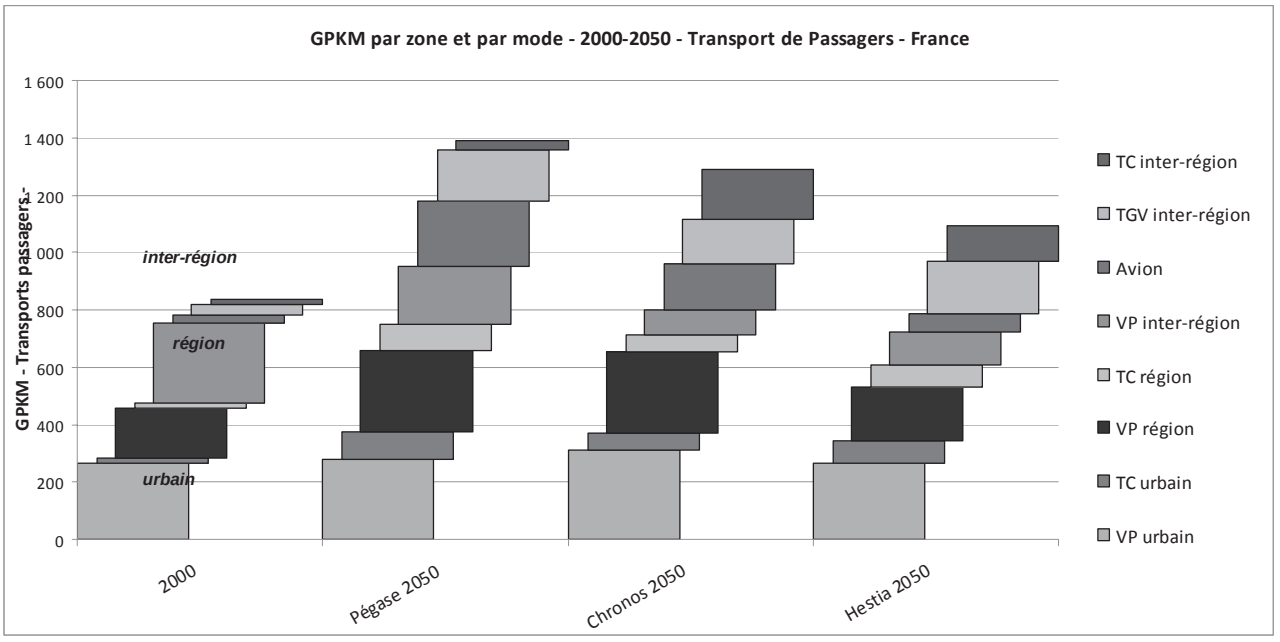
Dans Chronos, pour les passagers, domine une logique où une hausse du prix de l'utilisation de la voiture entraîne une hausse dans l'usage des transports en commun. Ce report modal modifie le budget des ménages, qui réinvestissent les gains issus du passage à un mode relativement moins cher. Une partie 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 CO_2 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 CO_2 (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 ».

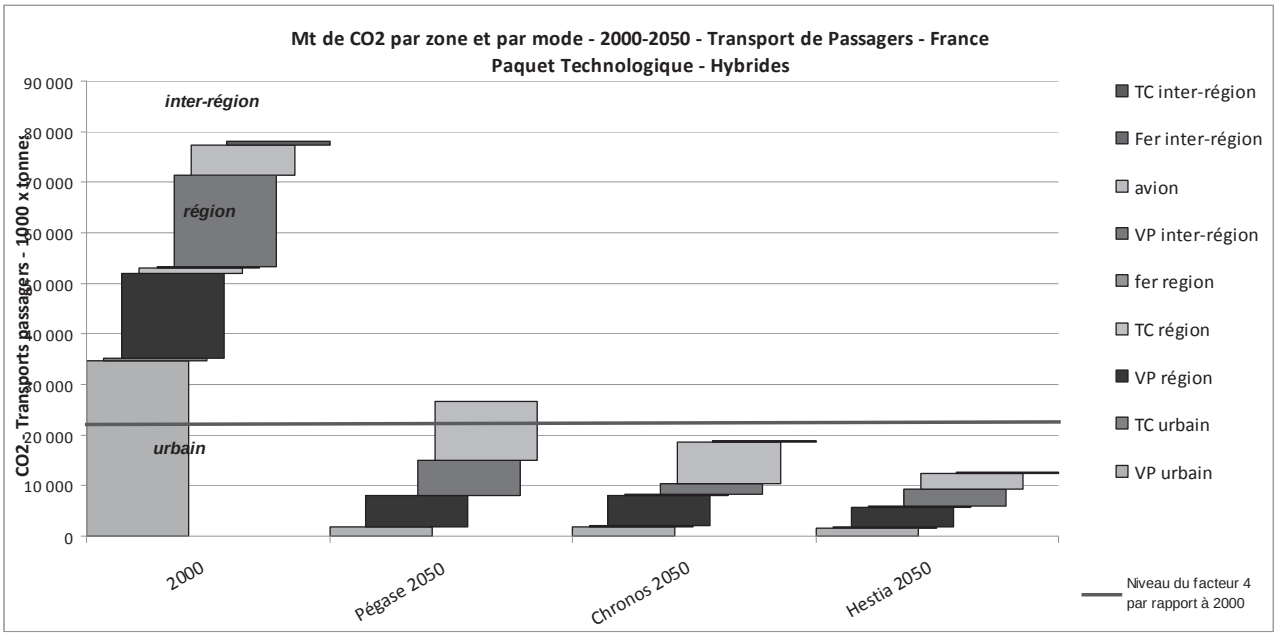
Figure 11. **Mobilité des passagers 2000-2050 - Scénarios Pégase, Chronos et Hestia**



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 CO_2. 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 CO_2.

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 les 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 atteignions 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 Communautés Européennes, 1992. *Pour des transports plus respectueux de l'environnement*, Livre Vert, Publications des Communautés Européennes.

Commission des Communautés 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*, 127ème 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 Electricty, 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.

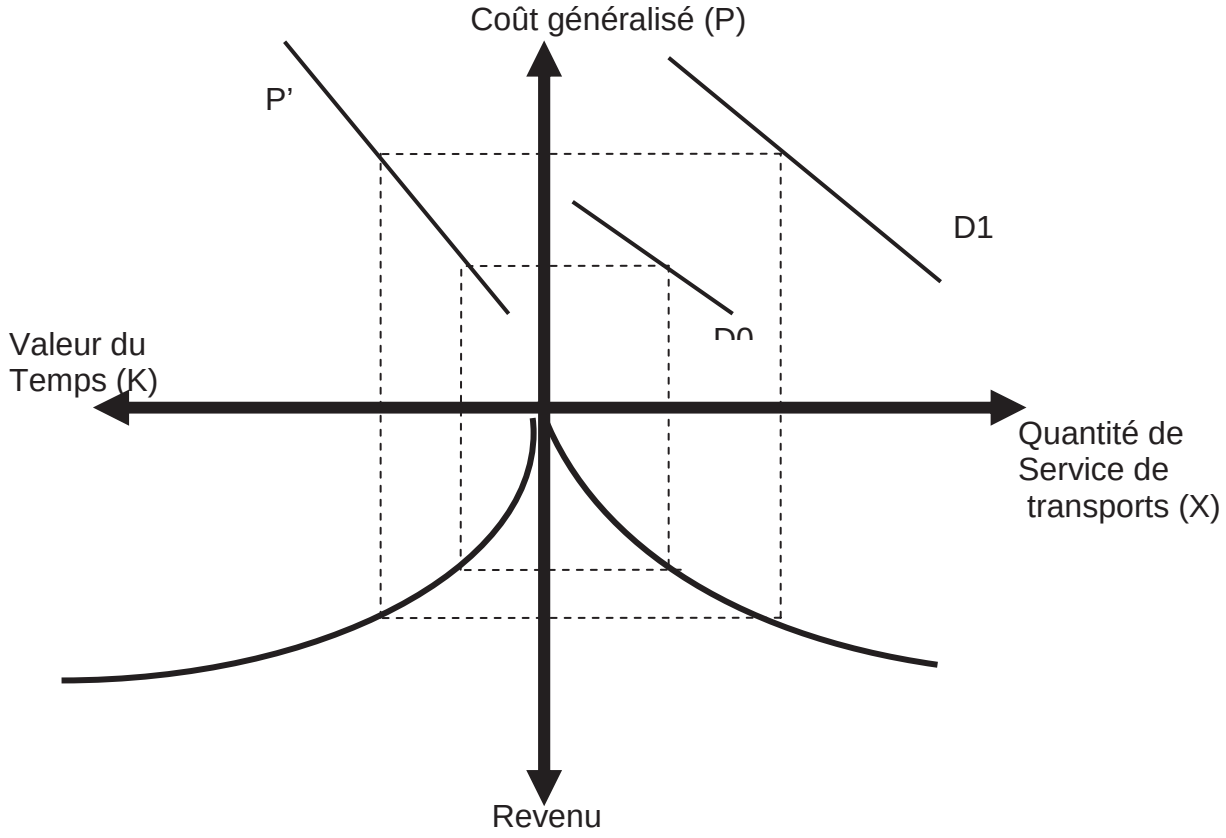
ANNEXES

ANNEXE 1. L'OPTIMISATION SPATIO-TEMPORELLE DES DÉPLACEMENTS 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 D0 à D1. Le résultat est que si le bus est le seul moyen de

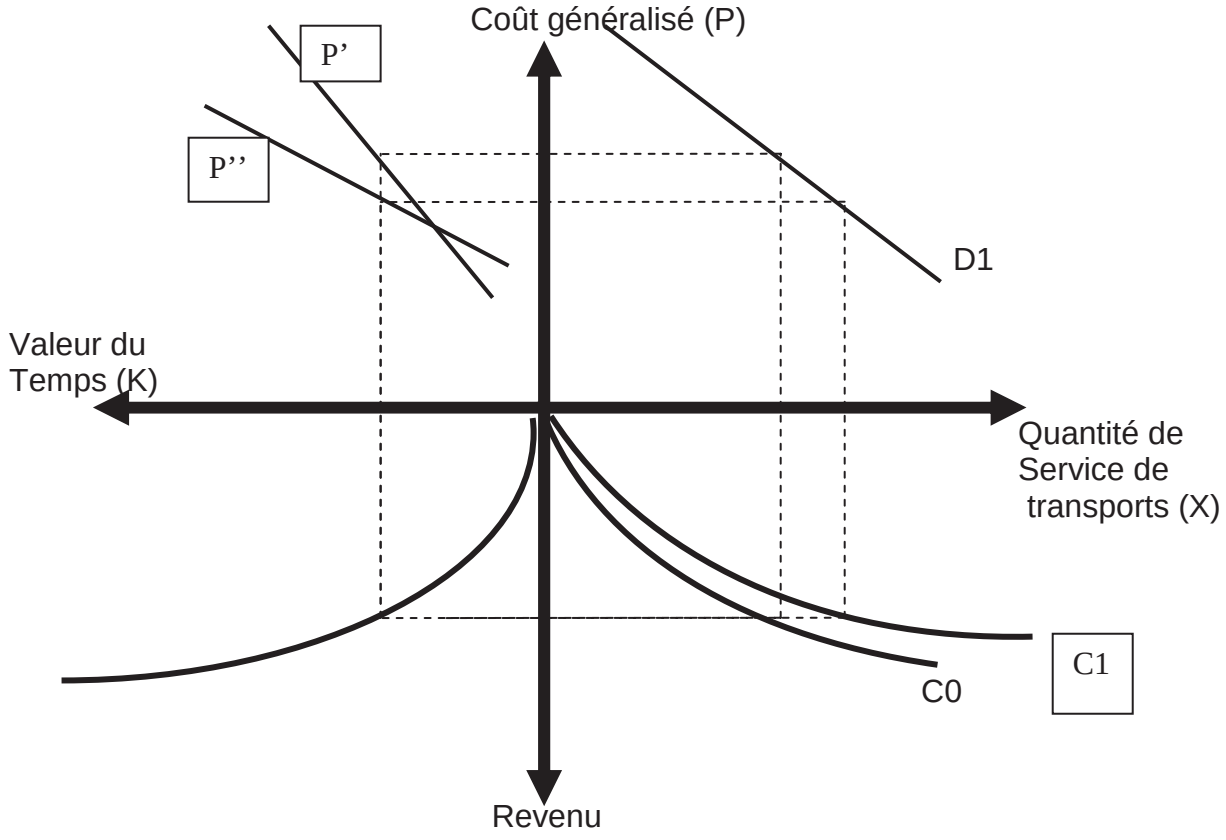
déplacement à longue distance, les quantités consommées augmentent, mais la hausse du coût en temps joue le rôle de force de rappel, car le coût généralisé augmente vite si la vitesse reste faible. Cette force, qui limite la quantité de transport consommée, est affaiblie, si un mode sensiblement plus 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)**



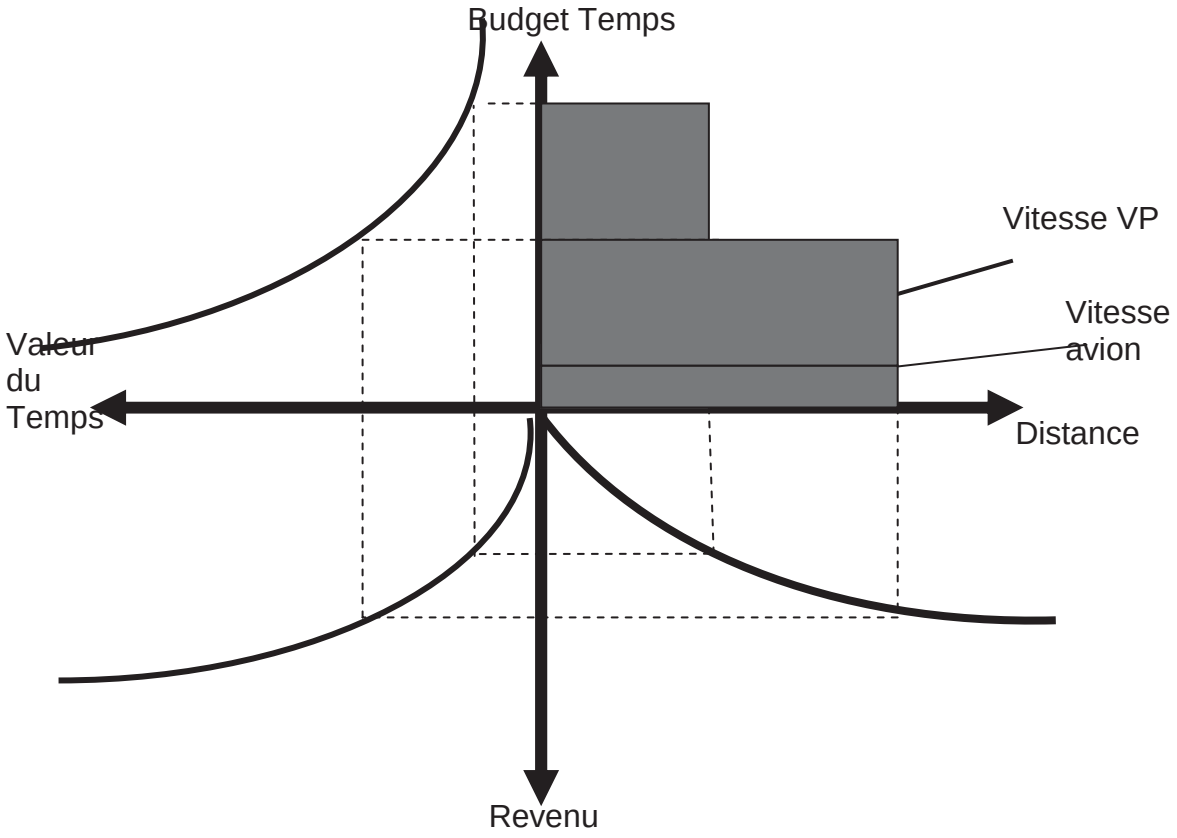
A partir de ce schéma, la thèse de V. Bagard a voulu insister sur la consommation de temps et d'espace associée à la consommation de service de transport liée au loisir. Il a donc proposé des faits stylisés different, car les variables clés changent. Si le revenu et la valeur du temps sont conservés (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 attaint, 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) (CHÂTEAU *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 CO_2.
- 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.

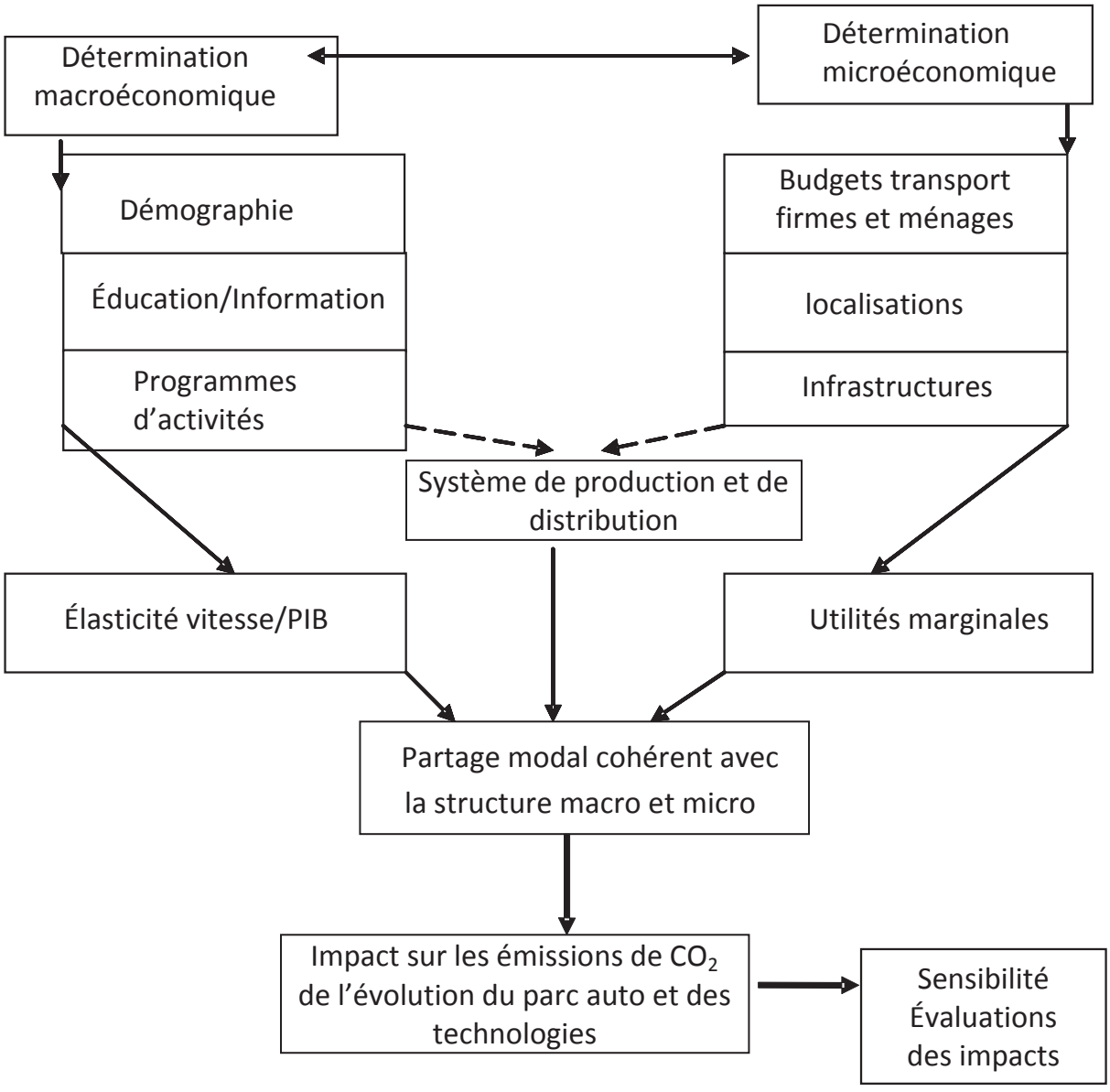
- Une évolution des trafics en passagers-kilomètres et tonnes-kilomètres cohérente avec les équilibres macro et microéconomiques, les options technologiques et les différentes échelles géographiques.

- 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 CO_2, les besoins d'investissement en infrastructures et sur quelques indicateurs de l'économie

En réunissant les trois fonctions et les différents modules de TILT dans une structure d'équilibre micro/macro, il est possible de construire des scénarios qui :

- Quantifient les conséquences du transport sur l'environnement tout en détaillant la structure du système en fonction des changements organisationnels et comportementaux, la technologie utilisée, la dynamique du parc de véhicules, le type de trajet et l'âge des véhicules.
- Donnent un aperçu précis des trafics selon la technologie des moteurs, la consommation de carburants et niveaux d'émission pour les différents types de transports selon les services assurés en terme de distance, catégories de véhicule et coûts de transport.
- Dressent les implications de politiques qui ont différents impacts dans chaque scénario, notamment sur l'économie.

La structure du modèle TILT



Les résultats couplés à la structure du modèle font de TILT un instrument puissant pour construire et explorer des scénarios. L'utilité du modèle TILT ne tient pas seulement à sa flexibilité en termes de mesures de politiques des transports, de changements démographiques, ou de comportements tout autant que de coûts et structures de transports, mais également dans sa capacité à intégrer l'influence des nouvelles technologies selon leur date d'apparition et leur capacité de pénétration des marchés. De plus, à partir de sa propre structure de modélisation, TILT peut délivrer une évaluation précise de sensibilité aux mesures politiques et des besoins en infrastructures.

ÉVOLUTION DU TRANSPORT INTERURBAIN DE VOYAGEURS -- TRANSPORT INTERNATIONAL AÉRIEN DE PASSAGERS DE DEMAIN

par

David GILLEN*

Center for Transportation Studies
Sauder School of Business
Université de Colombie britannique
Vancouver
Canada

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 111

2. PRÉVISIONS DE L'ÉVOLUTION DE LA DEMANDE DE TRANSPORT AÉRIEN DE PASSAGERS 113

2.1. Facteurs influençant le trafic international de passagers 120

3. ÉVOLUTION OU RÉVOLUTION INDUSTRIELLE 122

4. NOUVEAUX DÉTERMINANTS DU TRAFIC AÉRIEN DE PASSAGERS 125

5. RÉSUMÉ 128

NOTES 132

BIBLIOGRAPHIE 134

* L'auteur remercie MM. Stephen Perkins, David Starkie, Michael Tretheway et Jan Paul Rodrigue des observations qu'ils ont formulées au cours des discussions fructueuses auxquelles la rédaction du présent rapport a donné lieu. Il remercie également MM. Adam Robertson et Chen Wei pour l'excellence de leurs travaux de recherche.

1. INTRODUCTION

Les bourses mondiales ont encore fléchi à la mi-juin 2009 quand la Banque Mondiale et le Fonds Monétaire International (FMI) ont annoncé qu'il faudrait encore du temps pour sortir de la crise économique actuelle. La Banque Mondiale a déclaré que l'économie mondiale allait se contracter de 2.9 pour cent au lieu des 1.7 pour cent prévus précédemment. La Banque semble donc plus pessimiste que le Fonds Monétaire International qui ne prédit qu'une contraction de 1.3 pour cent pour cette année suivie d'une progression de 2.4 pour cent en 2010. La Banque Mondiale pronostique en outre un recul de 3 pour cent, au lieu des 2.4 pour cent prédits en mars, pour les États-Unis, la plus grande puissance économique du monde. Le PIB du Japon devrait accuser un recul de 6.8 pour cent, supérieur donc aux 5.3 pour cent précédemment annoncés, tandis que l'économie de la zone euro pourrait perdre 4.5 pour cent, au lieu des 2.7 pour cent précédemment prévus. Le commerce mondial devrait diminuer de 9.7 pour cent, alors que le recul annoncé en mars n'était que de 6.1 pour cent.

En septembre 2009, M. Bernanke déclarait au Conseil de la Réserve fédérale que la crise était techniquement terminée, en s'empressant toutefois d'ajouter que le redressement serait long et lent. Le FMI a, dans une de ses analyses, appuyé ces dires en soulignant qu'il faut trois ans à la production par habitant pour retrouver son niveau après une crise bancaire et qu'il lui en faudrait même sept, si elle était tombée à un niveau inférieur de 10 pour cent à ce qu'elle aurait été s'il n'y avait pas eu de crise bancaire. La production est plus réduite, les échanges sont moins importants et le commerce et le transport aérien international vont la main dans la main.

En prévoyant et avertissant, en des termes assez alarmistes, qu'il faudra du temps aux économies mondiales pour s'engager sur la voie du redressement, ces grandes institutions financières et économiques frappent triplement les grandes compagnies aériennes du monde entier. Le premier coup vient du fait que le transport aérien international se nourrit en grande partie de la croissance du PIB et que le ralentissement de l'économie a, par sa nature et son ampleur, débouché sur une contraction substantielle du trafic passagers[1]. Le deuxième est la conséquence du fait que les compagnies aériennes, qui sont par nature des entreprises qui s'autofinancent, disposent de moins de liquidités, parce qu'elles ont aujourd'hui et auront demain moins de passagers, et qu'un certain nombre d'entre elles pourraient voir leur survie menacée par la persistance d'une telle situation[2]. Elles doivent être créatives pour survivre : British Airways demande à son personnel de renoncer à se faire payer certaines heures de travail, Air Canada demande ni plus ni moins que 610 millions USD pour se sortir de ses difficultés et beaucoup de compagnies, sinon toutes, sabrent dans leur capacité. Le troisième, enfin, procède du fait que les compagnies internationales se sont mises à redéfinir leur champ d'action quand les compagnies bon marché ont commencé à élargir leur part du marché intérieur : les compagnies « historiques » se focalisent depuis quelques années davantage sur le trafic long-courrier tant direct qu'en correspondance qui est certes particulièrement rémunérateur, mais est aussi celui qui souffre le plus de la crise économique mondiale actuelle[3].

L'objectif, relativement clair, du présent rapport est d'esquisser ce à quoi ressemblera le transport aérien international de passagers dans cinq, dix ou quinze ans et d'en expliquer le pourquoi. Il faut pour cela savoir quels sont les principaux déterminants de la croissance du trafic aérien international et

quel sera l'impact de chacun de ces facteurs sur le taux de cette croissance. Poser ce genre de question porte implicitement à se demander si l'histoire a tout à nous apprendre ou si des forces nouvelles sont aussi à l'œuvre. Le survol de la presse spécialisée dans le domaine de l'aviation y décèle deux courants de pensée, dont l'un part du point de vue que la récession actuelle est certes réelle, mais reste mineure et que le trafic aérien renouera, quand l'économie mondiale se redressera, avec son taux traditionnel de croissance de 4 à 5 pour cent par an. L'autre école, moins optimiste, avance que les choses ne reprendront pas simplement leur cours d'antan quand les économies cesseront de reculer et s'engageront sur la voie du redressement et que ce redressement s'accompagnera d'une mutation profonde de certaines institutions, d'une redéfinition de la politique de participation des pouvoirs publics à la vie économique et d'un changement du leadership économique dans le monde. A cela s'ajoutent encore la menace de protectionnisme, très présente aujourd'hui aux États-Unis, mais certainement réelle aussi ailleurs, et les incertitudes qui planent sur l'avenir du bridage des participations étrangères qui passait, avant 2009, pour pénaliser plutôt qu'aider les compagnies aériennes. Tous ces facteurs imprimeront leur marque sur l'évolution future de l'aviation internationale.

L'Organisation de Coopération et de Développement Économiques a analysé dans une étude récente (OCDE, 2009) la récession économique et son incidence sur l'évolution, c'est-à-dire sur le niveau et la composition futurs du PIB. L'OCDE identifie trois scénarios possibles d'incidence sur la croissance mondiale. Dans le premier, la crise est un « accident » dû à l'effondrement du système financier et tout sera comme avant une fois que ce système se sera rétabli. Le second envisage un changement radical de la structure mondiale des échanges entraîné par la faillite d'un système périssable bâti sur des fondations financières artificielles et les mesures prises pour y remédier. Ces deux scénarios sont les deux images extrêmes de ce à quoi le monde ressemblera demain. À mi-chemin entre ces deux extrêmes se situe un scénario de croissance plus faible du PIB mondial, de correction des déséquilibres des échanges mondiaux et d'affaiblissement des leviers financiers dans lequel le transport aérien international de passagers aura d'autres niveaux de croissance et structures de distribution, les réseaux ne seront plus les mêmes et les compagnies aériennes connaîtront un sort économique différent.

Il convient, pour imaginer ce vers quoi le transport aérien international de passagers peut tendre à moyen et long terme, de s'appesantir sur trois jeux de facteurs. Il faut ainsi se demander en premier lieu quels ont été jusqu'ici les moteurs de la croissance du trafic aérien et à quoi ces facteurs ressembleront à l'avenir. L'analyse de nombreux modèles de prévision de l'évolution du trafic aérien révèle qu'elle dépend essentiellement du PIB et de l'augmentation des revenus, deux facteurs auxquels le développement des échanges et l'investissement direct étranger sont étroitement liés. La libéralisation progressive des accords aériens internationaux, la redéfinition des plans d'exploitation des compagnies aériennes, la multiplication des alliances et le gonflement des flottes long-courriers sont autant de changements importants dont il importe de se demander s'ils conserveront leur importance et se perpétueront demain. Quiconque pense que la reprise économique va redonner vie à des économies mondiales très semblables à ce qu'elles étaient en 2007-2008 doit savoir quel poids et quelle valeur les vieilles variables devraient avoir.

Il convient, en second lieu, de réfléchir à une mutation possible du paysage économique mondial et de se demander ce qu'il en sera si celui de 2010 ou 2015 ne sera plus le même que celui de 2077-2008 : il pourrait y avoir des nouveaux leaders économiques, un certain nombre, et peut-être même beaucoup, d'économies pourraient se structurer de façon différente et les courants d'échange pourraient être très différents de ce qu'ils étaient dans le passé. Il semble ainsi assez généralement admis que l'économie américaine ne retrouvera pas les niveaux de consommation de la première décennie du siècle, que l'épargne augmentera aux États-Unis, que la consommation pourrait

augmenter en Chine et qu'un nouvel environnement macroéconomique particulièrement important sera créé par l'émergence de pays tels que le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine qui vont, s'ils conquièrent le leadership économique, modifier profondément les réseaux aériens internationaux.

L'avenir du transport aérien international de passagers doit, en troisième lieu, s'imaginer en tenant compte de la survenance d'événements, de la mise en œuvre de mesures et de l'émergence d'un environnement économique et politique nouveaux. Il faut en effet se demander quelles nouvelles forces vont agir demain sur le transport aérien international. Il semble certain que les préoccupations environnementales joueront un rôle déterminant et plusieurs chercheurs ont ainsi déjà réfléchi à l'incidence que les systèmes d'échange de droits d'émission ou les taxes sur le carbone pouvaient avoir sur le trafic aérien, de loisirs en particulier, ainsi que sur la structure des réseaux et tout le monde du transport aérien. Au nombre de ces forces se rangent également des avancées technologiques telles que la mise au point de moteurs moins gourmands en carburant, les biocarburants, l'amélioration du contrôle de la navigation aérienne dans l'Union Européenne et ailleurs, la libération du ciel et l'intégration sous l'égide d'Eurocontrol, la perception de droits aéroportuaires et de taxes nationales (au Royaume-Uni et en France par exemple), la concentration du secteur et l'impact de tous ces facteurs sur les tarifs, les services ainsi que l'étendue et la structure des réseaux.

Le rapport se divise en quatre chapitres. Le chapitre 2 analyse les prévisions passées de l'évolution de la demande de mobilité, les variables prises en compte dans l'établissement de ces prévisions et le sens dans lequel ces variables devraient évoluer. Le chapitre 3 traite de l'impact qu'un changement économique structurel pourrait avoir sur l'avenir du transport aérien et le chapitre 4 de celui que les nouvelles « forces » pourraient exercer sur le transport aérien de passagers. Le chapitre 5 résume les chapitres précédents et dessine les contours du transport aérien de passagers de demain.

2. PRÉVISIONS DE L'ÉVOLUTION DE LA DEMANDE DE TRANSPORT AÉRIEN DE PASSAGERS

Plusieurs organisations, avionneurs et institutions ont cherché à imaginer comment l'aviation allait se développer à l'avenir. Ces prévisions de Boeing, d'Airbus et de l'OACI, l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale, sont rassemblées dans le Tableau 1 (dont les chiffres ne concernent que le transport aérien international de passagers). Tous ces chiffres sont du même ordre de grandeur, à cette différence près que ceux de l'OACI sont un peu plus optimistes. Ils reflètent sans doute des ajustements opérés au vu de la crise économique actuelle. Il est intéressant de noter que tant Boeing qu'Airbus chiffrent le rapport du nombre de passagers/kilomètre payants à la croissance du PIB à 1.6, c'est-à-dire au niveau auquel il s'est situé pendant les quelque dix dernières années. Il semble permis d'en inférer que les avionneurs font partie de ceux qui pensent que les économies mondiales vont retrouver au sortir de la récession les mêmes conditions structurelles qu'auparavant, c'est-à-dire que les choses vont reprendre leur cours normal après une crise qui, pour reprendre les termes de l'OCDE, n'aurait été qu'un accident. L'OCDE souligne dans son étude que même si la mondialisation devrait se poursuivre, le déficit de croissance économique sera substantiel, parce que les effets de la récession sont considérables et qu'il ne sera pas possible de retrouver les taux antérieurs de croissance avant 5 ans. Elle estime aussi que si le cours de la mondialisation devait s'infléchir, il s'en suivrait tout un bouleversement lourd de conséquences significatives à long terme.

L'étude de l'OCDE souligne, c'est important, que même si la mondialisation devait se poursuivre, sa marche doit changer parce que les niveaux et les structures d'avant la crise n'étaient pas tenables. La mondialisation pourrait ainsi se stabiliser, se modérer et se réaligner, mais aucune des prévisions rassemblées dans le Tableau 1 ne témoigne d'une telle modération ou d'un tel réalignement.

Tableau 1. **Croissance du trafic aérien international de 2008 à 2027 pronostiquée par diverses organisations**

Organisation	UE – Amérique du Nord	Asie Pacifique - Europe	Asie Pacifique – Amérique du Nord
Boeing	4.7	5.7	5.6
Airbus	4.8	5.9	5.8
OACI	4.5	5.8	6.0
Moyenne 1990-2007	3.6	6.2	3.4

Sources : *Boeing Current Market Outlook 2008–2027 ; Airbus 2007* (2007-2026) ; OACI (2007) *Outlook for Air Transport to 2025*.

Le Tableau 2, tiré du *Current Market Outlook* 2009 de Boeing, chiffre l'augmentation attendue du nombre de PKP enregistré entre différentes régions. La vigueur de l'augmentation du trafic entre la région Asie Pacifique, d'une part, et l'Amérique latine et l'Afrique, d'autre part, semble assez surprenante, mais s'explique sans doute par la croissance attendue du PIB de ces régions telle que le chiffre le Tableau 3. L'augmentation du PIB a toujours été un facteur important de croissance du trafic et il semble bien être admis qu'il continuera à en être ainsi, c'est-à-dire que les facteurs d'antan resteront actifs dans le futur. Le rapport des PKP au PIB va du maigre 1.3 enregistré entre l'Amérique latine et l'Afrique au beau 2.2 enregistré entre la région Asie Pacifique et l'Amérique latine dont on peut se demander s'ils vont devenir les principaux centres d'activité économique.

Tableau 2. **Croissance du trafic aérien international de 2009 à 2028 annoncée par Boeing**

	Afrique	Amérique latine	Proche Orient	Europe	Amérique du Nord
Asie Pacifique	9.2	9.1	6.3	5.5	4.9
Amérique du Nord	7.4	4.7	6.9	4.6	
Europe	5.4	4.3	5.5		
Proche Orient	6.1	-			
Amérique latine	5.5	-			

Source : *Boeing Current Market Outlook 2009*.

Les forces qui sous-tendent la génération du trafic aérien de passagers, qu'il soit de loisir ou d'affaires, vont au-delà de simples facteurs macroéconomiques tels que la croissance du PIB, le développement des échanges de marchandises et de services et l'investissement étranger direct. Elles englobent aussi des paramètres structurels tels que la distance, la démographie ou des activités et des idées d'intérêt mutuel. A cela s'ajoutent encore les décisions prises par les compagnies aériennes en

matière de tarification, de maillage des réseaux et d'alliances[4]. Nombreux sont ceux qui ont par le passé fondé leurs prévisions principalement sur la croissance du PIB. Gillen *et al.* (2007) font osciller l'élasticité de la demande de transport aérien par rapport aux revenus (PIB par habitant) entre 0.8 et 2.6 selon les paires de pays reliées entre eux[5]. Les valeurs médianes et moyennes sont de respectivement 1.14 et 1.5 et l'augmentation est dans de nombreux cas estimée égale à celle du PIB, soit à 1.1[6]. La variance de ces estimations a de nombreuses causes, dont les fluctuations des taux de change ne sont pas la moindre : l'augmentation du nombre de touristes britanniques voyageant à l'étranger observée pendant les années 2004 à 2008 s'explique en grande partie par l'augmentation de la valeur de la livre par rapport aux autres monnaies du monde.

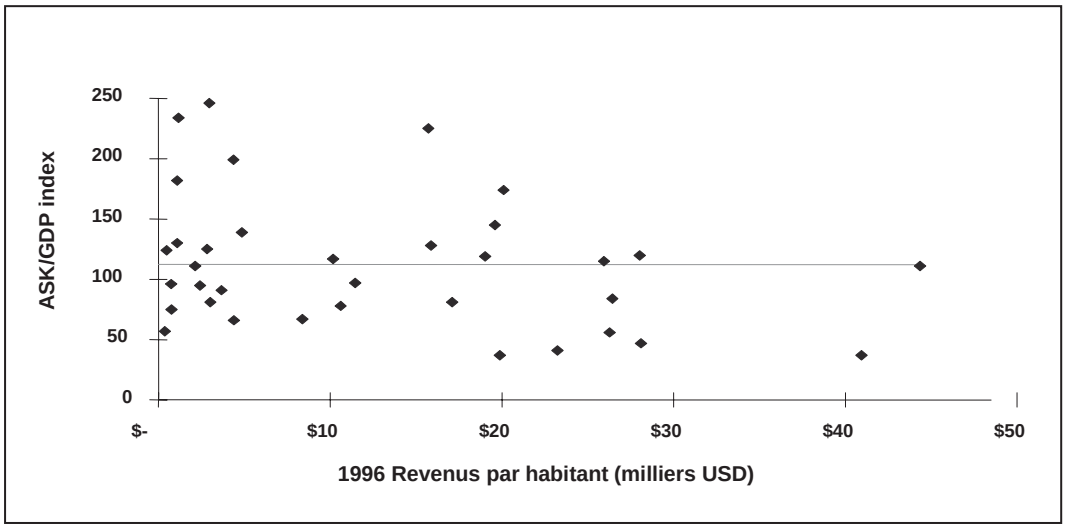
Tableau 3. **Taux d'augmentation du PIB ayant servi de base aux prévisions de Boeing relatives à l'évolution du trafic aérien**

Région	Augmentation du PIB
Asie – Pacifique	4.4
Amérique du Nord	2.4
Europe	1.9
Proche Orient	3.8
Amérique latine	3.8
Russie et Asie centrale	3.7
Afrique	4.9
Monde	3.1

Source : *Boeing Current Market Outlook 2009.*

Il est clair, si l'on pousse l'analyse plus avant, que l'étroitesse de la relation entre le développement du trafic aérien international de passagers et le PIB a généralement été surestimée, parce qu'il n'a pas été tenu compte des variations d'autres variables stratégiques telles que les prix, l'étendue des réseaux et les clauses d'ouverture de l'espace aérien incluses dans les accords de service aérien (cf. ci-dessous). Le rapport de l'augmentation du nombre de passagers à la croissance du PIB pourrait se chiffrer à 1.5, sinon davantage[7], mais la réalité veut que le trafic aérien n'augmente pas au même rythme que la richesse et, plus particulièrement, que la fraction du PIB imputable au transport aérien ne dépend pas des revenus. La Figure 1 montre qu'il n'y a pas de relation manifeste entre l'augmentation du nombre de passagers et la hausse des revenus. Une élasticité de valeur 1 est donc crédible : la mobilité aérienne n'est pas un produit de luxe et les gens qui s'enrichissent voyagent davantage, mais ne consacrent pas une plus grande partie de leurs revenus au financement de leurs déplacements en avion.

Figure 1. **Part de la mobilité aérienne en pour cent du PIB**



Source : Swan (2009).

Il est temps de passer aux autres facteurs qui ont eu leur importance dans le passé. Il y a eu *d'abord* l'évolution des règles commerciales, la libéralisation des échanges qui a débouché sur ce qu'il est convenu d'appeler la mondialisation. Les entreprises tirent profit de l'avantage comparatif des pays et des régions, investissent dans d'autres pays et font augmenter le volume des échanges de biens et de services en créant des chaînes internationales d'approvisionnement[8]. Il y a *ensuite* l'évolution des accords (bilatéraux) de service aérien qui a débouché sur une baisse des tarifs et un élargissement de la gamme des services et a ouvert l'accès du marché à des nouveaux entrants. Cette amélioration de la qualité de service stimule la demande dans une mesure qui dépend toutefois du degré de libéralisation du marché et de l'identité des bénéficiaires de cette libéralisation. Piermartini et Rousova (2008) ont analysé l'impact de la libéralisation des services de transport aérien sur les flux de passagers aériens dans 184 pays et pu constater ainsi qu'il existe une relation positive et significative entre le volume de trafic et le degré de libéralisation du marché aérien. Un passage du degré de libéralisation du 25e percentile vers le 75e fait augmenter d'environ 30 pour cent le volume du trafic entre des pays reliés entre eux par une ligne aérienne directe. La suppression des restrictions qui pèsent sur la fixation des tarifs et des capacités et l'octroi aux compagnies autres que le transporteur national du pays étranger du droit d'exploiter un service s'avèrent être les clauses des accords de service aérien qui contribuent le plus au développement du trafic. La conclusion se vérifie quels que soient le mode de mesure du degré de libéralisation et les techniques d'estimation utilisées.

Gillen (2009) a étudié le cas du Canada et arrive à la conclusion que l'élasticité de la croissance du trafic aérien *international* de passagers par rapport au PIB est égale à 0.45 (une augmentation de 1pour cent du PIB fait augmenter le nombre de passagers de 0.45 pour cent) et qu'elle est de 0.15 par rapport à la 5e liberté (l'intégration dans un accord bilatéral d'une clause autorisant l'exploitation de vols relevant de la 5e liberté fait augmenter le nombre de passagers de 0.15 pour cent) et de 0.66 en cas de signature d'accords d'ouverture de l'espace aérien. Swan (2008) avance qu'un accord d'ouverture de l'espace aérien ne produit de l'effet qu'une fois (glissement de la fonction de croissance), mais gonfle d'environ 2 pour cent en moyenne l'augmentation à long terme du nombre de passagers. Ce genre d'accord peut avoir des effets tant directs (glissement) qu'indirects du fait que les compagnies redessinent leur réseau et que les structures du marché se modifient. Les effets peuvent aussi être continus si plusieurs groupements de partenaires commerciaux décadenassent leur marché les uns

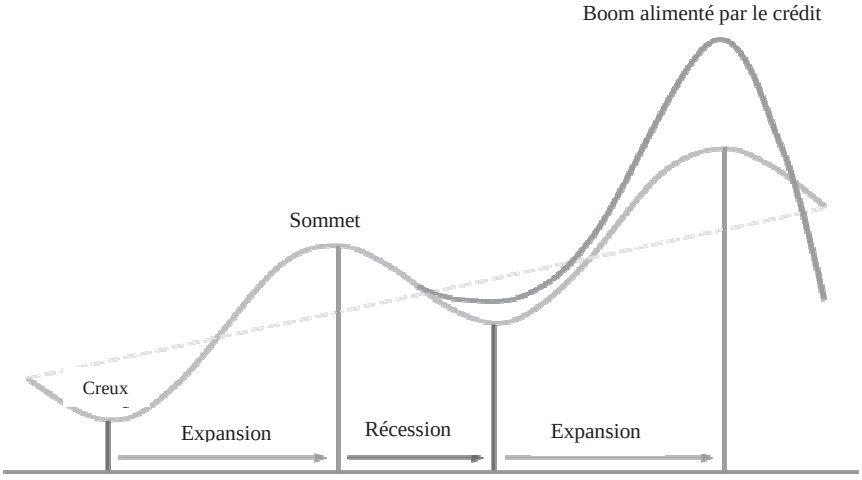
après les autres[9]. Les choses peuvent toutefois différer profondément d'un marché à l'autre : la conclusion d'un accord d'ouverture de l'espace aérien avec la Chine ajouterait 10 pour cent à l'augmentation du nombre de passagers [10], tandis que la Corée tirerait 6 pour cent de passagers en plus de la conclusion d'un accord comparable et que l'augmentation resterait relativement faible en Europe où la libéralisation a précédemment déjà fait du chemin. Les changements sont donc marginaux (Swan, 2009).

Oum *et al.* soulignent dans une étude récente (2009) que la libéralisation des accords de service aérien élargit les marchés et donne naissance à une rationalisation des réseaux continentaux et internationaux qui stimule encore la croissance du trafic. Cet effet indirect de la rationalisation renforce l'effet direct exercé par la libéralisation sur l'ouverture du marché. L'ampleur de cet effet renforçateur est fonction du degré et du mode de libéralisation.

Il convient aussi de se demander quels sont, à court et moyen terme, les déterminants de la croissance du trafic aérien. Il ne fait aucun doute que le cycle d'évolution à long terme du PIB en est un d'importance. Cette évolution a été assez régulière par le passé, mais les bulles immobilières et financières de ces quelques dernières décennies ont ajouté à l'amplitude des fluctuations qui, en outre, prennent plus de temps pour revenir à la normale. La Figure 2 schématise ce qui semble se passer actuellement : la croissance du trafic s'écarte, vers le haut ou vers le bas, de la tendance longue au gré des variations de la structure des économies et des échanges. Les marchés peuvent évoluer à des rythmes différents.

Notteboom et Rodrigue (2009) illustrent la succession de trois bulles différentes, à savoir celles des hautes technologies, de l'immobilier et des échanges. Chaque bulle gonfle la demande de transport aérien international et tonifie la croissance. Les secteurs des hautes technologies et de la finance sont des grands consommateurs de transport aérien et l'accélération de leur croissance peut induire une croissance du trafic aérien plus rapide que celle à laquelle la hausse du PIB permet de s'attendre. Les trois bulles ont ceci d'intéressant qu'elles ont, l'une après l'autre, englobé des populations de plus en plus larges. La bulle technologique n'a englobé qu'un assez petit nombre d'intéressés, parce que les technologies de pointe ne touchent que certains segments du marché, mais a quand même eu un impact disproportionné sur le transport aérien international quand les chaînes de production et d'assemblage ont migré vers le Sud-Est de l'Asie. La bulle immobilière, générée par les taux d'intérêt fédéraux et la politique financière américaine, a englobé tout un pays et eu des répercussions dans de nombreux pays, mais surtout aux États-Unis où elle avait pris naissance. La bulle commerciale est une bulle mondiale générée en, sans doute grande, partie par la bulle immobilière et l'affectation des liquidités dégagées par le refinancement des crédits hypothécaires à l'augmentation de la consommation et à l'achat de logements et d'une multitude de biens de consommation aux États-Unis. Les échanges et l'internationalisation des chaînes d'approvisionnement ont fait augmenter le transport aérien international.

Figure 2. **Évolution du PIB : tendance longue et variations**

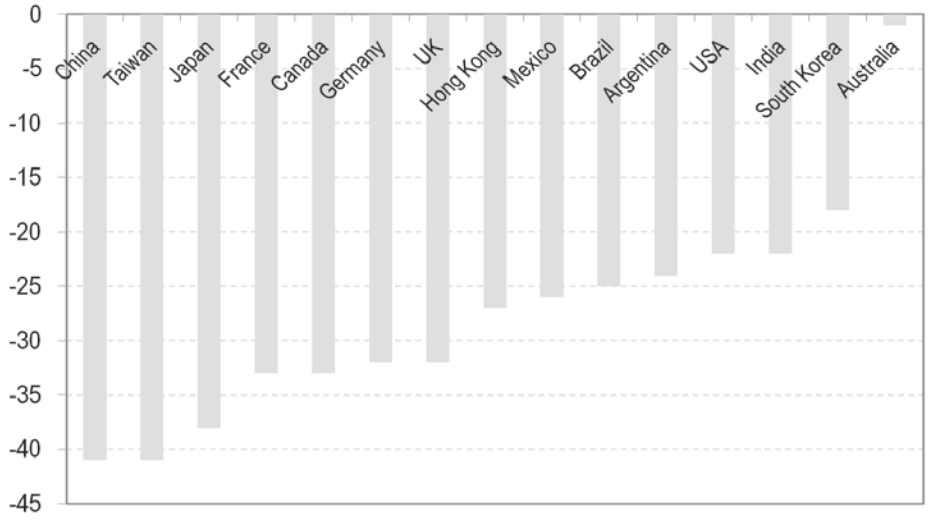


Source : Notteboom et Rodrigue (2009).

L'amplification des variations est source de surcoûts pour les compagnies aériennes. En cas d'infléchissement de la tendance longue vers le haut, les compagnies augmentent leurs capacités, tandis qu'en cas d'infléchissement vers le bas, cette capacité pousse les tarifs et les profits des compagnies à la baisse. Le coût de l'ajustement augmente. Les variations se répercutent également sur la confiance du consommateur qui passe par des hauts et des bas qui suivent, avec un certain décalage, le cycle du PIB, mais vont quand même dans le même sens. Si ces variations s'amplifient, la confiance du consommateur peut prendre plus de temps pour se rétablir et les comportements être empreints de plus de prudence par la suite[11]. Il y a aussi les aberrances dues aux guerres, aux grippes (SRAS, grippe porcine) et aux perturbations politiques qui suivent le cycle, mais que les variations du cycle peuvent aussi amplifier. Les échanges font ainsi progresser la productivité et ont par la même un impact positif sur la croissance. Si l'éclatement des bulles entraîne une contraction des échanges, la perte de productivité peut induire un ralentissement plus que proportionnel de l'augmentation du PIB.

La croissance du PIB et l'augmentation des échanges qui excèdent la croissance du PIB sont à long terme les moteurs du développement du transport aérien international de passagers. La tendance a régulièrement été orientée à la hausse et liée à la croissance du PIB, mais cette croissance est actuellement nulle ou souvent même négative. Le taux de croissance des exportations de nombreux pays est également négatif comme le montre la Figure 3[12]. Le trafic aérien international reste lié au PIB comme il l'a toujours été et recule de plus de 10 pour cent sur certains marchés.

Figure 3. **Augmentation annuelle des exportations totales (février 2009**)



Source : Notteboom et Rodrigue (2009).

Les cinq déterminants fondamentaux traditionnels du développement à long terme du trafic aérien international de passagers sont la croissance du PIB, les aléas politiques, l'évolution des coûts (notamment du carburant), l'évolution de la qualité du service et le développement des échanges. Au nombre des aléas politiques se rangent le terrorisme, les frictions avec des pays tels que l'Iran et la Corée du Nord et aussi le protectionnisme. Le protectionnisme ralentit le développement des échanges (cf. ci-dessous) et se manifeste aussi sous la forme d'une réduction de l'investissement étranger direct. La participation étrangère à des actifs stratégiques tels que les ports, l'énergie ou les compagnies aériennes est soit remise en question, soit purement et simplement interdite. Ce genre de contraintes a pour effet à long terme de majorer les coûts d'investissement et de réduire les échanges. Les aléas et frictions politiques font également augmenter les coûts en obligeant à prendre des mesures de sécurité et à réglementer. Ces coûts préjudicient les chargeurs et les prestataires de services et ont un effet réducteur sur les échanges et le trafic aérien. L'évolution des coûts, du carburant en particulier, constitue une menace à long terme. La hausse du coût réel du carburant était jadis nulle ou négative, mais il n'en sera pas ainsi à l'avenir, parce que le coût réel de l'énergie va augmenter et la fiscalité environnementale se pérenniser. La réduction des coûts a dans le passé stimulé l'augmentation du nombre de passagers à hauteur de 0.7 pour cent (Swan, 2009), mais il est peu probable que la tendance se perpétue, et le perfectionnement technique tant des moteurs que des carburants ne contrebalancera pas entièrement le coût des matières premières et les taxes.

Les réseaux sont montés en qualité ces deux ou trois dernières décennies. Les réseaux internationaux ont été réorganisés : la création d'aéroports pivots et la conclusion d'alliances entre les compagnies ont amélioré l'accessibilité et stimulé la croissance du trafic, tandis que des nouveaux marchés émergeaient et que les anciens s'élargissaient à la faveur de l'ouverture de nouvelles lignes et de l'augmentation des fréquences, deux facteurs qui ont fait augmenter le trafic d'un pour cent au moins. L'amélioration des réseaux ne va pas se poursuivre à l'avenir, parce que l'augmentation des coûts va pousser à la mise en service de plus gros avions et à la diminution des fréquences, alors même que les fréquences ont vigoureusement stimulé la croissance du trafic dans le passé. Le ralentissement de l'augmentation des échanges va de pair avec une diminution des fréquences, la création de moins

de nouvelles lignes (ou même l'abandon de certaines lignes existantes) et le maintien de la desserte de certaines villes à un niveau insuffisant. L'effet net sur les prévisions passées de croissance du trafic est de ce fait négatif.

Le ralentissement de l'augmentation à long terme des échanges contribuera lui aussi à tempérer la croissance prévue du trafic. La restructuration des échanges induite par la diminution des échanges de marchandises et l'augmentation modeste des échanges de services jouera un rôle tout aussi important. L'augmentation des échanges, jadis deux fois plus rapide que celle du PIB, faisait augmenter le trafic aérien de un à deux pour cent, mais la récession et la contraction des échanges auront pour effet à court terme de rendre l'augmentation du trafic elle aussi négative. A long terme, l'aggravation du protectionnisme, la non-réduction des droits de douane et la hausse des coûts générée par les mesures de sécurité et les barrières réglementaires vont réduire l'effet stimulateur à néant.

Tous ces facteurs pourraient avoir pour effet net de ramener le taux de croissance du trafic à 80 pour cent de ce qu'il était dans le passé et de limiter à 3.2 pour cent le taux de croissance des marchés qui progressent aujourd'hui ou dont il était prévu qu'ils progressent de 4 pour cent. Swan (2009) soutient qu'en laissant les choses aller librement leur cours, le ralentissement de la progression du trafic, le ralentissement de la croissance du PIB, la hausse des coûts générée par le renchérissement du carburant et les taxes et le ralentissement de la création de nouvelles lignes ne peuvent avoir que ce genre d'effet.

2.1. Facteurs influençant le trafic international de passagers

Dans de nombreuses études, il y a eu des tentatives d'estimer la mesure dans laquelle le transport aérien est dépendant des conditions économiques qui prévalent. Oum *et al.* (2008) par exemple ont estimé un modèle dans lequel ils ont inclus la croissance du PIB, les coûts de l'énergie et des variables telles que les événements du 11 septembre 2001, le Syndrome Respiratoire Aigu Sévère ou la crise financière asiatique. Ils ont utilisé des données agrégées de 1990 à 2008 pour examiner la façon dont ces facteurs ont affecté le transport aérien total, c'est-à-dire intérieur et international. Ils ont trouvé que l'élasticité du transport aérien au PIB est de l'ordre de 1.58, mais ont estimé que cette valeur était surévaluée, parce qu'elle a capturé des effets qui n'étaient pas inclus dans le modèle et qui ressortaient de changements dans les tarifs aériens, de nouvelles routes ou des accroissements de services, tous facteurs très importants, notamment pour les transports intérieurs.

Le modèle développé dans le présent document utilise des données de la période 1996-2008 pour cerner le trafic international entre huit régions seulement : l'Afrique, l'Asie, le Moyen-Orient, l'Amérique Latine, l'Amérique du Nord, celle du Sud et la région Pacifique Sud. La variable dépendante est constituée des recettes de passagers-kilomètres. Les variables explicatives sont la croissance du PIB, l'Investissement Direct Étranger dans la région considérée, le commerce total en marchandises et services, le prix du combustible et des variables discrètes pour tenir compte d'événements tels que le 11 septembre 2001ou encore une variable de connectivité. L'information en matière de connectivité a été fournie par l'IATA qui a construit l'indice en utilisant des informations sur la fréquence des vols, le nombre de sièges par vol, le nombre de destinations et un facteur de pondération destiné à refléter l'importance de l'aéroport. Cet indice est destiné à mesurer la façon dont un pays ou une région est connecté au réseau international de transport aérien. C'est une mesure du nombre et de l'importance économique des destinations servies, de la fréquence des services vers chaque destination et du nombre de connections disponibles à partir de chaque destination. La connectivité s'accroît, lorsque l'étendue des destinations et la fréquence des services augmente.

L'indice révèle également l'évolution au cours du temps de cette connectivité. L'indice fournit une mesure de l'amélioration des services, de l'extension des routes et de la fréquence des services. Les résultats figurent dans le Tableau 4.

Ces résultats diffèrent considérablement de ceux du modèle d'Oum *et al*. (2008), mais pour ce dernier les estimations portaient sur le trafic aérien total et non sur les transports aériens internationaux de personnes comme pour le nôtre. Dans ce dernier, le modèle a été constitué à partir du croisement de données sur huit régions et sur 12 années pour chacune d'entre elles. Les variables sont logarithmiques ; les coefficients peuvent donc être interprétés comme des élasticités. L'élasticité du PIB est particulièrement faible, à peine 0.6. Ceci est cohérent avec l'idée que le trafic international n'est que faiblement corrélé avec la croissance d'un pays. Le fait d'avoir le commerce, l'investissement étranger et la connectivité dans les équations absorbe aussi beaucoup de la variation des coefficients. Si l'on fait une estimation pour pratiquement le même modèle que Oum, l'élaticité estimée est de 0.31, soit nettement moins que les 1.58 de leur modèle. C'est l'ampleur du commerce de biens et services qui compte pour expliquer les déplacements internationaux, là l'élasticité est de 0.83. Une diminution du commerce de 10 pour cent abaisse les transports aériens internationaux de personnes de 8.3 pour cent. Ensuite, ce qui compte, c'est la connectivité : une croissance de cette connectivité de 1 pour cent, induit une augmentation de 0.2 pour cent du trafic aérien international.

Au sein des données, au cours des trois dernières années les plus récentes, l'indice de connectivité s'est accru de 8 pour cent en moyenne dans le monde. Cela a donc accru le trafic de 1.6 pour cent en moyenne. Comme la connectivité diminue lors de l'abandon de liaisons, l'on peut s'attendre à ce que la consolidation du secteur et les réductions de capacités fassent diminuer d'autant le trafic.

L'accroissement du prix des combustibles a un effet important sur le trafic aérien international, l'élasticité est de -0.3. Ceci veut dire qu'une augmentation de 10 pour cent du prix du combustible conduit à une baisse de 3 pour cent du trafic. Les estimations disponibles montrent que l'élasticité du prix des carburants routiers aux prix mondiaux du pétrole est de l'ordre de 0.26, tandis que cette même élasticité est de l'ordre de 0.4 pour le combustible aérien, ceci étant donné les différences de taxation.

Un autre facteur important précédemment non pris en compte est l'ampleur de l'IDE, c'est-à-dire de l'afflux d'investissements qui provient d'en dehors de la région. C'est un indicateur du degré de « mondialisation » des économies et plus il y a d'investissements directs étrangers, plus il y a de trafic aérien. L'élasticité du transport aérien international à l'IDE est de 0.13. Une variable évoluant avec le temps a été insérée pour saisir la progression temporelle et elle a manifesté une croissance graduelle liée au trafic aérien international.

Que nous indiquent ces estimations en ce qui concerne la croissance future du trafic aérien international ? Les Tableaux 2 et 3 présentent des prévisions du trafic aérien interrégional en fonction de celles du PIB. Ce modèle montre que l'on ne devrait pas regarder la progression du PIB, mais celle du commerce de biens et services, les changements de connectivité et les variations d'IDE. Les prix de l'énergie et les surcharges appliquées doivent également être considérées. Il est peu probable que les prix de l'énergie atteignent à nouveau les niveaux de ceux de l'été 2008, mais la tendance est ascendante à long terme. Le FMI prévoit cependant une diminution de la croissance du PIB de 1.4 pour cent en 2009 et une croissance en 2010 de 2.5 pour cent. Le FMI prévoit également que l'IDE va diminuer de 30 pour cent d'ici 2010 et que le commerce de biens et services lui va se contracter de 11 pour cent en 2009 et s'accroître de 0.6 pour cent seulement en 2010. Ces chiffres mettent en évidence que le trafic aérien international va chuter à court terme et rester faible dans un avenir prévisible.

Tableau 4

Modèle à panel fixe		
8 Régions croisées		
12 années ; 1996 -2007		
Variable (Log **)**	**Co efficient**	**T-Statistic**
Constant e	-0.2849	-1.34
PIB	0.0652	2.10
Commerce	0.8382	3.34
Connectivit é	0.2201	2.37
Prix des Carburants	-0.2785	-3.34
Investissement Direct Etranger	0.1306	2.28
Temps	0.0884	1.80
9/11 variable	-0.1144	1.26
Adjusted R -sq	0.96	
Log Likelihood	168.96	

3. ÉVOLUTION OU RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

La nature des économies qui émergeront de la crise économique actuelle reste inconnue et il est impossible de savoir à quoi le nouveau paysage macroéconomique et commercial va ressembler. La révolution industrielle et la révolution « carbonique » qui semblent aujourd'hui en cours pourraient ensemble redessiner ce paysage et le transformer en un ensemble de centres globaux disséminés de par le monde. La puissance relative des États-Unis va faiblir, parce que leurs infrastructures et leurs usines vieillissent et qu'ils en reviennent au protectionnisme. La révolution industrielle de la fin du 18ème siècle est née de l'apparition de nouvelles technologies de transport, de production d'énergie et de communication. La géographie des échanges et du développement économique était profondément influencée par le charbon et la géographie du charbon. Cette révolution s'est étalée sur une centaine d'années. S'il devait y avoir une nouvelle révolution industrielle fondée sur des nouvelles technologies, l'efficience environnementale et énergétique sera un facteur clé de compétitivité. Il faudra investir dans des « infrastructures douces » de gouvernance et dans la réduction des frictions politiques. Il convient dans ce contexte de se demander quelle sera l'importance de l'avantage comparatif en tant que facteur de développement des échanges. Si le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine en viennent à créer un monde économique multipolaire dans lequel aucun pays ne jouerait un rôle réellement dominant, il reste à se demander comment ces pays vont commercer, ce qu'ils vont échanger et comment ce commerce va animer la mobilité aérienne des passagers.

Deux écoles de pensée s'opposent sur la question de l'issue de l'évolution/révolution. D'aucuns avancent que ce qui se passe actuellement n'est qu'accessoire et que l'économie reviendra bientôt à la normale. L'OCDE (2009) estime ainsi que la situation actuelle est un « accident » du marché financier et que les économies renoueront avec les taux de croissance de 2007, quand tout sera rentré dans l'ordre. D'autres allèguent qu'un changement [fondamental] exemplaire est en cours et qu'il

débouchera sur l'émergence d'un nouvel ordre macroéconomique et de nouveaux flux d'échanges. Le changement pourrait aller du radical caractérisé par une modification profonde des flux d'échanges et des centres de production au modéré concrétisé non pas par un renoncement à la mondialisation, mais certainement par un ralentissement du développement des échanges et de la croissance économique. Plusieurs facteurs contribuent à la réalisation de ce scénario. Il y aura, en premier lieu, très probablement (à tout le moins à titre temporaire) un arrêt de l'inflation des actifs et du gonflement de la consommation alimenté par la dette qui va rééquilibrer les courants d'échange et égaliser dans une certaine mesure les niveaux de vie. La « normalité » de ces quelques dernières années, telles qu'elles ont été vécues aux États-Unis en particulier, a été à l'origine en grande partie de la marche vers la mondialisation et de l'évolution des courants d'échange, mais était aussi une aberration macroéconomique. L'endettement des ménages et du secteur public pourrait faire baisser le niveau de consommation et de mobilité par habitant. Il est, en second lieu, vraisemblable que les prix de l'énergie resteront élevés et tendront à augmenter. Certains analystes avancent ainsi que le pétrole pourrait coûter 100 USD à la fin de 2010[13].

Il y a, en troisième lieu, le vieillissement de la population. Ce phénomène, souvent négligé, pourrait fort bien se doubler de deux facteurs macroéconomiques, à savoir la perte de mobilité des personnes âgées (qu'aucun modèle prévisionnel ne prend en compte) et le fait que les retraités sont beaucoup moins à l'aise financièrement qu'on pourrait le penser, parce les deux éléments de leur patrimoine, à savoir leur maison et leurs prestations de retraite, vont perdre de leur valeur. Nombreux sont ceux qui devront revoir nettement à la baisse la qualité de vie dont ils comptaient pouvoir jouir après leur retraite. Certains régimes de retraite, notamment les régimes de pension à prestations prédéfinies, pourraient aussi devenir insolvables et devoir être renfloués par les pouvoirs publics. L'Europe est particulièrement vulnérable à cet égard.

Des statistiques étonnantes révèlent que les États-Unis abritent 4.5 pour cent de la population mondiale et dépensent 10 trillions USD par an, tandis que l'Inde et la Chine ont 40 pour cent de la population mondiale et dépensent 2 trillions USD par an. L'écart est de 8 trillions USD et il est donc permis de se demander si le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine vont le combler en cas de défaillance des États-Unis. Ceux qui pensent que les choses vont reprendre leur cours normal après la crise pensent certainement pouvoir répondre à la question par l'affirmative.

Aux États-Unis, les dépenses de consommation sont passées de 67 pour cent du PIB en 1980 à 75 pour cent du PIB en 2007, tandis que les ménages qui épargnaient 10 pour cent de leurs revenus en 1980, n'épargnaient presque plus rien en 2007 et voyaient dans le même temps leur taux d'endettement passer de 67 à 132 pour cent de leurs revenus. Cette augmentation des dépenses a dopé les échanges et induit un déficit de la balance américaine des opérations courantes représentant près de 6 pour cent du PIB en 2006. La crise financière de 2008 a causé un effondrement de la consommation qui a amputé le bien-être du consommateur de plus de 13 trillions USD. L'augmentation de l'épargne, qui monte aujourd'hui jusqu'à 5 pour cent des revenus, continue cependant à comprimer la consommation. Ce déficit de consommation est, aux États-Unis comme dans d'autre pays, compensé en partie par des stimulants fiscaux, mais la compensation ne va pas loin, parce qu'elle sert à stabiliser plutôt qu'à remplacer les dépenses de consommation et qu'une grande partie de cette consommation reste nationale et obligatoirement centrée sur des biens et des services produits dans le pays. Cette résurgence du protectionnisme va exacerber l'absence de croissance globale dont le consommateur américain avait été l'âme tout au long de ces dernières années[14].

Nombreux sont ceux qui pensent qu'à la différence de ce qui avait alimenté le boom précédemment, le nouveau modèle américain se fondera davantage sur l'augmentation des exportations et moins sur la consommation, mais il est improbable que l'augmentation des exportations se substitue à la consommation. Il est nécessaire d'affecter des ressources à la production de produits exportables et d'améliorer la productivité, dans le secteur des exportations en particulier. L'incidence de la crise économique d'origine américaine sur le reste du monde, et notamment sur l'Europe, va contrecarrer ce redressement assis sur l'exportation et l'économie atone qui en résultera va faire du protectionnisme un gage nécessaire de sa réussite. Ce regain de protectionnisme touche de nombreuses branches d'activité aux Etats-Unis, tandis que la crise économique et financière a conduit à donner à la pensée politique un air gauchisant appelé à déboucher sur un avenir d'interventionnisme accru des pouvoirs publics, de provincialisme et de recentrage sur le marché intérieur plutôt que sur le développement des échanges.

Les causes sous-jacentes de la récession économique et de l'état dans lequel les économies du monde se retrouvent aujourd'hui portent certains à conclure que le nouvel ordre macroéconomique ne va pas ressembler à l'ancien (OCDE, 2009). Les centres de production vont se déplacer et les courants d'échange se modifier. L'augmentation de la production et de la consommation intérieures, aux États-Unis en particulier, va se traduire par un développement du trafic aérien intérieur et régional accompagné d'un recul relatif du trafic aérien international. Ce recul ne serait qu'encore plus net si des compagnies aériennes faisaient faillite, se regroupaient, taillaient dans leur offre de services ou perdaient de leur capacité de survie.

L'augmentation du PIB et des échanges restera un déterminant important des PKP, la stratégie menée par les compagnies en matière de tarification, de développement des lignes et de structuration du réseau en étant un autre dont l'incidence sera toutefois moindre. La nature future des économies du monde et le moment où elles recommenceront à progresser restent des inconnues. Le Tableau 5 illustre ce à quoi le monde ressemble aujourd'hui (FMI, 2009). Il montre que tous les indicateurs économiques affichent des valeurs négatives plus élevées en 2009 que pendant les récessions précédentes.

Les chiffres sous-tendent le recul à deux chiffres du trafic aérien international (en dehors du trafic avec le Proche-Orient). Aucun grand aéroport international n'a été épargné et même celui de Dubaï enregistre une croissance nulle pendant la première partie de 2009.

Le Tableau 5 ci-dessous illustre ce qui, d'après le FMI, pourrait se passer dans différentes régions du monde et quand les changements pourraient intervenir (les années figurent en abscisse et la croissance du PIB en ordonnée). Les rapports du déficit public, de l'épargne des ménages (les États-Unis ont enregistré en mars 2009 leur taux d'épargne le plus élevé depuis 1946) et du compte d'opérations courantes au PIB sont les indicateurs les plus intéressants.

Les deux scénarios, neutre et baissier, illustrés dans la Figure 4 ne présagent rien de bon pour l'aviation internationale, étant donné que le PIB aura partout du mal à retrouver le chemin de la croissance et va se remettre à reculer d'ici quelques années tant aux États-Unis qu'en Asie. Les restructurations industrielles sont inévitables, mais leur issue finale dépend dans une large mesure de l'environnement réglementaire, des modalités nationales de mise en œuvre du droit de la concurrence et des restrictions apportées aux prises de participation étrangères. Le renforcement de la tendance à la concentration pourrait déboucher sur un relèvement des tarifs et un ralentissement de la création de nouvelles lignes qui ne peuvent que freiner le développement du trafic.

Tableau 5. **Récessions mondiales : indicateurs de l'activité économique (Evolution en pourcent, sauf indication contraire)**

Variable	1975	1982	1991	2009 prévision	Moyenne (1975, 1982, 1991)
Production					
Production par habitant (pondéré sur la base des PPA[1])	-0.13	-0.89	-0.18	-2.50	-0.40
Production par habitant (pondérée sur la base du marché)	-0.33	-1.08	-1.45	-3.68	-0.95
Autres indicateurs macroéconomiques					
Production industrielle	-1.60	-4.33	-0.09	-6.23	-2.01
Échanges totaux	-1.87	-0.69	4.01	-11.75	0.48
Flux de capitaux[2]	0.56	-0.76	-2.07	-6.18	-0.76
Consommation de pétrole	-0.90	-2.87	0.01	-1.50	-1.25
Chômage[3]	1.19	1.61	0.72	2.56	1.18
Composants de la production					
Consommation par habitant	0.41	-0.18	0.62	-1.11	0.28
Investissements par habitant	-2.04	-4.72	-0.15	-8.74	-2.30

Note : La récession de 1991 a duré jusqu'en 1993, en pondérant sur la base du marché, tandis que les autres récessions ont duré un an.

1. PPA = parités de pouvoir d'achat.
2. Évolution de la moyenne mobile sur deux années du rapport des entrées + sorties au PIB.
3. Évolution du taux de chômage.

Source : FMI 2009.

4. NOUVEAUX DÉTERMINANTS DU TRAFIC AÉRIEN DE PASSAGERS

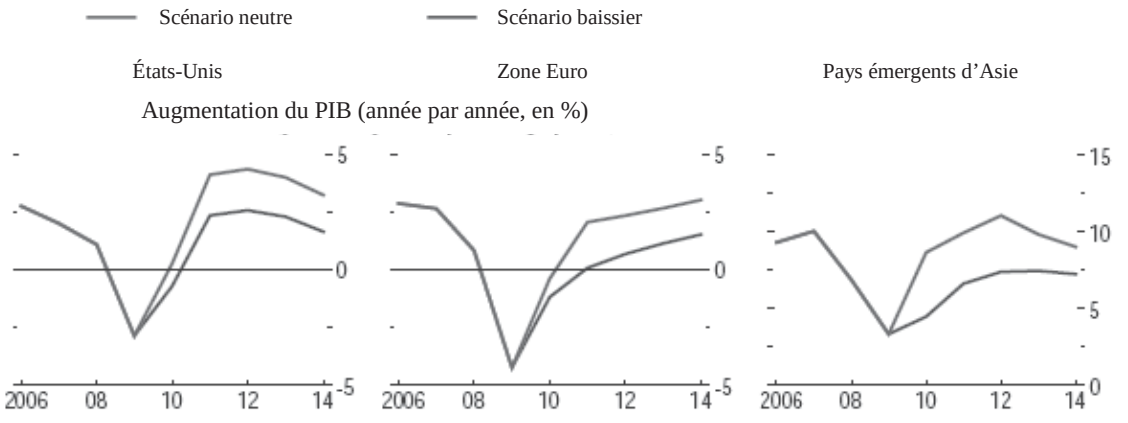
Le développement du trafic aérien dépendra principalement des taxes environnementales, du cadre réglementaire et des systèmes d'échange de droits d'émission. La liaison de la stratégie de réduction des émissions de carbone menée par les pouvoirs avec leurs stratégies économique et énergétique aura, non seulement un impact direct sur le secteur aérien, mais aussi un impact indirect dérivé de la restructuration de l'économie et de l'industrie en général et du secteur aérien en particulier. Les taxes sur le carbone et les systèmes d'échange de droits d'émission vont entraîner une restructuration du marché qui affectera les tarifs, les services et les profits des compagnies aériennes.

La fraction des taxes ou du coût des permis d'émission répercutée sur les consommateurs est une question qui fait l'objet d'âpres débats. La transformation du coût des émissions en taxe sur les profits mènera à des faillites et, peut-être, des regroupements. Son transfert intégral sur les consommateurs s'accompagnera d'une certaine réduction de la demande.

Gillen et Forsyth (2008) analysent les conséquences que ces facteurs peuvent avoir sur des marchés de structure différente, en partant de l'hypothèse que l'équilibre des prix est unique et la demande linéaire. Sur un marché concurrentiel, le coût est répercuté à 100 pour cent, de sorte que les tarifs augmentent à long terme d'un montant égal au montant de la taxe ou du coût des permis et à court terme dans de moindres proportions, avec ce que cela implique de pertes pour les compagnies. La production d'équilibre à long terme est moindre et les tarifs sont plus élevés : sur des marchés concurrentiels, le trafic pourrait se réduire de 0.7 à 1 pour cent à l'avenir.

Sur les lignes monopolistiques, le coût est répercuté à 50 pour cent, les profits se contractent et il y a sortie de routes marginales. L'impact sur l'évolution à long terme du trafic passagers de ces routes est faible. Il semblerait normal qu'en l'absence de restrictions imposées par les pouvoirs publics, ces marchés tendent à devenir plus concurrentiels et que le taux de répercussion atteigne partant un niveau plus élevé. En situation d'oligopole, celle en fait dans laquelle se trouvent la majorité des routes internationales, la libéralisation se traduirait par une répercussion incomplète, des profits moindres et une production elle aussi moindre. La croissance est limitée. Si les lignes internationales sont couvertes par des accords bilatéraux restrictifs, le résultat est le même qu'avec un aéroport souffrant d'une pénurie de créneaux. Les tarifs sont fixés par les mécanismes du marché sur la base de restrictions bilatérales, de sorte qu'une hausse des coûts entraînée par l'achat de quotas d'émission ou l'acquittement de taxes sur le carbone se muera en impôt sur les bénéfices et les tarifs resteront inchangés, la hausse des coûts étant payée sur la rente née des restrictions bilatérales. Le coût est répercuté à 50 pour cent si la rente est une rente de monopole, mais n'est pas répercuté si la rente est une rente de rareté. En situation d'oligopole, la croissance à long terme sera plus faible, c'est-à-dire plus faible qu'en l'absence de surcoûts, et les compagnies réagiront à la hausse des coûts en sortant de certaines routes. Cet effet de sortie contribuera, en se conjuguant à l'effet de hausse des coûts, à réduire l'augmentation future du trafic passagers de peut-être quelque 1 pour cent.

Figure 4.



Deux études de 2007 et 2008 commanditées par le Ministère britannique de l'Environnement, de l'Alimentation et des Questions Rurales voient la question de la répercussion sous un autre angle. Ces études, qui analysent l'impact du système communautaire d'échange de quotas d'émission sur le prix des billets d'avion et les profits des compagnies aériennes, avancent étonnamment que la répercussion peut dans certaines circonstances passer la barre des 100 pour cent. Elles estiment, plus précisément, que le taux de répercussion du coût peut osciller entre 80 et 150 pour cent en fonction du niveau et de l'élasticité de la demande, de la fonction objective de la compagnie aérienne (profit, ventes ou part de marché), de la structure du marché et de la nature des concurrents présents sur le marché. Le coût est dans la majorité des cas répercuté à 100 ou presque 100 pour cent, comme la plupart des ouvrages spécialisés le pensent également. Dans les cas où le taux de répercussion excède les 100 pour cent, la demande est censée être constante et inélastique[15]. Le taux de répercussion sur la moyenne des prix ne peut excéder 100 pour cent que si les compagnies cherchent à maximiser leurs profits, mais ces compagnies ne majoreront aucun prix d'un montant supérieur à la taxe sur les émissions, même si elles pratiquent des tarifs différentiels (tarification en temps réel)[16]. L'étude conclut également, à juste titre semble-t-il, que la méthode d'attribution des permis d'émission n'a aucune incidence sur le taux de répercussion.

Il convient également de réfléchir au montant répercuté, c'est-à-dire de se demander de combien le coût des permis ou le montant de la taxe sur le carbone va faire augmenter le prix des billets. Scheelhaase et Grimme (2007) estiment que les tarifs court-courriers des compagnies bon marché augmenteraient de 2.6 pour cent et les tarifs long-courriers des compagnies régulières de 1.15 pour cent si les permis d'émission coûtaient 15, 20 et 30 € et que, dans la réalité, la hausse des tarifs s'étalerait sur une plage correspondant à celle des prix des permis. Les deux auteurs font varier la hausse des tarifs selon la compagnie et calculent ainsi qu'elle sera de 3.3 pour cent pour Lufthansa et de 3.5 pour cent pour Emirates. Oxera (2003) calcule que la taxation du CO_2 à 50 € par tonne fera en moyenne augmenter les tarifs de 3.08 pour cent et diminuer la demande passagers de 3.02 pour cent. Dans une étude de 2004, Trucost estime que la hausse atteindra les valeurs indiquées dans le Tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6. **Impact des coûts générés par le SCEQE sur les tarifs et la demande**
Chiffres calculés sur la base de Trucost (2004)

Compagnie	Hausse des prix (€)	Diminution de la demande (%)
Air France	2.43	2.43
Alitalia	6.33	7.60
Austrian	3.05	3.66
BA	0.45	0.45
Easyjet	3.45	5.17
Finnair	2.33	3.50
Iberia	3.35	4.01
KLM	0.83	1.00
Lufthansa	1.71	1.71
Ryanair	3.33	4.99
SAS	0.72	0.86
Swiss	1.82	2.73
Virgin Atlantic	2.98	4.46

Albers *et al*. (2009) se demandent si le SCEQE va induire une reconfiguration des réseaux. Ils estiment dans leur analyse que si le coût est répercuté à 100 pour cent, les tarifs vont augmenter de 1 à 3.8 pour cent (vols long-courriers) et la demande diminuer par conséquent de quelque 3 pour cent au maximum, le recul se limitant toutefois à 2 pour cent environ pour la plupart des pays d'où émane la demande de transport à longue distance à finalité principalement touristique. Ils estiment également que les 25 pays les plus riches (en termes de PIB par habitant) prennent à leur compte 51 pour cent du PIB mondial, 15 pour cent de la population mondiale, 45 pour cent du PIB affecté au tourisme dans le monde, 69 pour cent du trafic passager international et 70 pour cent du nombre total de passagers. Ils calculent aussi que l'impact d'une taxe de 10 pour cent sur le carburant sur le PIB irait de 0.03 pour cent aux États-Unis à 0.1 pour cent en Australie et 0.12 pour cent en Afrique du Sud.

Le secteur mondial des investissements et de la finance a un impact considérable sur le trafic aérien international de passagers. La crise bancaire a sonné le glas de nombreuses banques et sociétés d'investissement. La crise financière a entraîné un effondrement des profits, parce que le crédit devient plus cher et que, les entreprises ayant par conséquent moins à investir, l'économie ralentit. Les centres d'activité migrent en entraînant les centres financiers dans leur sillage. L'exode du personnel du secteur financier londonien illustre bien les conséquences de ce genre de changement[17]. Le *Global Financial Centres* (GFC) Index publié en septembre 2009 fait apparaître un changement de la notation des centres financiers révélateur de l'émergence d'une dynamique nouvelle. Il relève que les dix plus grands centres financiers du monde (Londres, New York, HongKong, Singapour, Zurich, Francfort, Genève, Chicago, Tokyo et Sydney) sont toujours les mêmes qu'en 2007, mais ont tous, à l'exception de Singapour, une note plus basse que l'année précédente[18]. Des nouveaux centres ont également fait leur apparition en Chine, au Proche-Orient et en Afrique. Osaka a vu sa note réduite de 33 points, tandis que Bahreïn et Johannesburg en gagnaient respectivement 59 et 48. L'index GFC étaye dans une certaine mesure l'idée d'un changement des axes de déplacement des passagers internationaux. Il faudrait également disposer d'informations sur l'évolution de l'investissement étranger direct.

5. RÉSUMÉ

Le présent rapport veut esquisser ce à quoi le transport aérien international de passagers ressemblera dans cinq, dix ou quinze années et comprendre les raisons de cette évolution. L'exercice se divise en deux volets, dont le premier consiste à identifier les principaux déterminants du transport international de voyageurs de l'avenir et le second à traduire l'impact de ces facteurs en modification attendue de l'augmentation future du nombre de voyageurs. Le premier volet a permis d'assez bien identifier les déterminants les plus importants, mais le second n'a pas amené à des conclusions très satisfaisantes quant à leur incidence sur la croissance du trafic.

Les trois groupes de facteurs identifiés comprennent les « anciens » moteurs de la croissance du trafic aérien, les nouveaux moteurs générés par la révolution au lieu de l'évolution industrielle et les « nouvelles » forces mises en branle par la stratégie de réduction des émissions des carbone qui a été adoptée par l'Union Européenne et sera suivie ailleurs[19].

La croissance du PIB est évidemment un des principaux facteurs identifiés. D'aucuns estiment que même si la mondialisation se poursuit, le PIB ne recommencera pas à augmenter avant 5 ans. La croissance ne reprendra toutefois pas comme si rien ne s'était passé entre-temps pour la double raison, importante, que le protectionnisme se renforce, pas uniquement d'ailleurs dans le domaine des échanges de marchandises, et que les restrictions apportées à l'intermédiation financière vont prévenir le retour des interactions économiques d'avant la crise (OCDE, 2009), d'une part, et que la crise était la conséquence de déséquilibres globaux aujourd'hui corrigés, d'autre part. La restructuration globale va contraindre les pays jadis gros exportateurs (Chine et Allemagne) à s'ajuster et la surcapacité du secteur exportateur sera absorbée par la demande intérieure, une réduction de la production ou une modification des taux de change.

Les nouvelles forces de changement alimentent et inhibent tout à la fois la croissance du trafic. Les systèmes de taxation du carbone, de plafonnement des émissions et d'échange de quotas d'émission vont freiner la croissance, mais cet effet réducteur ne sera significatif que si le nombre de permis est limité ou que la taxe sur le carbone est élevée, deux situations qui ne devraient probablement pas se concrétiser à court ou moyen terme. Une rationalisation du contrôle de la navigation aérienne alliée à la mise en place de technologies matérielles et logicielles nouvelles telles que la liberté de vol et l'intégration européenne sous la houlette d'Eurocontrol aura sur la croissance un impact positif qui ne sera pas nécessairement contrebalancé par l'augmentation des émissions.

Boeing prévoit dans son *Economic Outlook* (2009) une croissance économique de 3.1 pour cent, une augmentation du nombre de passagers de 4.1 pour cent et une progression du nombre de passagers/kilomètre payants de 4.9 pour cent, ce qui donne un rapport des PKP au PIB de 1.6. Ce scénario s'appuie sur un modèle d' « évolution » industrielle (l'ordre économique reviendra à son cours normal après la crise) et postule une baisse des tarifs, l'organisation de services de point à point et une augmentation des fréquences[20]. Les taux de croissance optimistes prévus par Boeing tablent sur une augmentation accélérée du nombre de PKP.

La croissance observée du trafic procède de la croissance du PIB (davantage de pays deviennent plus riches) et d'une intensification de la concurrence et de la libéralisation qui induit une baisse des tarifs moyens à la baisse et une amélioration des services concrétisée par une multiplication des lignes et une augmentation des fréquences. Les profits pourraient avoir commencé à diminuer dans les pays de l'OCDE qui ont libéralisé les marchés du transport aérien à un point tel que leur développement s'aligne sur la croissance du PIB. S'il y a en revanche révolution industrielle, il est difficile de prévoir l'impact des nouvelles stratégies économiques et carboniques/énergétiques sur le développement du trafic aérien international. Il importe d'accorder de l'importance, non seulement au PIB, mais aussi à sa composition, de s'interroger tant sur la libéralisation des accords de service aérien que sur la nature et le point de départ de cette libéralisation et de ne pas oublier qu'il y a glissement du commerce de marchandises vers le commerce de services et de la mondialisation vers le régionalisme et les traités de commerce régionaux. La mondialisation se fonde résolument sur des marchés de liquidités et est le fait des consommateurs et des négociants. Les négociants ont besoin de transports fiables et bon marché pour les personnes et les marchandises. La crise actuelle démontre que globalisation implique intégration et que l'intégration peut, comme la réalité l'a montré, être fragile. Il se pourrait que demain voie naître un monde plus craintif et moins soucieux d'intégration. Le protectionnisme peut encore exacerber ce changement.

Swan (2009) observe que dans les pays développés et en développement, les dépenses afférentes à la mobilité aérienne dans son ensemble, et non pas donc au seul transport aérien international, représentent en moyenne 1 pour cent du PIB. Oum *et al.* (2009) ont élaboré un ensemble de prévisions relatives au trafic tant intra qu'interrégional en s'aidant d'un modèle assis sur l'impact que le PIB, la libéralisation et divers paramètres exogènes (guerres, etc.) ont eu par le passé sur le développement du

transport aérien. Il est intéressant d'observer qu'il prévoient que le développement du transport aérien interrégional excédera dans l'ensemble celui du transport intrarégional, impliquant par là que les déterminants passés restent actifs et que la seule question qui se pose est celle de savoir quand la reprise va s'enclencher[21].

Notteboom et Rodrigue (2009) analysent ce qui se passe dans le trafic maritime de ligne. Ils observent que les circonstances actuelles n'ont pas de « cadre de référence » contemporain et que le transport maritime et aérien international est engagé dans une phase de déclin global et persistant qui peut, à leurs dires, avoir des conséquences intempestives. Ils avancent que le transport maritime de ligne va se transformer radicalement plutôt que redevenir ce qu'il était auparavant. Le transport aérien international est passé par des phases successives d'expansion et de récession et résisté aux vicissitudes des guerres, des pandémies et des crises financières, mais n'en semble pas moins promis à vivre lui aussi, comme le trafic maritime de ligne, une mutation radicale.

Les prix du carburant et les modifications apportées aux accords de service aérien auront certes un impact sur le transport aérien international, mais l'impact le plus important viendra de la réorganisation du monde industriel et économique. La modification des flux d'échanges et le ralentissement, si ce n'est le reflux, éventuel de la mondialisation ainsi que la résurgence du régionalisme vont affecter les courants d'échanges et, partant, le transport aérien international. La persistance du malaise économique actuel (d'aucuns pensent qu'il faudra encore quatre à cinq ans avant que la croissance reprenne) va acculer un certain nombre d'entreprises à la faillite [22]. Des regroupements vont s'accompagner de réductions des capacités qui seront directes ou procéderont de la mise en oeuvre d'un plan de gestion des capacités par une alliance. Le relèvement des tarifs et l'élagage des réseaux qui s'en suivront auront un effet réducteur sur le transport aérien international. Les compagnies bon marché pourraient accéder aux marchés internationaux, à la condition toutefois que la libéralisation des accords de service aérien se poursuive et que l'élasticité des dépenses se situe au niveau de l'unité. Il est difficile de savoir si les États-Unis vont continuer à jouer le rôle d'animateur de la libéralisation du transport aérien international qu'ils ont joué dans le passé, parce que l'économie américaine manque de tonus, qu'il y a moins à gagner d'une libéralisation accrue des marchés et que les États-Unis sont entrés dans une phase de protectionnisme économique qui réduit les bénéfices à tirer de la libéralisation des accords de service aérien.

Les échanges ne sont pas la cause, mais pourraient être une des victimes de la crise économique actuelle. La mondialisation a dopé les échanges et créé des chaînes internationales d'approvisionnement, c'est-à-dire des réseaux internationaux complexes de fabrication des biens qui leur font traverser les frontières de nombreuses fois depuis le premier stade de leur genèse jusqu'à leur consommation finale. Un fléchissement de la demande s'amplifie, du fait de l'existence de ces chaînes d'approvisionnement, au franchissement de chacune des frontières et peut aussi tendre à renforcer le protectionnisme. Cette combinaison de facteurs pourrait faire du transport aérien international une autre victime.

La croissance et les flux d'échanges d'avant la crise étaient dopés par des déséquilibres mondiaux et il est donc indiqué de revoir à la baisse les attentes en matière de croissance future des échanges. L'activité économique mondiale de demain pourrait fort bien générer moins d'échanges. Cette modération de la croissance et des échanges pourrait être la conséquence du protectionnisme ou d'ajustements des taux de change[23], mais dans un cas comme dans l'autre, le trafic voyageurs international va sans doute diminuer et, ce qui est plus important encore, les canaux d'avant la crise vont se modifier. Comment cela va se passer reste une question ouverte. Les anciennes élasticités de la demande de PKP par rapport au PIB reposaient sur des courants d'échanges établis et des taux de croissance non durables et il serait donc fallacieux d'extrapoler au départ de données d'avant la crise. Tout le monde s'accorde à penser que la reprise économique qui s'amorce sera lente et qu'elle peut

induire une restructuration du secteur, étant donné que les compagnies marginales ne peuvent encaisser leurs pertes sans dommage. Cette restructuration pourrait fort bien déboucher sur une atténuation de la concurrence qui tempérera les gains procurés par la libéralisation des accords de service aérien et affectera encore davantage le transport aérien international.

NOTES

1. Il ne faut pas en déduire pour autant que le trafic aérien intérieur n'est pas sensible à la croissance du PIB, parce qu'il l'est, mais les visites aux parents et amis ainsi que les déplacements de loisirs constituent également une large part de ce trafic intérieur.

2. Les compagnies aériennes financent leur production d'aujourd'hui avec l'argent que leur apportent leurs clients de demain, tandis que la plupart des entreprises sont payées à la livraison du produit ou du service.

3. Il est aussi la partie du trafic aérien qui rapporte le plus et génère une fraction appréciable des recettes totales.

4. McKnight (2009) opère une distinction entre la demande potentielle et le trafic de passagers. Le marché potentiel est défini par des facteurs macroéconomiques, tandis que la fraction du marché potentiel transformée en marché effectif et la répartition des parts de marché entre les compagnies dépendent des décisions stratégiques prises par ces dernières.

5. Finance Canada (2005) chiffre l'élasticité de l'augmentation du trafic par rapport au PIB à 1.9 pour l'Europe et 2.88 pour la Chine.

6. Voir Swan (2009).

7. Voir Oum *et al. (*2029).

8. Le commerce des services est un consommateur assez intensif de transport aérien.

9. L'Union Européenne négocie des accords d'ouverture de l'espace aérien avec des États tiers limitrophes, principalement avec des États méditerranéens et des États du Proche-Orient.

10. Ce chiffre englobe le trafic international court-courrier entre la Chine et le Taipeh chinois, le Japon et la Corée.

11. Il semble que les consommateurs américains épargneront plus et dépenseront moins et que les consommateurs chinois feront juste le contraire.

12. Les chiffres ont été obtenus en calculant la croissance annualisée du PIB pour le premier trimestre de 2009 sur la base de données relatives au 4ème trimestre de 2008.

13. Le pic pétrolier pourrait s'installer, mais il reste à voir si ce sera graduel ou brutal.

14. Au Japon, la demande est restée longtemps déprimée pendant les années 90 après l'éclatement de la bulle.

15. Deux questions méritent que l'on s'y arrête : 1) l'analyse ne s'intéresse pas au degré de disponibilité des créneaux ; et 2) il est raisonnable de penser que la sensibilité aux prix resterait inchangée si la répercussion allait au-delà des 100 pour cent. Par ailleurs, une demande inélastique censément constante implique qu'un marché monopolistique ne serait pas en équilibre s'il y avait perception d'une taxe sur les émissions.

16. Si le taux de répercussion excède les 100 pour cent, les compagnies ne peuvent en aucun cas chercher à maximiser leurs profits et l'on ne voit pas bien quelle fonction objective peut donner ce résultat.

17. British Airways a beaucoup souffert de la contraction de son trafic haut de gamme, généré en grande partie par le district financier londonien.

18. Le rapport avance que le recul peut être considéré comme mineur s'il va de 1 à 10 points, témoigne d'une perte de compétitivité s'il va de 10 à 30 points et est considérable s'il va au-delà des 30 points.

19. Cette stratégie instaure un régime de taxation du carbone, de plafonnement des émissions et d'échange de quotas d'émission.

20. Les prévisions de Boeing sont les seules qui soient récentes. Les dernières prévisions disponibles d'Airbus remontent à 2007.

21. Leurs modèles portent sur l'ensemble du trafic et ne portent pas les uns sur le trafic intrarégional et les autres sur le trafic interrégional.

22. Beaucoup d'États semblent toutefois enclins à protéger leurs compagnies nationales ou favorites.

23. Hummels (2009) avance que la hausse du coût de l'énergie et la hausse du coût des transports qui en résulte, les mesures environnementales et la mutation des circuits commerciaux vont sous-tendre le mouvement de modération.

BIBLIOGRAPHIE

Albers, Sascha, Jan-Andre´ Buhne et Heiko Peters (2009), *Will the EU-ETS Instigate Airline Network Reconfigurations?*, Journal of Air Transport Management, Vol. 16, pp. 1-6.

Access Economics Pty Limited (2007), *Analysis of Aviation Specific Climate Change Policies on Developing Countries Dependent Long Haul Travel* (Report to Department of Industry, Tourism and Resources).

Alamdari, Fariba E et Damian Brewer (2008), *Taxation Policy for Aircraft Emissions*, Transport Policy, Volume 1, Issue 3, Juin 1994, Pages 149-159.

Bruckner, Jan et Anming Zhang (2009), *Airline Emissions Charges: Effects on Airfares, Service Quality and Aircraft Design* (CESifo Working Paper Series No. 2547).

CE Delft (2007b) *The Impact of the Use of Different Benchmarking Methodologies on the Initial Allocation of Emission Trading Scheme Permits to Airlines*; Final Report to DfT Aviation Environmental Division and the Environment Agency, July, CE Delft and Manchester Metropolitan University.

Department for the Environment, Food and Rural Affairs (2008), A Study to Estimate the Impact of Emissions Trading on Profits in Aviation, Report to UK Department of Environment, Food and Rural Affairs, Janvier 2008).

Department for the Environment, Food and Rural Affairs (2007), *A Study to Estimate Ticket Price Changes for Aviation in the EU ETS*, Report to UK Department for the Environment, Food and Rural Affairs and UK Department of Transport, Novembre 2007).

Department for the Environment, Food and Rural Affairs (2006), *Including Aviation into the EU ETS: Impact on EU allowance prices* (report to Department for the Environment, Food and Rural Affairs and Department of Transport, UK, Février 2006).

Forsyth, Peter (2009), *Climate Change Policies and Their Impacts on Airline Fares, Profitability and Emissions* (paper presented to the 13th Hamburg Aviation Conference, Hamburg, Février 2009).

Forsyth, Peter et David Gillen (2007), *Climate Change Policy and the Impact on Airfares*, (presentation to GARS Workshop on Aviation and Climate Change, Novembre, Cologne).

Gillen, David (2009), *Canadian International Aviation: Policy and Challenges* (address to Calgary Chamber of Commerce and Van Horne Institute, Mai 2009).

Gillen, David, W. Morrison et Stuart (2007) *Air Travel Demand Elasticities: Concepts, Issues and Measurement* in Darin Lee (ed) Advances in Airline Economics: The Economics of Airline Institutions, Operations and Marketing, Elsevier, The Netherlands.

Global Financial Centres Index (2009), City of London (www.cityoflondon.gov.uk/economics/research).

Hummels, David (2009) *Globalization and Freight Transport Costs in Maritime Shipping and Aviation* (paper prepared for the International Transport Forum, Mai 26-29, 2009 Leipzig Germany).

Hummels, David (2007), *Transportation Costs and International Trade in the Second Era of Globalization*, Journal of Economic Perspectives, Vol. 21, No. 3 (été) pp. 131-154.

International Air Transport Association (IATA), *World Air Transport Statistics 2003 through 2009*.

International Monetary Fund (2009), *Global Financial Stability Report Responding to the Financial Crisis and Measuring Systemic Risks*, World Economic and Financial Surveys, (Avril) Washington DC.

International Monetary Fund (2009), *World Economic Outlook: Crisis and Recovery*, World Economic and Financial Surveys, (Avril) Washington DC.

Lu, Cherie (2009), *The implications of environmental costs on air passenger demand for different airline business models*, Journal of Air Transport Management, Vol 15, pp.158-165.

Mayor, Karen et Richard Tol (2007), *The Impact of the UK Aviation Tax on Carbon Dioxide Emissions and Visitor Numbers*, Transport Policy, Vol 14, pp. 507-514.

McKnight, Paul (2009), *Airline Economics* (mimeo, University of Western Ontario).

Morrell, Peter (2007), *An Evaluation of Possible EU Air Transport Emissions Trading Scheme Allocation Methods*, Energy Policy, Vol. 35, pp. 5562-5570.

OECD (2009) *Transport Outlook 2009 Globalisation, Crisis and transport* (Discussion Paper No. 2009-12 Joint Transport Research Centre of the OECD and the International Transport Forum, Mai).

Oum, Tae, Xiaowen Fu et Anming Zhang (2009), *Air Transport Liberalization and Its Impact on Airline Competition and Air Passenger Traffic*, Final Report, OECD International Transport Forum, Leipzig Germany, Mai 2009).

Notteboom, Theo et Jean-Paul Rodrigue (2009), *Economic Cycles and the Organizational and Geographical Attributes of Global Value Chains*, (presentation to Maritime Transport in Value Chains Workshop, Montreal, Juin 2009).

Piermarti.ni, Roberta et Linda Rousova (2008), *Liberalization of Air Transport Services and Passenger Traffic*, World Trade Organization, Staff Working Paper ERSD-2008-06.

Schroder, Andreas (2008), *Incorporating Aviation into the EU Emissions Trading Scheme* (presentation to GARS Workshop, Juillet 2008).

Scheelhaase, Janina D. et Wolfgang G. Grimme (2007), *Emissions Trading for International Aviation—An Estimation of The Economic Impact on Selected European Airlines*, Journal of Air Transport Management, Vol. 13, pp. 253-263.

Swan, William (2009), *Reforcasting under Stress* (presentation to International Forum on Shipping, Ports and Airports, Hong Kong Polytechnic University, Mai 2009.

Swan, William (2008), *Forecasting Asia Air Travel with Open Skies* (mimeo Seabury Group, Seattle, USA).

Thème II :

Adapter les réseaux au marché du transport de personnes : L'évaluation et la planification à long terme

QUAND INVESTIR DANS DES LIGNES À GRANDE VITESSE ?

par

Chris NASH

Institute for Transport Studies
Université de Leeds
Royaume-Uni

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 143

2. RAISONS DU PASSAGE À LA GRANDE VITESSE FERROVIAIRE 144

3. IMPACT SUR LA RÉPARTITION MODALE 146

4. ÉVALUATION DE LA GRANDE VITESSE FERROVIAIRE 147

5. ÉTUDES DE CAS 154

6. DÉTERMINANTS DE LA VIABILITÉ SOCIALE DE LA GRANDE VITESSE FERROVIAIRE 156

7. EFFETS DE RÉSEAU 159

8. POLITIQUE TARIFAIRE 161

9. CONCLUSION 163

BIBLIOGRAPHIE 166

1. INTRODUCTION

Il existe plusieurs définitions de la notion de grande vitesse ferroviaire, mais la plus courante est celle qui en fait un système ferroviaire conçu pour une vitesse maximale supérieure à 250 km/h (UIC, 2008). Une telle vitesse postule toujours la construction de nouvelles lignes, même si les trains qui les parcourent peuvent aussi circuler, à vitesse moins élevée, sur les lignes existantes.

Plusieurs pays ont aménagé des lignes existantes pour y relever les vitesses autorisées et lancé des trains pendulaires sur les lignes sinueuses. Ces trains ne dépassent toutefois normalement pas les 200 km/h, mais cette technologie permet d'améliorer le service à moindre coût dans des pays qui disposent de capacités suffisantes pour faire face à l'augmentation de la disparité des vitesses pratiquées sur des lignes à trafic hétérogène. La plupart des pays qui, comme la Grande-Bretagne et la Suède, ont opté au départ pour cette stratégie envisagent aujourd'hui de construire des lignes à grande vitesse.

La seule technologie tout à fait nouvelle à être arrivée à un stade proche de la mise en œuvre est celle de la sustentation magnétique, mais aucun pays n'utilise ce genre de système pour ses transports interurbains. Il avait été proposé de l'utiliser entre Hambourg et Berlin, mais le projet a été abandonné et l'axe Tokyo–Nagoya, au Japon, est le seul pour lequel le système reste à l'étude. Cette technologie est apte à des vitesses très élevées, mais elle pâtit à la fois de son coût et de sa rigidité due au fait que les trains qui circuleraient sur les nouvelles infrastructures ne pourraient pas terminer leur trajet sur des voies classiques. Cette dernière forme d'exploitation est commune à tous les nouveaux systèmes à grande vitesse de par le monde, même là où, comme en Espagne et au Japon, les nouvelles lignes ont un écartement qui diffère de celui des voies existantes (l'Espagne utilise des bogies adaptables à des écartements différents, tandis que le Japon pose des voies à double écartement sur des distances limitées). La sustentation magnétique a ses meilleures chances d'adoption là où le trafic suffit pour justifier l'installation d'une nouvelle ligne spéciale parallèle à une ligne existante et l'axe le plus susceptible de remplir cette condition dans un avenir proche est le corridor du Tokaido, au Japon.

Les seuls systèmes interurbains à grande vitesse à avoir été réalisés à ce jour marient donc une technologie ferroviaire classique à des infrastructures nouvelles spécialisées utilisées sur une partie et non la totalité des parcours. Tel sera donc le thème principal de la présente étude.

Le chapitre suivant analyse les raisons qui président au passage à la grande vitesse ferroviaire de par le monde. Viennent ensuite l'examen de son impact sur la répartition modale, l'analyse des modalités d'évaluation de la grande vitesse ferroviaire explicitée par quelques exemples concrets, l'étude d'un modèle destiné à identifier les principaux déterminants de sa viabilité sociale et, enfin, diverses réflexions sur les effets de réseau et la tarification de l'accès aux voies. Le rapport se termine par un chapitre de conclusions.

2. RAISONS DU PASSAGE À LA GRANDE VITESSE FERROVIAIRE

Le Japon est le premier pays du monde à avoir construit une ligne affectée à la circulation de nouveaux trains à grande vitesse (à l'origine 210 km/h, soit pas assez pour répondre au critère évoqué ci-dessus). Il l'a fait parce que la ligne du Tokaido était à l'origine à voie étroite (1.126 m), c'est-à-dire inapte à la grande vitesse, et arrivée à saturation. La double volonté d'augmenter considérablement la capacité d'un des corridors les plus chargés du monde et d'abréger nettement les temps de parcours pour concurrencer l'avion a amené à approuver la construction d'une nouvelle ligne à grande vitesse et à écartement normal. Le Shinkansen a commencé à circuler entre Tokyo et Osaka le 1er octobre 1964 et a immédiatement rencontré un tel succès (23 millions de voyageurs dès sa première année) que les Japonais ont demandé son extension à d'autres régions du pays (Matsuda, *in* Whitelegg *et al*., 1993). Des considérations macroéconomiques, notamment de développement régional et d'égalité, ont amené à investir dans la grande vitesse ferroviaire sur des axes progressivement moins chargés et moins rentables. Au moment où les chemins de fer japonais ont été réorganisés et divisés en plusieurs entreprises commerciales régionales distinctes en 1987, les infrastructures de la grande vitesse ont été attribuées à une holding spéciale (société holding du Shinkansen) à laquelle les nouveaux opérateurs ont dû verser des redevances d'utilisation de ces infrastructures calculées sur la base de leur capacité de payer, ce qui permettait de couvrir le déficit de certaines lignes au moyen des bénéfices réalisés sur d'autres (Ishikawaka et Imashiro, 1998). Ce montage a été redessiné par la suite et la holding Shinkansen vendue aux opérateurs, afin que cette activité apparaisse dans leur bilan, mais le principe du calcul des redevances sur la base de la capacité de payer plutôt que des coûts de construction a été maintenu.

Le succès de la grande vitesse japonaise, notamment sa conquête de parts du marché de l'avion, est sans aucun doute un des facteurs qui ont le plus incité les chemins de fer européens à s'engager dans la même voie. Le second pays à avoir tenté l'expérience est la France où des études économiques et techniques approfondies ont débouché sur un projet de construction d'une nouvelle ligne à grande vitesse entre Paris et Lyon, motivé ici aussi par la pénurie de capacité disponible sur l'axe en cause et l'intensification de la menace de concurrence aérienne (Beltran, *in* Whitelegg *et al.*, 1993). Le TGV Sud-Est a commencé à circuler, à des vitesses allant jusqu'à 270 km/h, entre Paris et Lyon en 1981. La qualification « Sud-Est » visait à souligner l'effet de réseau de cette ligne qui desservait non seulement le marché Paris–Lyon, mais aussi de nombreuses autres destinations au-delà de Lyon. Dès ces premiers temps, les bureaux d'étude ont réfléchi à la mise en place d'un réseau de lignes dont la justification reposait, non seulement sur des analyses des coûts et avantages en termes de transport, mais aussi sur des espoirs d'impacts économiques régionaux de grande ampleur (Polino, *in* Whitelegg *et al.*, 1993). L'accessibilité des trains à grande vitesse à tous à des prix raisonnables (démocratisation de la vitesse) est une facette importante de la philosophie qui a contribué à leur popularité. Le prolongement de la ligne jusque Marseille et Nice a été suivi de la mise en service du TGV Atlantique Paris–Bordeaux, puis de Paris–Lille–Londres/Bruxelles et plus récemment de Paris–Strasbourg.

La grande vitesse ferroviaire allemande a des origines assez semblables : un manque perçu de capacité face à une augmentation de la demande, accentué par plusieurs goulets d'étranglement apparus sur des relations Nord–Sud dont la division du pays avait fait augmenter l'importance. L'aggravation de la menace de concurrence aérienne et routière a par ailleurs donné naissance à un besoin d'élévation des vitesses jusqu'à un niveau où, comme le marché le demandait, le train irait deux fois plus vite que la voiture et deux fois moins vite que l'avion (Aberle, *in* Whitelegg *et al*., 1993). La géographie de l'Allemagne ne se prête toutefois pas à la création d'une grande ligne isolée, mais plutôt à la construction de nouvelles sections de lignes là où des goulets d'étranglement existaient. Ces nouvelles voies étaient conçues pour accueillir du trafic tant marchandises que voyageurs, mais le trafic marchandises y est resté faible. Leur construction, commencée en 1973, ayant été arrêtée par les protestations des défenseurs de l'environnement, il a fallu attendre 1985 pour que l'ICE, le nouveau train à grande vitesse, voie le jour. Des ICE ont été progressivement mis en service sur les principaux axes interurbains allemands, en empruntant de longs tronçons de voies classiques adaptés aux 200 km/h. Le marché de l'ICE diffère donc profondément du marché du TGV français : les déplacements courts y sont plus nombreux, la réservation n'est pas obligatoire et des taux d'occupation de 50 pour cent en moyenne, contre 70 pour cent sur les TGV français, y sont tolérés.

La géographie de l'Espagne ressemble plus à celle de la France : les distances entre les grandes villes y sont grandes et la population des espaces intermédiaires encore plus clairsemée. Dans un contexte où les chemins de fer espagnols, dotés d'infrastructures d'assez piètre qualité, cédaient rapidement des parts de marché à la voiture et à l'avion, la grande vitesse ferroviaire était considérée comme une des voies du retour à la compétitivité ainsi que comme un moyen de promotion du développement économique régional (Gomez-Mendosa, *in* Whitelegg *et al*., 1993). La construction de la première ligne Madrid–Séville a été accélérée, afin de faire coïncider sa mise en service avec l'ouverture de l'exposition internationale de Séville de 1992, tandis que la construction d'un réseau complet s'est inscrite dans le cadre d'un grand programme de travaux publics issu d'une politique keynésienne de lutte contre un chômage endémique. L'objectif étant de relier Séville–Madrid–Barcelone au réseau TGV français, les voies sont à écartement normal, alors que les autres lignes de la péninsule ibérique sont à voie large.

L'Italie a construit sa première ligne à grande vitesse entre Rome et Florence. Cette ligne, la Direttissima, a été mise en chantier en 1966 et son premier tronçon ouvert à la circulation en 1976 (Giuntini, *in* Whitelegg *et al*., 1993). Il a toutefois fallu attendre 1985 pour qu'une équipe chargée tout spécialement d'étudier la grande vitesse ferroviaire soit mise sur pied et finisse par planifier un réseau de lignes.

Les débuts de la grande vitesse ferroviaire européenne sont purement nationaux et fondés sur des technologies elles aussi purement nationales (la France, l'Allemagne et l'Italie ont chacune construit leur matériel roulant à grande vitesse en faisant appel à leur industrie nationale). Les avantages présentés par la fusion des lignes en un réseau européen interopérable se sont toutefois imposés aux esprits et la création d'un réseau de 15 000 kilomètres de lignes à grande vitesse reliant toutes les grandes villes européennes entre elles est une idée qui a fini par germer (CCFE, 1989). Le Traité de Maastricht de 1993 a appelé à la mise en place d'un réseau de lignes transeuropéennes reliant les lignes à grande vitesse existantes entre elles. La nouvelle ligne Bruxelles–Cologne, le prolongement du TGV Sud-Est jusqu'à la frontière espagnole, la traversée prévue des Alpes entre Lyon et Turin et la liaison des réseaux allemand et français (par le biais du TGV Est) revêtent dans ce contexte une importance stratégique majeure. La prise de conscience du fait que ces lignes allaient être profitables, non seulement aux pays dans lesquels elles sont construites, mais aussi à l'Union Européenne dans son ensemble a conduit à les intégrer dans le réseau transeuropéen et à orienter vers elles une grande partie des maigres fonds européens mobilisables pour les infrastructures de transport. Les pays périphériques

ont également obtenu des moyens de financement substantiels pour leurs projets de grande vitesse ferroviaire auprès des fonds régionaux et de cohésion créés pour réduire les inégalités économiques et sociales en Europe.

En 2006, les trains à grande vitesse européens ont enregistré un trafic annuel de 84 milliards de voyageurs/km, dont plus de la moitié en France (UIC, 2008a). La grande vitesse ferroviaire a entre-temps essaimé dans plusieurs pays asiatiques tels que la Corée, le Taipeh chinois et la Chine.

3. IMPACT SUR LA RÉPARTITION MODALE

Le présent chapitre traite brièvement de l'impact sur la part de marché des chemins de fer. Des chiffres détaillés sur les parts de marché témoignent de l'impact initial des lignes Paris–Lyon et Madrid–Séville sur la répartition modale. La ligne à grande vitesse Paris–Lyon a été ouverte à la circulation en deux phases entre 1981 et 1983. Le temps de parcours a été réduit d'environ 30 pour cent par l'ouverture de la section Nord, l'élasticité implicite par rapport au temps de parcours étant donc de l'ordre de -1.6. La mise en service de la section Sud a encore réduit le temps de parcours de 25 pour cent, ce qui ramenait toutefois l'élasticité temps à –1.1. Cette plus faible élasticité s'explique par le fait que le transfert à partir de l'avion s'était déjà presque entièrement opéré pendant la première phase qui avait rendu le train suffisamment rapide pour être réellement compétitif. L'AVE mis en service en Espagne en avril 1992 a ramené la durée du trajet Madrid–Séville de 6 heures et 30 minutes à 2 heures et 30 minutes et transformé un service rébarbatif en un concurrent performant du transport aérien.

Le Tableau 1 chiffre les parts de marché de l'avion, du train et de la route avant et après l'arrivée de la grande vitesse sur ces deux axes. L'impact sur la part de marché des chemins de fer est important, particulièrement en Espagne où l'abrègement du temps de parcours en chemin de fer est le plus marqué. Le train enlève beaucoup plus de trafic à l'avion qu'à la route. Il convient de souligner que les chiffres sont sans doute gonflés par un trafic induit nouveau important. Wilken (2000) signale que le comptage des passagers des trains AVE révèle que 15 pour cent du trafic supplémentaire est du trafic induit tandis que Bonnafous (1987) chiffre à pas moins de 49 pour cent la part du trafic supplémentaire enregistré sur Paris–Lyon pendant les quatre premières années représentée par le trafic induit. En d'autres termes, le transfert depuis l'avion est effectivement substantiel, mais la réduction de la part de marché de la route s'explique en grande partie par l'importance du trafic ferroviaire induit plutôt que par un transfert direct de trafic de la route vers le rail.

Tableau 1. **Parts de marché d'avant et d'après l'arrivée de la grande vitesse**

	TGV Sud-Est		AVE Madrid–Séville	
	Avant	Après	Avant	Après
Avion	31 %	7 %	40 %	13 %
Train	40 %	72 %	16 %	51 %
Voiture et autocar	29 %	21 %	44 %	36 %

Source : COST 318 (1996).

Des chiffres plus récents sur le partage du marché entre l'avion et le train cités par SDG (2006) et Campos et Gagnepain (2007) montrent que là où le temps de parcours du rail est inférieur à 4 heures, toute réduction de ce temps permet au rail d'élargir rapidement sa part de marché jusqu'à la faire monter à 60 pour cent au moins ou même, dans certains cas, chasser l'avion du marché s'il propose un temps de parcours inférieur à trois heures. L'avenir dépend d'une multitude de facteurs tels que l'instauration d'un régime de taxation environnementale du transport aérien et l'évolution des coûts de la route et des chemins de fer.

Il faut souligner que tel est le cas lorsque pour une majorité de personnes une gare en centre-ville est plus accessible qu'un aéroport : dans des zones à faible densité avec ces centres-villes peu développés et mal desservis en transport public, le constat est différent.

Kroes (2000) fait observer que les chiffres des transferts modaux portent sur des voyageurs qui ne changent pas d'avion dans les aéroports. Le marché des transferts est mal connu. L'intégration progressive des transports par air et par chemin de fer, concrétisée par l'installation de gares TGV dans les aéroports de Paris, Bruxelles, Francfort et Amsterdam, ouvre au chemin de fer de beaucoup plus larges perspectives de pénétration de ce marché, surtout s'il arrive à mieux intégrer la billetique et le traitement des bagages.

4. ÉVALUATION DE LA GRANDE VITESSE FERROVIAIRE

Une évaluation nécessitant la comparaison d'une série d'options avec un scénario de référence, il est nécessaire de définir clairement ce scénario de référence et de faire en sorte que la série d'options examinées soit réaliste. Un scénario de référence tablant sur un immobilisme complet peut ne pas convenir, surtout si le trafic augmente, et faire pencher exagérément la balance du côté d'une option particulière, mais ce scénario ne doit pas non plus cumuler des investissements inutiles, parce que l'effet pourrait être le même. Le scénario de référence doit en règle générale être un scénario dans lequel un volume minimum d'investissements a été réalisé, les autres investissements étant à ranger au nombre des diverses interventions envisageables. Il convient d'examiner ces interventions dans l'ordre

croissant de leurs coûts, afin de déterminer s'il peut se justifier de passer à l'intervention plus coûteuse et il convient de même de se pencher sur le calendrier de mise en œuvre de ces interventions. Le simple fait qu'une intervention soit meilleure que le scénario de référence ne suffit donc pas pour prouver qu'elle est souhaitable.

Dans le cas de la grande vitesse ferroviaire, le scénario de référence doit donc ménager une place aux investissements nécessaires à la poursuite des activités existantes et tenir compte des mesures à prendre pour absorber la croissance exogène du trafic, ce qui pourrait impliquer des achats de matériel roulant supplémentaire ou une modification de la structure et du niveau des tarifs. Les autres grandes interventions doivent être rangées au nombre des options effectivement envisageables. Tel pourrait être le cas du renforcement des infrastructures existantes, de l'achat de nouveaux trains pendulaires ou de la construction de capacités routières ou aéroportuaires supplémentaires. La grande vitesse ferroviaire sera aussi au cœur de certaines options telles que l'extension éventuelle de la nouvelle ligne, le choix des destinations à desservir par les nouveaux trains, la fréquence de service à assurer et la politique tarifaire à mener. Il est capital d'examiner suffisamment d'options pour être sûr de trouver la meilleure. La multiplicité des interventions envisageables complique l'évaluation des projets qui concernent la grande vitesse ferroviaire.

Il importe également de se préoccuper du calendrier d'investissement. La grande vitesse ferroviaire peut s'avérer avoir aujourd'hui la valeur nette la plus élevée, mais il pourrait quand même être préférable de retarder l'investissement, si la demande dont elle fait l'objet et les avantages qu'elle procure semblent appelés à augmenter.

La grande vitesse ferroviaire implique la construction de nouvelles lignes, gares et autres infrastructures, l'achat de nouveau matériel roulant, l'augmentation des coûts d'exploitation des trains et l'alourdissement des externalités (bruit, pollution de l'air et réchauffement climatique). Ses principaux avantages se situent au niveau :

- des gains de temps ;
- de l'augmentation de la capacité ;
- de la réduction des externalités des autres modes ;
- du trafic induit ; et
- de l'économie dans son ensemble.

Les gains de temps se comptabilisent dans les voyages d'affaires, les migrations alternantes et les déplacements de loisirs. Une fraction sans doute assez importante de la clientèle des trains à grande vitesse voyage à des fins professionnelles, mais d'aucuns se sont demandé s'il fallait bien attribuer au temps toute la valeur qu'il a dans de telles circonstances, étant donné :

- que beaucoup de voyages d'affaires à longue distance débutent et se terminent en dehors des heures normales de travail ; et

- qu'il est possible de travailler dans un train (Hensher, 1977).

Il a toutefois été démontré que les entreprises sont disposées à payer, même dans de telles circonstances, le temps à la pleine valeur qu'il a en affaires sans doute parce qu'elles estiment trouver avantage à l'abrègement de longues journées de travail et à la moindre fatigue des membres de leur personnel (Marks, Fowkes et Nash, 1986).

L'augmentation de la capacité n'a évidemment de valeur que si la demande excède la capacité de la ligne existante. Sa valeur procède dans un tel cas du fait, non seulement qu'elle autorise une augmentation du trafic entre les villes desservies par la ligne à grande vitesse, mais aussi qu'elle permet, en déchargeant les lignes existantes, d'y faire de la place pour d'autres services tels que le transport régional de voyageurs ou le transport de marchandises. Une telle situation fait évidemment de la construction de nouvelles capacités destinées au transport régional de voyageurs ou au transport de marchandises plutôt qu'au transport de voyageurs à grande vitesse une autre option à prendre en considération. S'il est, en tout état de cause, décidé de construire des nouvelles capacités, il convient de comparer le suravantage procuré par la grande vitesse au surcoût qu'elle engendre et cette comparaison risque de parer la grande vitesse de beaucoup plus d'attraits que si le coût total des nouvelles lignes devait se justifier par le relèvement des vitesses. Il est aussi clairement prouvé (Gibson *et al.*, 2002) que le maintien d'infrastructures ferroviaires à des niveaux d'exploitation moins proches de leur saturation est bénéfique à la fiabilité et peut aussi éviter le surencombrement des trains, deux avantages hautement appréciés par la clientèle, notamment d'affaires, des chemins de fer (Wardman, 2001).

Le nouveau trafic du rail provient, comme il l'a déjà été souligné, en grande partie, mais non en totalité, d'autres modes, essentiellement la voiture et l'avion. Si la tarification de l'usage des infrastructures de ces modes ne couvre pas le coût marginal social du trafic en cause, ce transfert sera profitable. Il est fréquemment avancé que la grande vitesse ferroviaire est porteuse d'avancées environnementales substantielles dans la mesure où elle enlève du trafic à la route et, surtout, l'avion dont les émissions de gaz à effet de serre sont beaucoup plus importantes. Par ailleurs, et comme il l'a été rappelé ci-dessus, une fraction notable du nouveau trafic est du trafic induit ou hérité des services classiques qui, parce qu'ils sont moins rapides, devraient normalement consommer moins d'énergie. Les trains à grande vitesse sont évidemment tous électriques, ce qui leur permet d'utiliser une source d'énergie sans carbone, alors que le transport routier interurbain et le transport aérien sont actuellement asservis au pétrole. Les trains électriques ne causent pas non plus de pollution locale de l'air, abstraction faite des fines particules émises au freinage, mais la pollution visuelle et le bruit produits par une nouvelle ligne à grande vitesse font souvent l'objet de polémiques.

L'étude de CE Delft (2003) est une des rares études qui ventilent les émissions entre la voiture, l'avion et le train en opérant, pour ce dernier, une distinction entre les différents types de services assurés. Ses conclusions peuvent se schématiser comme suit :

Tableau 2. **Ventilation de la consommation d'énergie par mode (2010)**

	Grandes lignes	TGV	Avion (500 km)	Voiture diesel sur autoroute
Capacité (en sièges)	434	377	99	5
Taux d'occupation	44 %	49 %	70 %	0.36
Énergie primaire (MJ par siège/km)	0.22	0.53	1.8	0.34
(MJ par voyageur/km)	0.5	1.08 (0.76*)	2.57	0.94

* Avec un taux d'occupation de 70 pour cent.
Source : CE Delft (2003).

Il ressort de ces chiffres que le train à grande vitesse l'emporte nettement sur l'avion, fait jeu égal avec la voiture et fait nettement moins bien que le train classique. Une étude récente, non publiée, réalisée pour Network Rail révèle que sur une nouvelle ligne à grande vitesse très chargée reliant Londres à Manchester, l'énergie incorporée dans l'infrastructure pourrait majorer ces chiffres de 15 pour cent, la majoration risquant évidemment d'être beaucoup plus forte si la ligne est moins chargée. Il faut cependant souligner que le taux d'occupation de 40 pour cent indiqué pour les trains à grande vitesse reflète des réalités allemandes où ces trains circulent pendant une grande partie de leur temps à des vitesses classiques sur des lignes classiques et où la réservation n'est pas obligatoire, tandis que le TGV français et Eurostar, avec leurs longs trajets directs, leurs régimes de réservation obligatoire et leurs systèmes sophistiqués de gestion sur la base du rendement, revendiquent des taux d'occupation comparables aux 70 pour cent de l'avion. Un taux d'occupation de 70 pour cent accentue l'avance sur l'avion et ramène le train à grande vitesse à un niveau inférieur à celui de la voiture, mais toujours de moitié plus élevé que celui du train classique. Compte tenu de la nature des transferts modaux et de la génération de trafic évoquée ci-dessus, les réductions et majorations de coûts tendent à s'équilibrer et l'arrivée de la grande vitesse ferroviaire ne peut pas déboucher sur des économies substantielles d'énergie. Là où il n'y a que de faibles transferts de l'action, cela conduira inévitablement à un accroissement de consommation d'énergie. La réduction des émissions de gaz à effet de serre que la grande vitesse ferroviaire rendrait possible ne peut donc que procéder de l'utilisation d'électricité tirée de sources non fossiles comme cela se passe en France (où la part du nucléaire est importante) et en Suisse (qui produit beaucoup d'hydroélectricité), mais pas dans d'autres pays tels que la Grande-Bretagne.

Le transfert d'une partie du trafic de la route vers le rail réduit, non seulement les émissions de gaz à effet de serre, mais aussi le bruit, les accidents, la pollution locale de l'air et la congestion. Le Tableau 3 ci-dessous indique les valeurs unitaires de ces coûts pour une voiture à essence circulant dans un grand corridor européen défini dans le projet de recherche européen GRACE (voir GRACE, 2005, D7). Les coûts hors périodes de pointe ne diffèrent guère d'une route à l'autre, mais les coûts en période de pointe sont beaucoup plus élevés et varient davantage, parce qu'ils sont largement influencés par les coûts de congestion qui varient quant à eux beaucoup d'une route à l'autre.

Le Tableau 4 montre ce que les automobilistes paient pour ces routes (il n'est pas sûr qu'il faille tenir compte du droit d'accise sur les véhicules, parce qu'il représente un coût fixe inhérent à la possession d'une voiture et ne semble pas devoir peser sur la décision de prendre la voiture pour effectuer un déplacement). Il apparaît qu'en période de pointe il y a jusqu'à 10 centimes d'euro à gagner en débarrassant les routes gratuites d'un certain nombre de voitures et qu'en période creuse, les voitures couvrent plus ou moins leur coût marginal social sur les routes gratuites et vont au-delà de ce seuil sur les routes à péage. Un relèvement du prix d'équilibre du carbone aurait évidemment des répercussions sur cette comparaison, mais le coût des gaz à effet de serre ne représente de toute évidence pas une fraction importante du coût total. En d'autres termes, le problème majeur se situe, dans le cas du transport par route, du côté de la congestion. La décongestion des routes ne pourra toutefois vraisemblablement être porteuse d'avantages nets importants que si ces routes sont encombrées tant en période creuse qu'en période de pointe.

Tableau 3. **Coût marginal social et prix des déplacements à longue distance effectués en voiture (euro par véhicule-kilomètre)**

VOITURE ESSENCE

Milan – Chiasso
Trajet interurbain
Programme GRACE, voiture à essence

	Pointe	Hors pointe	Nuit
Bruit	0.007	0.011	0.035
Congestion	0.147	0.002	0.001
Accidents	0.015	0.015	0.015
Pollution de l'air	0.001	0.001	0.001
Changement climatique	0.005	0.005	0.005
Usure	0.016	0.016	0.016
TOTAL	0.191	0.050	0.073

Chiasso – Bâle
Trajet interurbain
Programme GRACE, voiture à essence

	Pointe	Hors pointe	Nuit
Bruit	0.004	0.007	0.021
Congestion	0.194	0.003	0.001
Accidents	0.008	0.008	0.008
Pollution de l'air	0.001	0.001	0.001
Changement climatique	0.005	0.005	0.005
Usure	0.032	0.032	0.032
TOTAL	0.244	0.056	0.068

Bâle- Duisburg
Trajet interurbain
Programme GRACE, voiture à essence

	Pointe	Hors pointe	Nuit
Bruit	0.005	0.009	0.027
Congestion	0.123	0.002	0.001
Accidents	0.008	0.008	0.008
Pollution de l'air	0.001	0.001	0.001
Changement climatique	0.005	0.005	0.005
Usure	0.019	0.019	0.019
TOTAL	0.161	0.044	0.061

Duisburg - Rotterdam
Trajet interurbain
Programme GRACE, voiture à essence

	Pointe	Hors pointe	Nuit
Bruit	0.009	0.014	0.043
Congestion	0.122	0.002	0.001
Accidents	0.006	0.006	0.006
Pollution de l'air	0.001	0.001	0.001
Changement climatique	0.005	0.005	0.005
Usure	0.020	0.020	0.020
TOTAL	0.163	0.048	0.076

Tableau 4. **Prix du transport routier (euro par véhicule-kilomètre)**

VOITURE ESSENCE

Transport routier Segment du corridor	km	Voiture Voyageur Péage euro/km	Taxe sur l'essence	Droit d'accise par km Essence pour voiture Euro/km	Prix total
A8 - A9 Milan-Chiasso (I)	50	0.055	0.064	0.013	0.132
E35 Chiasso-Bâle (CH)	279	0.093	0.053	0.010	0.156
A5 – E35 Bâle – Duisburg (A)	584	0.046	0.056	0.012	0.114
E35 – A25 Duisburg – Rotterdam (NL)	204		0.058	0.020	0.078

Source : GRACE D7.

Le Tableau 5 rassemble des estimations comparables des coûts sociaux du transport aérien tirées de l'étude IMPACT. L'exonération fiscale du carburant aérien se traduit normalement par une absence de taxation de ses externalités environnementales, sauf dans certains pays (dont la Grande-Bretagne) où une taxe de départ en rend plus ou moins compte. En l'absence de taxe de départ, il reste un coût de quelque 1.5 centime d'euro par passager/km à couvrir sur un vol de 500 kilomètres, soit 7.5 euros au total. En d'autres termes, il serait possible de gagner 7.5 millions d'euros en enlevant 1 million de passagers à l'avion. Le chapitre suivant montrera que cette contribution à la couverture des coûts de la grande vitesse ferroviaire n'a rien d'énorme.

L'autre grand problème du transport aérien est celui de la tarification des créneaux dans les aéroports encombrés. La réservation des créneaux à leurs détenteurs historiques et leur tarification sur la base des coûts moyens d'exploitation des aéroports (ou même de coûts inférieurs à ces coûts moyens) ont pour conséquence que les redevances ne reflètent, ni le coût d'opportunité des créneaux, ni le coût du renforcement de la capacité. Ce facteur peut se révéler important là où, comme à Heathrow, la capacité est cruellement insuffisante et où il est coûteux et difficile de la renforcer.

Tableau 5. **Externalités aériennes (centimes d'euro de 2000 par passager/km)**

	Pollution de l'air	Changement climatique	
Longueur du vol (km)	Émissions directes	Émissions directes	Émissions indirectes
< 500	0.21	0.62	0.71
500 – 1000	0.12	0.46	0.53
1000 – 1500	0.08	0.35	0.40
1500 – 2000	0.06	0.33	0.38
> 2000	0.03	0.35	0.40

Coûts du bruit au décollage ou à l'atterrissage (Schiphol)

	40 sièges	100 sièges	200 sièges	400 sièges
Moyenne de la flotte	180	300	600	1200
Techniques de pointe	90	150	300	600

Source : Manuel IMPACT 2008.

Il ressort de ces chiffres que la réduction des externalités générée par la grande vitesse ferroviaire sera vraisemblablement maximale là où les transports routier et aérien souffrent d'une congestion aiguë et où leur renforcement est à la fois difficile et coûteux, en termes notamment de coûts environnementaux. La grande vitesse ferroviaire a évidemment aussi ses propres coûts externes (bruit, occupation des sols, pollution visuelle) qui doivent être mis en regard de ses avantages. Les coûts externes du transport aérien sont beaucoup plus élevés sur les vols courts, parce qu'ils multiplient les décollages et les atterrissages.

Le trafic induit procure aux voyageurs qui le composent des avantages directs dont la valeur est généralement estimée, par approximation linéaire de la courbe de la demande, égale à la moitié de celle des avantages dont bénéficient les usagers existants. La question de savoir si ce trafic induit est porteur d'avantages macroéconomiques qui ne sont pas pris en compte dans une analyse coûts/avantages classique fait toutefois l'objet de nombreuses controverses. Les déplacements de loisirs profitent à leur lieu de destination par l'argent que les touristes y dépensent, tandis que les migrations alternantes et les voyages d'affaires sont le reflet d'une augmentation ou d'un redéploiement des emplois et des logements ou encore d'une intensification de l'activité économique. Il reste à savoir, le débat en effet n'est pas clos, si ces changements sont le reflet d'une intensification ou d'un simple déplacement de l'activité économique. La théorie enseigne qu'il ne peut y avoir d'avantage net dans une économie parfaitement concurrentielle sans chômage involontaire, mais la pratique montre qu'il y a des raisons pour lesquelles il peut y avoir un surcroît d'avantages. Il s'avère ainsi qu'un investissement qui a fait migrer des emplois vers des régions défavorisées peut réduire le chômage involontaire. La grande vitesse ferroviaire tend toutefois à privilégier les régions centrales, ce qui va à l'encontre de ce qui est souhaité, si les régions défavorisées se trouvent en périphérie.

Il est généralement admis que la réduction des coûts de transport peut générer des coûts ou des avantages qui, en raison d'imperfections du marché telles qu'une non-compétitivité du marché du travail ou des externalités d'agglomération, ne sont pas pris en compte dans une analyse

coûts/avantages classique (Graham, 2005). SACTRA (1999) avance que les avantages macroéconomiques n'excèdent généralement pas 10 à 20 pour cent des avantages mesurés, tandis qu'une étude spécifique du réseau TENS conclut qu'il ne peut guère faire progresser le PIB régional de plus de 2 pour cent (Brocker, 2004). Les effets peuvent cependant être beaucoup plus marqués dans certains cas particuliers. Il est ainsi souvent fait état de l'impact du TGV sur Lille (dont la situation est il est vrai magnifiquement unique), tandis qu'une étude d'une ligne à grande vitesse qu'il est proposé de construire aux Pays-Bas estime que les avantages macroéconomiques majoreront les avantages directs de 40 pour cent (Oosterhaven et Elhorst, 2003). Vickerman (2006) conclut que la grande vitesse ferroviaire peut avoir un impact macroéconomique majeur, mais que cet impact varie considérablement d'un cas à l'autre et est difficile à prévoir.

5. ÉTUDES DE CAS

Assez peu d'analyses coûts/avantages *ex post* de projets spécifiques de grande vitesse ferroviaire ont été publiées à ce jour. Une des rares études publiées, celle en l'occurrence qui porte sur la ligne Madrid–Séville, une ligne qui a transporté moins de 3 millions de voyageurs par an au départ et n'en transporte toujours que quelque 5 millions par an aujourd'hui, conclut que le projet n'était pas justifié (de Rus et Inglada, 1997). Le Tableau 6 fait la synthèse de cette évaluation. Les chiffres montrent que les avantages sociaux de la ligne ne couvrent même pas ses coûts d'exploitation et qu'il aurait donc été préférable, la ligne une fois construite, de ne pas l'utiliser, à tout le moins au début ! Ni la fixation d'un prix d'équilibre pour le facteur travail comme moyen de lutte contre le chômage, ni l'augmentation généralisée des coûts de tous les modes de transport ne pourrait guère corriger le tir. Il est à souligner que les avantages environnementaux ne sont pas chiffrés, mais il a déjà été dit ci-dessus qu'il y a peu de chance qu'ils soient importants. L'avantage présenté par la libération de capacités sur les lignes classiques et dans les aéroports n'a pas non plus été évalué, mais leurs utilisations alternatives restent sans doute peu nombreuses en Espagne, ce qui n'est pas toujours le cas ailleurs comme il le sera montré par la suite.

Tableau 6. **Coûts et avantages de la ligne à grande vitesse Madrid–Séville**

	Avantage social du TGV*	Croissance du PIB (3 %)	Durée de vie (40 ans)	Prix d'équilibre du facteur travail	Augmentation de 25 % des frais généraux des voitures, trains et autocars
Coûts					
Infrastructure	-237 761	-237 761	-237 761	-200 575	-237 761
Valeur résiduelle	17 636	18 546	5 816	17 636	17 636
Trains	-58 128	-61 003	-61 700	-58 128	-58 128
Entretien	-41 410	-41 410	-45 022	-41 410	-41 410
Exploitation	-135 265	-140 575	-155 516	-135 265	-135 265
Gains de temps					
Trafic transféré					
- Trains	37 665	39 950	44 582	37 665	55 119
classiques	4 617	4 898	5 469	4 617	9 779
- Voiture	1 958	2 079	2 321	1 958	2 867
- Autocar	0	0	0	0	0
- Avion	86 718	92 080	102 951	86 718	92 703
Trafic induit					
Réduction de	18 505	19 629	21 906	18 505	18 505
coût	19 020	20 157	22 460	19 020	19 020
- Trains	1 680	1 783	1 990	1 680	1 680
classiques	17 412	18 471	20 618	17 412	17 412
- Avion					
- Autocar	4 896	6 284	7 486	4 896	4 896
-Coût	4 128	4 363	4 867	4 128	4 128
d'exploitation					
des voitures					
- Congestion					
- Accidents					
Valeur actuelle nette des TGV	-258 329	-252 509	-259 533	-221 143	-228 819

* Durée de vie du projet (30 ans), croissance du PIB (2.5 pour cent), taux social d'actualisation (6 pour cent).

Source : de Rus et Inglada (1997).

La France est, comme il l'a été rappelé précédemment, non seulement le pays à la plus longue tradition de grande vitesse ferroviaire, mais aussi un pays qui systématise l'analyse coûts/avantages de tous les projets de transport. Une évaluation *ex post* récente des projets français de ligne à grande vitesse compare les réalités aux estimations *ex ante* de jadis (Tableau 7). Elle montre que des taux de rendement financier et social acceptables et un trafic d'au moins 15 millions de voyageurs par an avaient été promis à toutes les lignes, mais que les taux de rendement effectivement enregistrés sont dans l'ensemble plus faibles, essentiellement parce que dans certains cas, les coûts d'infrastructure se sont révélés plus élevés et les niveaux de trafic plus faibles que prévu. La seule ligne dont le bilan

social s'est avéré marginal est le TGV Nord, une situation qui s'explique par le fait que son trafic est resté loin en deçà du volume auquel une surestimation grossière du trafic Eurostar transmanche avait permis de s'attendre.

Tableau 7. **Évaluation *ex post* de la construction des lignes à grande vitesse en France**

		Sud-Est	Atlantique	Nord	Interconnexion	Rhône Alpes	Méditerranée
Longueur (km)		419	291	346	104	259	
Coûts d'infrastructure	*Ex ante*	1662*	2118	2666	1204	1037	4334
(millions d'euros de 2003	*Ex post*	1676	2630	3334	1397	1261	4272
	Différence (%)	+1	+ 24	+ 25	+ 16	+ 22	- 1
Millions de voyageurs	*Ex ante*	14.7	30.3	38.7	25.3	19.3	21.7
	Ex post	15.8	26.7	19.2	16.6	18.6	19.2
	Différence (%)	+ 7.5	- 12	- 50	- 34	- 4	- 11.5
Rentabilité financière (%)	*Ex ante*	15	12	12.9	10.8	10.4	8
	Ex post	15	7	2.9	6.5	n.d.	n.d.
Rentabilité sociale (%)	*Ex ante*	28	23.6	20.3	18.5	15.4	12.2
	Ex post	30	12	5	13.8	n.d.	n.d.

Source : Conseil Général des Ponts et Chaussées (2006), Annexe 1.

6. DÉTERMINANTS DE LA VIABILITÉ SOCIALE DE LA GRANDE VITESSE FERROVIAIRE

De Rus et Nombela (2007) et de Rus et Nash (2007) ont analysé les déterminants de la viabilité sociale de la grande vitesse ferroviaire et, plus particulièrement, le volume de trafic nécessaire pour atteindre le seuil de rentabilité dans plusieurs scénarios différents. Ils ont pour ce faire construit un modèle simple pour calculer les coûts d'investissement, les coûts d'exploitation et la valeur des gains de temps afférents à une nouvelle ligne isolée de 500 kilomètres parcourue par des volumes différents de trafic. Les coûts ont été estimés en partant de la base de données de l'UIC (Tableau 8) et en faisant

varier les gains de temps d'une demi-heure à une heure et demie et la valeur moyenne du temps de 15 à 30 euros par heure. Les autres hypothèses clés concernent la proportion du trafic induit et le taux d'augmentation du trafic.

Tableau 8. **Coûts estimatifs d'une ligne à grande vitesse européenne de 500km (2004)**

	Coût unitaire (milliers d'euros)	Unités	Coût total (millions d'euros)
Coûts d'investissement			
Construction des infrastructures (km)	12 000 – 40 000	500	6 000 – 20 000
Matériel roulant (trains)	15 000	40	600.0
Coûts d'exploitation annuels			
Entretien des infrastructures (km)	65	500	32.5
Entretien du matériel roulant (trains)	900	40	36.0
Énergie (trains)	892	40	35.7
Personnel	36	550	19.8

Source : de Rus et Nash (2007).

Le Tableau 9 indique le nombre de millions de voyageurs à transporter pendant la première année pour atteindre le seuil de rentabilité, en partant de l'hypothèse que ces voyageurs parcourent la ligne dans sa totalité et en faisant varier les autres facteurs. Il convient de souligner que l'augmentation de la valeur réelle du temps entraînée par la hausse des revenus ainsi que la croissance du trafic peuvent amplifier les avantages. Si la construction est exceptionnellement bon marché, le taux d'actualisation d'à peine 3 pour cent, la valeur des gains de temps très élevée, la proportion du trafic induit forte et l'augmentation des avantages appréciable, le trafic assurant l'atteinte du seuil de rentabilité peut tomber à 3 millions de voyageurs par an, mais il est douteux qu'un tel ensemble de conditions favorables aient jamais pu être réunies. Des coûts de construction montant à 30 millions par kilomètre porteront le volume de trafic nécessaire au niveau de 7 millions de voyageurs, tandis qu'une valeur des gains de temps moins généreuse le porterait au niveau plus normal de 4.5 millions de voyageurs, une moindre augmentation des avantages et plus faible proportion du trafic induit à 4.3 millions de voyageurs et un taux d'actualisation de 5 pour cent à 4.4 millions de voyageurs. Il apparaît donc que le coût de construction est le déterminant clé du volume de trafic à enregistrer pour atteindre le seuil de rentabilité et que l'impact de tous les autres facteurs est moindre. La combinaison de toutes les conditions défavorables ferait monter le volume de trafic nécessaire à 19.2 millions de voyageurs par

an et il est évidemment possible d'imaginer des scénarios encore plus catastrophiques. En revanche, un relèvement plus modeste des coûts d'investissement à 20 millions d'euros couplé à l'élévation de la valeur des gains de temps, un taux d'actualisation de 5 pour cent, une proportion de trafic induit de 30 pour cent et une augmentation annuelle des avantages de 3 pour cent ramène le volume de trafic nécessaire pour atteindre le seuil de rentabilité à 9 millions de voyageurs. Un tel chiffre est, dans des circonstances favorables, réaliste pour une ligne à grande vitesse entièrement nouvelle.

Tableau 9. **Volume de la demande (millions de voyageurs) nécessaire la première année pour atteindre le seuil de rentabilité dans diverses conditions**

Coût de construction (milliers GBP/km)	Taux d'intérêt (%)	Valeur des gains de temps (euros)	Proportion du trafic induit (%)	Taux d'augmentation des avantages (%)	Trafic seuil de rentabilité (millions de voyageurs)
12	3	45	50	4	3
12	3	30	50	4	4.5
30	3	45	50	4	7.1
12	3	45	30	3	4.3
12	5	45	50	4	4.4
30	5	30	30	3	19.2
20	5	45	30	3	8.8

Ces chiffres ne tiennent pas compte des avantages environnementaux nets, mais il a déjà été dit précédemment pourquoi il faut s'attendre à ce qu'ils soient minimes. Ils ne tiennent pas compte non plus des effets de réseau, en l'occurrence de la réduction de la congestion des trafics routier, aérien et même ferroviaire dont il sera question dans le chapitre suivant.

Le Tableau 8 montre que les coûts de construction varient considérablement d'un cas à l'autre, les plus bas étant espagnols et les plus élevés britanniques (Steer, Davis et Gleave, 2004). Ces différences, en partie inévitables, procèdent de l'inégalité entre autres des prix des terrains, bien que ceux-ci ne représentent généralement pas plus de 5 pour cent des coûts d'un projet de ligne à grande vitesse. Le forage des tunnels est l'un des principaux facteurs de coût et l'entrée dans les grandes villes coûte généralement aussi très cher. La ligne britannique à grande vitesse branchée sur le Tunnel sous la Manche est la plus chère à avoir jamais été construite et ce coût s'explique en grande partie par la longueur des tunnels qu'il a fallu forer jusqu'au terminal londonien pour répondre aux objections des défenseurs de l'environnement. Si ces coûts peuvent être évités, en reprenant par exemple des infrastructures ferroviaires sous-utilisées ou inutilisées, le bilan peut s'améliorer considérablement, même si des concessions s'avèrent nécessaires dans le domaine des vitesses (D'aucuns peuvent penser que de telles infrastructures ont peu de chance de se trouver à proximité des grandes villes, mais tel n'est pas nécessairement le cas : plusieurs villes britanniques disposent effectivement de telles infrastructures à la suite de l'abandon de certaines des lignes rivales installées par des compagnies concurrentes aux premiers temps de la mise en place du système ferroviaire).

7. EFFETS DE RÉSEAU

Laird, Mackie et Nellthorp (2005) démontrent que des effets de réseau peuvent se manifester dans le secteur des transports et engendrer, par le biais d'économies d'échelle, de gamme ou de densité, de congestibilité et d'externalités de consommation, des coûts et des avantages extérieurs au projet en cause. Il convient de se demander si ces avantages plaident en faveur de la grande vitesse ferroviaire.

Il reste à déterminer, après avoir établi que des effets de réseau s'exercent sur les infrastructures routières et aériennes, s'il s'en exerce aussi à l'intérieur du secteur ferroviaire. L'argumentation repose sur l'idée que le prolongement d'une ligne à grande vitesse va faire croître le trafic du tronçon prolongé tout en poussant les coûts unitaires à la baisse et les recettes ainsi que les avantages à la hausse et libérer de la capacité utilisable pour améliorer d'autres services voyageurs ou marchandises en débarrassant les lignes classiques des trains voyageurs rapides. Toutefois, l'équilibre financier de ces dernières peut être amoindri par le transfert de leur trafic le plus profitable.

Une étude britannique portant sur une panoplie d'itinéraires possibles, allant d'une ligne courte Londres–Birmingham (moins de 200 kilomètres) parcourue par des trains qui poursuivraient leur route sur des lignes classiques à une ligne qui, prolongeant la précédente, rejoindrait Édimbourg et Glasgow via Leeds et Newcastle, illustre le propos.

La Grande-Bretagne ne s'intéresse à la grande vitesse ferroviaire, en dehors de la liaison avec le Tunnel sous la Manche, que depuis 2002, année où Atkins a réalisé, en 2003, une étude pour la *Strategic Rail Authority*. L'étude d'Atkins s'inscrit dans un contexte de croissance rapide du trafic tant voyageurs que marchandises qui a débouché sur une congestion aiguë des services grandes lignes et des services de banlieue de Londres et une pénurie de capacités freinant la poursuite de la croissance du trafic marchandises. L'objectif premier était donc de décharger les lignes existantes et de rendre les services interurbains à la fois plus rapides et plus compétitifs. La généralité même du thème obligeait à multiplier les options à imaginer et étudier. Quelque 14 options ont donc été analysées en détail tournant toutes autour, d'une part, du choix à opérer entre une ligne unique qui se diviserait plus ou moins loin vers le Nord en deux branches desservant l'Est et l'Ouest du pays et deux lignes entièrement distinctes et, d'autre part, du point le plus septentrional à atteindre. Le point de départ évident ne pouvait qu'être une nouvelle ligne joignant Londres à la région densément peuplée des Midlands (dont le premier tronçon verrait passer pas moins de 12 trains par heure et par sens pendant une bonne partie de la journée en 2016). Les nouveaux tronçons qui viendraient s'y ajouter accueilleraient un trafic qui irait s'amenuisant plus on monterait vers le Nord, mais cet effet pourrait être contrebalancé par l'augmentation du trafic du cœur du réseau induite par ces prolongements. La géographie britannique a ceci de particulier que la plupart des grandes villes du pays pourraient être desservies par une seule ligne ou quelques courts embranchements d'une telle ligne.

Il avait été prévu que si elle était construite d'entrée de jeu dans sa totalité, la nouvelle ligne transporterait en 2015 près de 50 millions de voyageurs par an, dont la majorité n'en parcourraient toutefois qu'une partie. Ce chiffre particulièrement élevé s'explique par la densité de la population

britannique et le grand nombre de paires origine/destination que la ligne allait desservir. Ces 50 millions de voyageurs proviendraient pour deux tiers des services ferroviaires actuels, le tiers restant se partageant à parts presque égales entre les transferts d'autres modes et le trafic induit. Les transferts modaux devaient s'effectuer pour l'essentiel au détriment de la voiture et rester par contre, eu égard à l'impact exercé ailleurs par la grande vitesse ferroviaire sur le trafic aérien, étonnamment limités au départ de l'avion.

Les résultats de l'évaluation des deux options sont rassemblés dans le Tableau 10. L'option n° 1, en l'occurrence la ligne de Londres aux West Midlands qui semble bien être la première phase obligée de tout programme de déploiement de la grande vitesse ferroviaire en Grande-Bretagne, paraît se justifier pleinement en soi, mais l'option n° 8, celle du prolongement de la ligne jusqu'à Manchester sur la côte Ouest et jusqu'en Écosse sur la côte Est, s'avère elle aussi tout à fait justifiée. Il importe toutefois de se préoccuper aussi des questions de calendrier. L'étude montre que la construction immédiate de l'ensemble de la ligne Est, si elle est réalisable, l'option la meilleure.

Les recettes nettes couvrent plus ou moins les coûts d'exploitation des deux options, mais les coûts d'investissement ne peuvent se justifier que par les avantages non financiers et la libération de capacités. Quelque 75 pour cent des avantages non financiers procèdent des gains de temps et de la diminution de l'encombrement des trains, le reste étant à mettre à l'actif de la diminution de la congestion routière et des accidents. Les avantages environnementaux non quantifiés ont été jugés au total minimes. Il serait intéressant de savoir si des techniques de tarification en temps réel (*yield management*) plus sophistiquées que la structure tarifaire simple prise en compte dans le modèle permettraient de convertir une fraction plus importante des avantages des usagers en recettes. Des techniques de tarification en temps réel sont déjà utilisées pour d'autres services à grande vitesse, notamment les services Eurostar entre Londres, Paris et Bruxelles.

Tableau 10. **Évaluation des options n° 1 et 8 (milliards GBP d'aujourd'hui)**

	Option n° 1	Option n° 8
Recettes nettes	4.9	20.6
Avantages non financiers	22.7	64.6
Capacité libérée	2.0	4.8
Avantages totaux	29.6	89.8
Coûts d'investissement	8.6	27.7
Coûts nets d'exploitation	5.7	16.3
Coûts totaux	14.4	44.0
Valeur actualisée nette	15.3	45.7
Avantages/année	2.07	2.04

Source : Atkins (2003), rapport de synthèse, Addendum Tableau 2.1, après correction des erreurs.

Le Tableau 11 compare les coûts et les recettes unitaires. Les coûts d'investissement au kilomètre sont un peu plus élevés pour l'option ambitieuse que pour l'option n° 1 pour l'évidente raison que le nombre de trains circulant sur la ligne diminue au-delà de l'embranchement vers Birmingham (le nombre de trains par kilomètre de ligne tombe d'environ 300 par jour à près de 200 en passant de l'option n° 1 à l'option n° 8). La recette par train/km augmente toutefois elle aussi de façon sensible, même si le trafic est moins dense sur le prolongement de la ligne que sur sa partie initiale. La raison en est que la ligne la plus longue attire davantage de trafic et fait ainsi augmenter tant le prix moyen payé

que le taux d'occupation sur la première partie de la ligne. Le réseau le plus étendu génère donc des recettes qui couvrent une beaucoup plus grande fraction des coûts que celles du réseau le moins étendu.

Le Tableau 10 chiffre également la valeur estimative de l'amélioration des services et de l'augmentation du trafic que la construction de la nouvelle ligne à grande vitesse permet d'enregistrer sur les lignes existantes. Ces améliorations bénéficieront principalement au trafic de banlieue de Londres et au trafic marchandises auxquels les capacités risquent de faire défaut s'il n'en est pas construit de nouvelles. Ces avantages sont naturellement estimés couvrir une beaucoup plus grande partie des coûts d'investissement de l'option n° 1, qui dédouble la grande dorsale, très chargée, de la côte Ouest, que de ceux de sa prolongation vers le Nord.

Tableau 11. **Coûts et recettes unitaires**

Option	Lignes à grande vitesse (km en 2016)	Coûts d'investissement par train/km	Recette nette par train/km
1	55474	2.58	1.47
8	162067	2.85	2.12

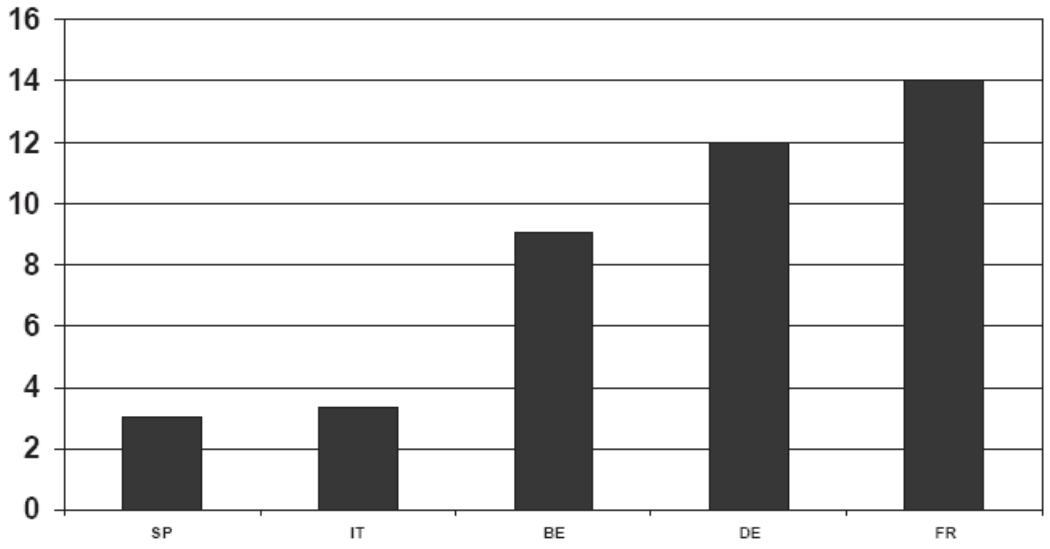
8. POLITIQUE TARIFAIRE

Dans la mesure où les lignes à grande vitesse sont construites sur financement public, le coût d'opportunité de ce financement devrait être considéré ou en requérant un rapport coût-bénéfice nettement supérieur à 1. Dans le cas d'un financement privé, celui-ci devra être rétribué, d'une manière évidente par des droits d'accès à l'infrastructure.

La méthode de financement de la grande vitesse ferroviaire peut également avoir une incidence déterminante sur les résultats. L'UIC (2008) observe que les redevances d'accès réclamées aux exploitants de trains varient dans de fortes proportions, mais absorbent de 25 à 45 pour cent des recettes des exploitants de trains à grande vitesse. Elles affectent donc fortement la position concurrentielle du rail par rapport aux autres modes.

La Figure 1 schématise les redevances d'accès dues par les trains à grande vitesse dans quelques pays.

Figure 1. **Redevances d'accès dues par les trains à grande vitesse (en euros/km de 2008)**



Source : FIT (2008), sur la base de la méthode CEMT (2005).

En Grande-Bretagne, les redevances, variables, d'accès aux voies sont calculées sur la base du coût marginal estimatif à court terme de l'usure. Elles se situent actuellement, pour un train pendulaire roulant à 200 km/h sur des voies classiques, au niveau de 14 pence par véhicule/mille, ce qui représente plus ou moins 1 euro par train/km ou 2 euros par 1 000 tonnes brutes/km. Ces chiffres sont issus d'un modèle d'imputation des coûts fondé sur des données d'ingénierie. La seule étude économétrique des coûts des infrastructures ferroviaires qui donne des chiffres distincts pour les services voyageurs à grande vitesse est l'étude française de Quinet et Gaudry (Gaudry et Quinet, 2003) qui chiffre la valeur à 2 euros par train/km pour les services à grande vitesse et autres services grandes lignes et à 3 euros par train/km pour les autres services voyageurs. Il faudrait y ajouter un montant faible de coûts externes et la où les infrastructures sont rares, une redevance de rareté plus importante devrait être levée. Il semble néanmoins que les redevances réclamées en Belgique, en Allemagne et surtout en France (ainsi que pour la traversée du Tunnel sous la Manche et sur la ligne vers Londres) pourraient excéder assez nettement le coût marginal, même s'il est calculé en tenant compte des coûts environnementaux.

Il va de soi que la tarification du rail au coût marginal social n'est optimale que si les modes concurrents sont soumis au même mode de tarification. Il pourrait ainsi se justifier de faire payer au rail moins que son coût marginal là où il est en concurrence avec l'aérien dans la mesure où les redevances aériennes ne prennent pas la capacité limitée des pistes et les coûts environnementaux convenablement en compte.

L'impact des redevances élevées d'accès aux voies pourrait être atténué par une tarification à la Ramsey-Boiteux (Ramsey, 1927 ; Boiteux, 1956), une tarification qui tend à relever les prix dans les segments du marché les moins sensibles au prix. Cette façon de faire est autorisée par la Directive (2001/14) de l'Union Européenne sur les redevances d'accès aux voies à la condition qu'il n'y ait pas de discrimination entre les opérateurs qui se disputent un même segment du marché.

Crozet (2007) calcule la valeur des droits supplémentaires optimaux en partant d'un prix d'équilibre des fonds publics égal à 1.3 (Crozet (2007). Pour le réseau français à grande vitesse, les droits supplémentaires optimaux oscilleraient entre 3.2 et le double, au maximum, du coût marginal pour des élasticités de 0.7 (sur Paris–Lyon) et 1.5 (sur Paris–Nice). Il s'en suit que même s'il est tenu compte du coût d'opportunité des capitaux publics, les redevances d'accès aux infrastructures des lignes à grande vitesse ne devraient pas excéder 6.4 euros par train/km dans l'hypothèse où le coût marginal des infrastructures de ces lignes ne dépasse pas 2 euros par train/km, l'élasticité par rapport aux prix est égale à 0.7 et il n'est pas prélevé de redevances environnementales (ce qui ne serait que normal en l'absence généralisée de redevances environnementales dans le transport aérien). L'impact de redevances élevées d'accès aux nouvelles lignes pourrait être encore plus problématique si la liberté d'accès aux lignes existantes est ouverte à la concurrence moyennant paiement de redevances beaucoup moins élevées.

Adler, Pels et Nash (2008) ont, en usant d'un modèle bâti sur la base de la théorie des jeux pour calculer des équilibres de Nash, analysé la concurrence qui pouvait s'exercer entre le train et l'avion dans plusieurs corridors du réseau transeuropéen où la construction de lignes à grande vitesse est en cours ou envisagée. Ils ont, ce faisant, posé en hypothèse qu'il y avait concurrence entre les compagnies aériennes bon marché et les compagnies classiques, mais pas de concurrence intramodale sur le rail.

Adler, Pels et Nash estiment qu'avec une redevance d'accès aux voies plafonnée à 2 euros par train/km, la grande vitesse ferroviaire est socialement parlant pleinement justifiée, même si un opérateur ferroviaire monopolistique soucieux de maximiser ses profits utilisait une partie des avantages pour relever ses prix plutôt que pour élargir sa part de marché (un système sophistiqué de tarification en temps réel permettrait cependant de faire les deux choses à la fois). Ils avancent aussi que les services cesseraient d'être rentables et deviendraient inexploitables sans aides, si les redevances d'accès passaient à 10 euros par train/km. Des redevances d'accès élevées font tomber la fréquence des services sous son niveau optimal et limitent, partant, les avantages.

Par ailleurs, un tarif binomial comprenant une redevance fixe pourrait aider à couvrir une large part des coûts de construction du réseau, mais une telle redevance pose problème si l'accès doit être ouvert à la concurrence. Quant à la contribution des nouveaux entrants à la redevance fixe, les ouvrages spécialisés apprennent que ces nouveaux entrants doivent payer la perte de rentabilité de l'opérateur en place (Baumol, 1983), mais ce genre de régime est difficile à gérer. Par ailleurs, un système de franchise, avec plafonnement des tarifs pratiqués, peut tout à la fois contribuer à la couverture des coûts fixes et tarifer l'accès aux voies au coût marginal. La contribution pourrait dans ce cas venir de la disposition du franchisé à payer pour la franchise.

9. CONCLUSION

La grande vitesse ferroviaire trouve ses principales chances de succès là où il faut renforcer les capacités ferroviaires et relever les vitesses commerciales. Il semble difficile de justifier la construction d'une nouvelle ligne par le seul relèvement de la vitesse si le volume du trafic n'est pas important, mais le coût marginal du relèvement de la vitesse peut se justifier si une nouvelle ligne doit en tout état de cause être construite, tandis qu'à l'inverse, les avantages procurés par le relèvement de

la vitesse peuvent aider à justifier un renforcement des capacités. Il ressort de ce qui précède que l'évaluation des projets de grande vitesse ferroviaire devra tenir compte aussi bien des capacités libérées au profit des services marchandises ainsi que des services voyageurs locaux et régionaux que de l'amélioration de la qualité des services assurés sur les lignes classiques. Il en ressort également que les perspectives de succès de la grande vitesse ferroviaire dépendent largement de la croissance économique future et de la poursuite de l'augmentation de la demande de transport de voyageurs et de marchandises à longue distance. Si la prolongation de la récession ou des contraintes environnementales devaient y faire obstacle, le nombre de nouvelles lignes à grande vitesse dont la construction pourrait se justifier serait beaucoup plus réduit que dans un scénario où les choses pourraient aller simplement leurs cours. La récession actuelle suffit déjà pour au moins retarder la construction de plusieurs nouvelles lignes, mais l'augmentation des dépenses publiques dans un but de relance de l'économie pourrait inverser la tendance.

Le train à grande vitesse concurrence plus efficacement l'avion que la voiture et les faits semblent démontrer la validité de la règle, souvent invoquée, des 3 heures de trajet en train (ces faits datent toutefois d'avant le renforcement des mesures de sécurité prises dans les aéroports et l'aggravation de leur congestion qui semblent avoir fait grimper le seuil à plus de 3 heures). Le train à grande vitesse peut espérer conquérir une partie importante des marchés aériens origine–destination là où il peut ramener ses temps de trajet près ou en dessous de la barre des 3 heures.

L'impact sur la congestion est le plus important des avantages indirects des investissements dans la grande vitesse ferroviaire. Il y a peu de chance toutefois que la réduction de la congestion routière puisse étayer très solidement le dossier de la grande vitesse ferroviaire, si ce n'est là où la congestion d'une grande partie de la route est permanente. La libération de capacités aéroportuaires par transfert de la clientèle des vols intérieurs vers le rail pourrait jouer un plus grand rôle là où les capacités sont rares et leur renforcement difficile, coûteux et dommageable à l'environnement, comme c'est le cas à Heathrow.

Les avantages environnementaux n'apporteront vraisemblablement pas grand chose à la cause de la grande vitesse ferroviaire, si tous les autres facteurs sont pris en compte, mais ils ne plaideront pas non plus en sa défaveur, si elle arrive à des taux d'occupation élevés et que la mise en place de ses infrastructures n'entraîne pas de dommages environnementaux excessifs. L'entrée dans les villes, qui pourrait obliger à choisir entre l'emprunt de voies classiques à vitesse réduite et le forage coûteux de tunnels, revêt dans ce contexte une importance capitale.

Le problème des avantages macroéconomiques est l'un des plus délicats à résoudre. Ces avantages pourraient être significatifs, mais varient à ce point d'un cas à l'autre que chacun de ces cas doit être étudié en détail.

Le volume du trafic voyageurs dont une nouvelle ligne à grande vitesse a besoin pour atteindre son seuil de rentabilité oscille, selon les hypothèses retenues par ailleurs, entre 3 et 17 millions au cours de la première année d'exploitation, mais il semble bien qu'il devra normalement, même dans des conditions favorables, se situer au niveau d'au moins 9 millions de voyageurs par an. S'il est vrai que toutes les lignes françaises à grande vitesse font beaucoup mieux que cela, il est vrai aussi que le trafic de certaines autres est beaucoup moins dense (la ligne Madrid–Séville a ainsi accueilli moins de 3 millions de voyageurs pendant sa deuxième année d'existence et en reste encore aujourd'hui à un niveau proche des 5 millions). Le déterminant le plus important du volume de trafic seuil est le coût d'investissement, un coût qui varie considérablement selon les circonstances.

Il importe d'être attentif aux effets de réseau. Les avantages d'une ligne à grande vitesse peuvent se maximiser en la traçant là où elle peut, en se prolongeant par des lignes classiques, desservir un

grand nombre de destinations, tandis que l'extension d'un réseau existant donne de meilleurs résultats que la construction de lignes isolées, parce qu'elle attire davantage de trafic vers le réseau dans son ensemble. Ceci ne peut évidemment s'envisager que si les lignes à grande vitesse et les lignes classiques sont techniquement compatibles.

Remerciements

L'auteur tient à remercier MM. Peter Mackie, Stephen Perkins, Émile Quinet, Gines de Rus et Tom Worsley pour les observations utiles qu'ils ont formulées au sujet d'une version antérieure du présent document. Il endosse évidemment seul la responsabilité de la version finale de ce texte.

BIBLIOGRAPHIE

Adler, Pels et Nash (2008) *High speed rail and air competition: game engineering as a tool for cost-benefit analysis*. Document non publié du projet FUNDING.

Atkins (2003) *High Speed Line Study*, Londres.

Baumol WJ (1983) "*Some Subtle Issues in Railroad Deregulation*", International Journal of Transport Economics, Vol 10, pp 341–355.

Boiteux M (1956) "*Sur la gestion des monopoles publics astreints à l'équilibre budgétaire*", Econometrica 24, pp. 22-40, publié en anglais sous le titre de "*On the management of public monopolies subject to budgetary constraints*", Journal of Economic Theory 3, pp. 219-240.

Bonnafous A (1987): "*The Regional Impact of the TGV*". Transportation Vol 14 pp 127-137.

Brocker J *et al*. (2004) IASON deliverable 6.

CE Delft (2003) To shift or not to shift, that's the question. The environmental performance of the principal modes of freight and passenger transport in the policymaking context. Delft.

Campos J et Gagnepain P (2007) *Measuring Equation Chapter 1 Section 1the intermodal effects of high speed rail*. Unpublished, Université de la Grande Canarie.

CEMT (2005) *Réforme ferroviaire et tarification de l'usage des infrastructures. Rapport et recommandations*. CEMT, Paris.

Commission des Communités Européennes (1990) *The European High Speed Rail Network*. Rapport du groupe à haut niveau, Bruxelles.

Communité des chemins de fer européens (1989) *Proposals for a European High Speed Network*. Paris.

Conseil Général des Ponts et Chaussées (2006) *Les Bilans LOTI des LGV Nord Europe et Interconnexion Ile de France* (consultable sur www.rff.fr).

COST318 (1998) *Interaction between High Speed Rail and Air Passenger Transport: Commission Européenne* : Direction générale des transports.

Crozet Y (2007) "*Infrastructure charging within the French railways sector: a new challenge*". Presented at the "11th World Conference on Transportation Research". Berkeley, juin 2007.

de Rus G et Inglada V (1997) *Cost-benefit analysis of the high-speed train in Spain*. The Annals of Regional Science 31 175-188.

de Rus et Nash (2007) *In what circumstances is investment in HSR worthwhile?* Dans G. de Rus, ed. Economic Analysis of high Speed Rail in Europe, Fundacion BBVA, Madrid.

de Rus G et Nombela G (2007) *Is investment in high speed rail socially profitable?* Journal of Transport Economics and Policy 41(1) 3-23.

Gaudry M et Quinet E (2003) "*Rail track wear-and-tear costs by traffic class in France*", Université de Montréal, Publication AJD-66.

Gibson S, Cooper G et Ball B (2002), "*Capacity charges on the UK rail network*", Journal of Transport Economics and Policy, 36, 2, 341-354.

GRACE (2005) *Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation*. European Commission project under the Transport RTD of the 7th Framework Programme, Institute for Transport Studies, Université de Leeds.

Graham D J (2005) *Wider Economic Benefits of Transport Improvements: Link Between Agglomeration and Productivity*. Imperial College, Londres.

Hensher D A (1977) *Value of Business Travel Time*. Pergamon Press, Oxford.

Ishikawa et Imashiro (1998) *The Privatisation of Japanese National Railways*. Athlone, Londres.

INFRAS/IWW (2004) *External Costs of Transport: Update study*. Final Report, Zurich/Karlsruhe.

Forum International des Transports, *Charges for the Use of Rail Infrastructure* (2008) Paris.

Kroes E (2000) *Air-Rail Substitution in the Netherlands*. Hague Consulting Group.

Laird JJ, Nellthorp J, Mackie PJ (2005) *Network effects and total economic impact in transport appraisal*. Transport Policy 12, pp.537-544.

Marks P, Fowkes AS, Nash CA (1986) *Valuing Long Distance Business Travel Time Savings for Evaluation: A Methodological Review and Application.* PTRC Summer Annual Meeting.

Oosterhaven J et Elhorst JP (2003) *Indirect economic benefits of transport infrastructure investments*. In Dullaert *et al , Across the border: building on a quarter century of transport research in the Benelux*. Anvers, de Boeck.

Ramsey F (1927) "*A contribution to the theory of taxation*", Economic Journal 37/1.

SACTRA (Standing Advisory Committee on Trunk Road Investment) (1999) Transport and the Economy, Londres.

SDG (2004) *High Speed Rail: International Comparisons, Final report*. Commission for Integrated Transport.

SDG (2006) *Air and Rail Competition and Complementarity. Final report*. Commission Européenne, DGTREN.

Union Internationale des Chemins de Fer (2008) *High speed rail. Fast track to sustainable mobility*. UIC, Paris.

Union Internationale des Chemins de Fer (2008) *Infrastructure Charges for High Performance Passenger Services in Europe*. UIC, Paris.

Vickerman R (2009) *Indirect and wider economic impacts of high speed rail*. Dans G. de Rus, ed. Economic Analysis of high Speed Rail in Europe, Fundacion BBVA, Madrid.

Wardman M (2001) "*A review of British evidence on Time and Service Quality*". Transportation Research E, Vol 37, No 2 pp 107-128.

Whitelegg J *et al*. (1993) *High Speed Trains _ Fast Tracks to the Future*. Leading Edge publications in association with Stockholm School of Economics, Hawes.

Wilken D (2000) *Areas and Limits of Competition between High Speed Rail and Air*. Rapport présenté au Think-Up Project Workshop, Dresde.

TRANSPORTS INTERURBAINS À GRANDE VITESSE AU JAPON
-- PASSÉ, PRÉSENT ET AVENIR --

par

Katsuhiro YAMAGUCHI
Kiyoshi YAMASAKI

Faculté des Sciences Politiques
Université de Tokyo
Japon

SOMMAIRE

RÉSUMÉ 173

1. INTRODUCTION 173

2. ÉVOLUTION DU TRANSPORT INTERURBAIN À GRANDE VITESSE AU JAPON 174

3. CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME DE TRANSPORT INTERURBAIN À GRANDE VITESSE 187

4. ANALYSE PAR SIMULATION DU FUTUR SYSTÈME DE TRANSPORT INTERURBAIN À GRANDE ET TRÈS GRANDE VITESSE *(MAGLEV)* 191

5. CONCLUSION 200

NOTES 202

BIBLIOGRAPHIE 203

ANNEXE : ESTIMATION DES PARAMÈTRES POUR LES MODÈLES DE DISTRIBUTION DES DÉPLACEMENTS ET DE RÉPARTITION MODALE 204

RÉSUMÉ

L'entrée en service du Shinkansen, en 1964, a marqué l'avènement d'un réseau unique de transport interurbain au Japon qui mariait le développement de la grande vitesse ferroviaire avec celui du transport aérien et a conduit à asseoir le choix du mode sur les prix et la vitesse. Le train à grande vitesse de la nouvelle génération, en l'occurrence le train à sustentation magnétique, se pointe aujourd'hui à l'horizon. Une analyse par simulation réalisée à l'aide d'un modèle logit spatial dynamique imbriqué a permis de cerner tout l'impact de cette nouvelle technologie. Elle révèle que l'axe Tokyo–Nagoya–Osaka offre de réelles perspectives à un train à très grande vitesse à sustentation magnétique (Super-express Maglev), mais que les avantages nets qu'il générerait n'excéderaient ses coûts nets que si le Japon enregistrait une croissance de 2 à 3 pour cent par an pendant les 65 prochaines années. Le marché du transport aérien devrait, dans une telle conjoncture, continuer à s'élargir lui aussi en dépit de la forte concurrence du système Shinkansen/Maglev. Il convient aussi de s'intéresser à l'effet réducteur exercé par la sustentation magnétique sur le réchauffement de la planète. La sustentation magnétique génère trois fois moins d'émissions de CO_2 que le transport aérien, mais l'irruption du Super-express Maglev sur le marché des transports interurbains ferait aussi venir à lui des clients du Shinkansen dont l'intensité d'émission de CO_2 est cinq fois moins élevée. L'analyse par simulation montre même que l'exploitation des Super-express Maglev ferait augmenter les émissions totales de CO_2 produites par les transports interurbains à grande vitesse. Les producteurs d'énergie pourraient tempérer l'augmentation totale des émissions de CO_2 produites par les consommateurs d'électricité, y compris les Super-express Maglev, en réduisant la teneur en CO_2 de l'électricité qu'ils produisent, ce qu'ils peuvent faire en utilisant davantage d'énergie nucléaire. Une évaluation plus approfondie de l'impact possible des contraintes de capacité pesant sur le réseau existant (cette étude sort du cadre du présent rapport) permettrait de mieux cerner l'avenir du système de transport interurbain à grande vitesse.

1. INTRODUCTION

L'augmentation de la valeur du temps dans les sociétés modernes a propulsé la grande vitesse ferroviaire et le transport aérien au premier plan dans les transports interurbains d'aujourd'hui. L'entrée en service du Shinkansen en 1964 au Japon a révélé au grand jour le rôle important que la grande vitesse ferroviaire pouvait jouer dans les transports interurbains. L'ICE, en 1991, et le TGV, en 1993, ont ouvert une nouvelle ère en Europe, tandis que la Corée du Sud d'abord et la Chine ensuite ont mis leur propre réseau en place dès les premiers jours du 21ème siècle. Le Président des États-Unis a quant à lui exposé sa vision de la grande vitesse ferroviaire cette année.

A la différence des États-Unis où le transport aérien domine depuis longtemps le monde du transport interurbain, le transport aérien et le Shinkansen se sont développés en parallèle au Japon. La libéralisation et le développement des infrastructures ont permis au Japon de se doter d'un vaste réseau de transport aérien desservant les segments du marché inaccessibles au Shinkansen. Ces deux modes de transport, à savoir l'avion et le train à grande vitesse, ont doté le Japon d'un système moderne de transport interurbain qui se distingue par la concurrence intense que ces deux modes se livrent.

L'avenir semble promettre l'entrée en scène d'une nouvelle technologie de transport à grande vitesse, à savoir la sustentation magnétique. Un programme de mise en place d'une ligne à sustentation magnétique reliant Tokyo à Nagoya à partir de 2025 ayant été publié récemment, il est nécessaire de réfléchir dès maintenant à l'avènement d'un nouveau système trimodal de transport interurbain à grande vitesse.

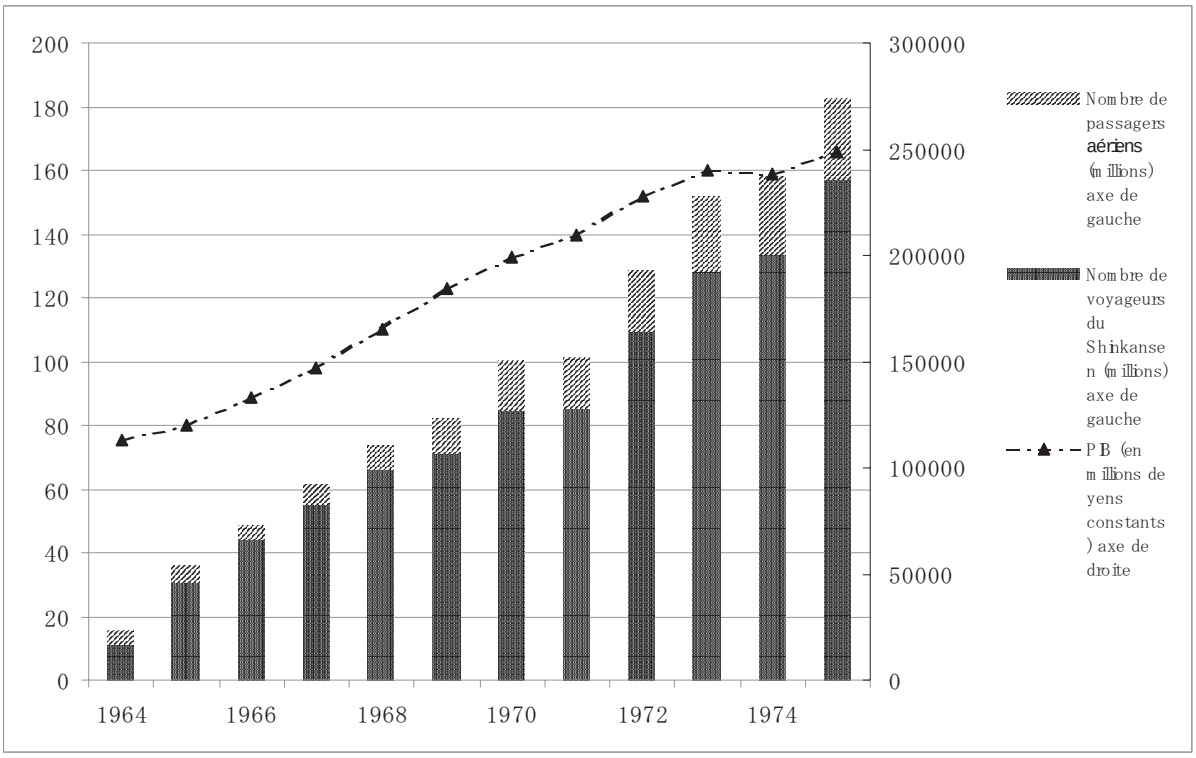
Le présent rapport retrace l'évolution de la grande vitesse ferroviaire et du transport aérien au Japon et tente d'imaginer ce que à quoi le transport interurbain de demain pourrait ressembler. Il passe en revue tout un ensemble de données statistiques relatives au transport dans le but de cerner les caractéristiques de ces modes de transport et tente d'évaluer, en usant d'un modèle logit spatial dynamique imbriqué, l'impact national du Super-express Maglev.

2. ÉVOLUTION DU TRANSPORT INTERURBAIN À GRANDE VITESSE AU JAPON

2.1. Période 1960–1970

En octobre 1964, époque où les trains ne dépassaient pas les 120 km/heure, le Shinkansen a fait figure, avec ses 210 km/heure de vitesse de pointe, de super-express qui a fait du rêve une réalité. Le premier train à grande vitesse a ramené les sept heures nécessaires jusque là pour parcourir les 550 kilomètres qui séparent Tokyo d'Osaka à quatre heures et dix minutes. Le service était assuré au départ par dix super-express « Hikari » qui ne s'arrêtaient qu'à Nagoya et Kyoto et dix express « Kodama » qui s'arrêtaient encore dans d'autres gares. Les premiers trains composés de douze voitures pouvaient accueillir 987 voyageurs. La capacité de transport par chemin de fer entre Tokyo et Nagoya a augmenté de 42 pour cent, alors même que celle des trains rapides circulant sur le réseau existant se réduisait de plus de 30 pour cent. Un relèvement de la vitesse maximale a permis de ramener la durée du trajet Tokyo–Osaka à trois heures et dix minutes l'année suivante et de faire passer le nombre de rotations à 55 par jour. Le prix du billet Tokyo–Osaka en Hikari s'élevait à 2 480 yens. En six mois, le Shinkansen a ainsi pu transporter 11 millions de voyageurs en attirant, grâce à ses prix et sa vitesse, une forte clientèle d'hommes d'affaires. La Figure 1 montre que le Shinkansen transporte 85 millions de voyageurs par an depuis 1970.

Figure 1. **Demande de transport par air et par Shinkansen en voyageurs/kilomètre (1964-1975)**



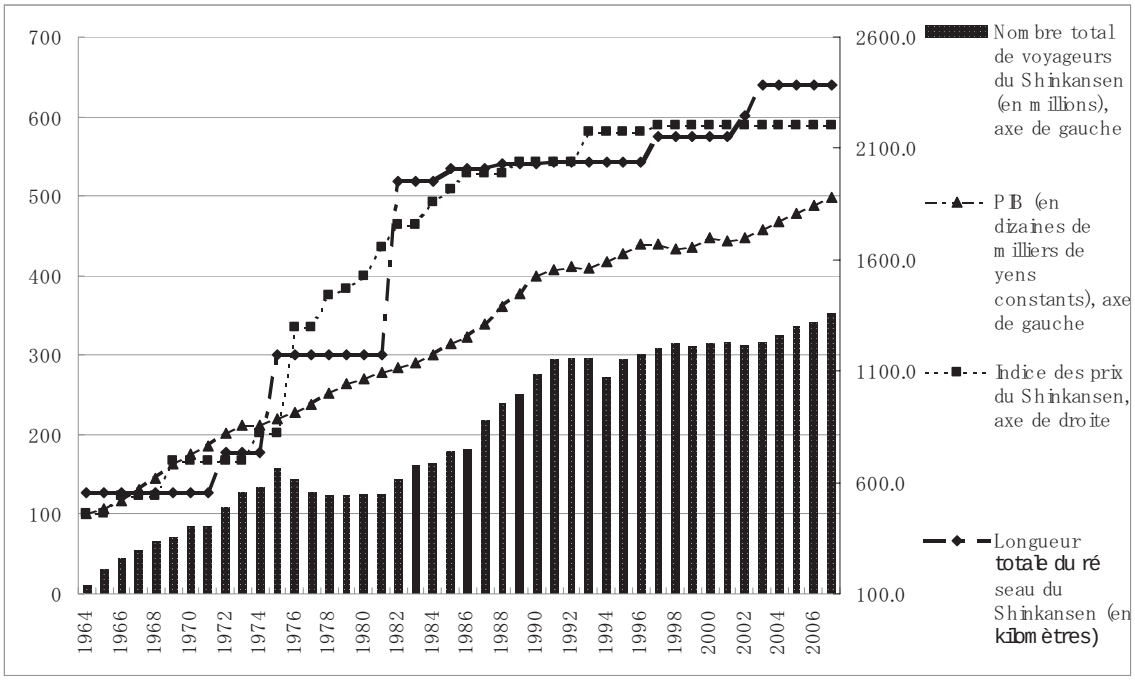
La compagnie aérienne nationale Japan Air Lines (JAL) devait au départ desservir les lignes internationales et les grandes lignes intérieures, en l'occurrence les lignes entre Tokyo, Osaka, Sapporo, Fukuoka et Okinawa, les lignes intérieures de moindre importance étant attribuées à d'autres compagnies. L'augmentation de la demande et l'âpreté de la concurrence entre les compagnies aériennes appelaient toutefois à la mise en place d'un nouveau cadre propre à assurer la loyauté de la concurrence et un développement harmonieux du marché. Les recommandations formulées par le Conseil de la politique des transports du Ministère des Transports[1] en 1970 et le décret ministériel de 1972 ont tracé les contours du régime auquel le transport aérien allait désormais être soumis au Japon. Dans ce régime dit « 45/47 »[2], JAL exploite les lignes internationales et les grandes lignes intérieures, All Nippon Airways (ANA) quelques grandes lignes et des lignes locales intérieures et Toa Domestic Airlines (TDA)[3] des lignes locales intérieures. Ce régime a régi les activités des compagnies aériennes japonaises jusqu'au milieu des années 80.

Quand le Shinkansen a commencé à rouler en 1964, le transport aérien mettait ses premiers avions à réaction en service. Le premier de ces avions à voler sur des lignes intérieures, un Conveyer 880, a volé entre Tokyo et Osaka en 1961. Des Boeing 727 et des DC8 sont venus compléter la flotte des compagnies aériennes japonaises à partir de 1964. La ligne Tokyo–Osaka était cependant encore desservie par des turbopropulseurs au moment où le Shinkansen a fait ses premiers tours de roue. À cette époque, les avions volaient sur les lignes intérieures à une vitesse moyenne de 333 km/h et il leur fallait 1 heure 45 minutes pour aller de Tokyo à Osaka. Au cours de ses six premiers mois d'exploitation, le Shinkansen a enlevé 3.6 millions de passagers, soit 14 pour cent de sa clientèle, à l'avion. Malgré ce succès spectaculaire du Shinkansen, le transport aérien a considérablement progressé pendant les années suivantes jusqu'à transporter plus de 15 millions de passagers par an à partir des années 70.

2.2. Période 1970–1990

Le Shinkansen a atteint Okayama, à 150 kilomètres à l'Ouest d'Osaka, en 1972 et Hakata dans le Nord de Kyushu, à 644 kilomètres d'Osaka, en 1975. Son réseau se composait alors des 553 kilomètres de la ligne de Tokaido et des 644 kilomètres de la ligne de Sanyo. Sa fréquentation a augmenté de 15 pour cent par an entre 1965 et 1975, année où il a transporté 157 millions de voyageurs.

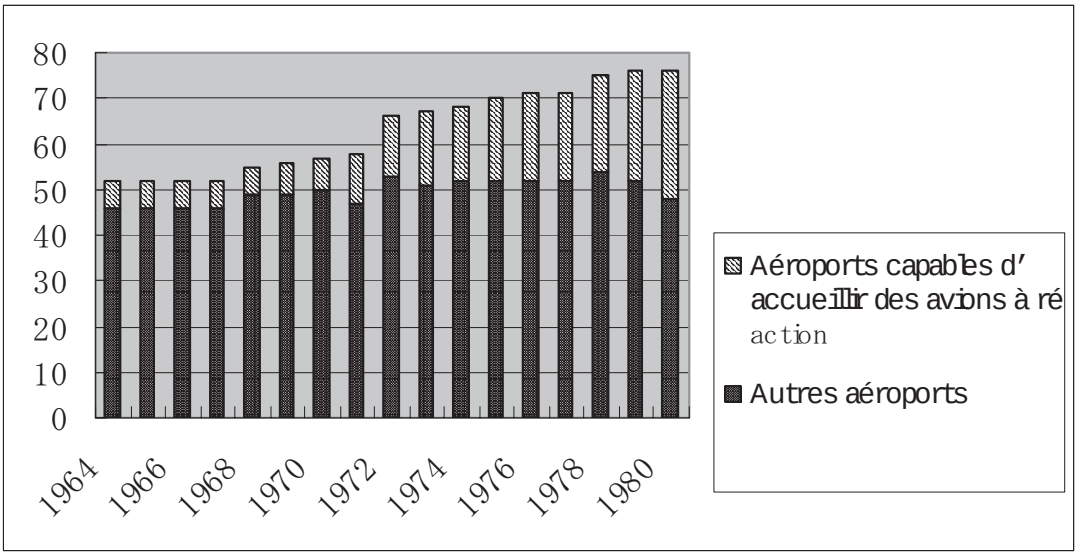
Figure 2. **Histoire, en chiffres, du Shinkansen (1964–2007)**



La demande du Shinkansen a toutefois commencé à décroître les années suivantes. Le ralentissement de l'activité entraîné par le réajustement des taux de change décidé en 1971 et la crise pétrolière de 1973 n'a fait qu'ajouter au poids de l'énorme déficit que la société nationale des chemins de fer (JNR) creusait au fil des ans. La JNR assume en principe la charge des investissements, de l'entretien et de l'exploitation. La motorisation rapide des transports urbains et régionaux a plongé la JNR dans des difficultés financières très sérieuses que le développement du réseau ferré en zone rurale n'a fait qu'aggraver. Le déficit cumulé de la JNR est passé de 83 milliards de yens en 1965 à 678 milliards de yens en 1975 et n'a pas cessé d'augmenter à un rythme effréné depuis lors. L'État et la JNR ont tenté de combler ce gouffre financier en relevant les tarifs : l'aller simple Tokyo–Osaka en Shinkansen est passé des 2 480 yens initiaux à 5 050 yens en 1974 et 10 800 yens en 1981, c'est-à-dire a quadruplé en 17 ans. Les tarifs de la JPC ont donc augmenté plus vite que l'IPC et que les tarifs aériens qui se sont en effet multipliés par respectivement 2.7 et 2.3 au cours de la même période. Les tarifs des chemins de fer ont continué à augmenter jusqu'à la privatisation de la JNR en 1987, date à laquelle il fallait débourser 13 100 yens pour aller de Tokyo à Osaka en Shinkansen. La Figure 2 illustre l'effet de cette hausse des tarifs.

La demande de transport aérien s'est également ralentie pendant la fin des années 70, mais ce recul est moins prononcé que celui du Shinkansen. Les compagnies aériennes se sont rapidement mises à exploiter des avions à réaction plus rapides et plus grands que les avions à turbopropulseurs. La Figure 3 montre que le nombre d'aéroports capables de recevoir des avions à réaction est passé de 6 en 1965 à 28 en 1980.

Figure 3. **Évolution du nombre d'aéroports classés par catégories (1964–1980)**



L'État a construit, et financé à 100 pour cent, des aéroports internationaux de première catégorie à Tokyo et Osaka[4]. Il possède et exploite par ailleurs deux aéroports de seconde catégorie à Sapporo et Fukuoka financés à hauteur des deux tiers par l'État et d'un tiers par les collectivités locales. Les autorités locales ont également construit, avec intervention de l'État à hauteur de 50 pour cent dans les coûts d'investissement, et gèrent plusieurs aéroports de troisième catégorie. Le premier volet du plan quinquennal de construction d'aéroports a été adopté en 1967. En 1970, l'État a créé un Fonds spécial pour le développement des aéroports qu'il a chargé de construire et exploiter des aéroports de première et seconde catégories et de subventionner les aéroports de troisième catégorie. Ce Fonds spécial est alimenté à hauteur de 70 à 80 pour cent par le produit des droits d'atterrissage et 11 treizièmes du produit de la taxe sur le carburéacteur due sur les vols intérieurs reversés par le budget de l'État, le reste étant couvert par des crédits budgétaires généraux et des contributions versées par les collectivités locales gestionnaires d'aéroports de seconde catégorie. Pendant les années 80, l'État a injecté de l'argent dans le Fonds spécial pour le développement des aéroports, afin de financer d'importants investissements effectués dans l'aéroport de Haneda. En 1966, l'État a créé l'agence pour le nouvel aéroport international de Tokyo (Narita). Ce nouvel aéroport est entré en acticité en 1978, après douze années de difficultés. Les vols internationaux ont alors été transférés de Haneda vers Narita et ont libéré ainsi des capacités utilisables pour absorber une demande inexploitée sur le marché du transport aérien intérieur.

Le Japon a commencé à émerger de ses difficultés économiques et le marché du transport aérien tant international qu'intérieur à progresser au cours des années 80. En 1985, le Conseil pour la politique des transports a remanié le régime 45/47 et recommandé à l'État d'opter pour une politique d'ouverture à la concurrence. Les lignes à fort trafic sont devenues accessibles à plusieurs compagnies

différentes. Le Ministère des Transports a fixé les niveaux de la demande à partir desquels l'accès était ouvert à deux ou trois compagnies différentes et les a baissés en 1992 et en 1996, afin de débrider encore davantage le jeu de la concurrence. La notion même de niveau seuil a été jetée aux oubliettes en 1997 et toutes les lignes sont désormais accessibles, quel que soit le volume de leur trafic, à un nombre illimité de compagnies. Il s'en suit que le rapport du nombre de sièges disponibles sur les lignes desservies par plusieurs compagnies au nombre total de sièges disponibles sur le marché du transport aérien intérieur est passé de 53 pour cent en 1985 à 80 pour cent en 1999. La nouvelle politique du transport aérien adoptée en 1985 a privatisé JAL et autorisé d'autres compagnies que la JAL à exploiter des lignes internationales.

Les tarifs aériens intérieurs étaient calculés sur la base des coûts. Quand les compagnies demandaient à relever leurs tarifs pour compenser l'inflation ou une hausse du prix du carburant, l'État faisait recalculer leur coût global d'exploitation et ne les autorisait à relever leurs tarifs que dans une mesure proportionnelle au niveau auquel une exploitation efficiente porterait ce coût global. Cette formule de « proportionnalité par rapport au coût global » est commune à toutes les entreprises publiques.

2.3. Période d'après 1990

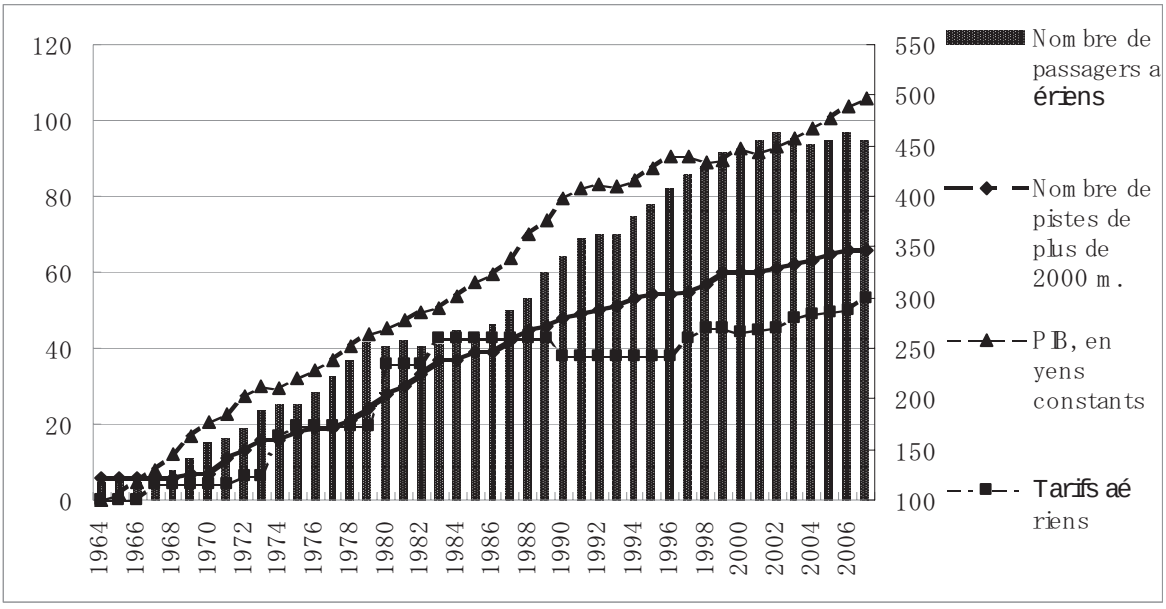
2.3.1. Libéralisation du marché du transport aérien

L'éclatement de la « bulle économique » a plongé l'économie japonaise dans la récession et les prix ont même commencé à diminuer au début des années 90. L'ouverture de l'aéroport international de Kansai en 1994 aurait sans doute été fêté plus dignement s'il n'y avait pas eu cette grande dépression. Le secteur privé s'est trouvé mis en difficulté par la contraction de la demande et la chute des prix, mais les entreprises publiques, notamment celles du secteur des transports, ont tenté de répercuter leurs surcoûts sur les consommateurs en relevant leurs tarifs. Les protestations véhémentes soulevées depuis 1994 par les hausses des tarifs des entreprises publiques ont mis la réforme du régime de fonctionnement de ces entreprises à l'ordre du jour des autorités politiques. La fixation des tarifs aériens a été libéralisée et les compagnies peuvent désormais obtenir l'homologation automatique de leurs tarifs dans une zone spécifique. Le nouveau régime tarifaire qui leur est applicable leur offre une réelle flexibilité, puisqu'elles peuvent faire varier leurs tarifs d'une saison et d'un vol à l'autre. Les demandes introduites par les compagnies dans le cadre du nouveau régime à partir de 1996 ont toutes été approuvées. Les compagnies en place ont profité de ce nouveau régime pour faire coïncider le relèvement de leurs tarifs ordinaires sur leurs grandes lignes avec l'octroi de diverses réductions pour, par exemple, réservation de sièges à l'avance ou fréquentation assidue de leurs vols. Malgré ces diverses réductions, le relèvement des tarifs ordinaires valables pour des grandes lignes telles que Tokyo–Fukuoka ou Tokyo–Sapporo a soulevé une vague de protestations dans les régions de Fukuoka et Sapporo.

Cette situation a ouvert des perspectives aux candidats à la création de nouvelles compagnies aériennes. Les travaux de renforcement des capacités de l'aéroport surencombré d'Haneda allaient bon train et la mise en service d'une nouvelle piste en mars 1997 a permis d'y ouvrir 40 créneaux supplémentaires d'atterrissage par jour. Ces créneaux ont été attribués aux compagnies en deux phases, la première en juillet 1997 et la seconde en avril 1998. Les deux premières des six nouvelles compagnies aériennes en instance de création à l'époque ont vu le jour en septembre 1998 (Skymark Airlines sur Tokyo-Fukuoka) et décembre 1998 (AIR DO : Hokkaido International Airlines sur Tokyo-Sapporo). Abstraction faite des filiales des trois grandes compagnies, il s'agissait bien là des premières vraies nouvelles compagnies depuis 35 ans. Skymark et AIR DO ont, à leurs débuts,

pratiqué des tarifs de loin inférieurs, de respectivement 50 et 36 pour cent en fait, à ceux des compagnies en place. Ces tarifs bon marché très appréciés ont contribué à pousser leur taux de remplissage à 80 pour cent, alors que les compagnies en place devaient composer avec un recul brutal de leur fréquentation. Sur les grandes lignes lucratives à forte clientèle d'hommes d'affaires, les compagnies en place se sont alors mises à offrir des réductions sur leurs vols partant immédiatement avant ou après ceux des nouvelles compagnies et à dynamiser leurs programmes de fidélisation. Ces contre-mesures se sont révélées efficaces et les compagnies en place ont pu ramener en un an leur demande à son niveau antérieur dès mars 1999. Le renforcement de la concurrence a fait augmenter le nombre annuel de passagers de 16.3 pour cent sur la ligne Tokyo–Fukuoka et de 9.4 pour cent sur la ligne Tokyo–Sapporo. L'attribution proconcurrentielle des créneaux dans les aéroports encombrés, notamment celui de Haneda, constitue depuis lors une des préoccupations majeures du Ministère des Transports. La nouvelle politique menée en la matière prévoit que cette attribution doit être revue tous les cinq ans. La Figure 4, qui illustre l'évolution du transport aérien, montre que malgré la stagnation économique du milieu des années 90, le trafic aérien a augmenté légèrement grâce à l'effet dopant exercé par la dérégulation sur le marché.

Figure 4. **Évolution des transports aériens (1964–2007)**



Le Japon a déréglementé son secteur des transports par étapes. En décembre 1996, le Ministère des Transports a décidé, pour accélérer la déréglementation du secteur dans son entier et promouvoir la réforme administrative, de mettre fin au régime d'adaptation de l'offre à la demande dans tout le secteur dès la fin du siècle. Se fondant sur le rapport d'avril 1998 du Conseil pour la politique des transports, le Japon a complètement libéralisé le marché du transport aérien, en renforçant cependant les règles qui régissent les services essentiels de desserte des îles éloignées et l'attribution des créneaux dans les aéroports encombrés. Les mesures nécessaires de libéralisation ayant été prises, la nouvelle loi sur l'aviation civile mise en œuvre en février 2000 met fin au régime d'adaptation de l'offre à la demande, supprime l'obligation d'obtention d'une licence par ligne, déréglemente la fixation des tarifs qui ne doivent plus qu'être notifiés au lieu d'être approuvés et oblige à revoir tous les cinq ans l'attribution des créneaux dans les aéroports encombrés sur la base de critères prédéfinis.

Yamaguchi (2005) a calculé que la déréglementation du transport aérien, d'une part, et les investissements publics réalisés dans le secteur, d'autre part, ont majoré la rente du consommateur au total de respectivement 1.2 et 3.5 trillions de yens entre 1980 et 1998.

2.3.2. Réforme de la JNR et Shinkansen

L'année au cours de la laquelle le Shinkansen a fait ses premiers tours de roue est aussi celle où les très graves problèmes financiers de la JNR ont éclaté au grand jour. La JNR a annoncé son premier déficit d'exploitation en 1964 et ce déficit n'a pas cessé de se creuser ensuite. Les réserves accumulées par le passé étaient épuisées dès 1966 et le déficit net a alors commencé à augmenter. En 1971, la JNR a fait état d'une perte d'exploitation avant amortissement. Les tarifs augmentaient presque d'année en année et les aides publiques sont montées à 6.6 trillions de yens au total, mais la dette à long terme a malgré cela atteint les 37.1 trillions de yens, dont 15.5 trillions de yens de pertes cumulées. En 1987, l'État a mis fin à la crise financière de la JNR en la privatisant dans les conditions suivantes :

- division de la JNR en six sociétés régionales de transport de voyageurs et une société de transport de marchandises ;

- transfert des services à grande vitesse à une entité publique spécialisée qui en concédera l'exploitation aux sociétés issues de la privatisation ;

- transfert de 11.6 des 37.1 trillions de yens de la dette à long terme aux principales sociétés issues de la privatisation, les 25.5 trillions de yens restants étant pris encharge par une entité publique spécialisée.

La société des transports ferroviaires de l'Est a été introduite en bourse en 1993, suivie peu après par celle de l'Ouest en 1996 et celle du centre en 1997. Ces trois sociétés ont racheté les actifs, satellisés en 1989 dans le cadre de la réforme de la JNR, du Shinkansen en 1991. Le problème des 25.5 millions de dette à long terme pris en charge par l'entité publique spécialisée a été réglé de façon définitive en 1998.

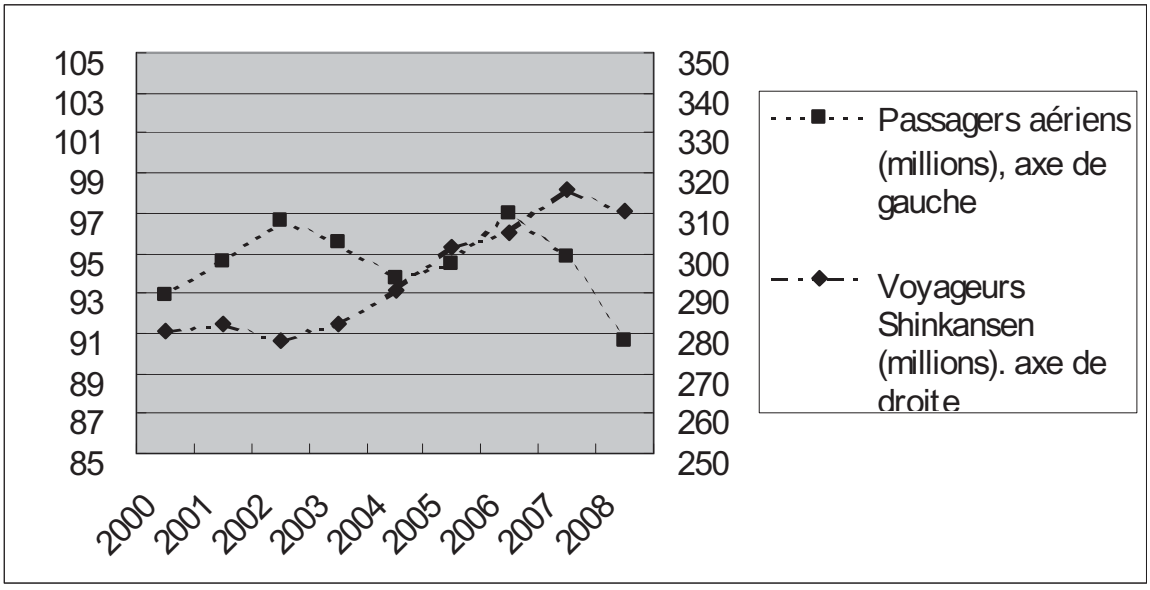
Une loi imposant l'établissement d'un plan national de développement du réseau à grande vitesse a été adoptée en 1970. Le plan arrêté en 1973 prévoit d'étendre le réseau vers le Nord jusqu'à Sapporo, dans le Hokkaido, et vers le Sud jusqu'à Kagoshima, dans le Kyushu, et de construire une nouvelle ligne à grande vitesse joignant Tokyo à Osaka via Nagano et Toyama. Comme le surinvestissement était une des principales causes des difficultés financières de la JNR, le système de financement de ces nouvelles lignes à grande vitesse visait essentiellement à empêcher les mêmes causes d'avoir les mêmes effets. Le système mis en place en 1989 pour assurer le financement du premier prolongement du réseau jusqu'à Nagano en met 50 pour cent à la charge de la société en cause, 35 pour cent à la charge de l'État et 15 pour cent à la charge des collectivités locales. Ce régime de financement a été revu en 1996 dans un sens tel que l'opérateur ne doit aujourd'hui plus assumer la charge des coûts d'investissement qu'en proportion des bénéfices qu'il peut en tirer, le reste étant couvert par l'État (2/3) et les collectivités locales (1/3).

2.4. Vers l'avenir

2.4.1. Shinkansen et transport aérien

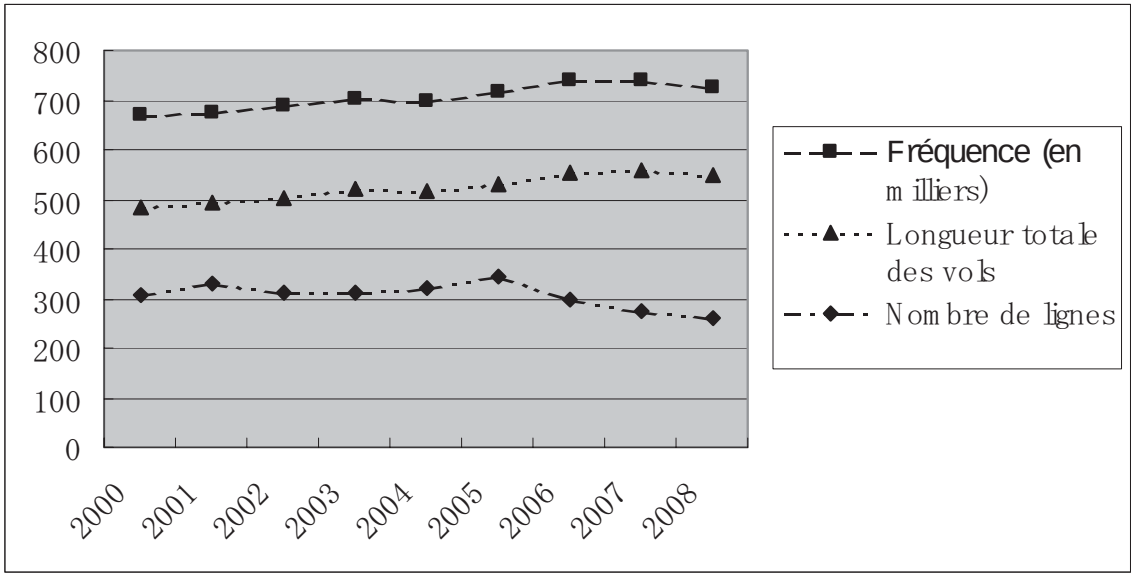
Le Shinkansen n'a pas cessé de voir sa demande augmenter au tournant du siècle et sa relation de complémentarité avec le transport aérien ne s'est pas démentie ces dernières années. La Figure 5 illustre l'évolution du nombre de passagers du Shinkansen et de l'avion observée ces dernières années.

Figure 5. **Évolution récente du nombre de passagers aériens et de voyageurs du Shinkansen (2000–2008)**



Le réseau actuel de lignes à grande vitesse s'étend sur 2 387 kilomètres, auxquels il faut encore ajouter 1 173 kilomètres dont l'achèvement pourrait prendre, en raison des contraintes budgétaires, une dizaine d'années. Il est en outre aussi prévu de construire une ligne pour train à sustentation magnétique dans le cadre du plan de réalisation du grand réseau national de lignes à grande vitesse envisagé par la loi Shinkansen de 1970. La grande différence entre les lignes à achever et la ligne à sustentation magnétique réside dans le fait que cette dernière devrait être entièrement financée par la société des transports par chemin de fer du centre.

Figure 6. **Évolution récente du transport aérien (2000–2008)**



Le nombre total de lignes aériennes intérieures diminue graduellement depuis le tournant du siècle, sauf en 2005 quand l'aéroport international Centrair de Chubu a été mis en service. La Figure 6 montre que les fréquences et le kilométrage total parcouru en vol ont malgré cela augmenté. La capacité et la demande augmentent sur les lignes à destination et en provenance de Tokyo (Haneda), mais diminuent sur les autres, notamment celles qui relient deux aéroports locaux entre eux. La concentration des lignes a fait augmenter leur fréquence moyenne de desserte d'environ 30 pour cent entre 2000 et 2008. La Figure 7, qui illustre l'évolution du nombre mensuel de passagers enregistrés sur les lignes à destination et en provenance de Tokyo, d'une part, et d'aéroports locaux, d'autre part, montre que la demande a progressé de 10 pour cent sur les premières et diminué de 35 pour cent sur les secondes.

En ce qui concerne la demande de transport aérien intérieur, la recette moyenne est passée, compte tenu de la hausse du coût du carburant, de 15.0 yens par passager/kilomètres en 2002 à 17.6 yens par passager/kilomètres en 2008. Il s'en suit que le nombre total de passagers est tombé de 96.7 millions en 2002 à 90.7 millions en 2008. La fusion de JAL et JAS en 2002 a également eu un impact sur le marché. La Figure 8 illustre les changements intervenus au cours de ces dernières années.

Figure 7. **Évolution du nombre mensuel (en milliers) de passagers enregistré sur les lignes ayant Tokyo pour origine ou destination et sur les lignes reliant des aéroports locaux entre eux (janvier 2000–mars 2009)**

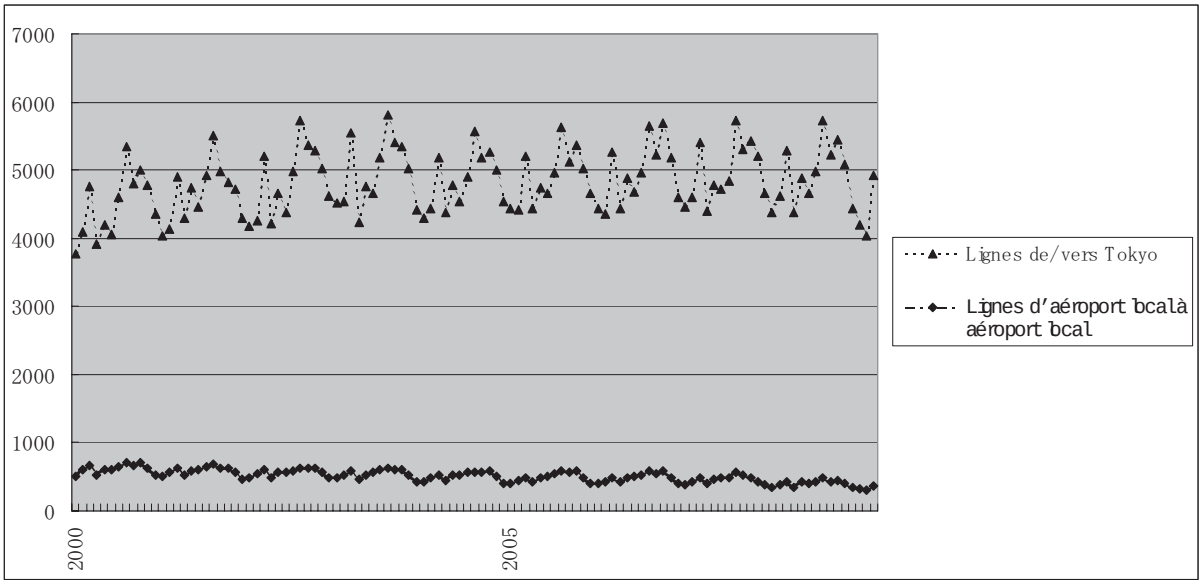
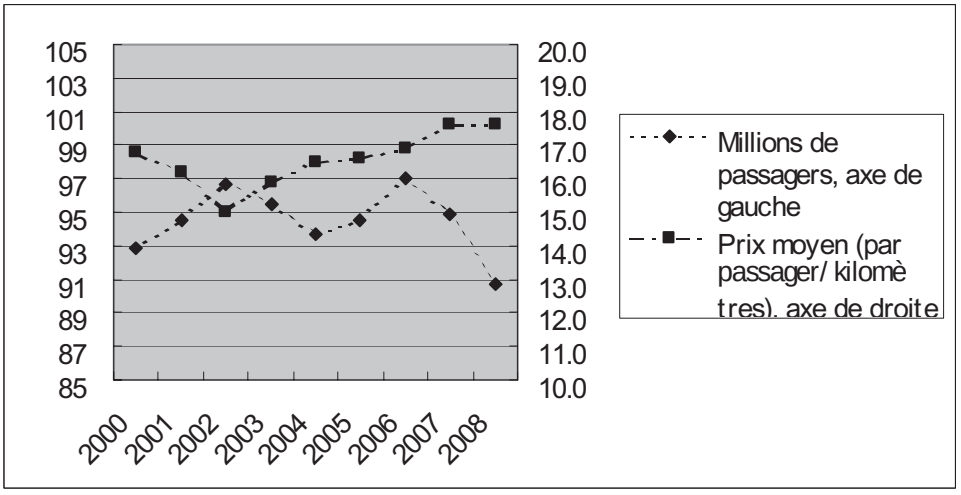
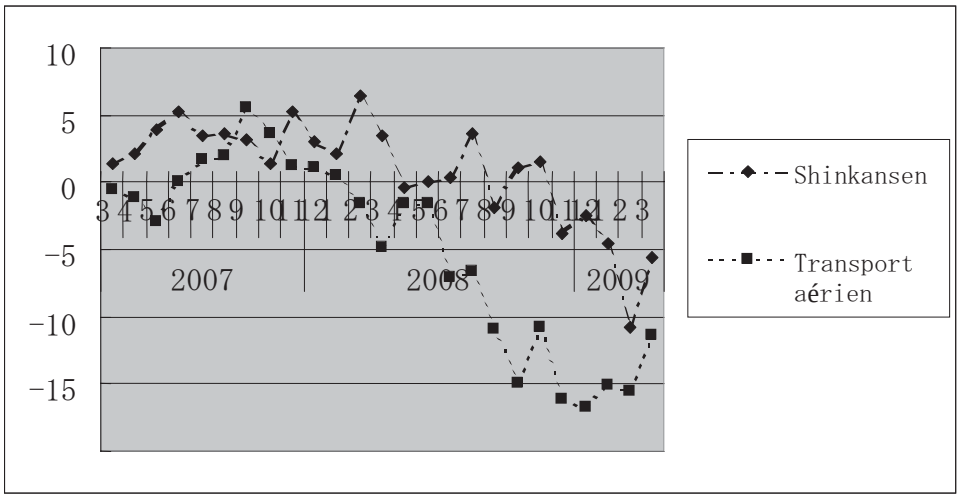


Figure 8. **Évolution du nombre de passagers et des prix du transport aérien (2000–2008)**



La Figure 9 illustre l'influence profonde que la récession mondiale exerce depuis septembre 2008 sur le transport aérien et la grande vitesse ferroviaire. Les deux modes de transport ont connu ces derniers mois une contraction sans précédent de leur trafic. Les prévisionnistes s'attendent à ce que le bout du tunnel soit atteint en février 2009, et il y a espoir de voir le marché des transports rebondir dans un avenir prévisible au rythme de la reprise économique.

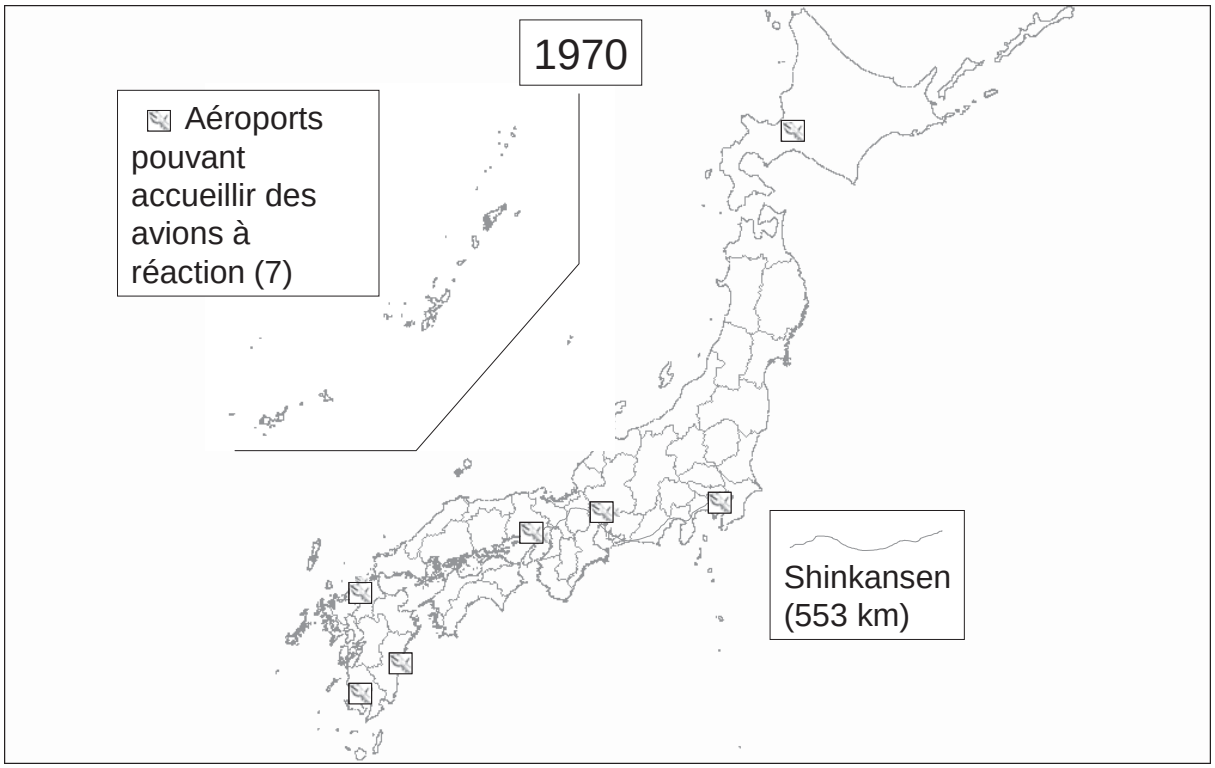
Figure 9. **Évolution, en %, du trafic voyageurs mensuel des avions et des trains à grande vitesse (mars 2007–mars 2008)**

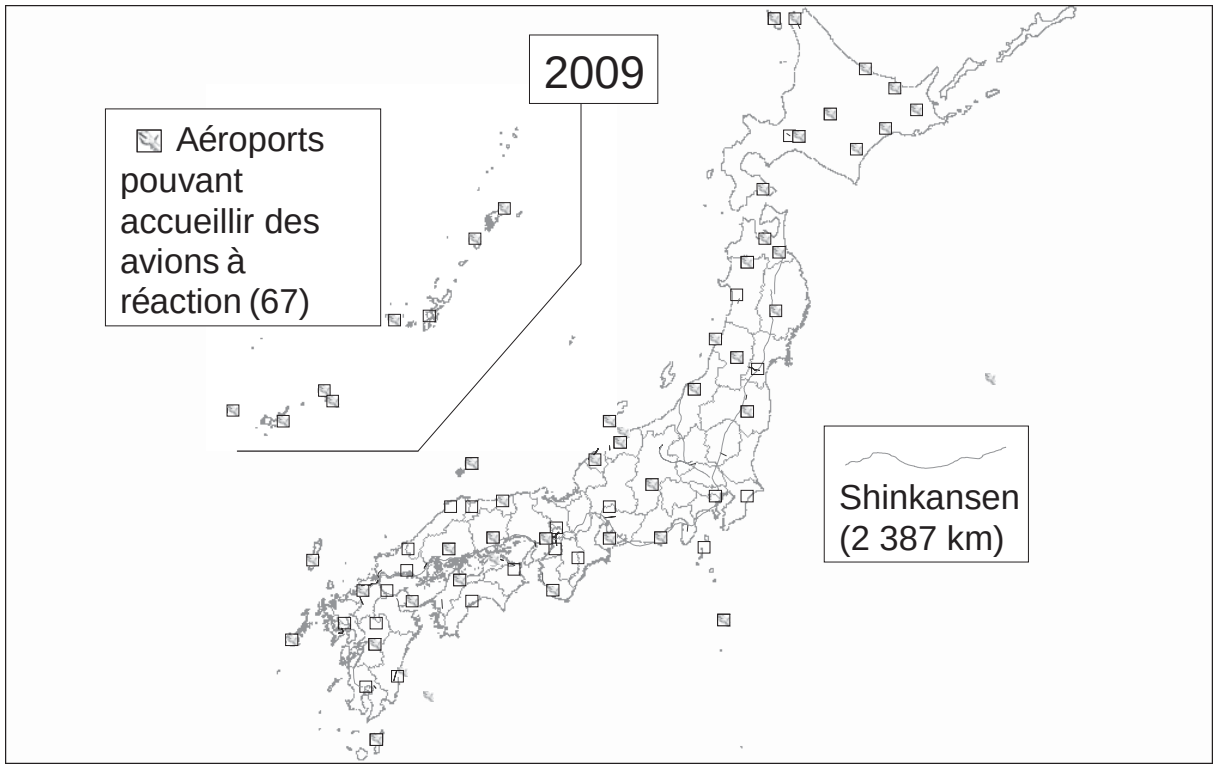


La Figure 10 cartographie le réseau Shinkansen et la localisation des aéroports en 1970 et 2009. Il convient de souligner que l'augmentation du nombre d'aéroports régionaux est pour l'essentiel terminée. Il est aujourd'hui nécessaire de renforcer les capacités dans la zone métropolitaine de Tokyo et le nombre de créneaux d'atterrissage devrait effectivement augmenter fortement dans l'aéroport de Haneda et l'aéroport international de Narita en 2010. La mise en service d'une quatrième piste à l'aéroport de Haneda devrait influer sensiblement sur le trafic intérieur ainsi que sur le trafic aérien avec les villes voisines du continent asiatique. L'aéroport de Haneda, qui traitait quotidiennement quelque 806 vols intérieurs et 24 vols charters internationaux, devrait voir le nombre de ses vols intérieurs passer à 826 en octobre 2010 et à 880 six mois plus tard.

En 1978, à l'ouverture de l'aéroport international de Narita, la grande majorité des vols internationaux réguliers ont quitté l'aéroport de Haneda, mais celui-ci pourra accueillir, quand il aura été agrandi en 2010, 40 vols internationaux réguliers quotidiens vers les grandes villes proches du continent asiatique pendant la journée et 40 autres vols internationaux entre les dernières heures de la journée et les premières du jour suivant. La répartition de 72 vols supplémentaires éventuels reste encore à déterminer.

Figure 10. **Réseau Shinkansen et aéroports en 1970 et 2008**





2.4.2. Trains à sustentation magnétique

Le « Maglev », train à sustentation magnétique à aimants supraconducteurs, est une technologie dont les prémices remontent à 1962. Dix ans après le lancement des recherches par la JNR, les premiers tests ont été réalisés sur une voie d'essai de 220 mètres construite dans un centre de recherche de Kunitachi, à Tokyo. En 1974, la construction d'une voie d'essai de 7 kilomètres de long a démarré à Miyazaki où des marches d'essai ont été effectuées jusqu'en 1996, année où une nouvelle voie d'essai de 42.8 kilomètres de long a été inaugurée à Yamanashi. Une vitesse maximale de 581 km/h y a été atteinte en 2003, année choisie par le comité public de technologie pour annoncer la faisabilité technologique du Maglev Super express. En 2006, les marches d'essai cumulées dépassaient les 500 000 kilomètres et en 2007, la voie d'essai a été élevée au rang de partie de la ligne du futur Chuo Shinkansen. La société des chemins de fer du centre a annoncé cette même année qu'elle projetait d'inaugurer sa ligne Tokyo–Nagoya à sustentation magnétique en 2025 et serait seule à assumer le coût de ce projet de 500 trillions de yens.

Le Chuo Shinkansen est une des lignes dont la loi sur le développement de la grande vitesse ferroviaire prévoit la création. Le Super express Maglev programmé par la société des chemins de fer du centre fait partie intégrante de ce Chuo Shinkansen. Le tracé de la ligne fait actuellement débat. Plusieurs collectivités locales réclament son passage par leurs villes, mais cela ne pourrait qu'alourdir le coût de construction des infrastructures du Maglev.

Tableau 1. **Comparaison du Shinkansen, du Maglev (projet) et de l'avion**

	Tokyo–Nagoya (366 kilomètres *)			Tokyo–Osaka (553 kilomètres *)		
	Durée	Prix	CO_2/voyageur	Durée	Prix	CO_2/voyageur
Shinkansen (Nozomi)	103 min	10 780 yens	5.2 kg	156 min	14 050 yens	7.9 kg
Maglev (projet)	40 min	(11 780 yens)	15.7 kg	60 min	(15 000 yens)	23.8 kg
Avion	-	-	-	68 min	13 600 yens	68.8 kg

* Distance en chemin de fer.

Tableau 2. **Intensité de CO_2**

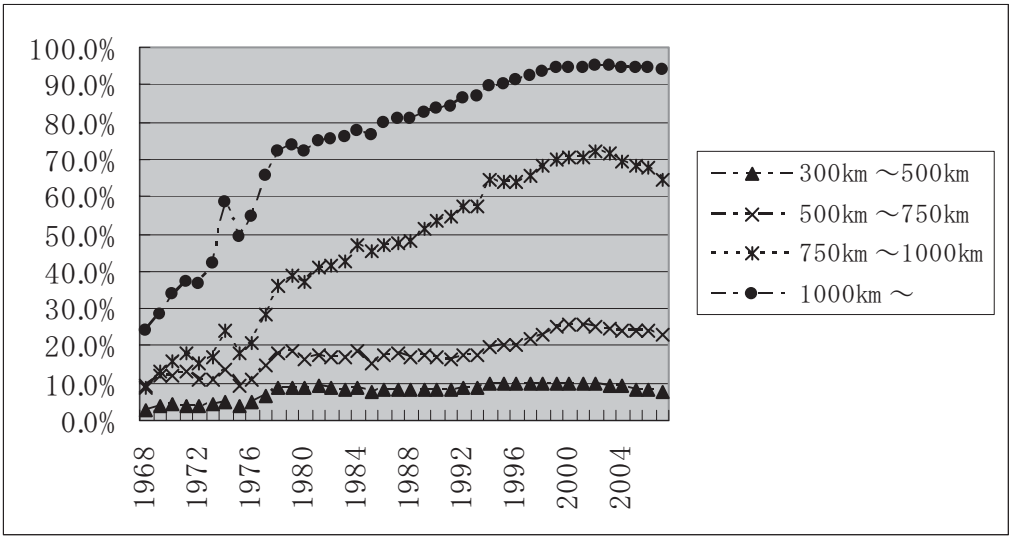
	g-CO_2 par voyageur/kilomètres
Shinkansen	14.2
Maglev	43.0
Avion	124.5

3. CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME DE TRANSPORT INTERURBAIN À GRANDE VITESSE

3.1. Longueur moyenne des déplacements en Shinkansen et en avion

Le Shinkansen s'empruntait à l'origine pour de longs déplacements, dont la majorité dépassaient les 300 kilomètres, mais plus de la moitié des déplacements effectués en Shinkansen depuis 2007 se font sur moins de 300 kilomètres. La distance moyenne parcourue est revenue de 319 kilomètres en 1968 à 234 kilomètres en 2007 : elle est de 308 kilomètres sur la ligne du Tokaido, de 251 kilomètres sur la ligne de Sanyo, de 168 kilomètres sur la ligne de Tohoku, de 126 kilomètres sur la ligne de Jouetsu, de 82 kilomètres sur la ligne de Hokuriku et de 103kilomètres sur la ligne du Kyushu. La ligne du Tokaido est donc la seule où elle dépasse les 300 kilomètres.

Figure 11. **Évolution de la part de marché du transport aérien, ventilée par catégorie de distance**

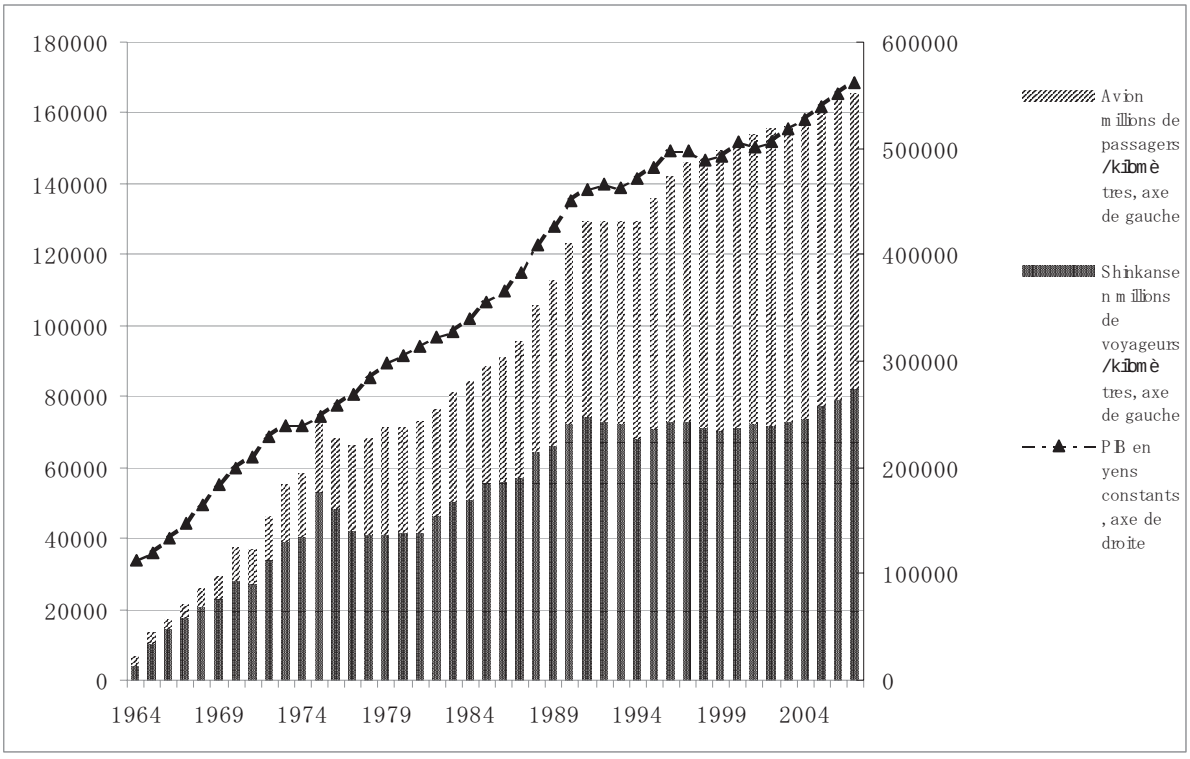


Par contre, les déplacements intérieurs en avion sont devenus en moyenne plus longs, puisqu'ils sont passés de 605 kilomètres en 1968 à 881 kilomètres en 2007. Cette évolution divergente des distances moyennes parcourues en Shinkansen et en avion s'étant accentuée au fil des années, la part du marché du transport à longue distance détenue par l'avion a augmenté dans les proportions illustrées par la Figure 11.

3.2. Répartition du marché entre le Shinkansen et le transport aérien

La Figure 12 montre que le trafic cumulé du Shinkansen et de l'avion a augmenté presque au même rythme que le PIB, la stagnation du trafic du Shinkansen observée entre 1975 et 1985 semblant avoir été compensée par l'avion. Le modèle logit ci-dessous permet de comprendre cette répartition modale.

Figure 12. **Évolution du PIB et du nombre de voyageurs/kilomètres du Shinkansen et de l'avion**



3.2.1. Modèle logit

L'analyse ci-après fait appel à un modèle logit reposant sur un ensemble de données rétrospectives dans lequel U_k représente l'utilité du choix du mode de transport k composée d'une portion déterminante V_k et d'une variable aléatoire δ, de sorte que :

$$U_k = V_k + \delta.$$

Les deux modes de transport sont le rail (R) et l'avion (A). V_k est fonction du prix et se définit comme suit :

$$V_k = \alpha + \beta\, p_k.$$

Dans cette équation,

p_k représente le tarif du mode k et

α et β sont des paramètres.

La probabilité du choix de l'avion ou du train s'exprime comme suit :

$$P_A = \frac{\exp(V_A)}{\exp(V_R) + \exp(V_A)} \quad \text{et} \quad P_R = \frac{\exp(V_R)}{\exp(V_R) + \exp(V_A)}.$$

En représentant la demande totale du transport par air et par chemin de fer par X, on a :

$X_A = s_A X = P_A X$ et $X_R = s_R X = P_R X$, de sorte que

$X_A / X_R = P_A X / P_R X = P_A / P_R = \exp(V_A) / \exp(V_R)$.

En prenant les log naturels des deux membres, la formule devient :

$\ln[X_A / X_R] = \ln[P_A / P_R] = \alpha + \beta (p_A - p_R) + \varepsilon$,

avec ε comme résidu.

3.2.2. Description des données

Il existe des statistiques tant du trafic du Shinkansen que du trafic aérien. Ces statistiques sont ventilées par segment de ligne dans le cas du transport aérien, mais pas pour les chemins de fer et le Shinkansen en particulier. Les statistiques des chemins de fer n'indiquent donc pas combien de voyageurs ont pris le Shinkansen à Tokyo et en sont descendus à Osaka.

Des enquêtes annuelles sur les flux de voyageurs régionaux sont donc réalisées depuis 1960 pour cerner l'évolution du trafic interdépartemental. Ces enquêtes permettent de déterminer combien de voyageurs se sont déplacés à l'intérieur des 47 départements ainsi qu'entre eux. Les chiffres sont ventilés par mode de transport. Le nombre de personnes qui se sont déplacées entre les départements de Tokyo et d'Osaka peut donc être connu. Les déplacements multimodaux sont divisés en segments modaux comptant chacun pour un déplacement. L'objet des déplacements n'est pas connu. Les enquêtes jettent, en dépit de ces limitations, un bon éclairage sur la mobilité interdépartementale. Un comptage du trafic voyageurs des grands axes est réalisé tous les cinq ans depuis 1990 pour combler leurs lacunes. Le plus récent de ces comptages date de 2005. Le comptage minutieux s'effectue sur un seul jour en automne et répartit les chiffres en 207 zones. Le niveau de service interzonal est inféré des horaires publiés.

Il y a deux ensembles de données pour X, un ensemble A indiquant le nombre annuel de voyageurs/kilomètre réalisé par le Shinkansen et les compagnies aériennes (de 1965 à 2007) et un ensemble B chiffrant le nombre total de déplacements de plus de 300 kilomètres effectués en chemin de fer et en avion (de 1968 à 2007). Le coût de transport p est représenté par le prix du voyage Tokyo-Osaka effectué en Shinkansen et en avion (1964–2007). Les prix sont corrigés de l'inflation sur la base de l'indice des prix à la consommation. Ces données sont agrégées et calculées par la méthode classique des moindres carrés.

3.2.3. Résultat des calculs

La valeur de β est égale à respectivement –1.2 et –1.7 et statistiquement significative pour les deux ensembles de données (Tableau 4). Elle correspond à celle que des études antérieures lui donnent.

Tableau 3. **Paramètre de la répartition modale**

Paramètres	Ensemble de données A		Ensemble de données B	
	Paramètre	t de Student	Paramètre	t de Student
Constante (α)	0.070	1.194	0.399	4.682 *
Coût de transport (β)	- 1.242	- 11.804 *	- 1.711	- 9.535 *
R^2	0.699		0.705	
Taille de l'échantillon	43		40	

* significatif au niveau de 1 pour cent.

Le Tableau 4 indique l'élasticité-prix directe moyenne $\beta\, p_k\, (1 - s_k)$ et l'élasticité-prix croisée moyenne $\beta\, p_k\, s_k$ calculées au départ des paramètres estimés et des ensembles de données A et B. Ces chiffres sont conformes à ceux que donnent des études antérieures.

Tableau 4. **Élasticité–prix moyenne**

	Ensemble de données A	Ensemble de données B
Élasticité–prix directe (moyenne)	0.70	0.89
Élasticité-prix croisée (moyenne)	0.94	1.51

La répartition de la demande de transport ainsi que du nombre de déplacements de plus de 300 kilomètres entre l'avion et le Shinkansen est étroitement corrélée à la différence relative des prix. Le modèle ignore toutefois les conditions spatiales et le facteur vitesse. L'analyse plus approfondie de la relation air/rail requiert un modèle spatial qui divise les régions en zones et prend la finalité des déplacements en compte. Il est nécessaire aussi de réfléchir à ce que la population, l'activité économique et les technologies de transport interurbain pourraient être à l'avenir. Le chapitre suivant élabore un modèle de la demande nationale de transport interurbain utilisable pour évaluer l'impact du Super-express Maglev.

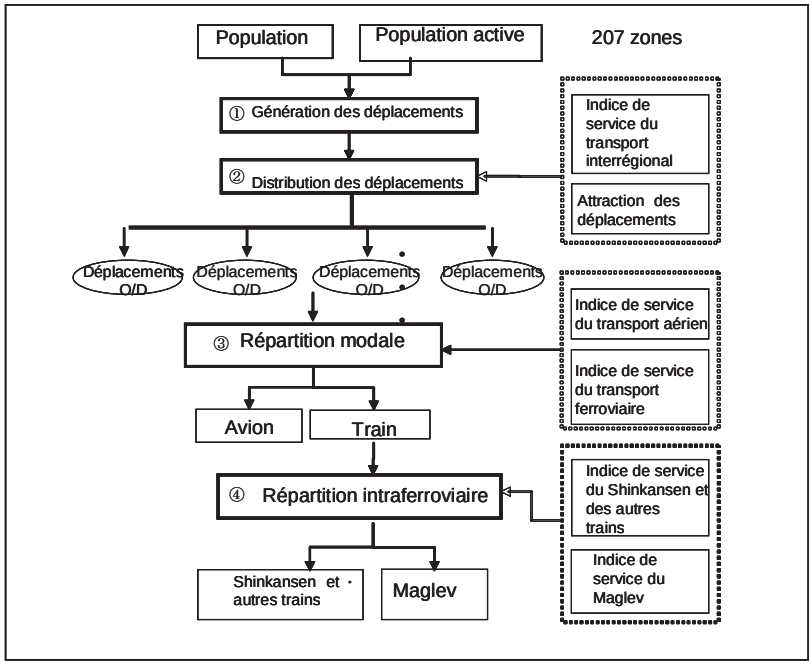
4. ANALYSE PAR SIMULATION DU FUTUR SYSTÈME DE TRANSPORT INTERURBAIN À GRANDE ET TRÈS GRANDE VITESSE *(MAGLEV)*

4.1. Structure du modèle

Le modèle se compose de quatre éléments (voir Figure 13) :

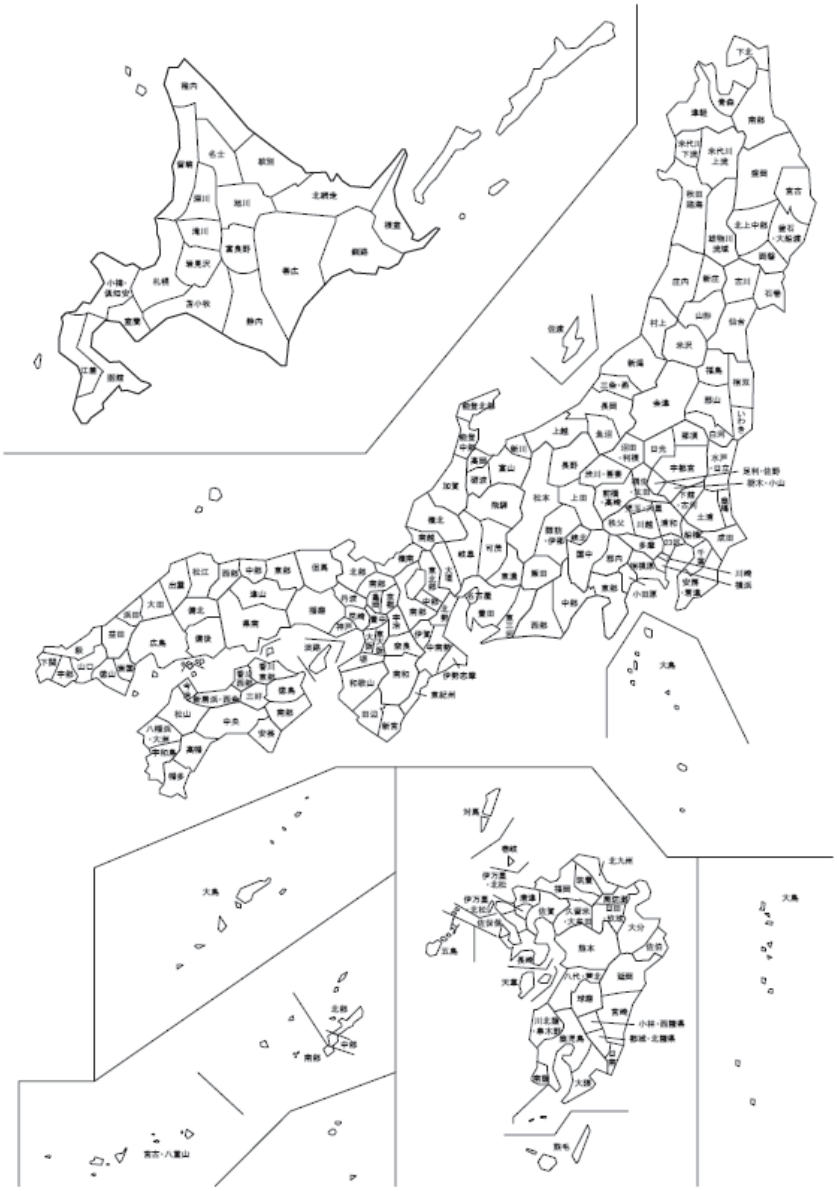
1) un modèle de génération de déplacements à l'échelle nationale ;
2) un modèle de distribution des déplacements de zone à zone ;
3) un modèle de répartition du trafic entre l'avion et le train ;
4) un modèle de choix entre le Shinkansen et le Maglev.

Figure 13. **Structure du modèle**



Le modèle de la demande interurbaine divise le Japon en 207 zones (Figure 14). Il fait la différence entre trois motifs de déplacement, à savoir le travail, le tourisme et les raisons personnelles.

Figure 14. **Division du Japon en 207 zones**



4.2. Modèle de génération des déplacements

4.2.1. Structure du modèle

La génération des déplacements est fonction de la population et du nombre de déplacements par habitant. Pour les déplacements à finalités professionnelles, la population est donnée par le nombre de travailleurs :

$$T_{im} = POP_{im} GA_{im} \qquad (1)$$

T_{im} : génération des déplacements à finalité *m* dans la zone *i*,

POP_i l : population de la zone *i*

GA_{im} : nombre de déplacements à finalité *m* accomplis par habitant dans la zone *i*.

4.2.2. Modèle de génération des déplacements

Le nombre de déplacements par habitant est fonction du niveau de service, du prix et de l'élasticité par rapport au revenu. Le paramètre est calibré de telle sorte que le nombre de déplacements par habitant de cette zone corresponde à la valeur du modèle :

$$GA_i = \beta_{0i} q_i^{\beta 1}(1+n\eta) \qquad (2)$$

β_{0i} : paramètre à calibrer sur la base du niveau actuel de GA_i et de l'indice d'accessibilité aux autres zones q_i

β_i : élasticité-prix

q_i : indice d'accessibilité inféré du modèle de distribution des déplacements

n : taux annuel de croissance du PIB

η : élasticité par rapport au revenu.

4.3. Modèle de distribution des déplacements

Le modèle de distribution des déplacements est un modèle logit imbriqué qui répartit les déplacements générés dans la zone *i* entre leurs différentes destinations. La probabilité du choix de la zone *j* comme destination d'un déplacement venant de la zone *i* (P_{ij}) dépend du niveau d'utilité du déplacement de la zone *i* vers la zone *j* (V_{ij}) parmi toutes celles qui sont envisageables. Ce niveau d'utilité dépend du niveau de service des modes qui assurent des liaisons entre les deux zones (q_{ij}) et du pouvoir d'attraction de la zone de destination j (S_j). Le niveau de service q_{ij} est tiré de la somme logarithmique du modèle de choix du mode de transport décrit ci-dessous. Le pouvoir d'attraction de la zone *j* est obtenu par agrégation des déplacements qui ont cette zone pour destination. Le paramètre θ_1^D utilisé dans le facteur somme logarithmique est une estimation tirée de l'Annexe.

$$q_i = \frac{1}{\theta_1^D} \ln\left[\sum_j \exp\left(V_{ij}\right)\right] \qquad (3)$$

$$P_{ij}^D = \frac{\exp\left(V_{ij}\right)}{\sum_j \exp\left(V_{ij}\right)} \qquad (4)$$

$$V_{ij} = \theta_1^D q_{ij} + \theta_2^D \ln S_j \qquad (5)$$

$$q_{ij} = \frac{1}{\theta_1^S} \ln\left[\exp\left(\theta_1^S q_{ij}^A + \theta_2^S\right) + \exp\left(\theta_1^S q_{ij}^R\right)\right] \qquad (6)$$

P_{ij}^D : probabilité du choix de la zone *j* comme zone de destination

V_{ij} : utilité du déplacement entre les zones *i* et *j*

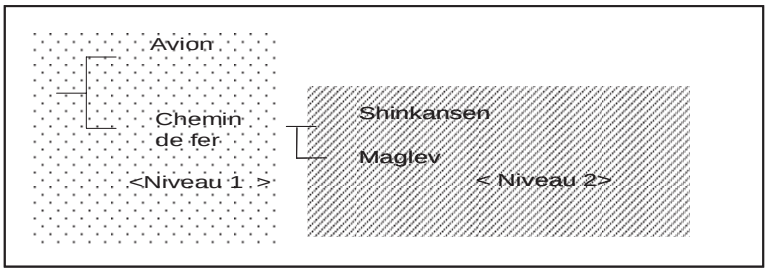
S_j : ensemble des déplacements à destination de la zone *j*

q_{ij} : valeur en somme logarithmique des déplacements entre les zones *i* et *j*.

4.4. Modèle de choix du mode de transport

Le modèle de choix du mode de transport est un modèle logit imbriqué qui répartit l'ensemble des déplacements interzonaux par mode. Il opère un choix (voir Figure 15) entre les deux modes « avion » et « chemin de fer » et, pour ce qui est de ce dernier, entre « Shinkansen et autres trains[5] » et « Maglev ».

Figure 15. **Structure du modèle de sélection du mode de transport**



4.4.1. Niveau 1

La probabilité du choix du mode *k* pour effectuer un déplacement entre les zones *i* et *j* s'exprime sous la forme d'une fonction logit multinominale agrégée dans laquelle V_{ij} est la portion déterminante de l'utilité reconnue au mode *k*, q_{ij}^K est le prix généralisé composé de la valeur du temps et des sommes déboursées et *w* est la valeur du temps tirée d'études antérieures (voir Annexe). Dans le cas du chemin de fer, le prix généralisé est donné par la moyenne pondérée du Shinkansen et du Maglev. θ_1 et θ_2 sont des paramètres à estimer.

Si la fonction d'utilité U_{ij}^k du choix du mode *k* pour effectuer un déplacement entre les zones *i* et *j* composée du facteur déterminant $V_{ij}^k = \alpha + \beta p_{ij}^k$ et d'une variable aléatoire se présente sous la forme de l'équation :

$$U_{ij}^{k} = \beta p_{ij}^{k} + \alpha + \varepsilon_{ij}^{k} \tag{7}$$

dans laquelle $p_{ij}^{k} = M_{ij}^{k} + \theta T_{ij}^{k}$ est le coût généralisé des déplacements effectués entre les zones *i* et *j* en empruntant le mode *k*,

M_{ij}^{k} est le prix des déplacements effectués entre les zones *i* et *j* en empruntant le mode *k*,

θT_{ij}^{k} est le produit de θ, valeur du temps, par T_{ij}^{k}, temps que dure un déplacement effectué entre les zones *i* et *j* en empruntant le mode *k*,

α est une constante,

β un paramètre et

ε_{ij}^{k} une variable aléatoire avec distribution de Gumbel,

la probabilité du choix du mode *k* pour effectuer un déplacement entre les zones *i* et *j* peut s'exprimer comme suit :

$$P_{ij}^{k} = \frac{\exp\left(V_{ij}^{k}\right)}{\sum_{k=A,R} \exp\left(V_{ij}^{k}\right)} \tag{8}$$

En conséquence, si X_{ij} est la demande totale de mobilité entre les zones *i* et *j*, la fonction de la demande du mode *k* se présente comme suit :

$$x_{ijk} = P_{ij}^{k} X_{ij} = \frac{\exp\left(V_{ij}^{k}\right)}{\sum_{k=A,R} \exp\left(V_{ij}^{k}\right)} X_{ij} \tag{9}$$

$$P_{ij}^{\mathrm{A}} = \frac{\exp\left(V_{ij}^{Air}\right)}{\exp\left(V_{ij}^{Air}\right) + \exp\left(V_{ij}^{Rail}\right)} = \frac{\exp\left(\theta_1^S q_{ij}^{\mathrm{A}} + \theta_2^S\right)}{\exp\left(\theta_1^S q_{ij}^{\mathrm{A}} + \theta_2^S\right) + \exp\left(\theta_1^S q_{ij}^{\mathrm{R}}\right)}$$

$$q_{ij}^{R} = P_{ij}^{Linear} \cdot q_{ij}^{Linear} + P_{ij}^{Shinkansen} \cdot q_{ij}^{Shinkansen}$$

$$q_{ij}^{A} = w \cdot t_{ij}^{A} + p_{ij}^{A}$$

P_{ij}^{k} : probabilité du choix du mode *k* pour effectuer un déplacement entre les zones *i* et *j*,

k : avion (A) ou chemin de fer (R),

V_{ij}^{k} : utilité du choix du mode *k* pour effectuer un déplacement entre les zones *i* (10)

4.4.2. Niveau 2

$$P_{ij}^{S} = \frac{\exp\left(V_{ij}^{S}/\lambda\right)}{\exp\left(V_{ij}^{S}/\lambda\right)+\exp\left(V_{ij}^{M}/\lambda\right)} = \frac{\exp\left(\theta_1^{S} q_{ij}^{S}/\lambda\right)}{\exp\left(\theta_1^{S} q_{ij}^{S}/\lambda\right)+\exp\left(\theta_1^{S} q_{ij}^{M}/\lambda\right)}$$

$$q_{ij}^{S} = wt_{ij}^{S} + p_{ij}^{S}, q_{ij}^{M} = wt_{ij}^{L} + p_{ij}^{M}$$

P_{ij}^{S} et P_{ij}^{M} : probabilité du choix de S (Shinkansen) ou M (Maglev),

V_{ij}^{K} : fraction déterminante de l'utilité du choix du mode K ($K \in S, M$),

q_{ij}^{R} : somme logarithmique du déplacement en chemin de fer, (11)

Un modèle logit imbriqué reflète la préférence accordée par le consommateur au Shinkansen et au Maglev, qui sont des substituts plus proches que l'avion et le train. Au second niveau du choix modal, λ est un paramètre qui donne le niveau de corrélation entre les deux termes de l'alternative Shinkansen–Maglev. Les deux termes sont d'autant plus indépendants et l'addition du Maglev aux possibilités de choix est d'autant plus appréciée par les voyageurs que λ est élevé. En l'absence de données observables sur le degré d'indépendance du Shinkansen et du Maglev, il sera fait usage d'une valeur exogène de 0.8 pour λ.

4.5. Estimation du paramètre et valeurs exogènes

Le paramètre reçoit, dans les modèles de distribution des déplacements et de répartition modale, les valeurs estimatives détaillées dans l'annexe.

L'élasticité-prix du modèle de génération de déplacements est tirée d'études antérieures. Les valeurs que ces études antérieures lui attribuent sont indiquées dans l'annexe. Le présent rapport en retient les suivantes :

Tableau 5. **Élasticité de la demande**

	Affaires	Tourisme	Motifs personnels
Élasticité-prix	0.7	1.5	1.5

L'élasticité par rapport au revenu du modèle de génération des déplacements est également tirée d'études antérieures. Les valeurs que ces études antérieures lui attribuent sont indiquées dans l'Annexe. Le présent rapport retient la valeur de 1.78 calculée par Murakami *et al*. (2006).

4.6. Détermination des facteurs socio-économiques et des caractéristiques du service fourni par le Maglev

4.6.1. Population et croissance économique

L'institut national de recherche sur la population et la sécurité sociale estime que la population du pays devrait tomber de 127 à 119 millions d'habitants, c'est-à-dire diminuer de 6 pour cent[6]. L'agrégation des chiffres urbains sur les 207 zones révèle que la population va augmenter dans certaines zones métropolitaines telles que Tokyo, Yokohama, Toyota (dans la région de Nagoya) et Amagasaki (dans la région de Kansai), mais diminuer ailleurs.

Pour ce qui est de la croissance économique, la conjoncture actuelle empêche de pronostiquer une évolution robuste de l'économie. Le présent rapport analyse donc un ensemble de scénarios qui fait passer, par paliers successifs de 0.5 pour cent, le taux de croissance de 0.5 à 3 pour cent. Les données utilisées dans le modèle prennent l'année 2005 comme année de référence. Le Super-express Maglev devrait être inauguré en 2025. Comme il devrait avoir normalement une durée de vie de 50 ans, l'évaluation va jusqu'en 2075.

4.6.2. Caractéristiques du service fourni par le Maglev

L'évolution future de la demande sur les relations Tokyo–Nagoya et Tokyo–Osaka devrait être déterminée par le raccourcissement de la durée et l'augmentation du prix des trajets indiqués ci-après.

Tableau 6. : **Caractéristiques du service fourni par le Maglev**

	Tokyo–Nagoya	Tokyo-Osaka
Durée	40 minutes	60 minutes
Coût	augmentation de 1000 yens	augmentation de 1 000 yens

Note : Vingt minutes s'ajoutent au point de correspondance en cas d'utilisation du Superexpress Maglev et d'un autre train pour effectuer un déplacement.

4.6.3. Zones OD affectées par la mise en service du Maglev

L'analyse devant se limiter aux zones OD affectées par la mise en service du Maglev, il est évident que les paires OD géographiquement extérieures au corridor Tokyo–Nagoya–Osaka doivent être éliminées. NITAS permet d'identifier les origines et destinations entre lesquelles les déplacements s'effectuent actuellement par le Shinkansen du Tokaido. Les origines et destinations entre lesquelles ils ne s'effectuent pour le moment pas en Shinkansen, mais pourraient s'effectuer en Maglev au moment où il sera mis en service sont également prises en compte dans la simulation.

4.6.4. Zones métropolitaines

Les trois grandes zones métropolitaines analysées sont celles de Tokyo, Osaka et Nagoya

Tableau 7. **Préfectures composant les trois zones métropolitaines**

	Tokyo	Hanshin	Chukyo
Préfecture	Tokyo–Kanagawa -Chiba-Saitama	Nara–Kyoto– Osaka-Hyogo	Aich–Mie–Gifu

4.7. Résultat de la simulation

4.7.1. Impact du Maglev sur la répartition modale

Le Tableau 8 indique le nombre annuel estimatif de déplacements qui devraient s'effectuer dans le pays en 2025. Il montre qu'en raison de la diminution de la population, le nombre de ces déplacements est inférieur, sans le Maglev, de 2 pour cent à celui qu'il était avec le niveau de population de 2005. La mise en service du Super-express Maglev entre Tokyo et Osaka fait passer la part de marché combinée du Shinkansen et du Maglev de 75.6 à 76.1 pour cent. Le Tableau 9 indique le nombre annuel de déplacements qui devraient s'effectuer dans le corridor Tokyo–Hanshin en 2025. L'impact est beaucoup plus marqué dans ce corridor, puisque la part de marché combinée du Shinkansen et du Maglev passerait de 78.6 à 81.4 pour cent. Elle devrait même passer à 84.4 pour cent quand le Super-express Maglev reliera Tokyo à Osaka. Le Super-express Maglev a certes un fort impact sur le transport aérien, mais en a encore un plus marqué sur le trafic du Shinkansen. Il enlèvera en effet au Shinkansen plus de la moitié de son trafic dans le corridor Tokyo–Hanshin.

Tableau 8. **Nombre annuel estimatif (en millions) de déplacements effectués dans l'ensemble du pays en 2025**

	Avion	Shinkansen	Maglev	Total
Sans Maglev	84 (24.4 %)	261 (75.6 %)	- -	345
Avec Maglev Tokyo-Nagoya	83 (23.9 %)	216 (62.6 %)	46 (13.4 %)	345
Avec Maglev Tokyo-Osaka	81 (23.4 %)	200 (57.9 %)	64 (18.6 %)	346

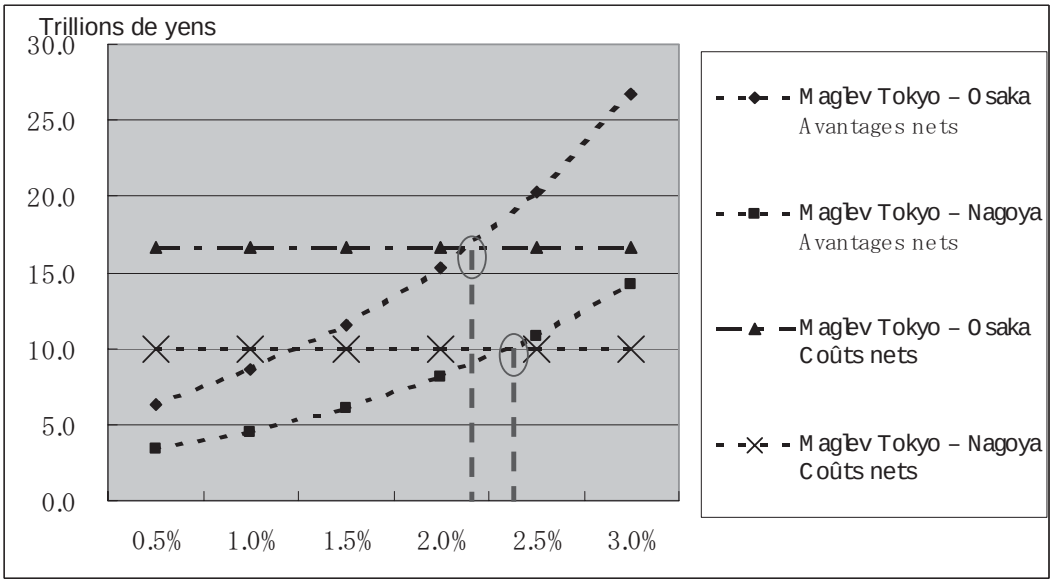
Tableau 9. **Nombre annuel estimatif (en millions) de déplacements effectués entre Tokyo et Hanshin en 2025**

	Avion	Shinkansen	Maglev	Total
Sans Maglev	8 (21.4 %)	31 (78.6 %)	- -	39
Avec Maglev Tokyo-Nagoya	7 (18.6 %)	13 (32.8 %)	19 (48.7 %)	40
Avec Maglev Tokyo-Osaka	6 (15.6 %)	11 (26.4 %)	24 (58.0 %)	41

4.7.2. Coûts et avantages du Super-express Maglev

Les avantages que la mise en service du Maglev peuvent générer dépendent de la vigueur de la croissance économique. Une analyse de sensibilité des avantages nets a donc été réalisée en faisant varier le taux annuel de croissance de 0.5 à 3 pour cent par paliers successifs de 0.5 pour cent. Les coûts ont été déduits d'une étude réalisée en juillet 2009 par l'Agence pour la construction, les transports et la technologie des chemins de fer japonais et la Société des chemins de fer du centre qui chiffre les coûts de construction, d'entretien et de réparation du Maglev Tokyo–Nagoya pendant les 50 années de vie du projet[7].

Figure 16. **Avantages et coûts nets de la mise en service du Maglev (trillions de yens)**



Il ressort de la Figure 16 que les bénéfices nets excèdent les coûts nets, si le taux de croissance dépasse les 2 à 2.5 pour cent. Il convient de souligner que les avantages nets sont calculés par rapport à un scénario de non-interventionnisme qui ne fait peser aucune contrainte de capacité sur le Shinkansen et le transport aérien. Les avantages nets seraient plus importants si le Shinkansen et le transport aérien étaient soumis à des contraintes de ce genre. En ce qui concerne la croissance économique annuelle, le dépassement des 2 pour cent est un défi qui est certes de taille, mais n'est pas non plus irréaliste. Les perspectives économiques publiées par le bureau du Premier Ministre en janvier 2009 envisagent plusieurs taux différents de croissance du PIB. La croissance devrait atteindre un niveau d'environ 1.5 à 2 pour cent ou même davantage, selon la rapidité du redressement de l'économie mondiale, au cours de la prochaine décennie. L'augmentation de la demande d'économies émergentes telles que la Chine et l'Inde est prometteuse. L'ouverture de nouvelles perspectives dans le domaine de l'environnement, des nanotechnologies et de la robotique devrait alimenter la croissance de l'économie japonaise pendant le 21ème siècle.

4.7.3. Impact du Maglev sur les émissions de CO_2

Il importe de souligner les qualités écologiques de la lévitation magnétique. Le Maglev émet trois fois moins de CO_2 que l'avion. Un des espoirs mis dans la mise en service du Maglev réside dans sa capacité de réduction des émissions de CO_2 produites par le transport interurbain à grande vitesse, mais tel n'est pas exactement le cas. Comme le Maglev devrait enlever un très grand nombre de voyageurs à l'avion aussi bien qu'au Shinkansen, mais émet cinq fois plus de CO_2 que ce dernier, les émissions totales de CO_2 produites par les transports urbains à grande vitesse augmenteront de 2.7 pour cent quand il circulera entre Tokyo et Nagoya, et de 4.9 pour cent quand il circulera entre Tokyo et Osaka. Ces estimations devraient toutefois être révisées si le Shinkansen était soumis à des contraintes de capacité qui feraient migrer une fraction considérable de la demande vers l'avion. L'étude de cette question doit être repoussée à plus tard. Il serait possible toutefois de limiter l'augmentation des émissions de CO_2 produites par le Shinkansen et le Maglev en réduisant celles que

génèrent la production et la distribution d'électricité. Ces dernières sont cinq fois plus importantes au Japon qu'en France, parce que le Japon n'a que peu d'énergie nucléaire. Le potentiel de réduction des émissions de CO_2 est, vu sous cet angle, considérable.

5. CONCLUSION

Le présent rapport retrace l'évolution du transport interurbain à grande vitesse au Japon et évalue, par une analyse de simulation, les conséquences de la mise en œuvre d'un mode de transport d'une nouvelle génération, à savoir le Maglev. Dans un marché où le chemin de fer à grande vitesse (Shinkansen) et l'avion se sont développés simultanément, le prix et la vitesse se sont clairement révélés être les déterminants du choix modal. Il s'ensuit que l'évaluation de l'impact du Maglev qu'il est prévu de mettre en service entre Tokyo et Nagoya en 2025 doit faire entrer l'inégalité des prix et des vitesses des modes existants et du mode futur en ligne de compte. L'analyse de simulation réalisée à l'aide d'un modèle logit spatial dynamique imbriqué révèle que le Maglev a de réelles chances de se tailler une place au soleil sur la relation Tokyo–Nagoya–Osaka. Elle montre cependant aussi que les avancées en matière de bien-être social et les recettes d'exploitation n'excèdent les coûts nets d'investissement, d'entretien et de réparation que si le taux annuel de croissance économique oscille entre 2 et 3 pour cent au cours des 65 années à venir. Dans une telle conjoncture, le marché du transport aérien continuerait également à s'élargir malgré la forte concurrence du système Shinkansen/Maglev.

L'impact du Maglev sur les émissions de CO_2 mérite également de retenir l'attention. Le Maglev ne peut pas tirer avantage du fait qu'il émet beaucoup moins de CO_2 que l'avion, parce qu'il enlève plus de voyageurs au Shinkansen qui produit cinq fois moins de CO_2 que lui. Le secteur de la conversion d'énergie pourrait, pour tempérer l'augmentation des émissions de CO_2 produites par l'ensemble des consommateurs d'électricité, Maglev y compris, réduire les émissions de CO_2 générées par sa production d'électricité en utilisant par exemple davantage d'énergie nucléaire.

L'analyse doit être poussée plus avant pour évaluer l'impact global de l'amélioration du transport interurbain à grande vitesse. Elle doit notamment faire entrer les contraintes de capacité en ligne de compte. Lorsque la croissance économique fera augmenter la demande de mobilité, les contraintes de capacité qui pèsent sur le réseau à grande vitesse actuel pourraient faire migrer bon nombre des clients du Shinkansen vers l'avion. Si tel devait être le cas, il serait nécessaire de revoir le scénario qui laisse les choses aller leur cours normal et de réévaluer ses avantages nets ainsi que son impact sur les émissions de CO_2. Le rapport ne s'étend pas sur les gains de productivité, les effets migratoires et l'efficience de la politique nationale d'aménagement du territoire qui restent des domaines de recherche à approfondir.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie l'Unité de recherche sur la politique internationale des transports de la Faculté des sciences politiques de l'Université de Tokyo pour les recherches qu'elle a effectuées et le soutien qu'elle lui a apporté. Il remercie également MM. Kazuki Iwakami pour sa contribution à l'analyse des données et Tae Hoon Oum pour sa participation enthousiaste à cette analyse des transports interurbains.

NOTES

1. Le Ministère des Transports a fusionné en janvier 2001 avec le Ministère des Travaux Publics et d'autres Ministères pour devenir le Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme.

2. Les chiffres 45 et 47 représentent les années 1970 et 1972 dans l'ère Showa.

3. Cette compagnie, rebaptisée Japan Air Systems (JAS) en 1998, a fusionné avec JAL en 2002 pour constituer l'actuelle Japan Airlines Inc.

4. A ces deux aéroports de première catégorie s'en ajoutent encore trois autres : le nouvel aéroport international de Tokyo, appelé Aéroport international de Narita, est entièrement public, tandis que l'aéroport international de Kansai ouvert en 1994 et l'aéroport international de Chubu ouvert en 2005 sont le fruit de PPP.

5. Abrégé ci-après en « Shinkansen ».

6. En l'absence de statistiques répartissant la population active par région, les chiffres de 2005 seront censés rester inchangés.

7. Les coûts du Super-express Maglev Tokyo–Osaka ont été estimés sur la base de la longueur de la ligne, parce qu'il n'y avait pas encore de chiffres officiels en juillet 2009. Les avantages nets et les coûts nets sont des valeurs actualisées en 2025 calculées sur la base d'un taux de dépréciation de 4 pour cent l'an.

BIBLIOGRAPHIE

IATA and Inter VISTAS Consulting Inc. (2007) : « *Estimating Air Travel Demand Elasticities, Final Report* », Association internationale du transport aérien (IATA).

Ohashi, Tadahiro, F. Takuma, K. Tsuchiya, K. Yamaguchi (2003) : « *Effects of Deregulation and Airport Development on Japanese Domestic Air-passenger Market* », Applied Regional Science Conference (en japonais).

Oum, Tae Hoon, W.G. Waters et Jong-Say Yong (1990) : « *A Survey of recent estimates of price elasticities of demand for transport* », WP n° 359, Banque Mondiale.

Oum, Tae Hoon, W.G. Waters et Jong-Say Yong (1992) : « *Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent Empirical Estimates, An Interpretive Survey* », Journal of Transport Economics and Policy, vol. 26, n° 2.

Yamaguchi, Katsuhiro (2005) : « *Policy Impact Analysis and Performance Management in Air Transport Policy* », Japan Society of Transportation Economics (en japonais).

Watanabe, Kenta, H. Nomiyama, T. Yamashita et K. Yamamoto (2009) : « *Estimate of externalities of Chuo Maglev Super-express* », Policy Research Paper GraSSP-P-09-001 et ITPU-P-09-001, Faculté des sciences politiques de l'Université de Tokyo (en japonais).

ANNEXE

ESTIMATION DES PARAMÈTRES POUR LES MODÈLES DE DISTRIBUTION DES DÉPLACEMENTS ET DE RÉPARTITION MODALE

1. Modèle de distribution des déplacements

1.1. Modèle à estimer

Le modèle de distribution se présente sous la forme suivante. Pour dériver la fonction à estimer, une destination de référence J_i est imputée à chaque i. La probabilité relative de l'orientation des déplacements vers j ($i \# j$) plutôt que vers la destination de référence J_i, en faisant abstraction des paires OD entre lesquelles il n'y a pas de déplacements, sont groupés pour constituer des échantillons.

$$\ln\left(\frac{P_{ij}^{C}}{P_{iJi}^{C}}\right) = V_{ij} - V_{iJi} = \theta_1^D q_{ij} + \theta_2^D \ln S_j - \theta_1^D q_{ij} - \theta_2^D \ln S_{Ji}$$

$$= \theta_1^D \left(q_{ij} - q_{iJi}\right) + \theta_2^D \left(\ln S_j - \ln S_{Ji}\right)$$

$$= \theta_1^D \left(q_{ij} - q_{iJi}\right) + \theta_2^D \left(\ln \frac{S_j}{S_{Ji}}\right)$$

J_i : destination quelconque de référence au départ de la zone i ($i \# j$)

S_i : ensemble des déplacements à destination de la zone j

q_{ij} : somme logarithmique des déplacements entre les zones i et

Le modèle de distribution est estimé par la méthode des moindres carrés pondérés

$$Y = \left\{ \ln\left(\frac{P_{ij}^{C}}{P_{iJi}^{C}} \right) \right\} = \theta_1^D \left(q_{ij} - q_{iJi} \right) + \theta_2^D \ln\left(\frac{S_j}{S_{Ji}} \right)$$

$$\sqrt{w_i} Y = \sqrt{w_i} \left\{ \ln\left(\frac{P_{ij}^{C}}{P_{iJi}^{C}} \right) \right\} = \sqrt{w_i} \theta_1^D \left(q_{ij} - q_{iJi} \right) + \sqrt{w_i} \theta_2^D \ln\left(\frac{S_j}{S_{Ji}} \right)$$

$\sqrt{w_i}$: racine carrée de la génération de déplacements au départ de la

1.2. Description des données

Tableau 10. **Liste des données**

	Paramètre	Définition des données	Source des données
Données zonales	Population	Population de la zone	Recensement national (2005, MHLW)
	Emploi	Population active de la zone	Recensement national (2005, MHLW)
	Facteur d'attraction des déplacements	Nombre total de déplacements à destination de la zone	Enquête sur les déplacements interrégionaux (2005, MLIT)
Données interzonales	Nombre de déplacements OD	Nombre de déplacements interzonaux ventilés par mode et objet du déplacement	Enquête sur les déplacements interrégionaux (2005, MLIT)
	Durée du déplacement OD	Durée des déplacements interzonaux	Système national d'analyse intégrée des transports (2008, MLIT)
	Coût du déplacement OD	Prix des déplacements interzonaux (y compris entrée et sortie)	Enquête sur les passagers aériens (2005, MLIT), horaires de JTB (2005, JTB)

1.3. Résultat de l'estimation des paramètres

Les résultats de l'estimation des paramètres figurent dans le Tableau 11. Les paramètres sont statistiquement significatifs et R^2 se situe à un niveau acceptable. Le coût généralisé (θ_1^D) est négatif comme il fallait s'y attendre.

Tableau 11. **Paramètres de la distribution des déplacements**

Paramètres de la distribution des déplacements	Affaires		Tourisme		Motifs personnels	
	Paramètre	t de Student	Paramètre	t de Student	Paramètre	t de Student
Coût généralisé (θ_1^D)	-0.294	-97.688	-0.286	-59.157	-0.361	-89.392
Attraction des déplacements (θ_2^D)	0.765	122.545	0.703	75.642	0.551	66.505
R^2	0.684		0.531		0.642	
Taille de l'échantillon	11,334		7194		7732	

2. Modèle de répartition modale

2.1. Modèle à estimer

La probabilité du choix de l'avion plutôt que du train peut s'exprimer sous la forme suivante :

$$\frac{P_{ij}^{\mathrm{A}}}{P_{ij}^{R}} = \frac{\dfrac{\exp(V_{ij}^{\mathrm{A}})}{\exp(V_{ij}^{\mathrm{A}}) + \exp(V_{ij}^{\mathrm{R}})}}{\dfrac{\exp(V_{ij}^{\mathrm{R}})}{\exp(V_{ij}^{\mathrm{A}}) + \exp(V_{ij}^{\mathrm{R}})}} = \frac{\exp(V_{ij}^{\mathrm{A}})}{\exp(V_{ij}^{\mathrm{R}})}$$

$$\ln\left(\frac{P_{ij}^{\mathrm{A}}}{P_{ij}^{\mathrm{R}}}\right) = \ln\left(\frac{P_{ij}^{\mathrm{A}}}{1-P_{ij}^{\mathrm{A}}}\right) = V_{ij}^{\mathrm{A}} - V_{ij}^{\mathrm{R}} = \theta_1^S (q_{ij}^{\mathrm{A}} - q_{ij}^{\mathrm{R}}) + \theta_2^S$$

Les paires OD à fort trafic reçoivent un indice de pondération plus élevé. L'indice est donné par la racine carrée du nombre total de déplacements entre les zones *i* et *j* (w_{ij}). θ_1^s doit être négatif, parce qu'un coût généralisé plus élevé rend le choix du mode moins attractif. Les paramètres θ_1^s et θ_2^s sont estimés par la méthode des moindres carrés pondérés.

$$\sqrt{w_{ij}}\ln\left(\frac{P_{ij}^{A}}{1-P_{ij}^{A}}\right)=\sqrt{w_{ij}}\theta_1^S(q_{ij}^{A}-q_{ij}^{R})+\sqrt{w_{ij}}\theta_2^S$$

w_{ij}: nombre total de déplacements entre les zones *i* et *j*

$$q_{ij}=\frac{1}{\theta_1^S}\ln\left[\exp\left(\theta_1^S q_{ij}^{A}+\theta_2^S\right)+\exp\left(\theta_1^S q_{ij}^{R}\right)\right]$$

$$q_{ij}^{A}=p_{ij}^{A}+wt_{ij}^{A},\quad q_{ij}^{R}=p_{ij}^{R}+wt_{ij}^{R}$$

q_{ij}^{A} : coût généralisé du transport aérien

q_{ij}^{R} : coût généralisé du transport par chemin de fer

q_{ij} : coût généralisé attendu du déplacement entre les zones *i* et *j*,

w : valeur du temps

2.2. Description des données

En plus des données utilisées pour estimer le modèle de distribution des déplacements, la durée des déplacements est monétarisée en donnant au temps la valeur suivante tirée d'ouvrages existants. Ce paramètre est utilisé par MLIT dans son modèle de la demande de transport aérien pour planifier le développement des aéroports japonais et est estimé sur la base de données désagrégées relatives aux passagers aériens.

Tableau 12. **Valeur du temps**

	Affaires	Tourisme	Motifs personnels
Valeur du temps en yens/heure	4 193	3 642	3 133
Valeur du temps en yens/minute	69.88	60.70	52.22

2.3. Résultat de l'estimation des paramètres

Les résultats de l'estimation des paramètres figurent dans le Tableau 13. Les paramètres sont statistiquement significatifs. θ_1^S est négatif comme il fallait s'y attendre.

Tableau 13. **Paramètres de la répartition modale**

Paramètres de la répartition modale	Affaires		Tourisme		Motifs personnels	
	Paramètre	t de Student	Paramètre	t de Student	Paramètre	t de Student
Coût du transport (θ1)	-1.433	-48.688	-0.846	-13.028	-1.113	-20.495
Constante (θ2)	-1.479	-27.462	-0.932	-11.259	-1.449	-24.511
R^2	0.699		0.303		0.487	
Taille de l'échantillon	1,670		588		955	

3. Élasticité-prix pour le modèle de génération des déplacements

Le Tableau 14 dresse une liste des grandes études de l'élasticité de la demande qui ont été consultées.

Tableau 14. **Études de l'élasticité de la demande**

		Loisirs	Affaires
(i)	Transport aérien (transversal)	1.52	1.15
	Transport interurbain par chemin de fer (transversal)	1.40	
(ii)	Transport aérien	1.10 – 2.70	0.40 – 1.60
	Transport interurbain par chemin de fer	1.40 – 1.60	0.60 – 0.70
(iii)	Transport aérien (court)	1.52	0.7

Sources : (i) : Oum, Waters et Yon (1992).
(ii) : Oum, Waters et Yon (199).
(iii) : IATA et Inter VISTAS Consulting Inc. (2007).

4. Élasticité par rapport aux revenus pour le modèle de génération des déplacements

Le Tableau 15 dresse une liste des grandes études de l'élasticité du marché aérien japonais par rapport aux revenus qui ont été consultées.

Tableau 15. **Élasticité par rapport aux revenus**

		Élasticité par rapport aux revenus
(i)	Ohashi *et al.* (2003)	1.50
(ii)	Yamaguchi (2005)	1.44
(iii)	Murakami *et al.* (2006)	1.78

TRANSPORT INTERURBAIN DE VOYAGEURS : ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DES GRANDS PROJETS D'INFRASTRUCTURE

par

Ginés de RUS

Université de Las Palmas, Grande Canarie
Université Carlos III de Madrid
Espagne

SOMMAIRE

RÉSUMÉ 215

1. INTRODUCTION 215

2. PLANIFICATION À LONG TERME DU TRANSPORT INTERURBAIN DE VOYAGEURS 217

3. INCIDENCE DES INVESTISSEMENTS DANS LA GRANDE VITESSE FERROVIAIRE SUR L'AMÉLIORATION DU TRANSPORT INTERURBAIN 220

4. FINANCEMENT DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET INCIDENCE SUR LA SÉLECTION DES PROJETS 224

5. CONCLUSIONS 227

NOTES 228

BIBLIOGRAPHIE 229

ANNEXE 231

* L'auteur remercie MM. Kurt Van Dender pour ses commentaires et suggestions bienvenues, Jorge Valido pour son travail de recherche et Carlos Huesa ainsi que José Luis Perteirra pour les données et informations qu'ils lui ont fournies au sujet de certains services de transport interurbain de voyageurs par route affectés par l'entrée en scène de la grande vitesse ferroviaire. Il est reconnaissant d'avoir pu accéder à la base de données AENA pour le transport aérien.

RÉSUMÉ

L'avenir du transport public interurbain sera profondément marqué par les décisions que les pouvoirs publics prendront en matière d'investissements en infrastructures et, en particulier, de construction de nouvelles lignes de chemin de fer à grande vitesse dans des corridors de moyenne longueur où la voiture, l'autocar, l'avion et le train classique sont les modes de transport concurrents. La répartition modale du trafic dépend des prix généralisés obtenus, fondamentalement, par addition des coûts, de la valeur du temps et des décisions tarifaires des pouvoirs publics. Les investissements dans la grande vitesse ferroviaire, financés par les États et des institutions supranationales telles que l'Union Européenne, ont bouleversé l'équilibre antérieur des corridors en cause. Le présent rapport évalue la justification économique de l'affectation de crédits publics à la construction d'infrastructures destinées à la grande vitesse ferroviaire et s'applique à déterminer comment la structure institutionnelle actuelle influe sur la façon dont les autorités nationales et régionales sélectionnent des projets qui ont une profonde incidence à long terme à l'intérieur et au-delà des corridors en cause.

Mots clés : infrastructure, incitants, évaluation des projets, grande vitesse ferroviaire, concurrence intermodale

1. INTRODUCTION

Le présent rapport traite d'une question capitale pour l'avenir des réseaux de transport interurbain de voyageurs, à savoir l'incidence des décisions prises par les pouvoirs publics dans le domaine des grands investissements en infrastructures appelés à modifier l'équilibre actuel de ces transports et, plus particulièrement, des investissements massifs que certains États et institutions supranationales telles que la Commission Européenne contribuent à réaliser dans les infrastructures de la grande vitesse ferroviaire, soit en les finançant directement, soit en cofinançant des projets nationaux dans des conditions très intéressantes.

L'avenir du transport interurbain sera dicté par des contraintes budgétaires strictes ainsi que par des politiques de tarification et d'investissement à vocation d'efficience qui, par exemple, donneraient corps au principe du pollueur ou utilisateur/payeur ou assoiraient la planification des infrastructures sur des bases économiques rigoureuses. L'objectif final serait de mettre en place un « système de transport intégré et durable » porteur de croissance économique et de cohésion sociale (Commission Européenne, 2009).

Les investissements en infrastructures mobilisent d'importants capitaux publics. Comme les infrastructures de transport sont essentiellement des immobilisations irréversibles exposées à l'incertitude des coûts et de la demande, l'optimalité de leur calendrier de réalisation est une question économique capitale, parce que la décision d'investissement peut la plupart du temps être différée (Dixit et Pindyck, 1994). Ces caractéristiques confèrent une valeur significative à la décision d'investir, une décision qui revient aux pouvoirs publics qui sont propriétaires des terrains nécessaires ou peuvent les exproprier. Dans le cas des transports interurbains, la majorité des corridors sont déjà en exploitation et les investissements dans des grands projets, de construction de lignes à grande vitesse par exemple, peuvent faire différer le coût global de la mobilité (gains de temps, réduction des coûts, fiabilité, confort, sécurité, etc.) de ce qu'il serait *en l'absence de* ces projets (de Rus et Nash, 2007 ; de Rus, 2008).

Les infrastructures et les services ne s'accommodent pas des mêmes critères de planification à long terme. Les opérateurs privés de services, dont les automobilistes, décident quand et combien investir dans des capacités, y compris des technologies, nouvelles. Les compagnies aériennes privées décident du type d'avion à acheter en fonction de l'évolution de la demande à laquelle elles s'attendent ainsi que de leur plan d'activité. Les faits semblent prouver que le secteur, concurrentiel, du transport aérien fonctionne assez bien (Morrison et Winston, 1995, 2005) et il peut en être dit autant des exploitants d'autocars, ceux du moins qui opèrent en régime de concession (Nash, 1993 ; Mackie et Preston, 1996 ; Preston, 2004).

Les routes, les aéroports, les ports, les lignes de chemin de fer et les gares font en revanche (à certaines exceptions près) partie du domaine public et les pouvoirs publics peuvent, même si de nombreuses décisions cruciales sont prises par les opérateurs privés dans le respect des règles de fonctionnement des mécanismes du marché, peser lourdement sur la répartition modale et la structure des réseaux de transport par le biais de leurs investissements, de leur politique tarifaire et de leur réglementation de la capacité.

Les trains voyageurs à grande vitesse relèvent ainsi en grande partie du secteur public sur le plan tant de l'infrastructure que des services. La construction de nouvelles lignes dans l'Union Européenne, l'annonce par la Chine de l'affectation de 162 milliards USD à l'extension de son réseau ferré et la décision du Gouvernement américain de placer la grande vitesse ferroviaire au cœur de la politique nationale des transports ont donné à cette technologie un aval qui pourrait aider les chemins de fer à jouer un plus grand rôle dans le transport interurbain.

Vue sous l'angle économique, la question est simple : la grande vitesse ferroviaire en vaut-elle la peine ? La réponse, évidente, est que cela dépend. La grande vitesse est une technologie ferroviaire qui permet de se déplacer plus vite qu'en voiture, en autocar ou en train classique, mais moins vite qu'en avion. Comme n'importe quelle autre technologie, elle n'est ni bonne, ni mauvaise en soi. Sa valeur sociale est fonction de son aptitude à résoudre des problèmes de transport suffisamment importants pour justifier son coût d'opportunité. L'analyse coûts/avantages peut aider à trouver une réponse à cette question cruciale, mais il ne faut sans doute pas argumenter plus avant pour affirmer que la justification économique des investissements dans la grande vitesse ferroviaire dépend des conditions qui prévalent dans le corridor interurbain où il est envisagé de construire la nouvelle ligne, c'est-à-dire du niveau de la demande, du degré de congestion, de la valeur du temps, des gains de temps réalisables sur le trafic transféré d'autres modes, du trafic induit et des effets externes nets.

Le contexte dans lequel l'évaluation sociale des projets s'inscrit ne doit pas rester ignoré dans l'analyse économique des grands projets d'infrastructure. Il faut pénétrer la structure institutionnelle pour comprendre un processus décisionnel qui fait entrer plusieurs niveaux de pouvoir en jeu, comme

c'est le cas dans l'Union Européenne ou là où les autorités nationales et régionales d'un même pays ne partagent pas nécessairement les mêmes objectifs en matière notamment de localisation des investissements publics.

Le présent rapport s'intéresse à ces problèmes de planification et d'évaluation à long terme qui affectent l'avenir du transport interurbain. Le chapitre 2 traite des défis à long terme à relever dans le domaine du transport interurbain en analysant les différences observables entre les modes de transport présents dans des corridors de moyenne longueur où le transport aérien, les chemins de fer et la route se font concurrence et où les investissements publics en infrastructures pèsent lourdement sur l'équilibre du marché. Le chapitre 3 s'interroge sur les conditions dans lesquelles les investissements publics dans la grande vitesse ferroviaire peuvent être socialement défendables, tandis que le chapitre 4 analyse les incitants associés au financement national ou supranational qui démontrent l'importance que l'architecture institutionnelle revêt dans le financement des grands projets d'infrastructure. Le chapitre 5 rassemble les conclusions.

2. PLANIFICATION À LONG TERME DU TRANSPORT INTERURBAIN DE VOYAGEURS

Le corridor interurbain de moyenne longueur (plus ou moins 500 kilomètres) dans lequel la route, les chemins de fer et le transport aérien se font ouvertement concurrence se caractérise par une répartition modale dont l'équilibre est très sensible à de faibles variations du prix généralisé des différents modes de transport. Les différences entre ces modes sont évidentes, mais ils ont aussi en commun, du côté de l'offre, d'avoir besoin d'infrastructures pour assurer des services mobilisant des véhicules, de la main-d'œuvre et de l'énergie appartenant au secteur public ou privé avec intégration ou non-intégration verticale des infrastructures et de l'exploitation et, du côté de la demande, de transporter des voyageurs qui doivent acquitter des prix généralisés, totalisant argent, temps, qualité et sécurité, différents.

Les transports aériens, maritimes et routiers ne sont pas verticalement intégrés et sont assurés par des opérateurs différents qui utilisent une infrastructure commune dont l'accès est soit libre, soit subordonné au paiement d'une redevance (péage, prix, etc.). Les opérateurs appartiennent pour la plupart au secteur privé et l'infrastructure est publique ou exploitée par un concessionnaire privé. Les services de transport routier, aérien et maritime sont verticalement séparés de l'exploitation des infrastructures, tandis que les chemins de fer sont verticalement intégrés *de facto* dans le cas des services à grande vitesse exploités par une entreprise unique ayant l'usage exclusif d'infrastructures spécialisées et ne le sont pas dans d'autres. Les autocars et les voitures partagent les mêmes routes, les compagnies aériennes concurrentes partagent les mêmes aéroports et la grande vitesse ferroviaire est techniquement exploitée sous la forme d'une entreprise unique, même si, sur le plan organisationnel, l'entretien et l'exploitation des infrastructures sont séparés de l'exploitation des services.

La grande vitesse ferroviaire a, en dehors de son intégration verticale (avec tarifs subventionnés), d'autres avantages sur le transport aérien qui sont le reflet de certaines différences structurelles. Les aéroports et les compagnies aériennes continueraient à desservir un grand nombre de marchés en utilisant les mêmes capacités aéroportuaires et il n'est pas sûr qu'une intégration verticale améliorerait

la gestion de la congestion des aéroports. La grande vitesse ferroviaire a l'avantage dans ce cas que l'infrastructure sert à desservir un très petit nombre de marchés (paires O/D) et d'arriver ainsi à des niveaux très élevés de fiabilité.

Ces dissemblances de l'offre ont un impact significatif sur la demande. L'intégration verticale des infrastructures et de l'exploitation des services de la grande vitesse ferroviaire lui confère un avantage significatif par rapport à l'avion en termes de coût généralisé de la mobilité. Le train à grande vitesse est plus fiable que l'avion et ses temps d'accès et d'attente sont beaucoup moins pénalisants. Les aéroports et les compagnies aériennes ne partagent pas nécessairement les mêmes objectifs et l'avantage que la grande vitesse ferroviaire présente en termes de coût généralisé est extérieur au paramètre « temps de déplacement ». Les différences sont encore plus évidentes dans le cas de la route. L'infrastructure routière et l'utilisation du réseau sont verticalement séparées. Alors que la grande vitesse ferroviaire a un exploitant unique, beaucoup d'usagers conduisant leur propre voiture accèdent librement (ou parfois moyennant paiement d'un péage) à une infrastructure dont la capacité est limitée. La route a l'avantage de réduire les temps d'accès et d'attente pratiquement à zéro et son désavantage, en termes de coût, se situe au niveau du temps de déplacement.

Les investissements dans la grande vitesse ferroviaire modifient l'équilibre qui règne dans le corridor interurbain en influant sur le coût généralisé du transport par chemin de fer. Les services à grande vitesse ont des temps d'accès, de sortie et d'attente à peine différents de ceux des services classiques et influent essentiellement sur les temps de déplacement dans des proportions qui sont fonction des conditions d'exploitation des services classiques (ils réduisent, sur des distances de 450 kilomètres, le temps de parcours d'une heure ou davantage par rapport à des trains qui roulent à 100 km/h et d'une demi-heure environ par rapport à des trains qui roulent à 160 km/h) (Steer, Davies et Gleave, 2004). Les usagers de la route qui optent pour la grande vitesse ferroviaire gagnent en termes de temps de déplacement, mais perdent en termes de temps d'accès, de sortie et d'attente. La comparaison des coûts généralisés de la grande vitesse ferroviaire et du transport aérien donne des résultats contrastés par rapport à la route. La grande vitesse ferroviaire est compétitive sur les moyennes distances, mais perd son avantage concurrentiel sur les longues distances (Campos et Gagnepain, 2009).

Les gains de temps ne sont pas la seule conséquence des investissements dans la grande vitesse ferroviaire. La réduction du coût généralisé de la mobilité génère des nouveaux déplacements et le transfert de trafic venant d'autres modes contribue à réduire la congestion, les accidents et les externalités environnementales. L'impact net sur les autres modes n'est malheureusement pas nécessairement positif. La réduction de la congestion bénéficie à ceux qui continuent à utiliser leur précédent mode de transport, mais la réduction des services induite par le recul de la demande a une incidence négative sur l'adaptation aux préférences manifestées par ces usagers sur le plan de la mobilité.

Il est utile, avant de s'appesantir sur les avantages de la grande vitesse ferroviaire et la valeur sociale à attribuer à l'affectation de fonds publics à son développement, d'examiner les axes autour desquels l'avenir du transport interurbain de voyageurs semble devoir s'articuler. La majorité des programmes de transport de par le monde ont pour objectif déclaré de tendre vers la mise en place d'un « système de transport intégré et durable », mais ce que cela signifie est loin d'être clair : la notion peut couvrir plusieurs politiques de transport différentes sanctionnant des degrés différents d'intervention publique dans le domaine en particulier des investissements et des tarifs.

Le développement d'un réseau de transport est le résultat de l'interaction de décisions publiques et privées dans un contexte de mutations sociétales et, surtout, économiques parfois imprévisibles. Pour ce qui est de la planification à long terme, il n'est pas inutile de rappeler comment les groupes

spécialisés créés par la Commission Européenne dans le sillage de son Livre Blanc pour la politique des transports (Commission Européenne, 2009) voient les transports évoluer au cours des 40 années à venir. Il ne semble pas intéressant de s'arrêter à certaines de leurs prédictions au demeurant impossibles à vérifier à l'heure actuelle, mais il est en revanche très instructif de découvrir leur vision du problème des transports et la politique publique qu'ils prônent dans la mesure où elle façonne la politique européenne des transports[1].

L'heure est aujourd'hui aux restrictions budgétaires, une situation que la crise économique actuelle et l'aggravation des déficits publics vont encore exacerber demain. Le vieillissement de la population et l'augmentation de son degré de dépendance, d'une part, et la nécessaire affectation de sommes toujours plus importantes à la réparation, la modernisation et l'entretien des infrastructures existantes, d'autre part, vont réduire les moyens financiers utilisables pour le secteur des transports et les utilisateurs devront payer davantage que jusqu'il y a peu pour internaliser les externalités et couvrir les coûts.

Les réflexions des groupes spécialisés relatives aux politiques d'investissement en infrastructures et de tarification peuvent se résumer comme suit :

- La contribution des transports au développement économique, l'augmentation de la demande de transport et le besoin d'entretien et de renforcement des capacités existantes ou de construction de capacités supplémentaires obligent à passer au stade de la tarification directe des services de transport. Les principes du pollueur/payeur et de l'utilisateur/payeur devront se traduire en décisions tarifaires pratiques.

- L'aggravation des contraintes budgétaires et la concrétisation de la règle de l'utilisateur/payeur vont faciliter la participation privée. Le secteur privé va aider à construire et exploiter des infrastructures de transport. Le cadre réglementaire doit inciter à optimiser les résultats de la participation privée.

- La planification des infrastructures contribue de façon déterminante à la cohérence et l'uniformité du développement au niveau européen. La construction de nouvelles infrastructures doit être subordonnée à l'existence de besoins réels mis en lumière par une évaluation économique des projets.

- La planification des infrastructures doit faciliter l'utilisation de sources d'énergie écologiques et interagir avec l'aménagement du territoire et la politique des transports. La mise en commun et l'intégration des systèmes de billetterie, des terminaux, des plates-formes et autres équipements doit encourager l'intermodalité.

- L'efficience économique veut que les prix reflètent les coûts totaux. L'internalisation nécessaire des coûts externes se traduira à court terme par une utilisation efficiente des infrastructures existantes et adressera à long terme des signaux aux investisseurs qui vont transformer graduellement le système de transport. La tarification arrive mieux que d'autres moyens à modifier la répartition modale.

- La libéralisation peut rationaliser l'utilisation du réseau en facilitant l'entrée sur le marché et en abattant les barrières administratives. Elle serait particulièrement bienvenue dans le cas des chemins de fer. Les réglementations qui visent à remédier aux dysfonctionnements du

marché doivent tendre à lever les barrières impressionnantes à l'uniformisation des conditions dans lesquelles les entreprises exercent leurs activités dans le secteur des transports (dans un contexte en particulier de concurrence intermodale et internationale).

Dans un contexte où la route, l'avion et les chemins de fer se disputent des voyageurs, il est utile de se demander comment les investissements dans la grande vitesse ferroviaire permettent d'atteindre cet objectif à long terme.

3. INCIDENCE DES INVESTISSEMENTS DANS LA GRANDE VITESSE FERROVIAIRE SUR L'AMÉLIORATION DU TRANSPORT INTERURBAIN

Dans un corridor donné, un projet de grande vitesse ferroviaire a des coûts totaux d'infrastructure égaux à I pendant l'année de base et génère, grâce à l'offre de trains à grande vitesse utilisant ces infrastructures, des avantages sociaux (hors coûts annuels d'entretien et d'exploitation) représentés par B. Ces avantages nets augmentent d'année en année d'un facteur g. Les infrastructures ont une durée de vie de T années et le taux d'actualisation une valeur i. Cela étant et i étant posé supérieur à g, l'investissement est socialement défendable si :

$$B[1 - (1 + g)^{r} (1 + i)^{-r}] (i - g)^{-1} > I \qquad (1)$$

Les deux grandeurs clés de l'équation (1) sont les taux g et i. L'équation (1) se ramène à l'équation plus simple (2) si le projet a une durée de vie infinie :

$$B(i - g)^{-1} > I \qquad (2)$$

Si l'on pose en hypothèse, pour simplifier les choses, que l'équation (2) se vérifie ou que le taux d'augmentation des avantages nets est supérieur au taux social d'actualisation ($g > i$), la valeur nette est positive dans les deux cas, quoiqu'une valeur positive de B soit compatible avec une valeur actualisée nette positive dans le second. Dans la pratique, cette dernière hypothèse est très favorable aux investissements dans la grande vitesse ferroviaire, parce que la valeur actualisée nette est positive, même si la demande est au faible au départ[2]. Dans ce cas de croissance exponentielle des avantages nets, une valeur actualisée nette positive n'est pas une condition suffisante d'acceptation du projet. Il est impossible de répondre à la question de savoir si la grande vitesse est socialement défendable sans résoudre d'abord le problème de l'optimisation du calendrier.

Même s'il n'est pas tenu compte du suravantage procuré par des informations appropriées qui révèlent quand l'investissement est différé, il reste à s'interroger sur l'optimisation du calendrier. Si les avantages engrangés la première année n'excèdent pas le coût d'opportunité de l'investissement, il est préférable de différer l'investissement, même si sa valeur actualisée nette est positive. L'avantage net de l'année $T + 1$ étant laissé dans l'ombre pour simplifier les choses, il se justifie socialement d'investir dans la grande vitesse ferroviaire quand[3] :

$$B > Ii \qquad (3)$$

Le taux social d'actualisation étant donné, les conditions définies dans l'équation (3) sont remplies, si les avantages sociaux nets tirés la première année de l'introduction de la grande vitesse ferroviaire dans un corridor compensent le coût d'opportunité de l'affectation de I à ce projet plutôt qu'à la satisfaction d'autres besoins sociaux. Dans l'équation (3), *B* représente les avantages sociaux nets de la première année, c'est-à-dire les gains de temps réalisés en transférant du trafic vers le nouveau mode, les avantages générés par le trafic induit, l'amélioration de la qualité et de la sécurité, la réduction de la congestion, des accidents et d'autres externalités des autres modes de transport, la libération de capacités utilisables pour d'autres trafics (par exemple le trafic marchandises des chemins de fer et les vols longs courriers dans les aéroports) et la réduction des coûts d'exploitation et d'entretien imputable à la migration des voyageurs du corridor vers la grande vitesse ferroviaire (hors coûts d'investissement).

Ces avantages nets de la première année dépendent dans une large mesure des spécificités du corridor et de l'incidence de la nouvelle ligne sur le coût généralisé de la mobilité. Le volume de la demande doit être important dans le corridor pour compenser le niveau élevé des coûts d'investissement. La construction d'un kilomètre de ligne à grande vitesse coûte de 12 à 40 millions d'euros et 18 millions en moyenne, sans même tenir compte du coût de la planification, du coût des terrains et du coût de construction des grandes gares. Les coûts montent considérablement en terrain difficile et dans la traversée d'agglomérations densément peuplées (Campos et de Rus, 2009).

Les avantages de la première année d'exploitation sont largement tributaires de l'aptitude du train à grande vitesse à enlever du trafic à des modes de transport souffrant de congestion aiguë. Il est difficile de justifier l'introduction de la grande vitesse ferroviaire dans un corridor de 500 kilomètres où les routes sont dégagées et les liaisons aériennes de qualité, s'il n'y a pas de transfert important de la demande au départ des autres modes de transport, d'abrègement significatif des temps totaux de déplacement, de génération d'une nouvelle demande, de réduction des externalités négatives et de disposition significative à payer pour ces avantages.

Les gains de temps qu'une ligne à grande vitesse devrait permettre de réaliser (et leur composition) varient selon le mode de transport d'où viendraient ses utilisateurs. Un voyageur qui vient de la route abrège son temps de déplacement, mais allonge ses temps d'accès, de sortie et d'attente. A l'inverse, un voyageur qui vient de l'avion allonge son temps de déplacement, mais abrège ses temps d'accès, de sortie et d'attente[4]. Le voyageur prendra le train à grande vitesse, si le coût généralisé du recours à la grande vitesse ferroviaire est inférieur à celui du mode d'origine, ce qui sera le cas si le prix du voyage en TGV est suffisamment bas pour contrebalancer l'allongement du temps global de déplacement (de Rus, 2008).

L'existence d'externalités de réseau est un autre avantage direct attribué à la grande vitesse ferroviaire (Adler *et al*., 2007). Il ne fait aucun doute qu'un réseau dense de lignes à grande vitesse offre plus de possibilités aux usagers du rail qu'un réseau squelettique. La valeur économique de cet effet laisse néanmoins sceptique. Il n'est pas contestable que des réseaux ont plus de valeur que des lignes éparses, mais les effets de réseau doivent, là où ils existent, être incorporés dans les avantages dont il a déjà été discuté au niveau des liaisons. Les usagers du rail tirent certes avantage de l'inclusion de leurs paires origine/destination dans un réseau densément maillé, mais l'augmentation du nombre de voyageurs n'est d'aucune utilité supplémentaire pour le voyageur isolé allant de *A* à *B*, si elle ne s'accompagne pas d'une augmentation des fréquences, un effet (espèce d'effet Mohring) qui se capture au niveau des liaisons.

Les gains de temps viennent du trafic transféré d'autres modes. Le trafic induit augmente le temps total de déplacement, mais est porteur d'avantages dans la mesure où les voyageurs sont disposés à payer le coût généralisé de déplacement. Les transferts de trafic ont encore un autre effet intermodal que celui qui a déjà été évoqué précédemment en ce sens qu'ils agissent indirectement sur les voyageurs qui restent fidèles à leur mode de transport d'origine.

Les effets indirects de la grande vitesse ferroviaire sont ceux qui s'exercent sur des marchés secondaires dont les produits complètent ceux du marché primaire ou s'y substituent. Il faut ainsi se demander, en s'en tenant dans un souci de simplification aux modes de transport affectés par l'entrée en scène de la grande vitesse ferroviaire, si cette dernière facilite la vie des utilisateurs de ces modes et ce qu'il en est des producteurs. Il importe ici de distinguer les transferts des véritables changements de ressources. Il a déjà été question des avantages directs que la grande vitesse ferroviaire apporte à la collectivité, mais elle peut aussi avoir un impact positif ou négatif sur ceux qui restent fidèles à leur mode de transport d'origine selon que ces modes sont ou ne sont pas victimes de distorsions. Il en va de même des autres agents économiques.

Il importe avant tout de savoir si le prix est supérieur ou inférieur au coût marginal social pour l'autre mode de transport. Si le prix du mode d'origine est inférieur à son coût marginal social, le transfert de trafic vers le nouveau mode est avantageux pour la collectivité[5]. Tel pourrait être le cas s'il y a réduction d'une congestion, ou pollution, suboptimale. Le contraire est aussi imaginable et l'effet indirect pourrait être négatif quand le prix excède le coût marginal si, par exemple, la réduction de la demande dont le mode d'origine fait l'objet, contraint les opérateurs à réduire le niveau de service, majorant ainsi le coût généralisé de la mobilité.

Le tout est de savoir si la tarification du mode de transport d'origine est optimale. La réduction de la congestion des routes et des aéroports est un effet indéniablement positif de la grande vitesse ferroviaire, mais il faut pour cela que la tarification soit réellement optimale. Si les redevances de congestion des routes et des aéroports internalisent les coûts marginaux sociaux, la modification de la répartition modale ne génère pas d'avantages indirects. La question peut aussi s'aborder sous un autre angle : les effets intermodaux indirects dont il est allégué pour justifier des investissements dans la grande vitesse ferroviaire doivent avant tout être comparés aux retombées d'une politique interventionniste d'optimisation de la tarification (principe de l'utilisateur ou pollueur/payeur).

Il n'est pas inutile non plus de signaler que pour pouvoir justifier des investissements dans la grande vitesse ferroviaire par ses effets intermodaux indirects en arguant de l'impossibilité de tarifer l'usage des infrastructures routières, il faut que le transfert de trafic exerce une influence significative sur les conditions préexistantes de trafic dans le corridor, ce qui implique la combinaison d'une distorsion importante avec une forte demande dans le corridor et une élasticité croisée suffisamment forte de la demande du mode alternatif par rapport à la modification du coût généralisé.

Si le prix est égal au coût marginal social, la perte de trafic des modes classiques n'affecte pas l'utilité de ceux qui leur restent fidèles, ni le bien-être de leurs producteurs ou travailleurs. Les opérateurs ne réagissent donc pas à une perte de 50 pour cent de leur clientèle ou les travailleurs à la perte de leur emploi, parce que les uns et les autres touchaient exactement leurs coûts d'opportunité. Nombreuses sont les raisons qui justifient l'abandon de cette hypothèse, notamment l'existence du chômage, mais les réflexions qui suivent se focaliseront plutôt sur l'incidence que la réduction du niveau de service décidée par les opérateurs en réponse à une réduction de la demande de transport aérien et routier exerce sur l'utilité des utilisateurs.

Les Figures 1 à 10 et les Tableaux 1 à 4 (voir Annexe) montrent que l'entrée en scène de la grande vitesse ferroviaire dans certains corridors a réduit la demande de transport en avion et en autocar et que les compagnies aériennes ont adapté leur offre à la contraction brutale de la demande. La réduction des services de ces deux modes a des effets remarquablement différents. Les exploitants d'autocars ne peuvent pas modifier leurs horaires réglementés, parce qu'ils opèrent sous le couvert de contrats de concession. Ils réagissent à la diminution de la demande en faisant baisser le niveau de service, mais la réduction de l'offre n'affecte pas les fréquences, puisque les services supprimés circulaient selon les mêmes horaires réglementés que les services maintenus. Il n'en demeure pas moins que même si les usagers ne sont guère affectés par les ajustements à court terme des exploitants d'autocars, des difficultés financières risquent de se faire jour à l'expiration des contrats de concession ou à l'occasion de leur renégociation. Les usagers et/ou les contribuables (ou encore les travailleurs) devront donc payer pour l'ajustement à moyen terme[6].

Les compagnies aériennes exercent leur activité sur un marché concurrentiel et peuvent donc réagir sans délai à une réduction brutale de la demande induite par la création de services ferroviaire à grande vitesse en réduisant le nombre de leurs vols, c'est-à-dire en agissant sur les fréquences, parce que la réduction de la demande est nettement plus forte, parce qu'ils ne sont pas liés par des obligations de service public et que l'ajustement est donc permis par la loi et parce que la nature des opérations aériennes (nécessité de disposer de créneaux pour les décollages et les atterrissages) affecte nécessairement les fréquences quand il y a réduction des services. La réduction du nombre de vols opérés par heure allonge le temps de déplacement des passagers qui arrivent inopinément ou réduit l'utilité de ceux qui choisissent leur vol à l'avance parmi un ensemble moins attractif de vols possibles.

Il convient de souligner, enfin, que la concurrence intermodale est affaire de coût généralisé de la mobilité. Le choix modal peut être orienté par les avantages comparatifs des différents modes, mais ces avantages comparatifs peuvent être en l'espèce le reflet de deux situations entièrement différentes : ils peuvent procéder d'atouts technologiques valorisés par la longueur du voyage, d'une part, ou de la politique tarifaire mise en œuvre, d'autre part. L'impact sur les parts de marché des différents modes desservant des corridors de moyenne longueur peut différer considérablement selon que les pouvoirs publics visent à couvrir, eu égard à leurs difficultés budgétaires, les coûts variables, les coûts totaux ou des coûts qui se situent entre ces deux extrêmes[7].

L'équilibre qui finira par s'établir dans les corridors de moyenne longueur (ou même courts) sera le fruit, non seulement des libres interactions entre l'offre et la demande, mais aussi dans une large mesure de l'action des pouvoirs publics, parce que la construction des infrastructures joue un rôle capital dans les transports en général et dans la grande vitesse ferroviaire en particulier. Les infrastructures de la grande vitesse ferroviaire une fois en place, le coût marginal à court terme est nettement inférieur au coût moyen (Campos et de Rus, 2009 ; Campos *et al.*, 2009) et il devient indispensable de se demander si la collectivité est disposée à payer les coûts totaux (capacités comprises) d'un nouveau mode de transport au vu des conditions dans lesquelles il est possible de se déplacer dans un corridor particulier et des possibilités existantes d'amélioration de la situation qui y règne.

4. FINANCEMENT DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET INCIDENCE SUR LA SÉLECTION DES PROJETS

La construction d'un réseau de lignes à grande vitesse est une opération coûteuse et constitue un investissement à la fois insécable, irréversible et lourd. La décision d'investir des fonds publics dans la construction de lignes à grande vitesse doit compter avec les incertitudes qui planent sur les coûts et, surtout, la demande. L'irréversibilité de la décision et l'importance de son impact sur l'équilibre du corridor où le nouveau projet est mis en œuvre confèrent un intérêt certain à l'évaluation économique du projet. Il est donc judicieux d'analyser l'incidence de la structure institutionnelle sur la décision finale d'investir des fonds publics dans des corridors interurbains.

Les autorités nationales et supranationales soutiennent la mise en œuvre de cette nouvelle technologie ferroviaire au moyen de fonds publics. Pour cerner l'impact de ces aides publiques sur la décision d'investir, il est utile de diviser le processus de financement des grands projets d'infrastructure en deux phases dont la première, institutionnelle, est celle de l'approbation des projets par les autorités nationales et supranationales (ou nationales et régionales) et la seconde celle de la sélection des entreprises appelées à construire et exploiter les infrastructures. Cette seconde phase est celle aussi au cours de laquelle le bénéficiaire national (ou régional) du projet entre en relation avec le ou les opérateurs chargés de réaliser et d'exploiter le projet[8].

Le système de cofinancement en vigueur dans l'Union Européenne est le système dit de « couverture du déficit de financement » qui est en fait un mécanisme de financement à prix coûtant majoré par lequel l'institution supranationale couvre une partie de la différence entre les coûts d'investissement et les recettes actualisées (nettes des coûts d'exploitation) du projet. La Commission Européenne couvre une fraction donnée (taux de cofinancement) de ce déficit de financement. Ce mécanisme a ceci de pervers qu'il fait augmenter les aides à mesure que les coûts totaux d'investissement augmentent et les fait diminuer à mesure que les recettes nettes diminuent. Ce mécanisme de financement pénalise l'internalisation des externalités et de la congestion, fait augmenter la demande à l'excès et biaise la définition du volume des capacités ainsi que le choix de la technologie.

Le propos peut s'illustrer en imaginant un pays qui, pour remédier à un problème de capacité de son réseau de transport, réfléchit à plusieurs projets qui s'excluent mutuellement, notamment à la construction d'une ligne à grande vitesse susceptible de bénéficier du soutien financier d'une institution supranationale. L'homme politique qui dirige ce pays doit se prononcer sur les principales caractéristiques du projet (en l'espèce choisir entre la construction d'une ligne à grande vitesse ou l'aménagement d'une ligne classique), effectuer une analyse coûts/avantages et faire rapport au planificateur supranational afin d'obtenir des fonds pour construire l'infrastructure.

Les effets du système actuel de cofinancement en vigueur dans l'Union Européenne, ou d'ailleurs de tout autre système dans lequel l'État finance l'infrastructure sur son budget et les autorités régionales décident du type de projet à financer, peuvent se modéliser comme suit (de Rus et Socorro, 2009). La réalisation du projet est divisée en deux seules phases, une première au cours de laquelle la

nouvelle infrastructure ferroviaire est construite et une seconde au cours de laquelle les habitants du pays l'utilisent. L'État prend les coûts réels de construction à sa charge. Il est de notoriété publique que les coûts réels ne coïncident pas nécessairement avec le coût minimum d'investissement. Pour minimiser les coûts de construction, l'homme politique doit accomplir un effort, ce qui constitue pour lui un coût.

Il n'est pas inhabituel que les autorités nationales soient mieux au fait du problème de transport qui se pose, des solutions envisageables et, partant, du coût minimum des investissements à réaliser pour le résoudre que l'institution supranationale. Il convient en conséquence de poser en hypothèse que le planificateur supranational ne peut avoir conscience ni du coût minimum d'investissement, ni des efforts accomplis par l'homme politique pour être efficient (ni donc les contrôler). Les autorités nationales doivent en outre décider du prix à payer pour utiliser les nouvelles infrastructures et, par voie de conséquence, du nombre de leurs utilisateurs. Il y a aussi des coûts d'exploitation et d'entretien, connus du secteur privé, et souvent aussi des technologies et/ou niveaux de capacité différents assortis de coûts très inégaux[9].

Il est possible, en gommant l'idée du planificateur supranational de bonne volonté parfaitement informé et en considérant que la fonction d'utilité de l'homme politique dépend de ses revenus privés (auxquels il accède s'il gouverne le pays), de mieux comprendre les décisions prises par les autorités nationales en matière d'infrastructures onéreuses[10]. La probabilité de la réélection est d'autant plus grande que le bien-être des électeurs est grand pendant la première phase. Le bien-être des électeurs pendant la deuxième phase est donné par la somme de leur rente du consommateur et de la valeur des dépenses sociales.

Les coûts fixes peuvent représenter jusqu'à 50 pour cent ou même davantage du coût total des projets de grande vitesse ferroviaire (Campos *et al*., 2009), des projets qui sont donc toujours candidats au financement supranational. Dans un monde où l'information serait parfaite, l'institution supranationale maximise le bien-être social en contraignant les autorités nationales à redoubler d'efforts pour minimiser le coût du projet et instaurer une tarification au coût marginal social. Dans la réalité, les efforts et les coûts marginaux ne sont pas observables et le comportement des autorités nationales sera dicté par les incitants inhérents au mécanisme de financement.

Avec le système actuel de couverture du déficit de financement (ainsi d'ailleurs qu'avec tous les autres systèmes de financement à prix coûtant majoré), il est coûteux d'être efficient. Les pouvoirs publics ne sont pas incités à réduire les coûts d'investissement ou à optimiser la tarification. La préférence va aux grands projets coûteux de technique de pointe et la tarification tendra à ignorer les principes de l'utilisateur/payeur ou pollueur/payeur, parce que la rente du consommateur des électeurs et la probabilité de réélection sont d'autant plus faibles que le prix à payer pour utiliser la nouvelle infrastructure nationale est élevé. L'homme politique va donc chercher à maximiser le nombre d'utilisateurs et ne fera pas payer pour les coûts externes.

Les faits confirment qu'il en est bien ainsi. Il est remarquable que des pays membres ont soutenu la construction de certaines lignes à grande vitesse ainsi que d'autres infrastructures telles que des routes ou des ports pour lesquelles la demande est trop faible pour échapper aux fourches caudines d'une analyse coûts/avantages rigoureuse. Une évaluation *ex post* de plusieurs projets cofinancés par le Fonds de cohésion entre 1993 et 2002 conclut que les autorités nationales se sont focalisées avant tout sur le calendrier d'engagement des moyens de financement disponibles et se sont moins préoccupées du contenu technique et du degré de priorité économique des projets (ECORYS Transport, 2005). Les évaluations ne définissent généralement pas la contribution quantitative des projets à leurs objectifs déclarés. La description et l'analyse des problèmes font parfois défaut.

Comme il était en outre généralement impossible de se prononcer sur la validité technique des projets, il s'est trouvé que des plans aient été mal ficelés, que des modifications techniques aient dû y être apportées après leur approbation, mais avant le début des travaux, que des dossiers d'appel d'offres aient dû être modifiés en dernière minute, que des travaux démarrent avec retard, que les coûts dérapent parce que des entrepreneurs ont dû effectuer des travaux supplémentaires qui leur donnent un bon prétexte pour réclamer des surcoûts, que les travaux durent plus longtemps que prévu et que les demandes de prorogation des délais de réalisation se multiplient à l'excès. L'étude conclut que les évaluateurs n'ont rien trouvé d'autre que des arguments pragmatiques pour justifier le taux de cofinancement. Elle trouve aussi des incompatibilités fondamentales entre les objectifs politiques généraux et les règles de calcul du taux de cofinancement. Elle observe ainsi que le principe du pollueur/payeur n'est que partiellement traduit dans les faits, parce que le mode actuel de détermination du taux de cofinancement dissuade de relever les redevances réclamées aux utilisateurs (ECORYS Transport, 2005).

Ces résultats décevants ne sont pas entièrement inattendus. Comme il l'a déjà été souligné, les autorités nationales sont généralement mieux informées des coûts et avantages des projets d'infrastructure à réaliser sur leur territoire que les planificateurs internationaux et ne poursuivent pas nécessairement les mêmes objectifs. Les autorités nationales peuvent aussi être tentées de manipuler l'évaluation des projets pour obtenir plus d'argent du planificateur supranational. Les relations entre les autorités nationales et les planificateurs supranationaux ne peuvent pas s'inscrire dans le cadre d'une analyse coûts/avantages classique dans un tel contexte d'asymétrie de l'information et de divergence des objectifs poursuivis.

L'asymétrie de l'information et les conflits d'intérêts requièrent une approche différente dans laquelle les incitants sont explicitement pris en compte. Florio (2006) propose d'abandonner l'actuel mécanisme peu motivant de cofinancement de l'Union Européenne, qui est en fait un système de couverture partielle des coûts d'investissement, pour le remplacer par un système plus motivant.

De Rus et Socorro (2009) avancent à ce propos qu'un mécanisme de financement forfaitaire pourrait inciter comme il se doit à réduire les coûts et à pratiquer des tarifs socialement optimaux. Il s'y ajoute que la méthode de couverture du déficit de financement ravale l'analyse coûts/avantages au rang d'obligation bureaucratique à remplir pour obtenir des fonds supranationaux, alors que cette analyse devient, avec un mécanisme de financement forfaitaire, un instrument dont les autorités nationales peuvent très utilement user pour rationaliser au maximum l'affectation des fonds supranationaux.

Le financement forfaitaire est un système qui prévoit le versement de fonds extérieurs dont le montant est fixé d'avance sans tenir compte des coûts et des recettes. Il oblige les autorités nationales à assumer la charge de l'insuffisance des recettes et des inefficiences en termes de coûts, puisqu'elles reçoivent des sommes d'un montant prédéterminé et ont à faire les efforts nécessaires pour « boucher les trous ». L'incitation à optimiser les tarifs est puissante, parce que l'homme politique doit lui aussi assumer le coût de l'inefficience de la tarification.

Il n'est pas inutile de souligner qu'en allouant des montants forfaitaires aux autorités nationales, la Commission Européenne perd la possibilité d'influer sur la sélection des projets, ce qui est inconciliable avec sa politique de définition des priorités que les États membres doivent respecter en matière d'investissements en infrastructures. Il serait possible, à titre de solution de compromis, de substituer au système de couverture du déficit de financement un système qui lierait un financement forfaitaire à certains objectifs généraux tels que la promotion de l'accessibilité ou la minimisation du coût social total des transports dans certains corridors sans faire aucunement référence aux coûts et aux recettes et sans imposer le choix d'une technologie particulière. Le risque de construire des lignes

à grande vitesse socialement déficitaires serait ainsi dissocié du mécanisme de cofinancement, parce que la sélection du projet le plus coûteux (et peut-être inapproprié) aurait un coût d'opportunité totalement différent pour les autorités nationales.

5. CONCLUSIONS

L'avenir du transport interurbain sera tracé par les interactions entre les préférences des consommateurs, le progrès technique et la disponibilité des ressources nécessaires à la satisfaction des besoins de mobilité. La concurrence entre les entreprises et les modes de transport, encadrée par les quelques règles requises pour assurer l'internalisation des externalités et un minimum d'accessibilité, modèlera les réseaux de transport pendant les années à venir. Les pouvoirs publics ne doivent toutefois pas se limiter à réglementer les prix et à régler les problèmes d'équité dans les transports. La construction d'infrastructures publiques peut influer profondément sur la forme future des corridors interurbains de transport.

Les décisions prises par les pouvoirs publics en matière d'investissement dans la grande vitesse ferroviaire et, par la suite, de tarification de l'usage des infrastructures ont de profondes répercussions sur l'affectation des ressources dans le secteur des transports et dans le reste de l'économie. Il semble évident que les lignes à grande vitesse conviennent pour certains corridors, mais constituent en revanche une option très coûteuse dans ceux où le trafic est faible et où les autres modes de transport peuvent satisfaire la demande à bien moindre coût.

Le problème à résoudre réside dans la mise en place d'un cadre institutionnel qui aide à trouver les options les meilleures pour la collectivité en transcendant les intérêts particuliers de certaines branches d'activité et des politiciens. Il ne suffit manifestement pas de subordonner l'approbation de nouvelles structures à la réalisation d'analyses coûts/avantages. Les asymétries de l'information et les conflits d'intérêts appellent à la mise en place de nouveaux incitants qui aident à transcender la situation actuelle dans laquelle les relations entre les pays membres et les institutions supranationales (ou entre les autorités régionales et nationales) font préférer des technologies modernes plus coûteuses à des solutions efficientes et moins onéreuses, la construction de nouvelles infrastructures à l'entretien et la modernisation des infrastructures existantes et la liberté d'accès à une tarification efficiente fondée sur les principes du pollueur/payeur et de l'utilisateur/payeur.

NOTES

1. Les priorités de la politique des transports ont changé au cours des dernières décennies : alors que le renforcement des réseaux et des capacités occupait le devant de la scène pendant les années 60, l'efficience est devenue plus importante que la construction de nouvelles infrastructures pendant les années 70, les externalités négatives des transports ont fait une forte percée à partir des années 80 et la contribution possible des nouvelles technologies à l'amélioration des réseaux est passée au premier plan pendant les années 90 (Vreeker et Nijkamp, 2005).

2. Il n'est pas inhabituel d'appuyer l'argumentation développée pour justifier la construction de lignes à grande vitesse dans des corridors où la demande est faible sur des projections de trafic optimistes.

3. Avec une valeur actualisée nette supérieure à zéro et dans le cas de « accepter/rejeter ».

4. L'avantage que le TGV présente par rapport à l'avion en termes de temps (et de qualité) procède de la dissemblance des procédures de sécurité, mais il ne faut pas tenir cette dissemblance pour définitivement acquise.

5. Le prix du nouveau mode est censé être égal ou supérieur à son coût marginal social.

6. Ces réflexions s'appliquent également aux services classiques des chemins de fer affectés par la mise en service de trains à grande vitesse.

7. La nature des critères de tarification à prendre en compte sort du cadre de la présente étude. Les arguments avancés à l'appui de la tarification au coût marginal à court terme, d'une part, et à long terme, d'autre part, ont été analysés par Rothengatter (2003) et Nash (2003). L'impact de la prise en compte du coût des investissements en infrastructures sur le calcul des tarifs de la grande vitesse ferroviaire est analysé dans de Rus (2008).

8. Cette seconde phase a été analysée en détail par de nombreux économistes (Laffont et Tirole, 1993 ; Bajari et Tadelis, 2001 ; Guasch, 2004 ; Olsen et Osmundsen, 2005).

9. Les dépassements de coûts sont monnaie courante dans les grands projets d'infrastructure et il a été prouvé qu'ils ne s'expliquent pas toujours exclusivement par des imprévus (Flyvblerg *et al*., 2003).

10. La mise en œuvre des principes de l'utilisateur/payeur et du pollueur/payeur et la réduction des dépenses publiques ont un coût politique assez lourd (Sobel, 1998). Downs (1957), Niskanen (1971) et Becker (1983) ont affirmé et réaffirmé que les détenteurs du pouvoir législatif s'efforcent de maximiser leur soutien électoral. Même si la réélection n'est pas la motivation première de leur comportement législatif, il n'en reste pas moins vrai que les détenteurs du pouvoir législatif réagissent de façon prévisible aux coûts et avantages électoraux de leurs décisions. Ils donneront donc aux actions qui renforcent la probabilité de leur réélection la primauté sur celles qui l'affaiblissent (Sobel, 1998 ; Robinson et Torvik, 2005).

BIBLIOGRAPHIE

Adler, N., Nash, C., et Pels, E. (2007): "*Infrastructure pricing: The case of airline and high speed rail competition*", rapport présenté au 11ème Congrès mondial sur la recherche dans les transports, Berkeley.

Bajari, P. et Tadelis, S. (2001): "*Incentives versus transactions costs: a theory of procurement contracts*", RAND Journal of Economics 32(3), 387-407

Becker, G. S. (1983): "*A theory of competition among pressure groups for political influence*", The Quarterly Journal of Economics 98(3), 371-400.

Campos; J. et Gagnepain, P. (2009): "*Measuring the intermodal effects of high speed rail*", in Economic analysis of High Speed Rail in Europe, édité par G. de Rus. BBVA Foundation.

Campos, J. et de Rus, G. (2009): "*Some stylized facts about high-speed rail: A review of HSR experiences around the world*" Transport Policy, 16(1), 19-28.

Campos, J. de Rus, G. et Barron, I. (2009): "*The cost of building and operating a new high speed rail line*", in Economic analysis of High Speed Rail in Europe, édité par G. de Rus. BBVA Foundation.

Commission Européenne (2009): *The future of transport*. Focus Groups' Report. Bruxelles.

de Rus, G. (2008): *Les effets économiques de l'investissement dans le rail à grande vitesse*. Forum International des Transports, OCDE, Paris. Document de référence n° 2008-16, 2008.

de Rus, G. et Nash, C.A. (2007): *In what circumstances is investment in high speed rail worthwhile*? Institute for Transport Studies, University of Leeds, Working Paper 590.

de Rus, G. et Socorro, P. (2009): *Infrastructure investment and incentives with supranational funding*. rapport présenté au VIII Milan European Economy Workshop, University of Milan, dans le cadre du projet EIBURS.

Dixit, A.K. et Pindyck, R.S. (1994): *Investment under uncertainty.* Princeton University Press.

Downs, A. (1957): *An economic analysis of democracy*. New York: Harper& Row.

ECORYS Transport (2005): "*Ex post evaluation of a sample of projects co-financed by the Cohesion Fund (1993-2002)"*, Rapport de synthèse de la Commission Européenne. DG Politique régionale.

Florio, M. (2006): "*Cost-benefits analysis and incentives in infrastructure planning and evaluation: a research agenda for the EU cohesion policy*", 5th Milan European Economy Workshop 26-27 mai 2006.

Flyvbjerg, B., Bruzelius, N. et Rothengatter, W. (2003): *Megaprojects and risk: An anatomy of ambition*. Cambridge University Press.

Guasch, J. L. (2004): *Granting and renegotiating infrastructure concessions: Doing it right*, WBI Development Studies. Banque Mondiale. Washington, D.C.

Laffont, J. J. et Tirole, J. (1993): *A theory of incentives in procurement and regulation*, MIT Press. Cambridge, MA.

Mackie, P. et Preston, J. (1996): *The local bus market: A case study of regulatory change*. Avebury.

Morrison, S.A. et Winston, C. (1995): *The evolution of the airline industry*, Washington, DC: The Brookings Institution.

Morrison, S.A. et Winston, C. (2005): *What's wrong with the airline industry? Diagnosis and possible cures.* Hearing before the Subcommittee on Aviation Committee on Transportation and Infrastructure. Chambre des Représentants des États-Unis.

Nash, C.A. (1993): "*British bus deregulation*". The Economic Journal, 103(419), 1042-1049.

Nash, C. A. (2003): "*Marginal cost and other pricing principles for user charging in transport: a comment"*, Transport Policy, 10 (2), 345-348.

Niskanen, W. A. (1971): *Bureaucracy and representative government.* Chicago: Aldine-Atherton.

Olsen, T. et Osmundsen, P. (2005): "*Sharing of endogenous risk in construction*", Journal of Economic Behavior & Organization 58(4), 511-526.

Preston, J. (2004): "*The deregulation and privatisation of public transport in Britain: twenty years on*". Transportation Research Foundation.

Robinson, J. A. et Torvik, R. (2005): "*White elephants*", Journal of Public Economics 89(2-3), 197-210.

Rothengatter, W. (2003): "*How good is first best? Marginal cost and other pricing principles for user charging in transport"*, *Transport Policy*, 10 (2): 121-130.

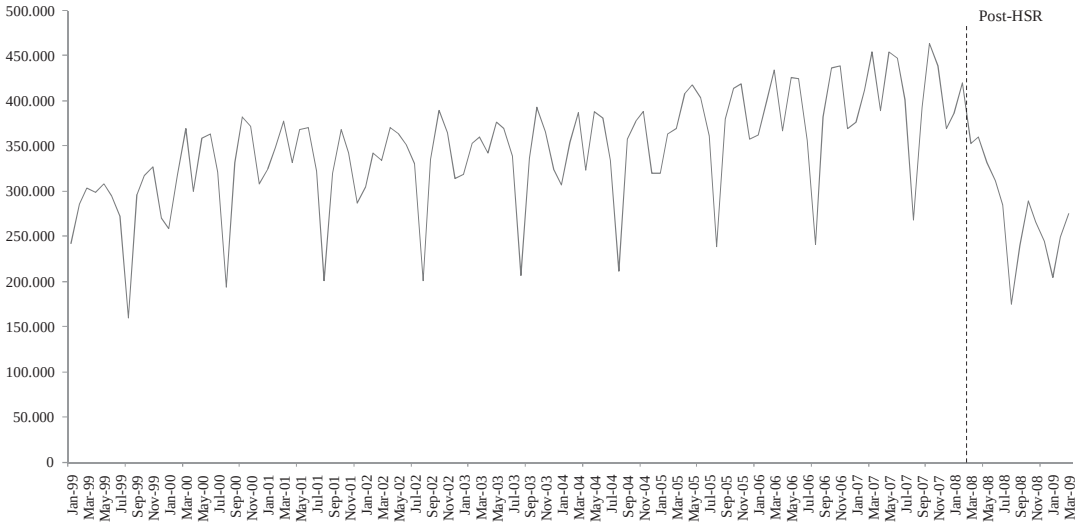
Sobel, R. S. (1998): "*The political costs of tax increases and expenditure reductions: Evidence from state legislative turnover*", Public Choice 96(1-2), 61-80.

Steer Davies Gleave (2004): *High speed rail: international comparisons*. Londres.

Vreeker, R. et Nijkamp, P. (2005): "*Multicriteria evaluation of transport policies*", in Handbook of transport strategy, policy, and institutions, edited by K.J. Button and D.A. Hensher, Elsevier.

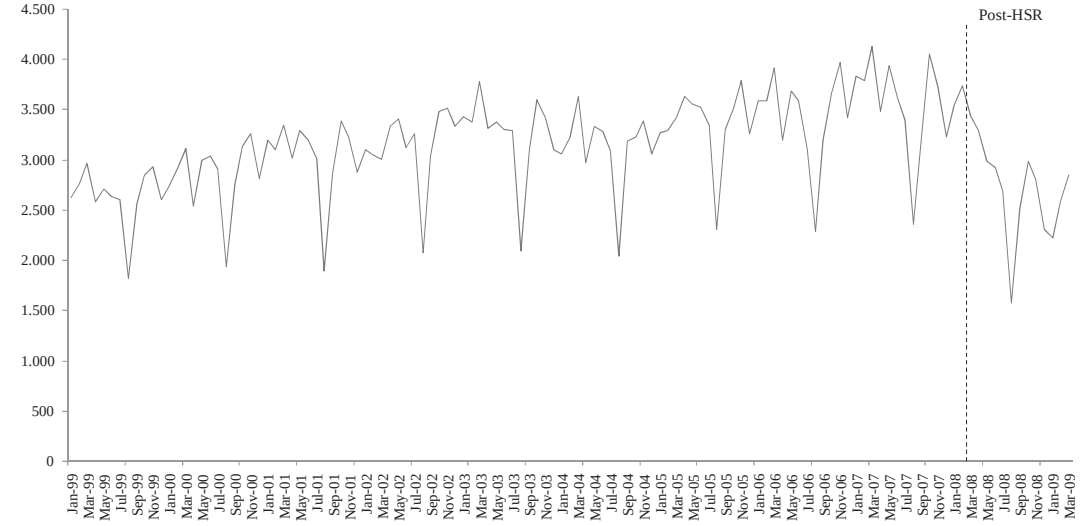
ANNEXE

Figure 1. **Madrid-Barcelone**
Nombre mensuel de passagers aériens



Source : courbe tracée au départ de données tirées de www.aena.es.

Figure 2. **Madrid-Barcelone**
Nombre mensuel de vols commerciaux



Source : courbe tracée au départ de données tirées de www.aena.es.

Tableau 1. **Madrid-Barcelone (passagers aériens)**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
Variable	Coefficient	Std. Error	16.26046
T	1064	65**	-0.306032
D1	-2914	9522	3.784228
D2	36026	9520**	6.728295
D3	64210	9543**	4.063172
D4	38762	9540**	6.976728
D5	66535	9537**	6.075548
D6	57925	9534**	2.019896
D7	19253	9532*	-10.58831
D8	-100908	9530**	2.170561
D9	20683	9529*	7.064316
D10	68821	9742**	5.813673
D11	56634	9741**	-21.74971
HSR	-150368	6914**	32.90185

T: month; D1-D11: monthly dummies; HSR: dummy for High Speed Rail.

R-squared: 0.901392; Adjusted R-squared: 0.890245; Durbin-Watson stat: 1.032179; *,** significant at the 5 or 1 per cent level.

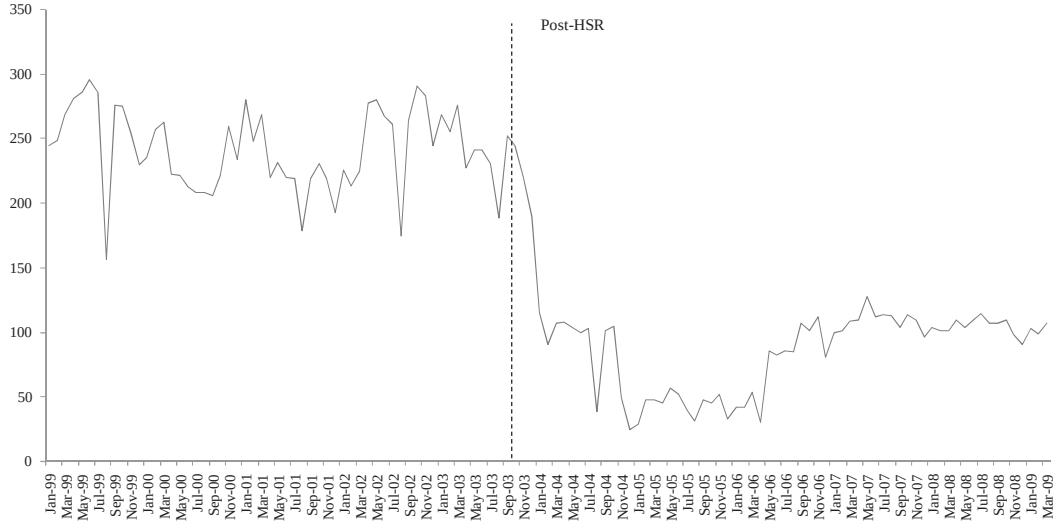
Tableau 2. **Madrid-Barcelone (vols commerciaux)**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
T	8	0.55**	15.06314
D1	177	80*	2.212122
D2	244	80**	3.042595
D3	526	80**	6.557876
D4	174	80*	2.173615
D5	375	80**	4.673040
D6	263	80**	3.287075
D7	106	80	1.321722
D8	-917	80**	-11.43899
D9	11	80	0.131378
D10	406	82**	4.954149
D11	412	82**	5.027874
HSR	-1037	58**	-17.84494
C	2550	67**	38.23676

T: month; D1-D11: monthly dummies; HSR: dummy for High Speed Rail.

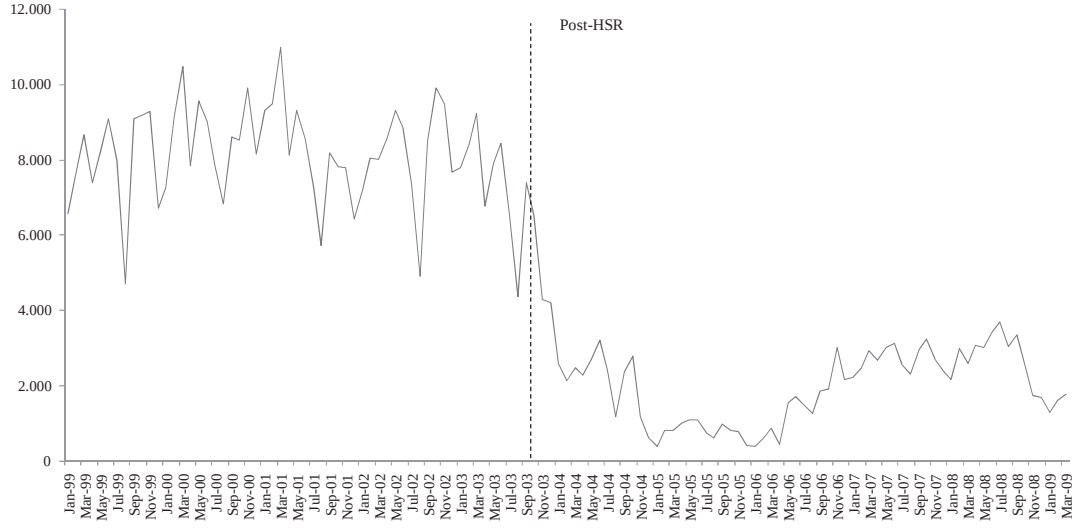
R-squared: 0.880377; Adjusted R-squared: 0.866855; Durbin-Watson stat: 1.100381; *,** significant at the 5 or 1 per cent level.

Figure 3. **Madrid-Saragosse**
Nombre mensuel de passagers aériens



Source : courbe tracée au départ de données tirées de www.aena.es.

Figure 4. **Madrid-Saragosse**
Nombre mensuel de vols commerciaux



Source : courbe tracée au départ de données tirées de www.aena.es.

Tableau 3. **Madrid-Saragosse (passagers aériens)**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
T	-1	5	-0.232599
D1	-87	475	-0.183369
D2	482	475	1.015930
D3	970	475*	2.043228*
D4	139	475	0.293170
D5	872	475	1.837054
D6	928	475	1.954525
D7	129	475	0.270871
D8	-1049	475*	-2.206355
D9	644	476	1.354009
D10	1269	486*	2.612176
D11	972	486*	2.002266
HSR	-5973	381**	-15.67043
C	7706	388**	19.86720

T: month; D1-D11: monthly dummies; HSR: dummy for High Speed Rail.

R-squared: 0.899041; Adjusted R-squared 0.887629; Durbin-Watson stat: 0.843296; *,** significant at the 5 or 1 per cent level.

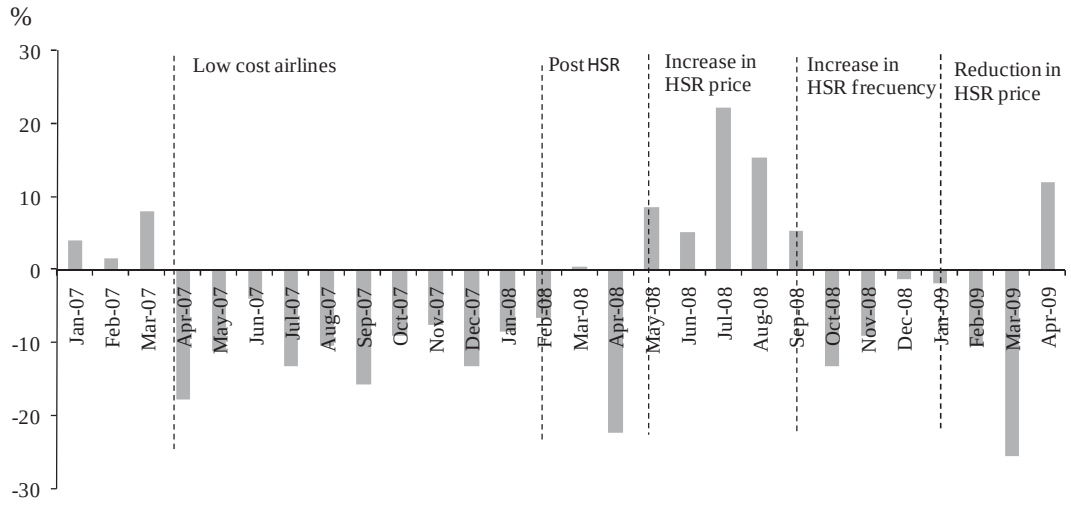
Tableau 4. **Madrid-Saragosse (vols commerciaux)**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
T	0.098	0.16	0.598539
D1	9	15	0.597563
D2	5	15	0.341518
D3	16	15	1.054459
D4	8	15	0.518867
D5	17	15	1.142293
D6	14	15	0.885964
D7	9	15	0.605989
D8	-25	15	-1.638183
D9	11	15	0.687313
D10	32	16*	2.069965
D11	24	16	1.546399
HSR	-157	12**	-12.75281
C	228	12**	18.27449

T: month; D1-D11: monthly dummies; HSR: dummy for High Speed Rail.

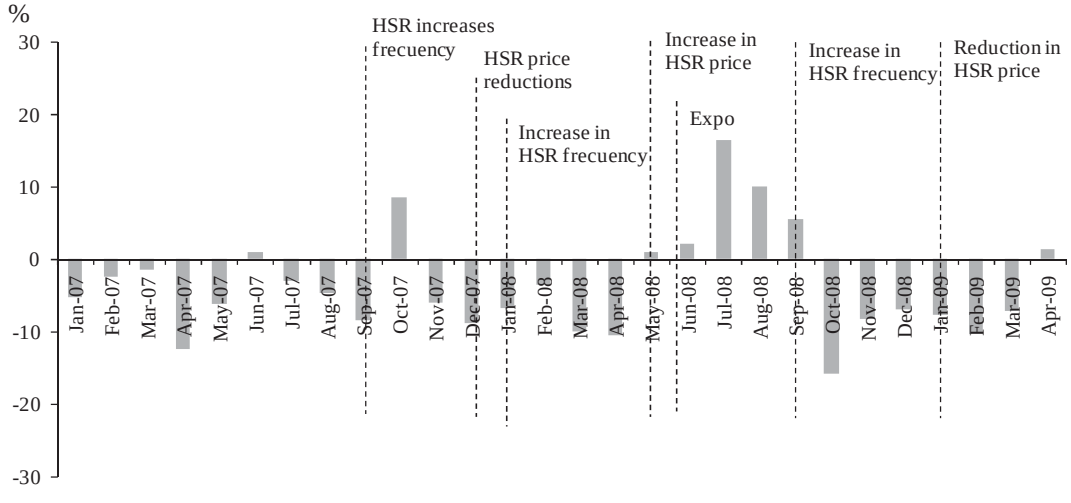
R-squared: 0.839659; Adjusted R-squared: 0.821534; Durbin-Watson stat: 0.626277; *,** significant at the 5 or 1 per cent level.

Figure 5. **Madrid-Barcelone (autocars de ligne)**
Évolution de la demande mensuelle (année de référence : 2006)



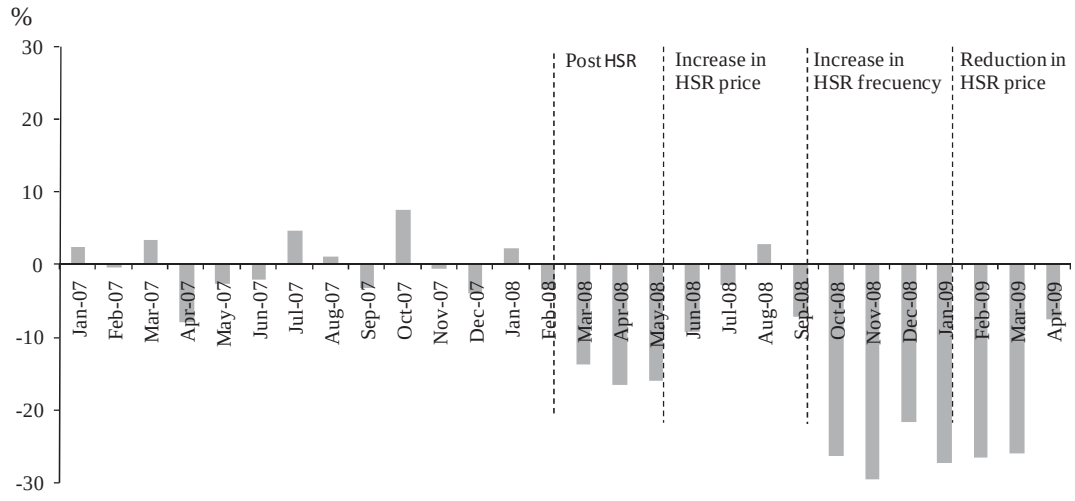
Source : graphique dessiné au départ de données fournies par FENEBUS.

Figure 6. **Madrid-Saragosse (autocars de ligne)**
Évolution de la demande mensuelle (année de référence : 2006)



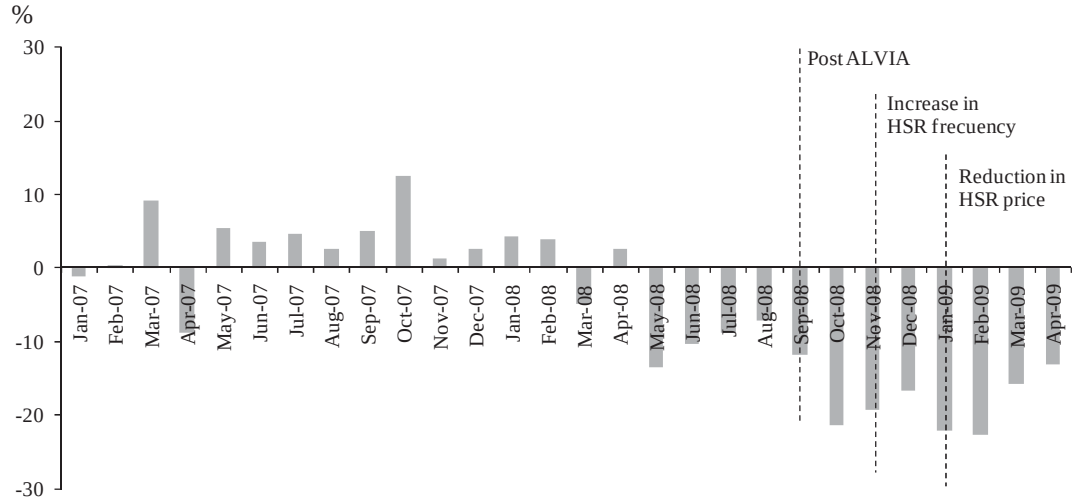
Source : graphique dessiné au départ de données fournies par FENEBUS.

Figure 7. **Saragosse-Barcelone (autocars de ligne)**
Évolution de la demande mensuelle (année de référence : 2006)



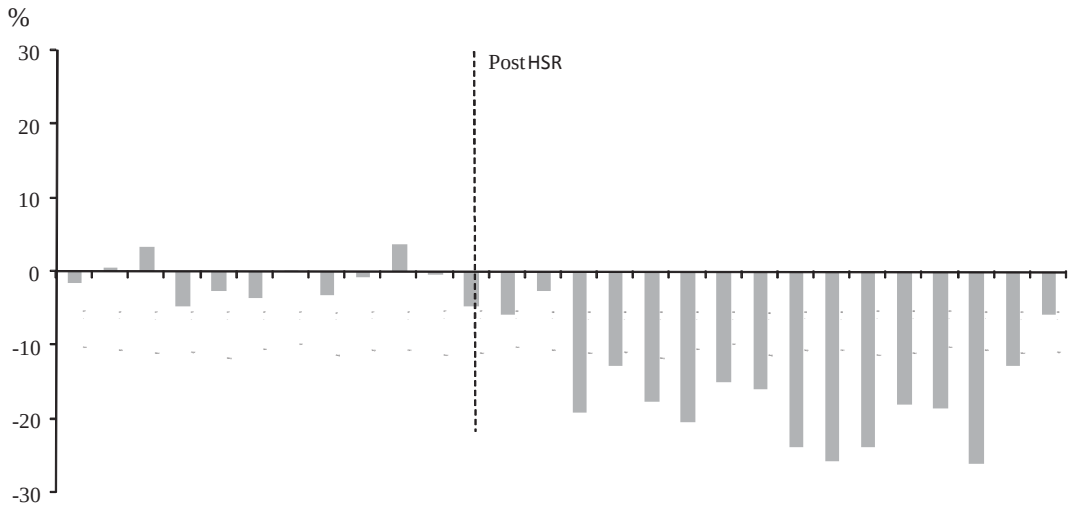
Source : graphique dessiné au départ de données fournies par FENEBUS.

Figure 8. **Madrid-León (autocars de ligne)**
Évolution de la demande mensuelle (année de référence : 2006)



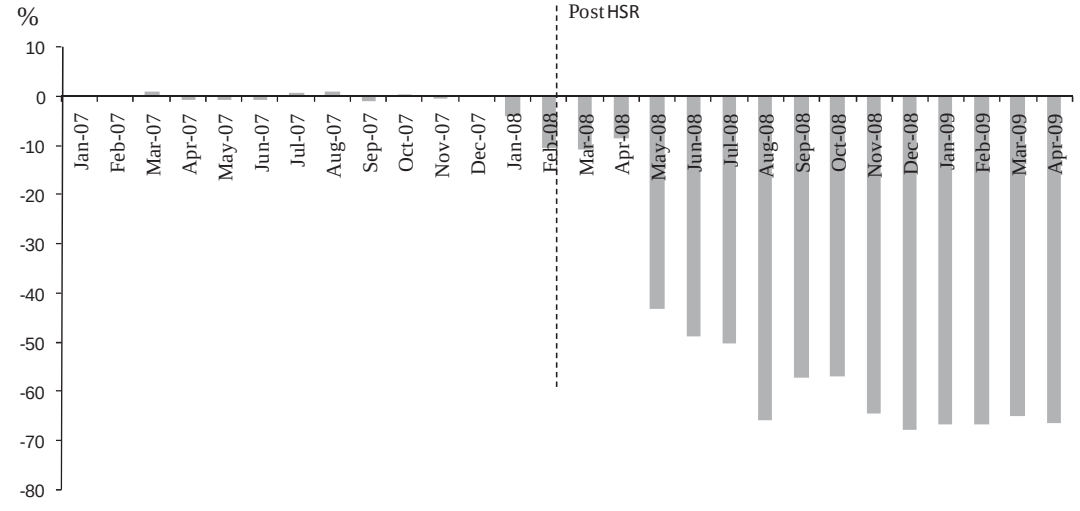
Source : graphique dessiné au départ de données fournies par FENEBUS.

Figure 9. **Madrid-Valladolid (autocars de ligne)**
Évolution de la demande mensuelle (année de référence : 2006)



Source : graphique dessiné au départ de données fournies par FENEBUS.

Figure 10. **Lleida-Barcelone (autocars de ligne)**
Évolution de la demande mensuelle (année de référence : 2006)



Source : graphique dessiné au départ de données fournies par FENEBUS.

Thème III :

Concurrence et réglementation des transports interurbains : Vers un nouveau cadre réglementaire ?

CONCURRENCE OU COOPÉRATION DANS LES TRANSPORTS PUBLICS

de

Botond ABA

Institute for Transport Sciences Ltd. (KTI)
Budapest
HONGRIE

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 245

2. PRÉSENTATION DE L'INSTITUT DES SCIENCES DES TRANSPORTS (KTI) 245

3. VUE D'ENSEMBLE DU SECTEUR DU TRANSPORT DE VOYAGEURS EN HONGRIE 247

4. CONCLUSION 269

1. INTRODUCTION

Les transports, et en particulier les transports publics, font régulièrement l'objet d'études universitaires et d'analyses des politiques. La présente note n'est pas tant axée sur les retombées positives de l'innovation dans ce domaine (notamment, les innovations dans le transport par autobus et l'essor de ce mode), que sur les problèmes qu'elle occasionne, par exemple ceux des métros et des trains à grande vitesse, et les tensions sociales qui en résultent.

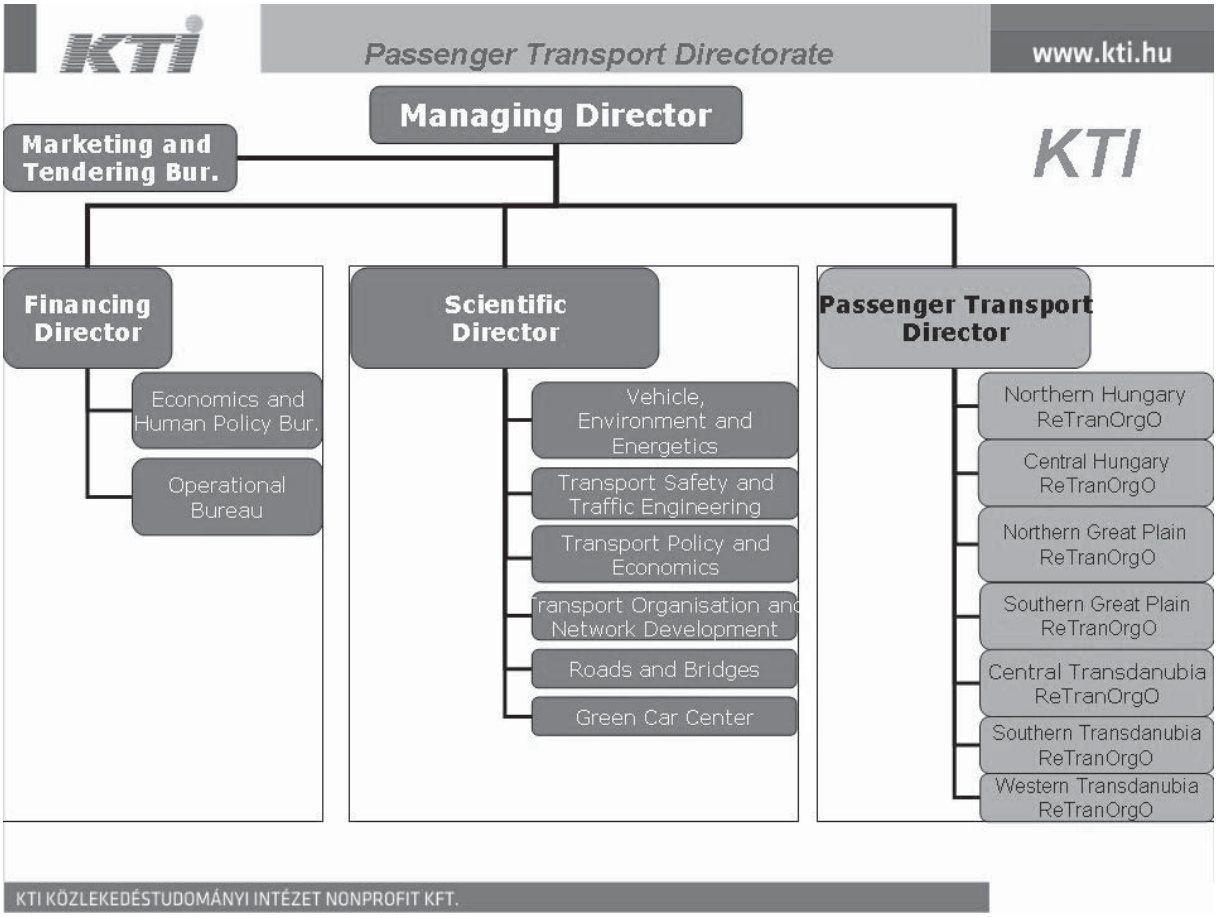
La crise économique récente a particulièrement mis en évidence les contradictions de la société dans une économie mondialisée, qui vont de pair avec la contraction des marchés et la concurrence entre les entreprises pour préserver leur situation de monopole, voire simplement survivre. Dans le secteur des transports tout spécialement, la concurrence se joue entre des entreprises, anciennes et nouvelles, qui cherchent à influencer les voyageurs et les convaincre de les choisir et d'en faire leur moyen de transport habituel. Le choix du public se porte souvent sur les moyens de transport individuel. Cette réalité a surtout profité par le passé à l'industrie automobile, qui continue d'en bénéficier, lui conférant ainsi un pouvoir et une influence de plus en plus grands sur l'ensemble du secteur des transports, et dans l'économie en général. L'auteur pose l'hypothèse, dans le présent rapport, que le secteur des transports publics est très différent, du point de vue économique, d'autres catégories plus « classiques » du secteur et de son marché. Bien que l'utilité individuelle et la valeur réelle ne conditionnent pas globalement le marché (l'offre et la demande), le phénomène du pseudo-marché le fait. De plus, la durabilité des transports publics ne dépend pas de l'individu, si l'on entend par là le voyageur pris isolément, mais de la collectivité et de son patrimoine commun.

2. PRÉSENTATION DE L'INSTITUT DES SCIENCES DES TRANSPORTS (KTI)

Le KTI a célébré son 70ème anniversaire en 2008. Dans les huit dernières années, au cours desquelles les pressions sur le marché se sont accentuées, il a accordé une attention particulière au marché des transports publics. Durant cette période, il a élargi sont champ d'activité, complétant les domaines qu'il étudiait de longue date (transport automobile et recherche routière) par des recherches sur le transport ferroviaire, ainsi que sur la politique et l'économie des transports.

En 2007 est créée La Direction du transport de voyageurs, à laquelle se rattachent sept bureaux régionaux disséminés dans tout le pays. Ces instances évaluent en collaboration les performances et les processus des transports interurbains publics, et vérifient que les contrats de service public sont respectés.

Figure 1. **Organisation du KTI**



Légende :

Direction du transport de voyageurs
Directeur général

Bureau du marketing et des adjudications

Directeur financier	Directeur scientifique	Directeur du transport de voyageurs
Bureau de la politique économique et des ressources humaines	Véhicules, environnement et énergie	ReTranOrgO Hongrie septentrionale
Bureau opérationnel	Sécurité des transports et ingénierie de la circulation	ReTranOrgO Hongrie centrale
	Politique et économie des transports	ReTranOrgO Grande Plaine du Nord
	Organisation des transports et développement des réseaux	ReTranOrgO Grande Plaine du Sud
	Ponts et chaussées	ReTranOrgO Transdanubie centrale
	Centre de la voiture verte	ReTranOrgO Transdanubie du Sud
		ReTranOrgO Transdanubie de l'Ouest

le KTI a pour vocation, depuis toujours, de mener des activités de recherche et d'évaluation quantitative. Plus précisément, en ce qui concerne l'étude du secteur du transport de voyageurs, nos jeunes chercheurs s'efforcent en permanence d'analyser et de découvrir des modes de compréhension plus globale des choses.

Nous proposons ci-après une brève présentation de nos collègues, qui se consacrent depuis un certain temps déjà à divers thèmes essentiels :

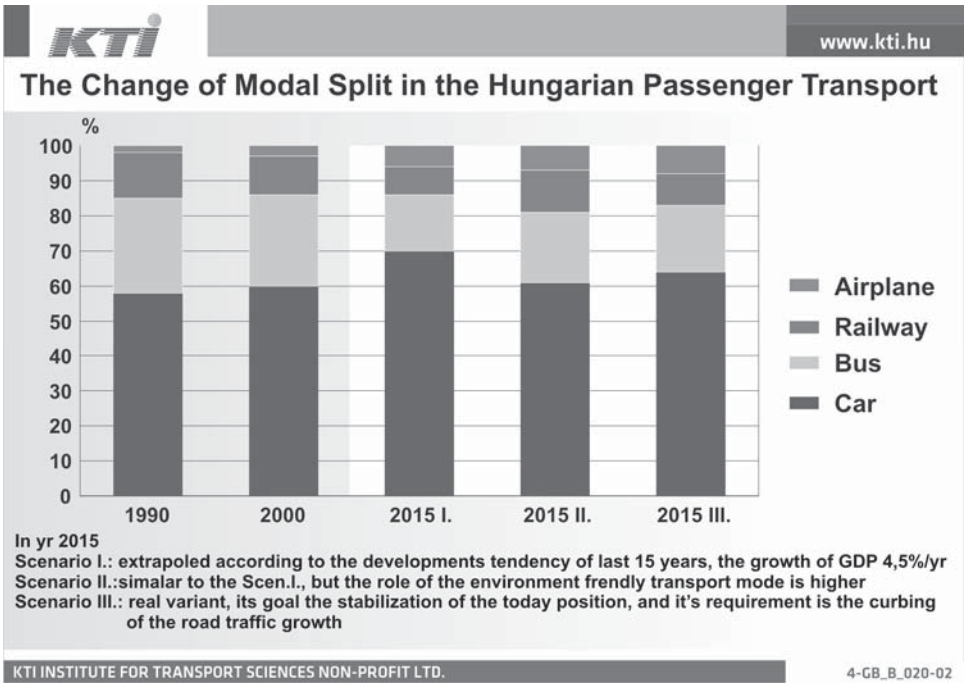
- Gábor Albert et Árpád Tóth, qui ont élaboré l'« indice de la concurrence » grâce auquel on peut mesurer la concurrence entre les différents modes de transport et chiffrer le potentiel des itinéraires de substitution.
- Balázs Ács, qui travaille sur la quantification du contexte économique et des expériences de transport par autocar longue distance.
- Maria Heinczinger et son équipe, qui étudient les incidences de la tarification forfaitaire et des tarifs réduits adoptés dans les transports publics sur la fréquentation du mode ferré et la répartition modale.
- En Hongrie, les experts du KTI ne sont pas les seuls à mener des analyses et des recherches sur ces questions. L'un des collaborateurs du KTI est László Kormányos (Chemins de fer d'État hongrois /MÁV/) qui a construit, dans le cadre de sa thèse de doctorat, des modèles scientifiques présentant l'amélioration des services et l'évolution technique obtenues grâce à l'application du principe de l'horaire cadencé coordonné.

3. VUE D'ENSEMBLE DU SECTEUR DU TRANSPORT DE VOYAGEURS EN HONGRIE

Le développement des secteurs des transports dans les nouveaux États membres de l'Union européenne (UE) présente certaines similitudes, mais aussi d'importantes différences. Les constatations sommaires ci-après définissent bien le secteur du transport de voyageurs en Hongrie et son évolution depuis 1990 :

- La Hongrie, à l'image d'autres pays d'Europe orientale, faisait état d'une répartition modale caractérisée par un parc automobile de faible envergure et des transports publics prédominants.

Figure 2. **Prévisions de la répartition modale**



Légende :

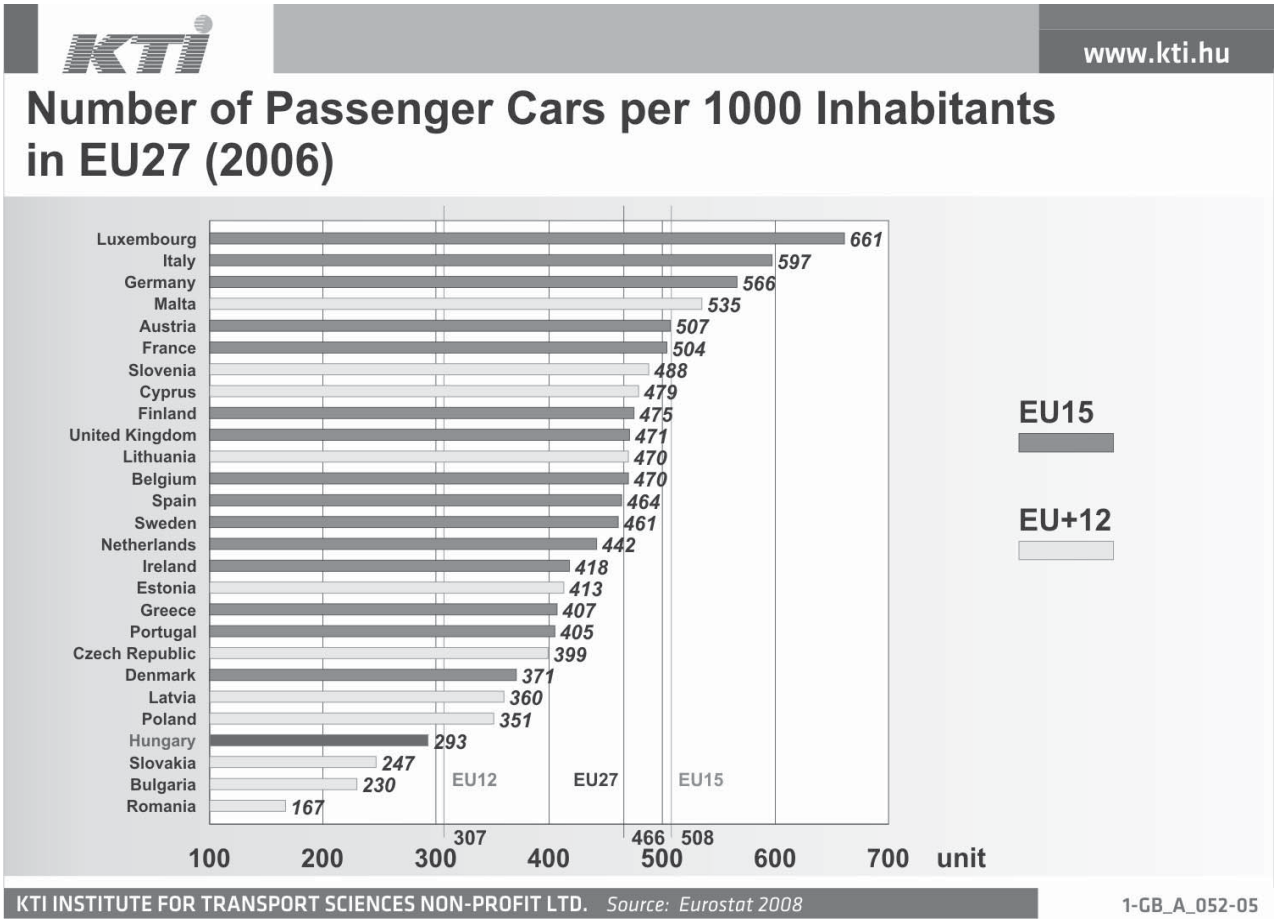
Évolution de la répartition modale dans le transport de personnes en Hongrie

Aérien
Ferroviaire
Autobus-autocar
Voiture

En 2015 :
Scénario I : extrapolation de la tendance observée dans les 15 années écoulées, croissance du PIB : 4.5 %/an
Scénario II : semblable au scénario I, mais le rôle des modes de transport respectueux de l'environnement est plus important.
Scénario III : se démarque véritablement des scénarios précédents, avec pour objectif la stabilisation aux niveaux actuels, ce qui suppose de freiner l'augmentation du trafic routier.

- Comme dans l'UE-27 prise globalement, le nombre de voitures en circulation est encore très faible.

Figure 3. **Nombre d'automobiles par millier d'habitants dans l'UE-27**

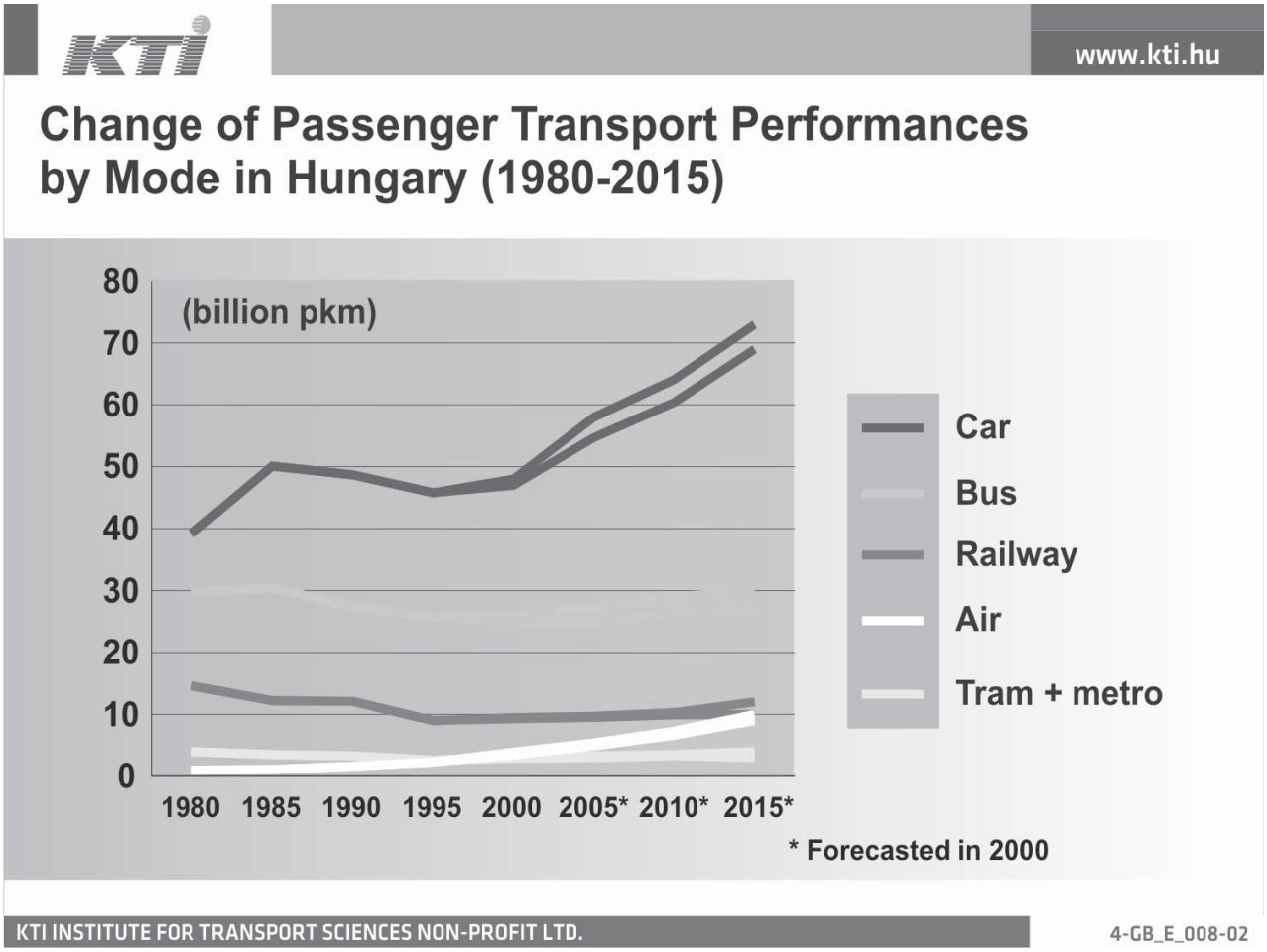


Nombre de voitures particulières par millier d'habitants dans l'UE-27 (2006)

Luxembourg
Italie
Allemagne
Malte
Autriche
France
Slovénie
Chypre
Finlande
Royaume-Uni — UE-15
Lituanie
Belgique
Espagne
Suède — UE+12
Pays-Bas
Irlande
Estonie
Grèce
Portugal
République tchèque
Danemark
Lettonie
Pologne
Hongrie
Slovaquie
Bulgarie
Roumanie

- **Il n'existait pas de marché véritablement uniforme à l'origine** dans les pays d'Europe centrale et orientale. En Hongrie, l'ancien Institut de planification hongrois répartissait les services publics entre deux groupes d'entreprises d'État (MÁV et Volán, groupe des entreprises nationales de transport par autobus).

Figure 4. **Prévisions de résultats dans le transport de personnes**



Légende :

Évolution des résultats dans le transport de personnes, par mode, en Hongrie (1980-2015)

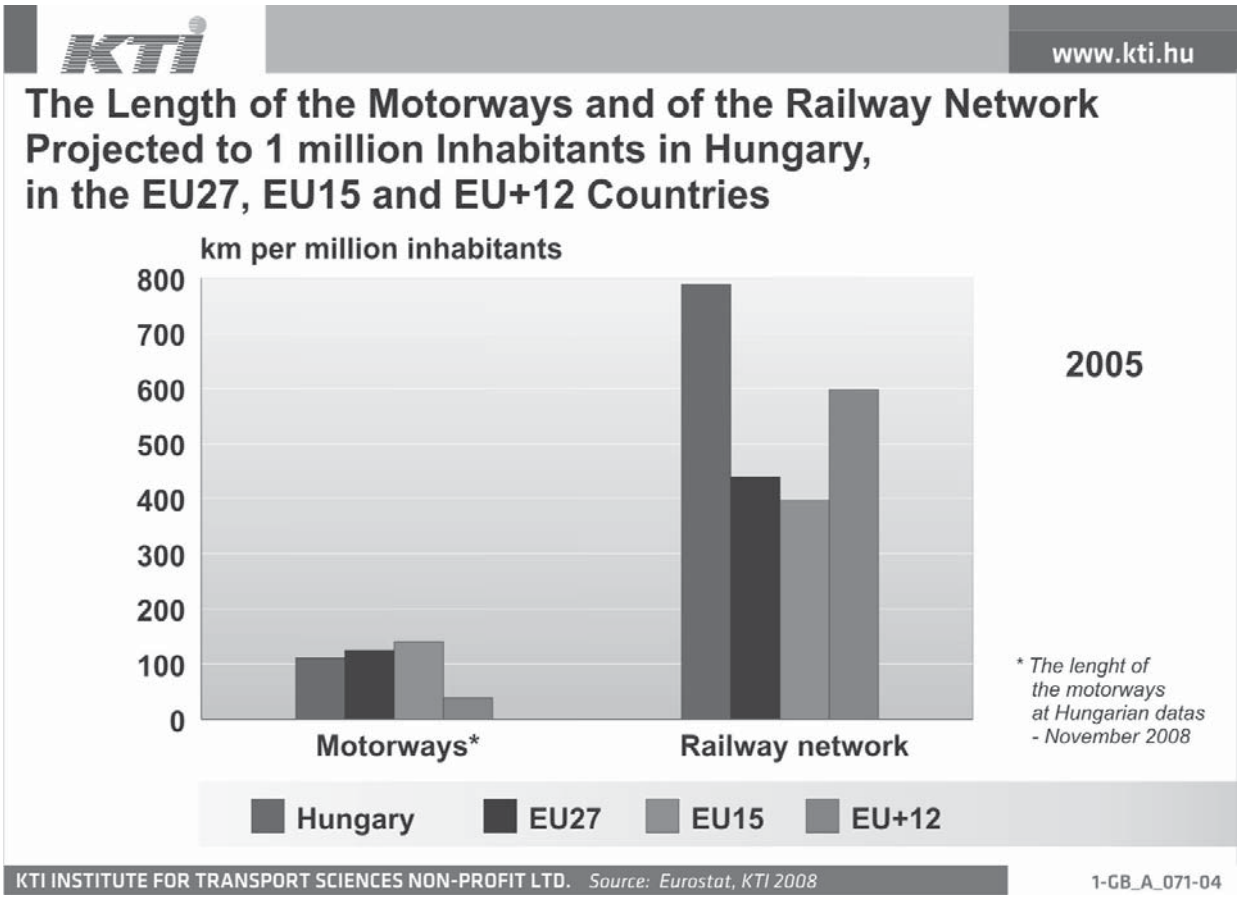
(milliards vkm)

Voiture
Autobus-autocar
Chemins de fer
Avion
Tramway+métro

* Projections établies en 2000

- **Le potentiel du secteur ferroviaire était important du point de vue des infrastructures**. Mais les autoroutes étaient très insuffisantes, et le potentiel du transport interurbain par autobus/autocars était très faible sur le plan infrastructurel.

Figure 5. **Potentiel des infrastructures**



Légende :
Longueur des autoroutes et du réseau ferroviaire, projection par million d'habitants en Hongrie, dans l'UE-27, l'UE-15 et l'UE+12

km par million d'habitants

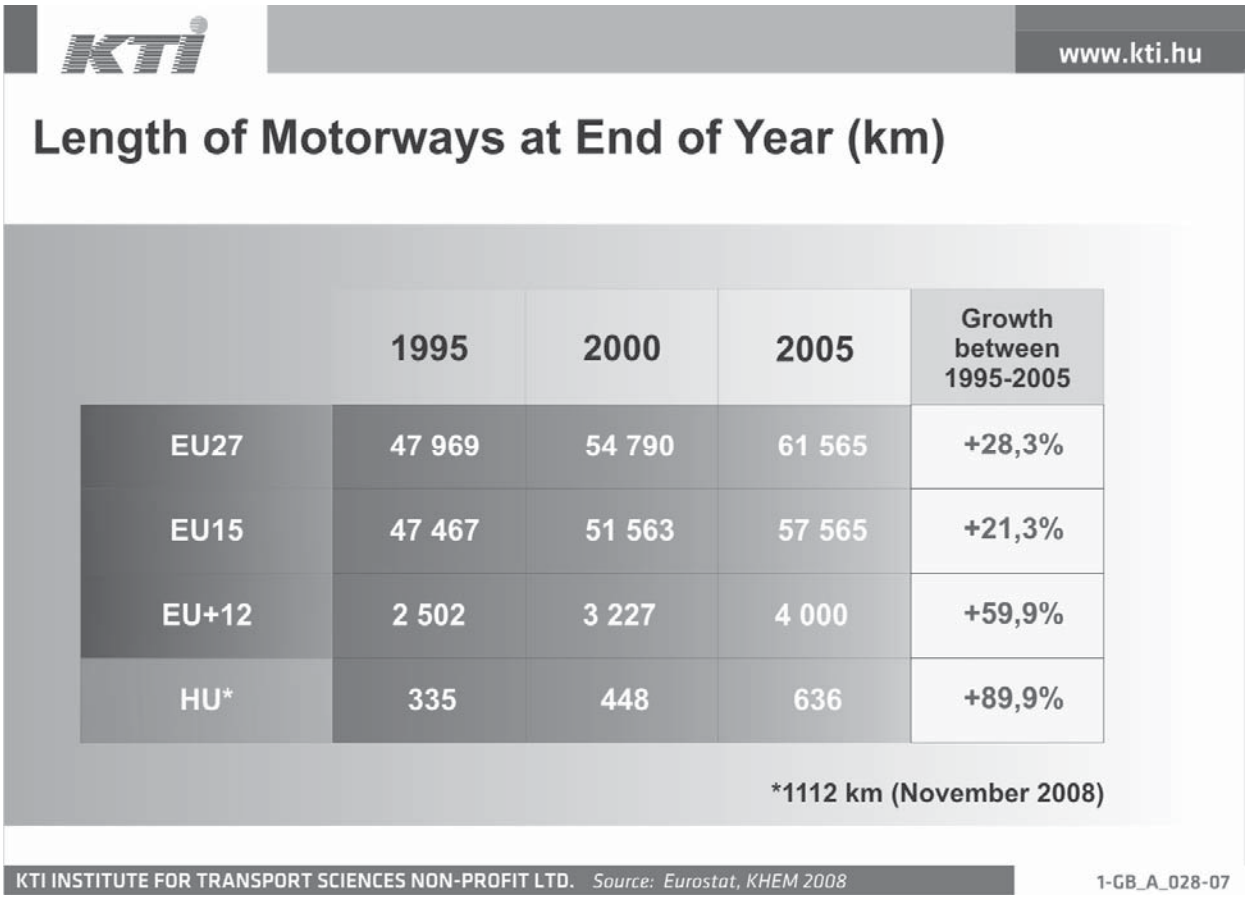
Autoroutes* Réseau ferroviaire

* Longueur des autoroutes d'après les données hongroises de novembre 2008.

Hongrie UE-27 UE-15 UE+12

- La longueur du réseau autoroutier a considérablement augmenté, ce qui a modifié la répartition : la demande croissante de déplacements autoroutiers a entraîné la création de services d'autocars interurbains, conçus pour rouler à grande vitesse sur les autoroutes récemment construites. De plus, le secteur privé s'est intéressé à cette évolution nouvelle.

Figure 6. **Développement autoroutier**



Légende :
Longueur des autoroutes à la fin de l'année (km)

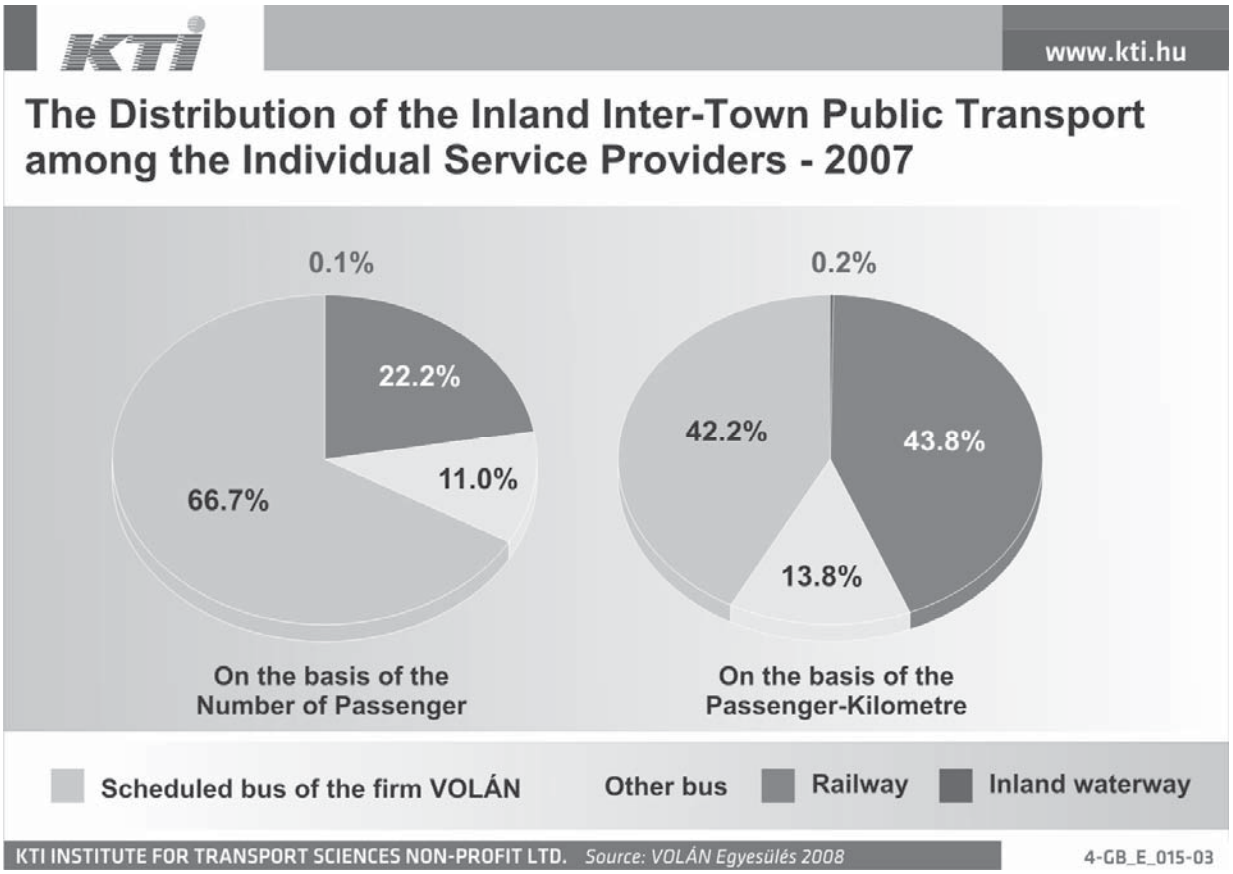
Augmentation entre 1995 et 2005

UE-27
UE-15
UE+12
Hongrie*

* 1 112 km (novembre 2008)

- Cependant, le marché ne s'est pas ouvert au secteur privé. La plupart des opérateurs longue distance sont encore des entreprises d'État.

Figure 7. **Répartition des transports publics interurbains intérieurs**



Légende :
Répartition des transports publics interurbains intérieurs entre les différents prestataires de services - 2007

sur la base du nombre de voyageurs — sur la base des voyageurs-kilomètres

Lignes régulières d'autocars VOLÁN — Autres autocars — Chemins de fer — Voies navigables

- Lorsque la Hongrie a adhéré à l'UE, le secteur des transports se caractérisait par l'absence de réglementation nationale, et la plupart des entreprises d'État opéraient aux termes de contrats de service public à long terme (ce qui est encore le cas aujourd'hui).
- On peut difficilement savoir quand interviendra l'ouverture du marché. Selon certains, 2012 pourrait être une année charnière.
- Faute d'analyses comparatives internationales, la situation est délicate pour les autorités compétentes. (On aurait du mal à établir des données réelles en raison des intérêts du marché.)

Par conséquent, les questions suivantes se posent concernant le transport de voyageurs en Hongrie :

Question 1 : Y a-t-il concurrence, sous une forme ou une autre ?

La réponse, plutôt surprenante, est très nettement **oui**.

La Figure 4 fait ressortir clairement que le nombre d'automobiles a considérablement augmenté depuis 1990, avec pour effet une hausse concomitante de la part de marché de ce mode de transport. Le partage modal est moins favorable depuis 1980, année où il représentait 50-50 pour cent. Si les tendances observées depuis 15 ans se poursuivent, en 2015, la part de marché des transports publics devrait avoir diminué de 30 pour cent, à moins d'une intervention radicale dans les mécanismes du marché.

Il importe de souligner que cette chute de 50 pour cent à 30 pour cent n'est pas plus spectaculaire que le changement qui s'est produit dans les transports urbains, dont la part modale est passée de 82 pour cent à 60 55 pour cent entre 1988 et 2008. L'analogie avec les transports urbains est instructive dans la mesure où elle met en évidence, mieux que les indicateurs du trafic interurbain, les caractéristiques de l'économie fondée sur l'entreprise, tout comme les distorsions du marché et celles d'ordre social.

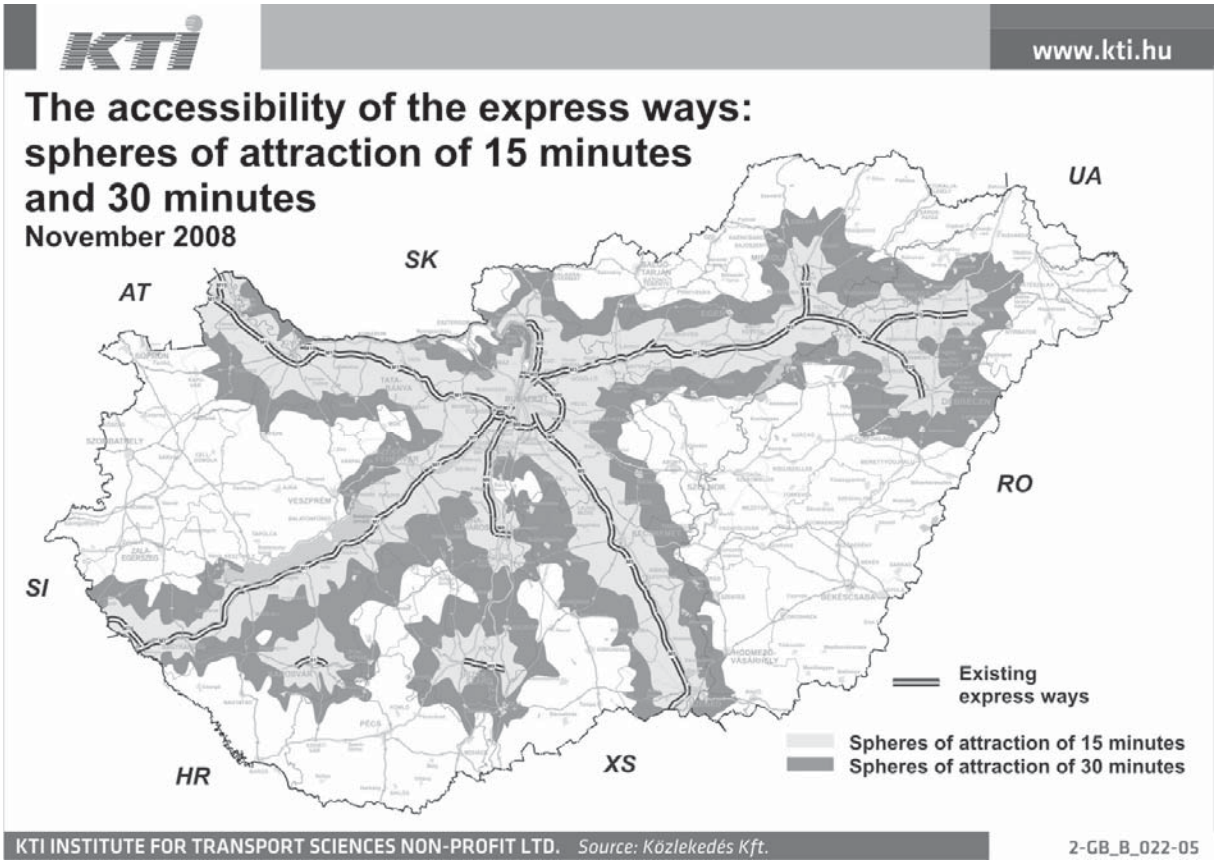
Avant de se demander qui bénéficie de cette concurrence, il est intéressant de chercher à savoir quelle est sa nature, et comment pourraient évoluer les traditions de la société à cet égard.

Question 2 : De quel type de concurrence parlons-nous ?

Certes, ce n'est pas une nouveauté de l'affirmer, mais il nous arrive souvent d'oublier qu'il existe des relations des acheteurs dans le secteur du transport de voyageurs qui sont doubles. Le voyageur est un usager final d'un service et, en tant que tel, il ressent directement les effets du jeu du marché – la qualité et le coût des services. En fonction de l'organisation sociale des différents pays (prenons par exemple les Pays-Bas, l'Italie ou la Hongrie), le comportement de l'usager de la route n'est pas le même en ce qui concerne :

- le temps de parcours (cf. Figures 8 et 9) ;
- la durée de marche à l'arrivée (et au départ) (pratiquement nulle en transport individuel) ;
- l'accessibilité ou la fréquence des services ;
- les temps d'attente et de correspondance ;
- la qualité des services que l'usager peut lui-même se procurer à l'aide d'accessoires personnels (utilisation d'Internet, par exemple) ;
- le coût des déplacements.

Figure 8. **Accessibilité des autoroutes**

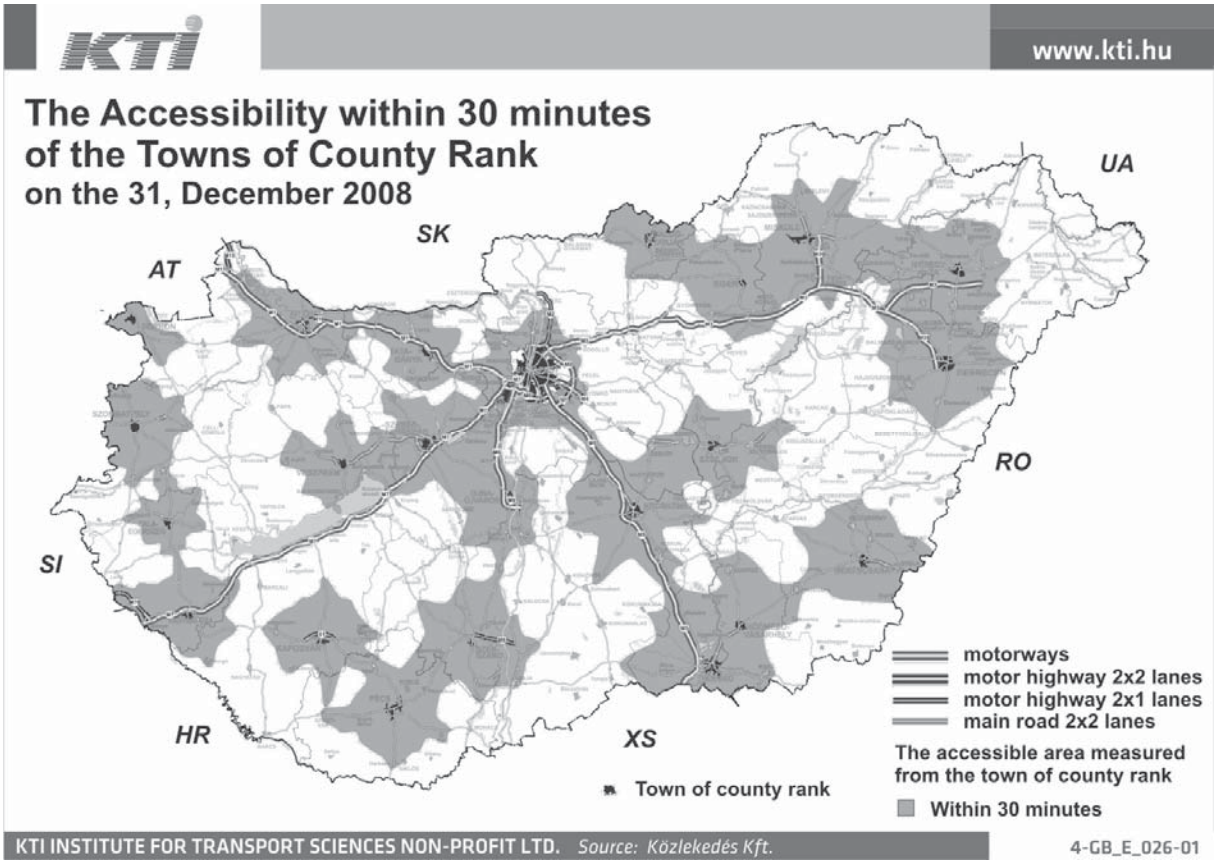


Légende :
L'accessibilité des routes express : sphères d'attraction de 15 minutes et de 30 minutes
Novembre 2008

Routes express existantes

Sphère d'attraction de 15 minutes
Sphère d'attraction de 30 minutes

Figure 9. **Accessibilité des villes chefs-lieux de comté**



Légende :
Accessibilité des villes chefs-lieux de comté dans la limite de 30 minutes au 31 décembre 2008

autoroutes
routes à 2x2 voies
routes à 2x1 voie
routes principales à 2x2 voies

Zone accessible mesurée à partir de la ville chef-lieu de comté

* Ville chef-lieu de comté

à 30 minutes maximum

Le KTI a réalisé une étude des réclamations de voyageurs, et en a conclu que les effets des constatations susmentionnées sur leur sentiment d'insécurité ont une influence considérable sur le marché. De nos jours, les voyageurs semblent plus sensibles à des caractéristiques telles que le confort, la sécurité ou le stress, dont la valeur est calculable de façon indirecte, qu'au temps de trajet et aux coûts de déplacement par exemple, dont on peut déterminer directement la valeur. Bien que non mesurables avec une exactitude scientifique, ces valeurs ressortent clairement des tendances observées.

En réalité, ces questions de qualité relèvent de la compétence et de la responsabilité des autorités concernées dès le moment où une intervention, quelle qu'elle soit, agit sur les mécanismes du marché. En l'occurrence, on entend par intervention les mesures prises pour réglementer l'accès au marché, la compensation des pertes ou les paiements, qu'elles soient mises en œuvre par un État, un conseil régional ou un marché autoréglementé.

La Hongrie a vu surgir une vive concurrence entre transports individuel et collectif. L'impact de la crise économique s'est fait sentir sur l'un comme sur l'autre, mais différemment. Alors que dans le secteur des transports publics, les contraintes budgétaires ont obligé l'État, en sa qualité d'autorité compétente, à réduire radicalement les dépenses, les usagers ayant opté pour le transport individuel n'ont pas eu la même perception économique et cognitive de la crise. Par exemple, les Hongrois ont été « jaloux » des citoyens des pays où l'adoption de programmes de « prime à la casse » a stimulé la mobilité individuelle (quelqu'un a-t-il entendu parler de pays ayant lancé des programmes de primes à la casse de tramways ou d'autobus pour faire augmenter la demande ?).

Figure 10. **Voitures de Pacific Electric Railway empilées dans le cimetière ferroviaire de Terminal Island, Californie, 1956**



En 2008, les ménages hongrois ont dépensé un total d'environ 1 milliard EUR pour financer les activités des transports publics, comme le prévoyaient les textes communautaires. En 2009, ces sommes ont été bloquées. Pour lutter contre la crise économique mondiale, en 2010, il est prévu par l'UE, en coopération avec les institutions financières internationales, de réduire de 10-15 pour cent le volume normal d'investissement sur trois ans.

En règle générale, la baisse des financements publics engendre une forte concurrence dans le secteur des transports, qui n'est pas simplement le fait de groupes de pression. De l'avis de l'auteur, il s'agit d'un phénomène de pseudo-marché, qui fausse en particulier les relations de marché, y compris

la redistribution des performances des transports, les opérateurs s'efforçant de réduire les services déficitaires (par exemple par la cessation de services ferroviaires). En Hongrie, par exemple, les opérateurs d'autobus et d'autocars ont été invités à supprimer 3 500 services en 2008 et 2009, avec pour résultat que la récession économique a mis en lumière une rude confrontation entre groupes de pression.

Dans le même temps, la concurrence entre opérateurs d'autobus a été pratiquement inexistante. Avant la crise, l'objectif était d'attirer de nouveaux voyageurs en les détournant du secteur ferroviaire moyennant une offre des services mieux structurés. Cependant, à l'heure actuelle, ces opérateurs se disputent les voyageurs entre eux ou abandonnent des territoires de desserte, ce qui leur fait subir des pertes. Ce ne sont pas uniquement les petites entreprises privées qui sont touchées, mais aussi de grandes entreprises d'État liées par des contrats à long terme de desserte territoriale.

Le Tableau ci-après récapitule les principaux avantages et inconvénients d'une concurrence qui prend forme :

Avantages	Inconvénients
Elle a plus tendance à révéler la demande réelle aux heures de pointe et sur les lignes fréquentées.	La desserte aux heures creuses reste inexistante (ou surabondante).
En fonction de la demande sur les itinéraires, un accès plus rapide est assuré.	Des territoires ne sont pas desservis et il n'existe pas d'itinéraires secondaires (en zones rurales, par exemple).
L'efficience de la filière s'améliore : des exploitants « renoncent » à des voyageurs là où le service ne donne pas d'assez bons résultats.	Le dernier kilomètre pose des problèmes : à qui incombe-t-il d'assurer le service porte à porte ?
(Choix de la bonne efficience de l'activité et mise en place d'un système de services intégrés au sein d'une entreprise ou d'un groupe d'entreprises).	L'efficience se dégrade dans les monopoles à frais généraux élevés.
L'effet voulu de l'efficience de l'activité est accru. (Auparavant, il existait des services ferroviaires sans aucune demande de voyageurs.)	(Un service ferroviaire serait indiqué, au lieu de trois ou quatre services d'autobus.)

Conclusions :

- Une culture des transports nationale influence les décisions du marché des voyageurs et la rationalisation des choix des opérateurs de transport ;
- les voyageurs acceptent très rapidement des conditions de service fiables ;
- les intérêts économiques des opérateurs de transport sont souvent en contradiction avec l'intérêt des voyageurs ;
- des financements publics anormalement élevés altèrent l'efficience des opérateurs de transport.

Dans l'ensemble, la problématique est celle de l'efficience et de la définition des priorités en la matière :

- l'effort de l'État/la région/le conseil axé sur le bien-être social ;
- les visées des opérateurs de transport axées sur les bénéfices ;
- la demande des voyageurs qui défendent leurs intérêts individuels.

Question 3 : « Être ou ne pas être ? » Rivaliser ou coopérer ?

Pour répondre à cette question, il est nécessaire et suffisant d'analyser ces deux méthodes du marché – la concurrence et la coopération – dans l'optique des priorités susmentionnées.

Il est largement admis que, dans le contexte de la concurrence économique, le gagnant est le consommateur, c'est-à-dire le voyageur, car la concurrence favorise les intérêts du voyageur pris individuellement.

Ce constat est sans équivoque dans le contexte réel du marché, ce qui n'est pas le cas en présence des phénomènes de pseudo-marché qui caractérisent les transports publics. Deux facteurs pourraient être affinés pour clarifier les choses :

- Les opérateurs de transport n'ont pas une influence directe sur la valeur qu'accordent les voyageurs à leurs déplacements (il existe toujours des exceptions), mais ils sont en concurrence pour les parts de marché. Après avoir signé des contrats de service public, ils s'y conformeront plus ou moins strictement selon la sévérité du contrôle de l'application des obligations de service public (OSP). A l'évidence, dans le secteur privé (en tablant sur les meilleures intentions), des efforts de rentabilité entrent en jeu. En l'occurrence, l'objectif de rentabilité et l'amélioration du transfert modal sont contradictoires.
- Les voyageurs ne prennent pas la mesure des dépenses publiques affectées aux transports, surtout si les ressources sont bloquées à cause de la crise économique. Il n'en va pas de même s'il s'agit des dépenses qu'ils engagent eux-mêmes au titre du transport individuel, auquel cas ils ne tiennent compte que des frais de carburant. (Cette déformation de l'évaluation et de la logique économique est l'un des phénomènes de pseudo-marché les plus importants et les plus préjudiciables.)

Pour une autorité ou une commune responsable, un seul objectif a de l'importance : concilier la relation entre responsabilité des transports publics, solidarité sociale et économie de marché.

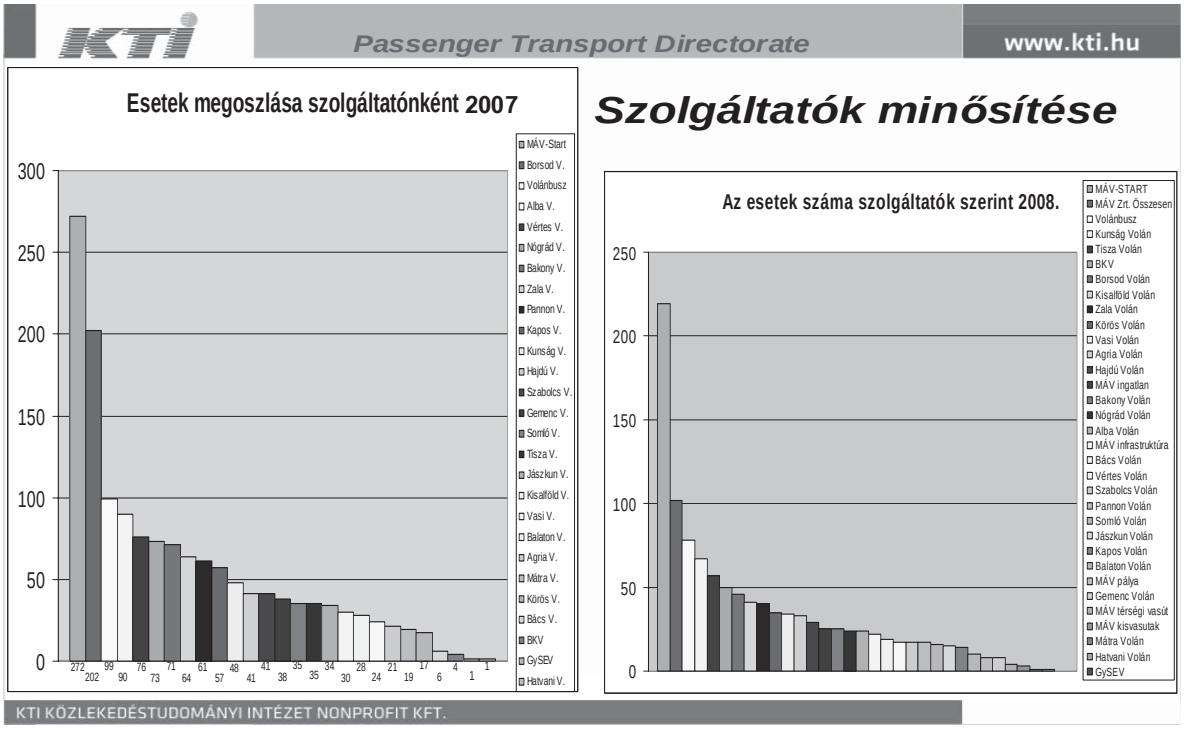
C'est pourquoi la réussite dépend de trois facteurs :

- La satisfaction des électeurs, autrement dit des voyageurs, ne saurait être prise en compte exclusivement lors des élections. Le suivi de l'évolution des **réclamations des voyageurs** concernant la quantité et la qualité du service est très utile pour déterminer dans quelle mesure l'administration compétente est efficace.

- Les intérêts de l'administration compétente sont évidents : **réduire les dépenses publiques** et améliorer l'« efficience du secteur public ».

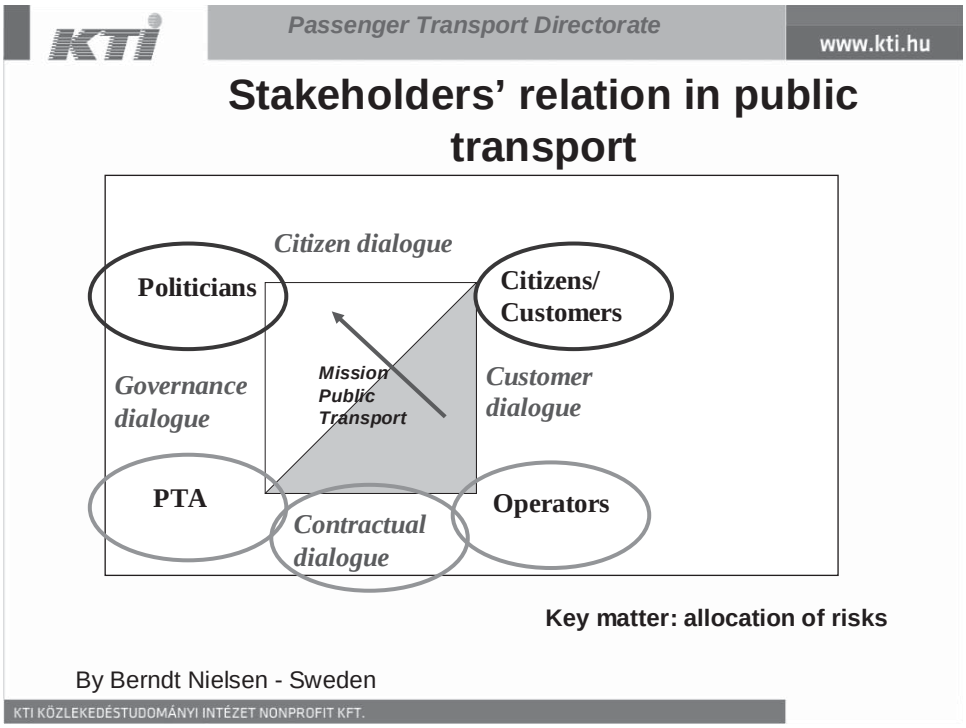
- Parmi les relations qui se dégagent des intérêts en jeu figure l'**aspiration à occuper une position dominante sur le marché** (les procédures à cet égard devraient être calculables, compréhensibles et applicables en pratique). Les autorités compétentes ont l'obligation de veiller à l'efficience. Malheureusement, comme le secteur privé demande que l'activité soit peu réglementée, les États laissent se perpétuer des relations imprévisibles sur le marché.

Figure 11. **Évaluation sur les deux dernières années des opérateurs de transport**



Les intérêts des opérateurs de transport semblent simples et directs : réaliser des bénéfices importants et obtenir un rendement des capitaux investis. Le pseudo-marché hongrois présente comme particularité que tous les opérateurs de transport d'État cherchent à réduire le plus possible les bénéfices. Dans le même temps, les institutions publiques ont le droit exclusif de répartir les risques.

Figure 12. **Relations entre parties prenantes, par Berndt Nielsen**



Légende :
Dialogue des citoyens
Responsables politiques — Citoyens/clients

Dialogue des institutions publiques — Dialogue des clients

Mission : transports publics

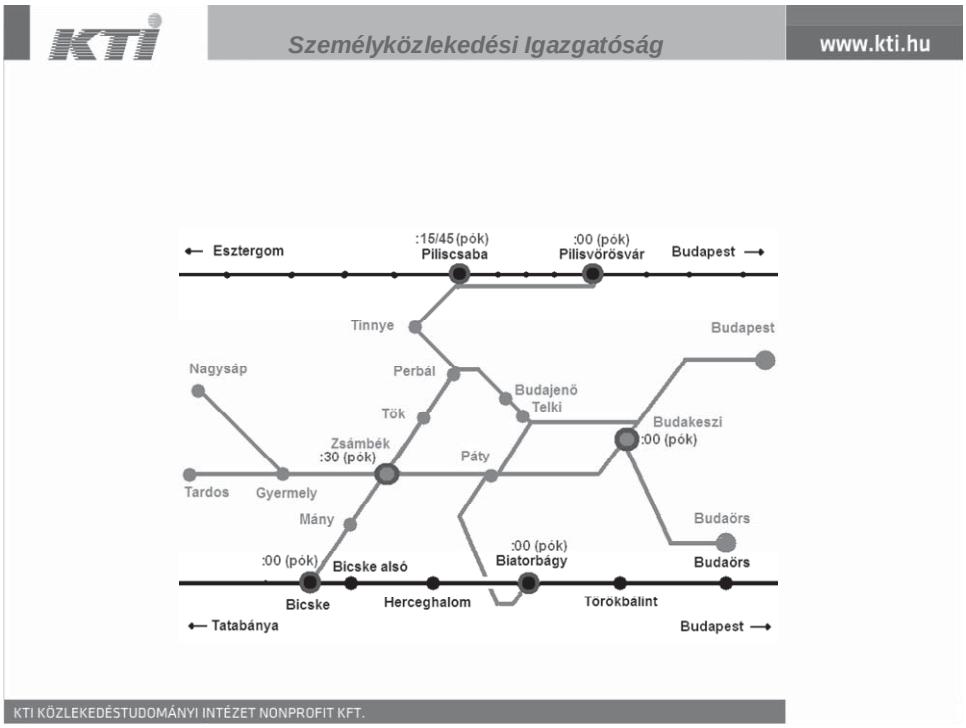
Autorité des transports publics — Opérateurs
Dialogue contractuel

Thème essentiel : répartition des risques

Source : Berndt Nielsen, Suède

Dans une situation de coopération, il est beaucoup plus facile de trouver des intérêts communs. Il est bien sûr impossible de répondre à la demande de transport de tous les voyageurs avec un seul mode. Toutes les parties prenantes – l'autorité compétente, les opérateurs de transport et les voyageurs – ont intérêt à **choisir le changement de mode optimal**, et elles bénéficient toutes dans la même mesure de la coopération. Toutefois, si les intérêts des parties prenantes sont très différents, la coopération sera simplement et rapidement vouée à l'échec.

Figure 13. **Réseau intermodal à horaires cadencés dans la zone ouest de Buda**



Le KTI a trouvé différents moyens d'optimiser les correspondances intermodales, entre autres l'application d'horaires cadencés coordonnés. Deux opérateurs de trains (MÁV, la Société nationale des chemins de fer hongrois, et ROE, un opérateur ferroviaire), deux operateurs d'autobus et l'un des sous-traitants entretiennent une coopération étroite sur le réseau.

La concurrence et la coopération ne sont pas des catégories antagonistes, mais des composantes qui s'associent pour aboutir à une économie rationnelle. En conséquence, il n'y a guère lieu de les opposer. Il convient plutôt :

- **d'ouvrir véritablement le marché à la concurrence** (pour ne pas laisser en place un pseudo-marché au fonctionnement artificiel) ;
- **d'instaurer un degré de coopération optimal dans le système** (durée moyenne d'utilisation au niveau minimum et dépenses publiques les plus faibles se traduisant, en termes financiers, par « les bénéfices les plus élevés ») ;
- **de recourir aux meilleurs instruments de contrôle du marché afin de créer des intérêts communs à tous les participants,** notamment en établissant un cadre réglementaire et un mécanisme d'intervention chiffrables, pérennes et qui, du point de vue des risques, offre la même sécurité à tous.
  (*Je suis d'accord que c'est très défendable. ☺)

Quant à savoir quelle est la solution optimale, c'est une question qui fait l'objet de débats approfondis entre spécialistes. **L'objectif visé dans ce domaine est de faire en sorte que les intérêts des opérateurs de transport aillent plutôt dans le sens de la pérennité que dans celui de la maximisation des profits**. Les contrats devront prévoir les conditions suivantes :

- en cas de surcroît des bénéfices, le droit pour l'administration compétente de percevoir des redevances de concession ;
- en cas de pertes acceptées, le contrôle du taux de financement public, du calcul de ce taux et du versement des sommes concernées ;
- quand il s'agit de remporter l'adjudication de services, une définition précise des conditions de financement croisé ;
- la possibilité de se prémunir efficacement de l'influence du marché et de la manipulation des relations sur le marché ;
- des limites (volontaires ou contraignantes) qui empêchent les participants d'obtenir un monopole.

Il importe également que tous les tarifs soient fixés à des niveaux compatibles avec les ressources financières des particuliers et du secteur public.

A la fin du siècle dernier, la part modale des transports publics était de 60 pour cent. Ce chiffre est repris d'une enquête représentative élaborée par des chercheurs spécialisés dans les transports urbains, désireux d'analyser l'opinion de la population sur la répartition, à l'époque, du financement des coûts de transport entre les particuliers et le secteur public.

Le résultat obtenu, comme on pouvait le prévoir, a été de 60/40 pour cent. A première vue, on aurait pu penser que les 60 pour cent de personnes qui utilisaient les transports publics pour leurs déplacements préféraient qu'ils soient financés par le secteur public, et que les automobilistes étaient en revanche favorables au principe du paiement comptant. Pourtant, l'évaluation des réponses a révélé la même proportion de 60/40 pour cent des « pourcentages de réponses des automobilistes et des usagers des transports publics ». On pourrait interpréter ce résultat comme étant le signe d'une solidarité beaucoup plus forte au sein de la collectivité, et d'une large acceptation du financement public des transports à ce moment-là. C'est seulement par une analyse comparative internationale que l'on pourrait savoir si une demande aussi forte de financement public en Hongrie est une particularité héritée du passé ou une véritable constante dans les attentes de la société.

Question 4 : Comment réglementer la concurrence et imposer la coopération tout en respectant les lois du marché ?

1ère condition requise : analyser la situation du service public. D'après les données obtenues, on peut conclure qu'une intervention est nécessaire.

Une unité de mesure qu'il est possible d'utiliser à cet effet est l'indice de la concurrence conçu par le KTI. Cet indice permet d'évaluer **comment les services publics du moment pourraient être remplacés par un autre secteur qui aurait également un service déjà en place**. Son avantage tient à ce que l'évaluation faite oralement dans l'enquête susmentionnée s'accompagne d'une évaluation chiffrée objective : il est donc possible de créer un classement des différents services.

Il s'ensuit que l'on pourrait répartir et/ou réduire l'offre du moment de façon optimale. L'indice fait ressortir la corrélation entre deux opérateurs de transports publics desservant la même paire de lieux, du point de vue du voyageur (et non de l'opérateur de transport).

On ne peut pas en déduire de classement, mais uniquement voir s'il est possible de substituer un opérateur à l'autre.

L'indice de la concurrence s'exprime par un nombre : la valeur zéro correspond au cas où vous ne pouvez pas atteindre le point B en partant du point A (il n'existe pas d'opérateur de substitution aux extrémités de la paire), ou bien à celui où le mode de remplacement est inacceptable. La valeur 100 indique que les opérateurs de transport présentent les mêmes caractéristiques, de sorte qu'ils sont tous deux sur un pied d'égalité. La valeur peut être supérieure à 100 si l'opérateur de substitution est plus performant que l'opérateur remplacé. Le logiciel permet de traiter plusieurs scénarios :

- Le parcours peut s'effectuer seulement par autobus ou seulement par train.
- Le parcours par train s'effectue sans aucune correspondance, ou le parcours par autobus nécessite au maximum une correspondance.
- Si une correspondance est nécessaire, le temps d'attente (éventuellement, la somme du temps d'accès et du temps d'attente) peut être défini par un seul paramètre, ou bien une attente plus longue est très acceptable.

2ème condition requise : définir exactement la position cible.

L'une des méthodes de mesure est un modèle élaboré par László Kormányos qui permet d'évaluer l'offre de mobilité, et privilégie donc le marché de l'offre. Autrement dit, elle est **axée sur les voyageurs.**

Aux fins de cette analyse, on définit le système de liaisons, l'aspect du réseau et la chaîne de transport intégrée en tenant compte des paramètres suivants :

- **temps moyen d'accès** [heure],
- **fréquence moyenne d'accès** [accès /heure],
- **indice complexe des horaires** (indice ITF, soit *Integrierter Taktfahrplan* - horaire cadencé coordonné) [%]
  - indice de fréquence (P),
  - indice de symétrie (S)
  - indice de correspondances (C)

"La **méthode vectorielle** définit le vecteur de la valeur de l'offre de mobilité qui, par l'établissement de moyennes et par pondération, pourrait être quantifiée en termes de liaisons et de réseaux complexes. On peut donc l'obtenir avec les (paramètres de l'offre de mobilité de base).

$$\underline{v} = \begin{bmatrix} v_t \\ v_f \\ v_I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dfrac{\sum_{i=1}^{n} t_{n_i} \cdot n_i}{\sum_{i=1}^{n} n_i} \\ \dfrac{n}{t} \\ \dfrac{N_p}{N_{\ddot{o}}} \cdot \dfrac{N_s}{N_{\ddot{o}a}} \cdot \dfrac{N_k + N_{cm}}{N_{\ddot{o}}} \end{bmatrix}$$

Le modèle permet d'évaluer l'offre de mobilité sur les liaisons de transports publics que les usagers peuvent choisir (une ou plusieurs, même en ce qui concerne l'ensemble du réseau ferroviaire ou le réseau qui intègre d'autres modes de transport en commun). En fonction des demandes de mobilité, **les différentes options d'accessibilité sont au cœur du modèle d'évaluation**. Quant à l'aspect du réseau, l'offre de mobilité analysée est définie du point de vue de l'analyse qualitative des correspondances et des temps d'accès (symétrie, etc.). **Pour estimer les paramètres et les variations de la valeur attachée à cette offre, on pourrait établir des variantes par comparaison avec l'évaluation de l'offre de mobilité (horaires). »** [1]

3ème condition requise : modifier la capacité concurrentielle et la volonté de coopération des opérateurs de transport en ne se limitant pas à appliquer des instruments peu contraignants ou neutres de réglementation publique du marché.

L'analyse et l'exploitation du potentiel de concurrence du marché, du point de vue de l'utilisation des infrastructures, sont très importantes pour l'accessibilité du marché. Comme on peut le voir ci-après, le rapport coût-efficacité est déterminé en Hongrie par les redevances d'usage des infrastructures.

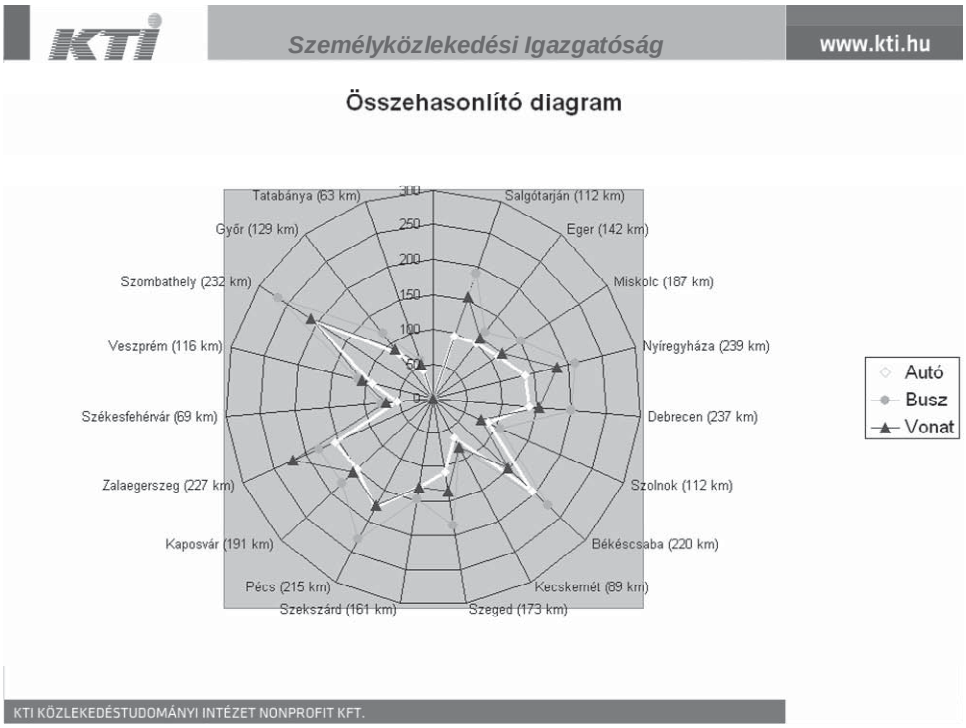
Coût d'usage des infrastructures (de l'itinéraire) pour 1 000 sièges-kilomètres

Mode	**Coût**
Transport par autobus/autocar	~ EUR3
Transport par rail	~ EUR13

L'usage intensif des infrastructures fait intervenir un facteur qui exerce une influence indirecte sur le marché, à savoir le temps de parcours. Il y a lieu de noter aussi des inconvénients, tels que la réduction de l'affluence et la dégradation de l'efficience de l'activité.

[1] László Kormányos: The operator system of integrated periodic timetable, 2009. Budapest, Université de technologie et d'économie de Budapest (BMGE), thèse de doctorat.

Figure 14. **Temps d'accès par les différents modes (voiture, autobus/autocar et rail)**



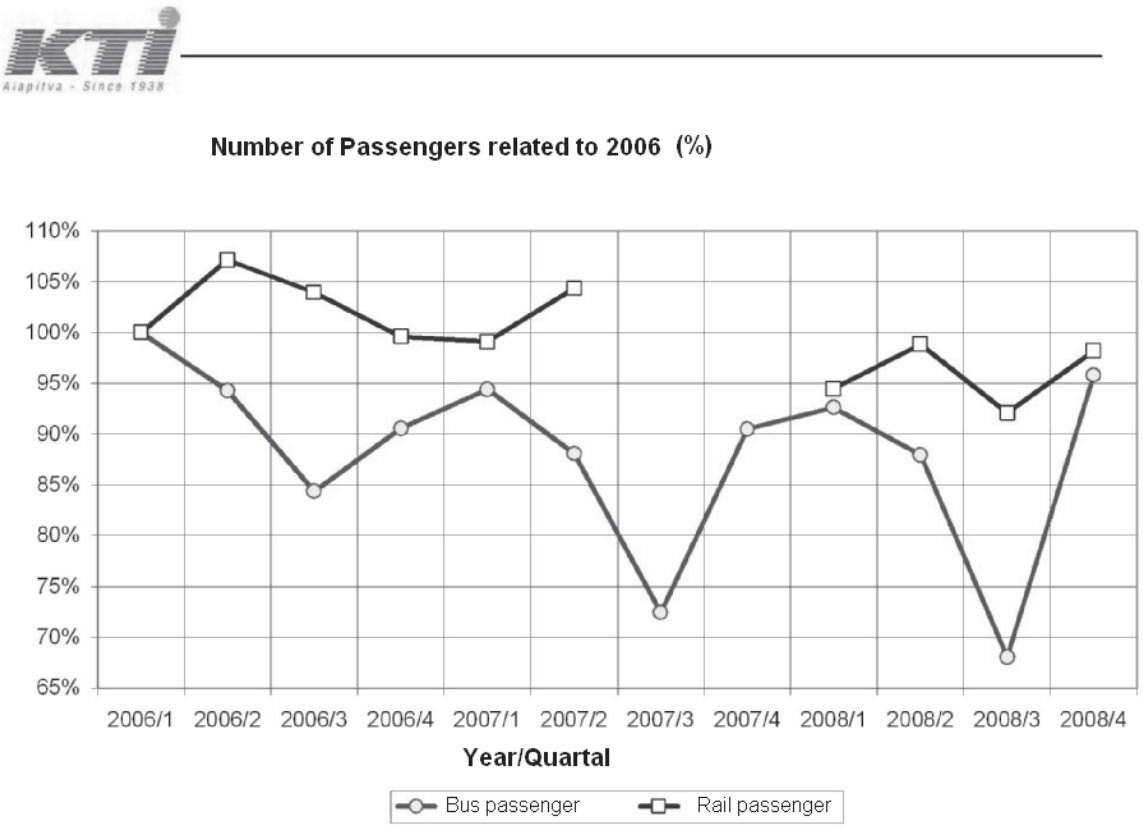
Le dernier moyen d'exercer un contrôle sur le marché évoqué dans cette étude est la **tarification**, et **son influence sur la capacité concurrentielle**. Il doit être clairement établi que la politique de tarification est l'un des moyens les plus remarquables de maintenir un équilibre entre l'offre et la demande, ainsi qu'entre les différents modes de transport.

Figure 15. **Comparaison des prix des billets plein tarif (autobus/autocar, rail, barème commun)**



autobus (ancien barème) rail (ancien barème) nouveau barème

Figure 16. **Nombre de voyageurs avant et après les réformes tarifaires**



Légende :
Nombre de voyageurs par rapport à 2006 (%)

année/trimestre

Voyageurs par autobus Voyageurs par rail

En règle générale, les opérateurs de transport ne souhaitent pas appliquer des barèmes de tarifs trop complexes. Les Figures 15 et 16 montrent toutefois que le regroupement des barèmes de tarification n'influe pas seulement sur la demande et la compétitivité. (La dégradation spectaculaire constatée dans le transport par autobus est imputable, dans une plus large mesure, à la simplification des tarifs réduits. En effet, il en existait plus de 43 catégories auparavant, et leur rationalisation s'est faite au détriment des voyageurs. Cela étant, la hausse relative des tarifs ferroviaires a été plus marquée. Il reste que les effets observés s'expliquent aussi par les distances moyennes parcourues : 19 kilomètres en autobus et 56 kilomètres en train).

4. CONCLUSION

Pour conclure, le Tableau ci-après présente une récapitulation des services ferroviaires et d'autobus/autocar en Hongrie. Il met en lumière les différences considérables qui existent entre les deux modes, lesquelles laissent à penser que l'ouverture à la concurrence est difficilement envisageable tant que l'État continuera à financer le secteur ferroviaire à hauteur des montants indiqués dans ce Tableau.

Figure 17. **Services d'autobus/autocars et de trains**

KTI — Passenger Transport Directorate — www.kti.hu

Rail and bus services in Hungary

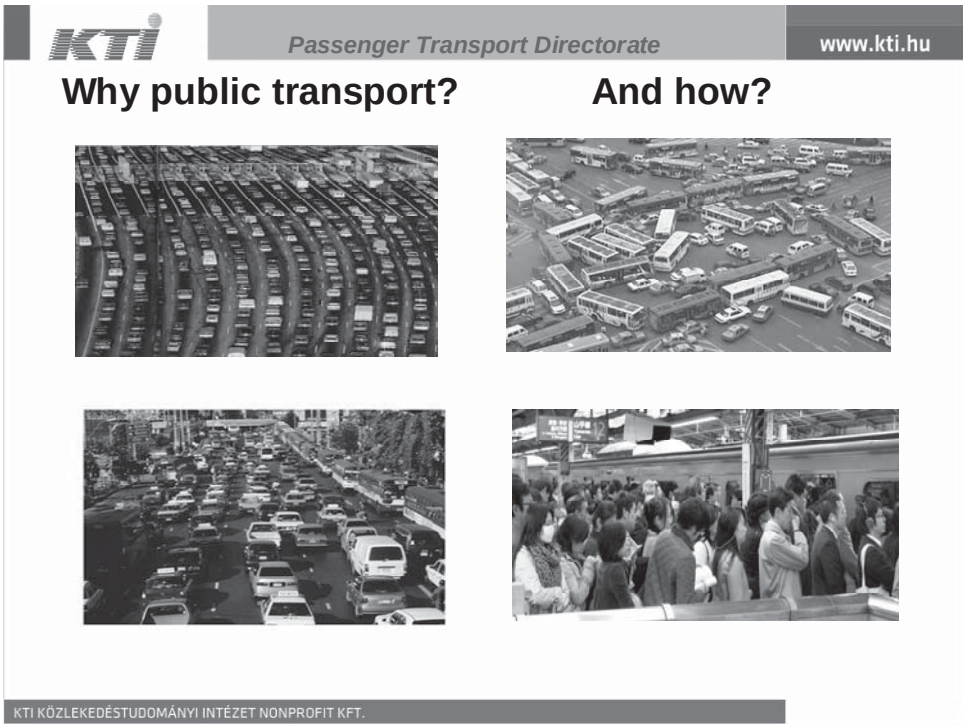
Characteristics	Rail	Bus
Transport performances	Passenger: 150 million Passenger-km: 9 billion	Passenger: 480 million Passenger-km: 9 billion
Proportion in regional public transport	Passenger: 22 % Passenger-km: 5 %	Passenger: 77 % Passenger-km: 50 %
Travel distance (average)	Cca. 60 km	Cca. 18 km
State contribution (for 1 passenger on 1 km)	Cca. 15-25 HUF	Cca. 1 HUF
State subsidy since 2000	1111 Md HUF	44 Md HUF
Public service contract	1-1 year	By 2012
Service level changes	1+3 times per year	3-8 times per year

KTI KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI INTÉZET NONPROFIT KFT.

Légende

Caractéristiques	**Rail**	**Autobus/autocars**
Performances	Voyageurs : 150 millions Voyageurs-km : 9 milliards	Voyageurs : 480 millions Voyageurs-km : 9 milliards
Parts dans les transport publics régionaux	Voyageurs : 22 % Voyageurs-km : 5 %	Voyageurs : 77 % Voyageurs-km : 50 %
Distances parcourues (moyennes)	environ 60 km	environ 18 km
Contribution financière de l'État (pour 1 voyageur sur 1 km)	environ 15-25 HUF	environ 1 HUF
Aides publiques depuis 2000	1 111 milliards HUF	environ 44 milliards HUF
Contrat de service public	1-1 an	jusqu'en 2012
Modifications des niveaux de service	1+3 fois par an	3-8 fois par an

Pour finir en plaisantant…





Les transports publics pourquoi ? Et comment ?

(Est-ce vraiment une image du passé ?)

ENSEIGNEMENTS À TIRER DE LA DÉRÉGLEMENTATION DES TRANSPORTS AMÉRICAINS EN MATIÈRE DE PRIVATISATION

par

Clifford WINSTON

Brookings Institution
Washington DC
États-Unis

SOMMAIRE

INTRODUCTION 275

1. DÉRÉGLEMENTATION DES TRANSPORTS AMÉRICAINS 276

2. IMPACT À COURT TERME DE LA DÉRÉGLEMENTATION 277

3. IMPACT À LONG TERME DE LA DÉRÉGLEMENTATION 281

4. IMPLICATIONS DE LA DÉRÉGLEMENTATION 282

NOTES 285

BIBLIOGRAPHIE 287

* Ce présent rapport se fonde sur des idées avancées dans un livre de l'auteur intitulé « *Last Exit : Privatization and Deregulation of the U.S. Transportation System* ».

INTRODUCTION

La plupart des voyageurs de par le monde sont mécontents du système de transport de leur pays, parce qu'ils doivent s'accommoder de routes surencombrées, de retards d'avions, du manque de fiabilité des transports en commun et d'autres inconvénients encore. Les pouvoirs publics tentent de résoudre ces problèmes en investissant davantage dans les transports, mais il est aujourd'hui devenu évident que la plupart des pays, sinon tous, ne peuvent pas trouver dans l'argent la solution de leurs problèmes de transport.

L'inaptitude des pouvoirs publics à gérer et exploiter les systèmes de transport avec efficience a poussé certains pays à se demander, si l'élargissement du rôle du secteur privé était de nature à améliorer les performances de leurs modes et de leurs infrastructures de transport. C'est ainsi que plusieurs pays européens ont privatisé leurs chemins de fer, Tokyo et Hong Kong leurs métros, Londres et Sydney leurs aéroports et certains États des États-Unis des routes.

Les quelques exercices de privatisation des transports menés à bien de par le monde ne sont évidemment pas des exemples de privatisation pure et dure, parce que les pouvoirs publics ont continué à marquer leur présence par le biais de diverses réglementations telles que le plafonnement des tarifs ou la limitation de l'accès au marché. Il s'ensuit que l'on ne sait pas encore très bien quels sont les effets économiques de la privatisation et de la déréglementation d'une partie ou de l'ensemble d'un système de transport et comment les responsables politiques doivent gérer la transition vers la privatisation afin d'en maximiser l'efficience.

Le présent rapport vise à mettre en lumière ce que la déréglementation du système américain de transport interurbain peut apprendre d'important aux pays qui songent à privatiser le leur. La déréglementation des transports américains a donné aux entreprises privées de transport par chemin de fer, par route et par air le droit de fixer leurs tarifs, de choisir les marchés qu'elles souhaitent desservir et de définir le niveau de service qu'elles vont assurer. Comme les entreprises américaines souffraient d'inefficiences nées de décennies de réglementation, leur adaptation à la déréglementation s'est avérée longue et difficile. La déréglementation a néanmoins donné de bons résultats à court terme et pourrait sans doute encore en donner de meilleurs à long terme.

La privatisation pourrait donner à des entreprises qui appartenaient auparavant au secteur public, notamment les sociétés de transport de voyageurs par autocar et autobus, les chemins de fer, les aéroports et les gestionnaires des routes, la faculté de fixer leurs tarifs, de lever des capitaux et de positionner leurs services dans un environnement concurrentiel. La déréglementation apprend que la privatisation pourrait être source de grands avantages en mettant les fournisseurs de services de transport en mesure de rationaliser leurs activités, de mieux répondre aux attentes des consommateurs et d'appliquer des nouvelles technologies en temps voulu. Ces entreprises privatisées devraient cependant surmonter des inefficiences plus rébarbatives encore que celles que les entreprises déréglementées ont dû surmonter, parce qu'elles étaient gérées et exploitées par le secteur public. Les

décideurs devraient avoir conscience de ce défi fondamental et s'appliquer à tempérer dans la mesure du possible les difficultés auxquelles les entreprises privatisées se trouveront inévitablement confrontées.

1. DÉRÉGLEMENTATION DES TRANSPORTS AMÉRICAINS

La privatisation et la déréglementation sont des opérations par lesquelles les pouvoirs publics transfèrent (en les vendant) des parties du système de transport qu'ils possèdent et exploitent à des entreprises privées sans réglementer les tarifs et les services de ces entreprises ou leur droit d'étendre ou de réduire leurs réseaux (entrée et sortie)[1].

Exception faite du retour de Conrail, le transporteur de marchandises par chemin de fer du Nord-Est, au secteur privé, les États-Unis n'ont vécu aucun cas récent de privatisation d'une partie de leur système de transport, mais la déréglementation partielle récente de leurs transports interurbains (chemins de fer, transports de voyageurs et de marchandises par route, transports aériens) donne à chacun l'occasion d'évaluer avec exactitude les effets économiques d'une telle politique et de mettre le doigt sur certaines questions importantes pour la privatisation[2]. La notion même de « déréglementation partielle » évoquée ci-dessus implique que les décideurs n'ont pas déréglementé tous les aspects, économiques et autres, de l'exercice des activités en cause. Les compagnies de transport de marchandises par chemin de fer restent ainsi soumises à un régime de plafonnement de leurs tarifs. Les décideurs n'ont en outre pas modifié la politique de gestion des infrastructures publiques de façon à les adapter à ce que la déréglementation implique pour les transporteurs. Les aéroports n'ont ainsi pas fait varier leurs tarifs en fonction de la congestion, alors même que la structuration généralisée des réseaux des compagnies aériennes en étoile accentue la limitation de la capacité des pistes pendant les heures de pointe de la journée.

L'interprétation des enseignements à tirer de la déréglementation des transports interurbains américains doit se laisser guider par deux considérations importantes. La première tient au fait que comme réglementation et déréglementation ne sont jamais allées de pair au niveau national[3], le mieux qu'il y ait à faire pour évaluer l'impact économique de la déréglementation d'un secteur des transports est de réaliser une analyse contrefactuelle en vue d'estimer les modifications des prix, des coûts et des services qui sont imputables à la seule déréglementation et qui *ne seraient donc pas intervenues* si le secteur était resté réglementé. La seconde tient au fait que les transports interurbains restent soumis à certaines réglementations publiques et que plusieurs entreprises précédemment réglementées, ou peut-être même toutes, n'ont pas entièrement renoncé aux pratiques opérationnelles et à la structure financière héritées de l'ère de la réglementation

Il est donc utile d'opérer une distinction entre les effets à court et à long terme de la déréglementation sur les performances des transports interurbains. A court terme, le secteur peut, du fait de sa déréglementation partielle, rester sous la coupe de règles dommageables à ses performances et certaines entreprises présentes sur le marché depuis avant la déréglementation n'ont pas encore entièrement adapté leurs activités et leurs investissements aux réalités nées de la déréglementation. A long terme, le secteur sera entièrement déréglementé et les entreprises auront adapté de façon optimale leurs activités et leurs investissements à ce nouvel environnement.

2. IMPACT À COURT TERME DE LA DÉRÉGLEMENTATION

La loi de 1978 sur la déréglementation du transport aérien a lancé un vaste mouvement de libéralisation des tarifs, des services et des conditions d'entrée et de sortie dans les transports interurbains. Les voyageurs n'en continuent pas moins à subir les effets à court terme de la déréglementation des transports aériens, parce que les compagnies aériennes restent victimes, en matière de concurrence et d'exploitation, de la pénurie de créneaux disponibles dans certains aéroports encombrés, que l'inefficience de la tarification et des investissements des aéroports se traduit par un allongement des retards, surtout dans les aéroports-pivots dont le trafic est devenu beaucoup plus important qu'avant la déréglementation, que plusieurs audits des services aériens et de la concurrence entre compagnies aériennes et propositions d'intervention réglementaire dans ce domaine ont fait penser les gestionnaires à autre chose qu'à l'amélioration du fonctionnement des compagnies et que la survie de la mentalité de « partage de la rente » née à l'époque de la déréglementation perpétue les tensions entre les dirigeants des compagnies historiques et les organisations professionnelles[4].

Le pays continue à subir les effets à court terme de la déréglementation des chemins de fer, parce que les règles qui président au plafonnement des tarifs ne règlent pas le problème des chargeurs captifs, c'est-à-dire ceux qui ne peuvent faire appel qu'à un seul exploitant ferroviaire. La menace d'adoption de règles d'encadrement des tarifs a parfois braqué l'attention des compagnies de chemin de fer sur autre chose que l'amélioration de leur fonctionnement et ces compagnies n'ont donc pas optimisé leur réseau et renforcé leurs économies de densité en rationalisant et comprimant un réseau étendu de lignes bâti à l'époque de la réglementation et en construisant de nouvelles lignes pour desservir des clients générateurs de forts volumes de trafic. Le pays continue aussi à subir les effets à court terme de la déréglementation du transport de marchandises par route, parce que l'inefficience de la tarification en vigueur et des investissements réalisés dans le domaine routier se traduit par un allongement et une perte de fiabilité des délais de livraison à cause desquels les transporteurs ont plus de peine à fournir aux chargeurs les services de haute qualité qui leur permettent de gérer leurs stocks en flux tendus.

Malgré la persistance des effets négatifs de la réglementation et des déficiences des infrastructures, la déréglementation a beaucoup ajouté à l'efficience des transports interurbains et profité aux usagers en induisant des baisses de prix et une amélioration des services[5]. Le processus d'ajustement du secteur s'est concrétisé principalement par une entrée en scène de nouvelles entreprises et un élargissement du champ d'activité d'entreprises en place qui ont intensifié la concurrence et donné tout à la fois la possibilité et l'envie d'améliorer les activités et la qualité du service fourni aux utilisateurs. La déréglementation a toutefois aussi ses critiques qui lui reprochent d'être à l'origine de crises financières, de pertes pour les travailleurs, d'une dégradation des services et d'autres inconvénients.

Modification des conditions d'entrée et des tarifs. Les entreprises de transport interurbain se font concurrence au niveau du marché ou des lignes. Il est souvent avancé que le nombre d'entreprises en présence sur un marché est le meilleur indicateur possible de la concurrence qui s'y exerce, mais la déréglementation a montré que l'identité des entreprises est un déterminant aussi, et peut-être même plus, important de l'intensité de la concurrence que leur nombre.

La déréglementation a intensifié la concurrence dans le secteur du transport aérien, parce que le nombre de compagnies concurrentes (de taille comparable) en présence sur des lignes d'égale longueur augmente et que des nouvelles compagnies à bas coûts (et à bas tarifs) telles que Southwest Airlines montent en puissance. Morrison et Winston (2000) ont constaté que Southwest Airlines a fait baisser très fortement les tarifs sur les lignes qu'elle dessert, sur celles qu'elle pourrait desservir (en ce sens qu'elle touche un des aéroports de la ligne, ou même les deux, sans cependant desservir la ligne même) et sur celles qui sont parallèles à des lignes qu'elle dessert (en ce sens que ses aéroports de départ et d'arrivée se situent à 75-80 kilomètres de ceux de la ligne qu'elle concurrence).

La concurrence a été dopée sur le marché du groupage routier par la montée en puissance de transporteurs régionaux bon marché (non syndicalisés) et la multiplication des activités de compagnies de messagerie telles que UPS et Federal Express. Le marché du transport de charges complètes par route est depuis toujours le champ d'action non réglementé d'entreprises privées, mais la déréglementation y a quand même intensifié la concurrence en ouvrant la porte à la croissance de grands groupes nationaux de transport tels que Schneider National et Landstar ainsi qu'à la réalisation de transports en sous-traitance.

Le marché ferroviaire n'a pas vu arriver de nouveaux opérateurs après la déréglementation, mais les compagnies de chemin de fer ont néanmoins dû faire face à une concurrence accrue des grands groupes nationaux de transport par route et ont gagné en compétitivité en accélérant leur conversion à l'intermodalité (transport rail-route). La concurrence entre compagnies de chemin de fer s'est également intensifiée, parce qu'une grande partie de leur trafic déréglementé s'effectue à des tarifs négociés avec les chargeurs qui sont, dans cet exercice, souvent en mesure d'opposer les compagnies de chemin de fer les unes aux autres.

Deux compagnies de chemin de fer peuvent, à l'extrême, se disputer directement le trafic d'un chargeur si leurs voies traversent les installations de ce chargeur ou s'ils ont accès à son terminal. Grimm et Winston (2000) observent que les chargeurs captifs d'une compagnie de chemin de fer peuvent bénéficier de la concurrence potentielle d'un transporteur voisin. Un chargeur servi par la compagnie A peut ainsi menacer d'installer une nouvelle usine en un lieu desservi par la compagnie B ou de s'embrancher sur le réseau de B pour obtenir de la compagnie A qu'elle lui offre un tarif plus avantageux ou de la compagnie B qu'elle s'engage à transporter ses marchandises à moindre prix. Une usine desservie par la seule compagnie A sur un marché donné pourrait de même utiliser un produit, éventuellement de substitution, acheminé depuis un autre lieu d'origine par la compagnie B. Des petits chargeurs incapables d'inciter plusieurs compagnies de chemin de fer à se disputer leur trafic pourraient, enfin, renforcer leur pouvoir de négociation en s'adressant à des entreprises de logistique qui peuvent faire baisser les coûts des chargeurs en groupant le trafic de tous leurs clients de façon à obtenir des réductions des opérateurs ferroviaires.

Les consommateurs ont profité de la baisse des prix générée par l'émergence sur le marché du transport interurbain de nouvelles sources de concurrence alimentées par les entreprises en place, les nouveaux entrants et les modes alternatifs. La concurrence a encore amplifié ces avantages en contraignant les entreprises à rationaliser leur fonctionnement et à répercuter une grande partie de la réduction des coûts sur les consommateurs par le biais d'une baisse des tarifs. La concurrence déréglementée a été suffisamment intense pour induire une baisse des tarifs aériens sur les lignes à

faible trafic (Morrison et Winston, 1997) et un alignement sur le coût marginal à long terme des tarifs ferroviaires pratiqués sur des marchés duopolistiques de transport de charbon (Winston, Dennis et Maheshri, 2008).

Amélioration de l'exploitation et des services. La déréglementation a permis aux entreprises de transport interurbain de gagner en efficience et, dans le même temps, d'améliorer les services qu'elles fournissent aux voyageurs et aux chargeurs. Libérées du carcan des règles relatives à l'entrée et à la sortie, les compagnies aériennes ont accéléré la mise en place de réseaux en étoile qui rabattent des passagers venus de partout vers un grand aéroport (pivot) où ils sont transférés dans un avion qui les amène à leur destination. Les compagnies choisissent de structurer leur réseau en étoile pour relever leur taux de remplissage, réduire leurs coûts moyens et augmenter de beaucoup la fréquence de leurs vols. Un vol supplémentaire entre un aéroport secondaire et un aéroport pivot peut ainsi faire augmenter le nombre de vols opérés sur beaucoup de lignes partant de ce dernier aéroport.

Les chemins de fer ont restructuré leur réseau afin d'augmenter le trafic des lignes qui le composent et cherché à réduire leurs coûts et offrir des services plus rapides et fiables à leurs clients en utilisant plus de wagons à double niveau de chargement et en recourant davantage au transport multimodal[6]. Les entreprises de transport de marchandises par route ont elles aussi rationalisé leurs réseaux, réduit leurs coûts et réussi à fournir des services plus rapides et plus fiables aux chargeurs.

Les transporteurs ont également redoublé d'efforts, en exploitant par exemple les progrès des technologies de l'information, pour adapter leurs services aux attentes diverses des voyageurs et des chargeurs. Les compagnies aériennes ont mis au point des techniques de tarification en temps réel qui les ont aidées à relever leur taux de remplissage en offrant aux passagers une large gamme de tarifs allant des tarifs réduits assortis de diverses restrictions aux tarifs pleins beaucoup plus élevés dénués de toute forme de restriction. Les systèmes de réservation informatisée adoptés par les compagnies aériennes ont aidé à améliorer l'établissement de leurs horaires et la réservation des sièges. Les passagers peuvent accéder à ces systèmes installés sur le site Internet des compagnies pour réserver une place (au tarif le plus bas possible), imprimer leur ticket d'embarquement sans donc devoir faire la queue aux guichets d'enregistrement de l'aéroport et recueillir en temps réel des informations sur les horaires.

Les compagnies de chemin de fer et les transporteurs routiers ont négocié avec les chargeurs des milliers de contrats prix/service qui alignent leurs services sur les régimes de production et de stockage des chargeurs et rationalisent l'utilisation de leurs capacités. Les chargeurs peuvent ainsi réduire les prix de transport qui leur sont facturés en organisant l'enlèvement de fret de retour dans leurs contrats. Les entreprises logistiques analysent les circuits de distribution et les coûts logistiques des chargeurs et font usage de logiciels sophistiqués pour trouver les itinéraires les moins coûteux et les transporteurs qui pratiquent les prix les plus bas. Les transporteurs routiers et les compagnies de chemin de fer recourent également à l'informatique pour optimiser l'acheminement de leurs marchandises et suivre leur parcours.

Les transporteurs auraient certes tiré parti des progrès de l'informatique en l'absence de déréglementation, mais ces progrès ont été source d'avantages, parce que les entreprises déréglementées ont été financièrement incitées à créer des nouveaux réseaux et à rencontrer leurs clients pour s'informer de leurs préférences et étaient libres de le faire. Les incitations financières et la pression concurrentielle ne les y poussaient guère à l'ère de la réglementation et les décideurs n'étaient alors certainement pas capables de concevoir des règles propres à stimuler des activités novatrices.

Critique de la déréglementation. La déréglementation des transports interurbains s'est attiré les foudres de bon nombre de détracteurs, dont la plupart ne viennent toutefois pas du monde universitaire, qui reprochent à l'opération de ne pas avoir été également profitable à tous et de s'être soldée par une dégradation des services et des difficultés financières qui remettent la viabilité à long terme des entreprises déréglementées en question. En vérité, les avantages générés par la déréglementation ont été largement partagés par les consommateurs et les problèmes dont les entreprises se sont trouvées victimes s'inscrivent dans le cadre de leur ajustement à long terme ou ne sont pas imputables à la déréglementation.

La réglementation des prix avantageait certains voyageurs en maintenant, par exemple, les tarifs des vols court-courriers sous le niveau des coûts marginaux tout en autorisant en compensation la pratique de tarifs supérieurs aux coûts marginaux sur les vols long-courriers et avantageait aussi certains chargeurs en empêchant les chemins de fer de majorer les tarifs des transports de vracs. La déréglementation a donc fait gagner la fixation des tarifs en efficience, mais ne pouvait pas être source d'avantages pour tous les voyageurs et tous les chargeurs. Il est au demeurant étonnant que les avantages générés par la déréglementation se soient, grâce à l'amélioration du bilan coûts/efficience du transport interurbain, plus largement répartis que prévu. Les inconvénients subis par les consommateurs peuvent en outre s'expliquer par des facteurs économiques plutôt qu'anti-concurrentiels.

Quelque 80 pour cent des passagers aériens (effectuant 90 pour cent des passagers/kilomètre) empruntent des vols dont les tarifs moyens ont baissé depuis la déréglementation. L'inégalité des avantages dont les passagers bénéficient peut s'expliquer à près de 90 pour cent par le fait que le transport des passagers sur les lignes à faible trafic coûte plus cher, parce que les avions plus petits qui les desservent ont un coût par siège/kilomètre plus élevé et enregistrent des taux de remplissage plus faibles (Morrison et Winston, 1999). La déréglementation s'est aussi soldée par une baisse des tarifs moyens des chemins de fer dont plusieurs petits chargeurs ont pu tirer avantage en recourant aux services d'entreprises logistiques. Tous les modes de transport ont amélioré la qualité de leurs services dans leur environnement déréglementé, sauf là où ils étaient bridés dans leurs activités par les déficiences des infrastructures publiques (l'inefficience de la tarification de l'accès aux pistes et l'insuffisance des investissements se sont traduits par un allongement de la durée des déplacements en avion). Les avantages procurés par la déréglementation n'ont en outre pas dû se payer au prix d'une dégradation de la sécurité ne fût-ce que d'un mode de transport (Savage, 1999).

Les travailleurs tiraient avantage de la réglementation des tarifs et des conditions d'entrée, parce que les mécanismes du marché ne tempéraient pas les revendications salariales des organisations professionnelles. Les avantages procurés par la déréglementation aux consommateurs ne procèdent cependant pas pour l'essentiel de transferts venant du facteur travail. Peoples (1998) calcule que la déréglementation des transports par chemin de fer, par route et par air a fait baisser les salaires dans ces secteurs et a amputé le bien-être des travailleurs de 10.3 milliards de dollars (de 1991) représentant plus ou moins 20 pour cent des avantages engrangés par les consommateurs.

L'adaptation des capacités à la demande est l'un des grands problèmes des entreprises de transport interurbain. L'imprévisibilité de la demande pourrait être particulièrement lourde de conséquences pour une branche d'activité qui doit investir en capacité longtemps avant que la demande se matérialise. Si la demande reste en deçà de ce qui était prévu, les entreprises peuvent se trouver contraintes de réduire fortement leurs tarifs pour remplir les capacités disponibles. Si elle va au-delà de ce qui était prévu, les entreprises les plus riches en capacité vont sans doute gagner des parts de marché. Les compagnies aériennes s'engagent en termes de capacité plus ou moins deux ans à

l'avance, parce qu'elles doivent compter avec les délais de livraison des nouveaux appareils. Les délais de livraison sont beaucoup plus courts pour les transporteurs routiers et les opérateurs ferroviaires qui investissent en capacité.

Le secteur des transports aériens a enregistré, après sa déréglementation de 1978, d'énormes pertes imputables à une surcapacité induite par les récessions du début des années 80 et des années 90 ainsi que par les attaques terroristes du 11 septembre 2001. Il a aussi été lourdement pénalisé par la hausse substantielle du prix des carburants de 2008 qui a poussé le coût des capacités aériennes très nettement à la hausse. Il est évident que les contractions macroéconomiques, les attaques terroristes et l'envol du prix des carburants ne sont pas le fait de la déréglementation. Les pertes enregistrées par le secteur auraient en fait même pu être plus importantes, si les transporteurs n'avaient pas eu la possibilité de faire face à ces chocs en ajustant leurs tarifs et leurs capacités sur l'ensemble de leurs réseaux.

Les compagnies de chemin de fer peuvent négocier avec les chargeurs pour adapter leur matériel roulant et autres équipements aux besoins des chargeurs et tempérer leur vulnérabilité aux problèmes financiers causés par leur surcapacité. Les regroupements intervenus dans le secteur ferroviaire dans le sillage de la déréglementation, notamment la fusion des compagnies Union Pacific et Southern Pacific et le rachat de Conrail par Norfolk Southern et CSX, ont toutefois débouché sur une désorganisation des services explicable par le fait que la compagnie acquérante n'a pas bien intégré la compagnie acquise dans son schéma d'exploitation. L'exploitation des chemins de fer s'est heureusement rapidement améliorée après ces perturbations et les prix facturés aux chargeurs n'ont pas augmenté, parce que les réseaux ont retrouvé leur niveau de capacité (Winston, Maheshri et Dennis, 2009). Il est à espérer que les opérateurs ferroviaires qui s'engageront demain sur la voie des regroupements s'appliqueront à prévenir ce genre de perturbations[7].

Il a, enfin, été véhémentement reproché aux compagnies aériennes de laisser s'allonger les retards et de garder pendant des heures leurs passagers « prisonniers » d'avions immobilisés sur le tarmac. Il a toutefois déjà été souligné que les retards des vols sont dans une large mesure la conséquence de politiques de tarification et d'investissement inefficientes et que les retards excessifs sont le fait d'aéroports indifférents à la qualité du service fourni à leurs passagers. L'auteur estime quant à lui qu'un aéroport commercial privé mettra tout en œuvre pour acquérir une aura de protecteur des passagers et aura intérêt à empêcher les compagnies aériennes de confiner les passagers dans un avion pendant trop longtemps (plus d'une heure par exemple) avant le décollage. Les aéroports publics ne sont guère incités par des aiguillons économiques à abréger les retards des passagers et à réduire leur inconfort et se contentent donc d'enregistrer passivement l'immobilisation des passagers pendant des heures sur *leurs* infrastructures.

3. IMPACT À LONG TERME DE LA DÉRÉGLEMENTATION

Les avantages procurés aux consommateurs par la déréglementation des transports interurbains s'amplifieront à long terme à mesure que les entreprises se dégageront des trois contraintes qui pèsent sur elles à court terme, à savoir les déficiences des infrastructures publiques, l'inopportunité des règles qui subsistent et l'inefficience des pratiques nées et des investissements réalisés du temps de la réglementation. Les entreprises de transport ne peuvent pas lever les deux premières contraintes à elles

seules. La privatisation pourrait sans doute enlever beaucoup au poids de la première, mais même les optimistes doivent admettre qu'il faudra des décennies pour y arriver ou, en d'autres termes, que la déréglementation ne portera pas tous ses fruits avant de nombreuses années.

Les entreprises de transport interurbain continuent quant à elles à s'adapter à leur environnement déréglementé et à améliorer leur fonctionnement et leurs investissements. Les chocs économiques et non économiques exogènes ont appris aux compagnies aériennes à gagner en résilience et efficience et à adapter leur capacité à la demande dans tout un éventail de situations difficiles. Les compagnies aériennes ont ainsi réussi, ces dernières années, à réduire les surréservations et refuser l'embarquement à moins de passagers en majorant le prix des billets open, mais n'arrivent toujours pas, malgré déjà quelque trente années de déréglementation, à rester rentables en période de fléchissement de l'économie. Leurs relations professionnelles restent en outre tendues et elles ne sont pas en mesure de faire face à la concurrence avec toute l'efficacité possible sur un marché aérien mondial déréglementé. Quand ces problèmes auront été résolus comme il se doit, le secteur aura, enfin, mis fin aux inefficiences de la réglementation, pleinement adapté son mode de fonctionnement aux conditions de la déréglementation américaine et fait progresser encore le bien-être des consommateurs.

Les chemins de fer ont très nettement amélioré leurs performances financières depuis la déréglementation, mais n'arrivent pas à maintenir en permanence le taux de rentabilité de leur capital investi à un niveau normal[8]. Les opérateurs se sont mis, dans ce but, à moderniser petit à petit leur équipement et à optimiser leur taille en débarrassant leur réseau des marchés déficitaires et en investissant dans des marchés potentiellement rémunérateurs[9]. Les chemins de fer continueront donc à améliorer les horaires et la fiabilité de leurs services, à tailler dans leurs coûts et à choyer les chargeurs. La structure du secteur n'est pas encore entièrement adaptée à la déréglementation et il est possible que de nouvelles fusions finissent par ramener à deux le nombre de compagnies (hautement efficientes) de première catégorie subsistantes. Cette restructuration radicale se concrétiserait par la création de deux compagnies transcontinentales, mais laisserait subsister deux grandes compagnies à l'Ouest et deux autres à l'Est et n'aurait donc guère d'impact sur la concurrence. Tel pourrait en fait bien être le stade de l'équilibre final pour les chemins de fer américains.

Le transport routier a remédié à une sérieuse pénurie de chauffeurs à longue distance en relevant les salaires et en optant pour davantage d'intermodalité. Les entreprises de transport ont réduit de beaucoup leur kilométrage à vide depuis la déréglementation et peuvent continuer à progresser en développant les transports de groupage et en attirant à eux des transports pour compte propre[10].

4. IMPLICATIONS DE LA DÉRÉGLEMENTATION

En relâchant l'emprise des autorités fédérales sur la tarification et le régime d'entrée et de sortie des compagnies aériennes, des chemins de fer et des entreprises de transport de marchandises par route, la déréglementation a tenté d'ajouter au bien-être social en donnant aux consommateurs et aux entreprises la possibilité : 1) de gagner en efficience à l'intérieur des frontières « technologiques » ; 2) de s'adapter plus rationnellement à l'innovation et à l'extension des marchés ; et 3) d'optimiser leur réaction aux chocs extérieurs en vue de réduire leurs coûts.

La déréglementation des transports interurbains a largement contribué à concrétiser la première de ces possibilités, parce que les entreprises ont amélioré leurs activités de base et réduit leurs prix et que les consommateurs ont opté pour des paquets « prix/service » alignés sur les préférences de chacun d'eux. Elle a aussi aidé à concrétiser la seconde dans la mesure où les entreprises se sont informatisées afin d'améliorer leur fonctionnement. Les entreprises et les consommateurs, les compagnies ariennes et leurs passagers en particulier, ont changé leur comportement en vue de réduire le coût des chocs économiques survenus après la déréglementation.

La déréglementation étant un processus de longue haleine, les entreprises et les consommateurs ne s'y sont pas encore entièrement adaptés. La réglementation avait inhibé et fortement marqué le développement opérationnel et technologique des entreprises et les économistes ont, comme d'autres observateurs, sous-estimé le temps qu'il leur fallait pour optimiser leur politique tarifaire et leurs activités dans un univers de concurrence déréglementée, apprendre à moduler les décisions qu'elles prennent dans ce domaine en fonction des variations de la conjoncture, se départir de technologies et pratiques opérationnelles inefficientes et mettre fin aux frictions contreproductives avec leur main-d'œuvre et leurs concurrents en quête d'avantages politiques. Les entreprises qui n'ont jamais été réglementées prennent à l'occasion des décisions erronées et coûteuses et il n'est donc pas étonnant que des entreprises déréglementées aient elles aussi commis des erreurs et eu besoin de beaucoup de temps pour tirer les leçons de ces erreurs et apprendre à répondre aux changements de leur environnement concurrentiel et macroéconomique.

Il a ensuite aussi été affirmé que la réglementation bride l'innovation et le progrès technologique (voir à ce propos Gallimore, 1999) et que la déréglementation donne davantage aux entreprises l'envie et l'occasion d'innover. La nature du progrès technique et le moment de son émergence sont par ailleurs difficiles à prévoir. La technologie des transports interurbains a progressé depuis la déréglementation, mais il est probable que même après des décennies de déréglementation, des innovations qui ne verraient pas le jour en période de réglementation restent encore à venir.

Les pouvoirs publics doivent, enfin, adapter leur action à la déréglementation. Les réglementations contreproductives subsistantes, la menace de re-réglementation et les politiques inefficientes en matière d'infrastructures ont miné les performances des entreprises déréglementées de transport interurbain.

La privatisation peut, comme la déréglementation, améliorer les performances des services et des infrastructures de transport fournis par le secteur public en donnant à des entreprises privées l'occasion d'exercer leurs activités avec efficience et d'avancer sur le plan technologique en temps voulu. Un tel processus pourrait être source d'avantages substantiels pour les consommateurs.

La privatisation se distingue de la déréglementation à deux points de vue importants au moins. En effet, elle permet toutefois à des entreprises privées d'assurer des services de transport précédemment fournis par le secteur public, mais ces entreprises ne savent, à la différence des entreprises déréglementées, pas grand-chose, sinon rien, de ce à quoi la concurrence ressemble dans ce domaine. Elle lègue en outre à ces entreprises privées, à la différence à nouveau des entreprises déréglementées, une grande partie de la charge que représentent le mode d'exploitation, les investissements et la technologie hautement inefficients des pouvoirs publics.

L'intégration dans un monde de concurrence non réglementée sera donc sans doute plus difficile et assorti de plus d'incertitudes pour des entreprises de transport opérant dans un environnement de privatisation que pour des entreprises privées déréglementées. Si l'on en juge d'après ce que la déréglementation des transports interurbains a signifié pour les transporteurs américains, le processus d'ajustement des entreprises privatisées sera très certainement long et constellé d'erreurs.

Les décideurs qui ont intérêt à privatiser doivent prendre conscience de l'ampleur du processus d'ajustement que les entreprises de leur pays devront mener à bien pour devenir des concurrents efficients. Ils devront donc renoncer à maintenir ou prendre des mesures susceptibles d'entraver ce processus et faire preuve, autant que le public, de patience devant les efforts accomplis par les entreprises pour corriger leurs erreurs et surmonter les obstacles qui ne manqueront pas de surgir sur leur route. Il est à espérer que les avantages potentiels à long terme de la privatisation justifieront l'effort accompli.

NOTES

1. Les pouvoirs publics peuvent continuer à exercer, par le biais des lois sur les faillites, les fusions et les rachats, un certain droit de regard sur la sortie des entreprises du marché.

2. La concession récente de certaines routes à des entreprises privées, assujetties à certaines réglementations, n'est pas de la privatisation.

3. Réglementation et déréglementation sont par contre déjà allées de pair au niveau d'États fédérés. La comparaison des tarifs pratiqués et des services assurés dans des États menant des politiques réglementaires différentes a aidé à pronostiquer et évaluer l'impact de la déréglementation.

4. Les transporteurs ont pu engranger des superprofits, parce que la réglementation élevait le niveau des tarifs et verrouillait l'entrée. Les revendications formulées par les organisations professionnelles en matière de salaires et de conditions de travail témoignaient de leur volonté de participation à la rente des transporteurs. La déréglementation complique considérablement l'accès aux superprofits, mais les syndicats et les transporteurs historiques restent enfermés dans des relations conflictuelles qui trouvent leur origine dans les négociations tendues de l'ère de la réglementation. Les opérateurs qui ont accédé au secteur après la déréglementation ont beaucoup moins à souffrir de ce passé quand ils négocient avec les représentants des travailleurs.

5. Morrison et Winston (1999) font la synthèse des effets économiques concrets de la déréglementation du transport aérien, des chemins de fer et du transport de marchandises par route. Borenstein et Rose (2007) en font autant pour la déréglementation des chemins de fer et du transport aérien. Les effets économiques de la déréglementation des services de transport interurbain de voyageurs par route sont beaucoup moins bien connus.

6. Bitzan et Keeler (2007) estiment que les compagnies de transport de marchandises par chemin de fer ont réduit leurs coûts annuels de quelque 10 milliards USD en profitant de la déréglementation pour densifier leur trafic.

7. Winston, Meheshri et Dennis (2009) observent que de nouveaux regroupements restent possibles, parce que les grandes compagnies restantes de l'Ouest, à savoir Burlington Northern et Union Pacific, pourraient fusionner avec une grande compagnie de l'Est telle que CSX ou Norfolk Southern pour former deux compagnies à vocation transcontinentale.

8. La rentabilité des chemins de fer est sujette à controverses, mais il semble bien que le rendement de leurs investissements soit inférieur au coût du capital (Grimm et Winston, 2000)

9. Daniel Machalaba observe, dans un article intitulé « *New Era Dawns for Rail Building* » (Aube d'une ère nouvelle pour les chemins de fer) publié dans le *Wall Street Journal* du 13 février 2008, que pour la première fois en presque un siècle, les chemins de fer investissent massivement dans

leurs réseaux en construisant des nouvelles lignes, en redressant des courbes qui ralentissent les locomotives et en agrandissant le gabarit des tunnels pour autoriser le passage de plus grands trains.

10. L'adaptation des services d'autocars de ligne à la déréglementation reste peu étudiée, mais Schwieterman (2007) observe quand même que ce secteur a commencé à s'affirmer quelque 25 années après la déréglementation en renforçant ses services sur plusieurs marchés nationaux.

BIBLIOGRAPHIE

Bitzan, John D. et Theodore E. Keeler. 2007. "*Economies of Density and Regulatory Change in the U.S. Railroad Freight Industry*", Journal of Law and Economics, Volume 50, février, pp. 157-179.

Borenstein, Severin et Nancy L. Rose. 2007. "*How Airline Markets Work…Or Do They? Regulatory Reform in the Airline Industry*", document de travail NBER 13452, septembre.

Gallamore, Robert E. 1999. "*Regulation and Innovation: Lessons from the American Railroad Industry*", in Jose A. Gomez-Ibanez, William B. Tye, et Clifford Winston, editors, Essays in Transportation Economics and Policy: A Handbook in *Honor of John R. Meyer*, Brookings Institution, Washington DC, pp. 493-529.

Grimm, Curtis et Clifford Winston. 2000. "*Competition in the Deregulated Railroad Industry: Sources, Effects, and Policy Issues*", in Sam Peltzman et Clifford Winston, editors, Deregulation of Network Industries: What's Next?, Brookings Institution, Washington DC, pp. 41-71.

Morrison, Steven A. et Clifford Winston. 2000. "*The Remaining Role for Government Policy in the Deregulated Airline Industry*", in Sam Peltzman et Clifford Winston, editors, Deregulation of Network Industries: What's Next?, Brookings Institution, Washington DC, pp. 1-40.

Morrison, Steven A. et Clifford Winston. 1999. "*Regulatory Reform of U.S. Intercity Transportation*", in Jose A. Gomez-Ibanez, William B. Tye, et Clifford Winston, editors, Essays in Transportation Economics and Policy: A Handbook in Honor of John R. Meyer, Brookings Institution, Washington DC, pp. 469-492.

Morrison, Steven A. et Clifford Winston. 1997. "*The Fare Skies: Air Transportation and Middle America*", The Brookings Review, Fall, pp. 42-45.

Peoples, James. 1998. "*Deregulation and the Labor Market*", Journal of Economic Perspectives, volume 12, Été, pp. 111-130.

Savage, Ian. 1999. "*The Economics of Commercial Transportation Safety*", in Jose A. Gomez-Ibanez, William B. Tye, et Clifford Winston, editors, *Essays in* Transportation Economics and Policy: A Handbook in Honor of John R. Meyer, Brookings Institution, Washington DC, pp. 531-562.

Schwieterman, Joseph P. 2007. "*The Return of the Intercity Bus: The Decline and Recovery of Scheduled Service to American Cities, 1960-2007*", DePaul University, School of Public Service Policy Study, décembre.

Winston, Clifford. 2006. "*The United States: Private and Deregulated*", in Jose A. Gomez-Ibanez et Gines de Rus, editors, Competition in the Railway Industry: An International Comparative Analysis, Edward Elgar, Cheltenham, Royaume-Uni, pp. 135-152.

Winston, Clifford, Scott Dennis, et Vikram Maheshri. 2008. "*Duopoly Equilibrium Over Time the Railroad Industry*", document de travail de la Brookings Institution, novembre.

Winston, Clifford, Vikram Maheshri, et Scott Dennis. 2009. "*Long-Run Effects of Mergers: The Case of U.S. Western Railroads*", document de travail de la Brookings Institution, mai.

LES SERVICES D'AUTOCARS INTERURBAINS EN EUROPE : CONCESSIONS OU MARCHÉ OUVERT ?

par

Didier VAN DE VELDE

Université Technologique de Delft
et
inno-V consultancy
Amsterdam
Pays-Bas

SOMMAIRE

INTRODUCTION 293

1. EXAMEN DES PAYS 293

    1.1. Champ et définitions 294
    1.2. Royaume-Uni 295
    1.3. Suède 296
    1.4. Norvège 298
    1.5. Pologne 299
    1.6. Espagne 300
    1.7. Italie 301
    1.8. France 302
    1.9. Allemagne 303
    1.10. Eurolines 304

2. GRANDES TENDANCES ET PRINCIPAUX ENJEUX 305

    2.1. Structure du transport interurbain de voyageurs 305
    2.2. Performances 307
    2.3. Marchés desservis 308
    2.4. Effets de réseau, monopoles, barrières à l'entrée et besoins en matière de réglementation 309
    2.5. Poursuivre la déréglementation : les enjeux à court terme 310

CONCLUSIONS 311

RÉFÉRENCES 312

INTRODUCTION

L'autocar n'est pas le mode de transport interurbain de voyageurs le plus prestigieux en Europe. Le train à grande vitesse ou le transport aérien attirent beaucoup plus l'attention des responsables politiques et des médias, et ils nécessitent des investissements (publics) beaucoup plus considérables, dans des infrastructures qui sont très visibles. L'autocar, lui, se fond dans la circulation générale et n'exige pas d'investissements publics, sauf peut-être dans des gares routières adaptées et judicieusement situées dans les centres urbains. Pourtant, les services d'autocars interurbains « express » assurent une part importante de la mobilité des citoyens européens les moins favorisés, tout au moins dans les pays où cette activité a été (dé)réglementée de façon appropriée.

Peu d'études internationales ont été consacrées à ce sujet. Il convient de mentionner le rapport de la 114ème Table Ronde organisée par la CEMT en 1999 (CEMT, 2001), qui couvrait le Royaume-Uni, la Pologne, la Suède et l'organisation Eurolines. Les études nationales sont également rares, sauf peut-être au Royaume-Uni, en Suède et en Norvège -- trois pays où le marché du transport par autocar a été déréglementé et fonctionne efficacement.

Le présent document fait le point sur la situation actuelle du marché du transport interurbain de voyageurs par autocar en Europe. Il décrit le cadre réglementaire de quelques pays, les principaux acteurs du marché, les principales évolutions intervenues au cours des 10 à 20 dernières années ainsi qu'un certain nombre d'enjeux qui en découlent, surtout en termes de réglementation. Le premier chapitre passe en revue les différents pays retenus, le suivant résume les principales constatations et tendances qui se dégagent de cet examen et le dernier formule quelques conclusions.

1. EXAMEN DES PAYS

Le présent chapitre donne un aperçu du cadre réglementaire et des principaux acteurs du marché dans certains pays européens. Pour chacun d'eux sont également présentés les évolutions récentes ainsi qu'un certain nombre d'enjeux importants. Les pays retenus -- Royaume-Uni, France, Allemagne, Espagne, Italie, Pologne, Norvège et Suède -- donnent une bonne illustration de la diversité et des similarités du marché du transport interurbain de voyageurs par autocar en Europe, plus particulièrement dans la partie occidentale du continent. La présentation consacrée à chaque pays fait une place importante aux entreprises nationales de transport interurbain par autocar, qui constituent le plus souvent l'essentiel du marché, mais les services internationaux d'autocars sont aussi un segment important du transport régulier par autocar en Europe. Une section distincte est consacrée à *Eurolines*, car la plupart des services internationaux de transport de voyageurs par autocar sont regroupés sous cette marque.

1.1. Champ et définitions

Les services de transport de voyageurs examinés dans le présent document sont les services interurbains réguliers de transport de voyageurs par autocar, à l'exclusion, donc, des segments des autocars touristiques, des autocars de louage ainsi que des voyages organisés. Les services décrits ici sont des services qui sont ouverts à tous et assurés selon un horaire publié, comme les transports publics locaux ou les services ferroviaires et aériens.

La définition du terme « services d'autocars interurbains » demande peut-être à être précisée, compte tenu de la diversité de services que l'on trouve en Europe dans ce domaine. Les « services d'autocars interurbains », également appelés « autocars express » ont comme caractéristique commune de répondre aux besoins de transport à l'extérieur des agglomérations, en général d'une ville à une autre, souvent pour atteindre des localités mal desservies par le chemin de fer. Ces services sont habituellement assurés par autocar et non par autobus, bien que la distinction entre « autocar » et « autobus » n'existe pas dans toutes les langues européennes. La définition exacte des services d'autocars interurbains varie également d'un pays à l'autre. Cela ne présenterait guère d'intérêt si ce n'est que la définition que l'on donne aux services en question en détermine également le type de réglementation. La distance est souvent l'un des principaux critères qui assujettira un service au régime de réglementation des services d'autocars interurbains, mais c'est un critère qui peut varier beaucoup. Ainsi, elle doit être supérieure à 15 miles au Royaume-Uni, mais à 100 kilomètres en Suède. D'autres pays appliquent une distinction administrative. En Italie et en Norvège, par exemple, un service est défini comme interurbain s'il a un caractère interrégional. La Suède, elle, combine les deux types de définitions.

Il serait utile de pouvoir comparer la taille, les parts modales ainsi que le transfert modal dans le secteur du transport interurbain de voyageurs en Europe. Malheureusement, les statistiques à ce sujet, que ce soit pour le trafic national ou international, sont difficiles à compiler. Les définitions varient beaucoup selon les pays, ce qui rend les comparaisons internationales risquées. Les données de recensement concernant les voyages ne comprennent souvent pas ceux des ressortissants étrangers. Les autobus locaux et régionaux sont souvent intégrés aux statistiques relatives aux autocars, ce qui enlève pratiquement toute utilité à ces chiffres pour la présente analyse. En raison de l'hétérogénéité des définitions des services « interurbains », la comparaison internationale des parts modales est peu fiable. C'est pourquoi le Tableau ci-après a seulement pour but d'illustrer la place limitée que l'autobus et l'autocar occupe dans la mobilité par rapport à celle de l'automobile. Il est également frappant de constater la similarité des parts modales pour l'autobus et le train, le terme « autobus » englobant ici les autobus urbains, les autobus régionaux et les autocars interurbains, la part de ces derniers pouvant être de 50 pour cent de l'ensemble de la catégorie « autobus », voire davantage. Tel est le probablement le cas en Espagne, qui est dotée d'un réseau de transport par autocar très étendu et dont les services ferroviaires sont en revanche relativement limités, mais ce pourcentage peut être beaucoup plus bas dans les autres pays.

Tableau 1. **Parts modales (en voyageurs-kilomètre)**

Pays	Année	AUTOBUS	AUTOMOBILE	TRAIN
UE15	1997	8.9	84.5	6.6
UE15	2007	8.7	84.1	7.1
UE25	1997	-	-	-
UE25	2007	9.3	83.6	7.1
Allemagne	2007	6.4	85.8	7.8
Espagne	2007	13.9	80.9	5.2
France	2007	5.5	84.9	9.6
Italie	2007	11.9	82.4	5.7
Norvège	2007	7	88	4.9
Pologne	2007	9.6	83.6	6.8
Suède	2007	7.2	84.1	8.7
Royaume-Uni	2007	6.3	87.3	6.4

Source : Eurostat (2009).

1.2. Royaume-Uni

Le marché britannique du transport par autocar a été entièrement déréglementé par la Loi de 1980 sur les transports. La seule condition à remplir pour créer un service (outre celles liées à l'obtention d'une licence) était d'en demander l'autorisation 28 jours avant son lancement. Ce délai de 28 jours a été supprimé par la Loi des Transports de 1985. Une telle autorisation n'est donc plus nécessaire pour exploiter une route express.

Aujourd'hui, *National Express* est le principal autocariste britannique. Il détenait auparavant un monopole sur le marché des services d'autocars express dans le cadre de l'ancienne *NBC (National Bus Company)*, avant d'être privatisé dans les années 80. La plupart des services sont exploités par des sous-traitants locaux sous la marque *National Express* plutôt que directement par *National Express* et son personnel propre.

Sur certaines relations, la déréglementation a engendré une concurrence intense dans les années 80. *British Coachways*, un nouvel autocariste regroupant six opérateurs, a tenté d'établir un réseau pour concurrencer *National Express*, mais sa tentative a échoué dès 1983 (Robbins, 2007). Au milieu des années 80, la plupart des concurrents de *National Express* ont dû mettre fin à leurs services du fait que *National Express* avait fait siennes des innovations, comme la baisse des tarifs et l'amélioration du confort. En outre, ce dernier avait initialement accès à la plupart des gares routières, dont il refusait l'accès aux autres opérateurs. Un enjeu de taille à l'époque était le contrôle de la gare d'autocars *Victoria*, dans le centre de Londres, dont le contrôle a été par la suite transféré à la *London Transport Authority* (rebaptisée depuis « *Transport for London* »).

Le recul de la concurrence dans les années 80 après une période de vive concurrence a installé *National Express* dans une situation de monopole de fait. Ce monopole a pris fin en 2003 avec l'arrivée de *Megabus.com*, une marque à bas coût du *Stagecoach Group*, un autre important acteur dans les transports publics locaux au Royaume-Uni. *Megabus* a pour ambition de se distinguer de *National Express* en ciblant les groupes à faible revenu comme les étudiants, les jeunes sans permis de

conduire ou les personnes âgées. Son réseau est moins étendu, ses fréquences moindres et son service est concentré sur les principales liaisons entre Londres et les autres grandes villes. Son modèle économique repose sur la pré-réservation et une stratégie de tarification axée sur l'optimisation de la recette unitaire, imitant en cela la formule qui a fait ses preuves dans le secteur des compagnies aériennes à bas coûts et, dans une certaine mesure aussi, chez *National Express*. *Megabus* a également tenté de se rapprocher de sa clientèle-cible en restant à l'écart des gares routières utilisées par *National Express* et en implantant ses arrêts à proximité des usagers, soit le long du trottoir et sur les campus universitaires. Grâce à une stratégie de billetterie axée sur l'Internet, tout à fait adaptée à sa clientèle-cible, *Megabus* n'avait plus vraiment besoin d'être présent dans une gare d'autocars, qui perdait son importance comme point central d'information et d'accès au réseau (Robbins, 2007), ce qui contribuait en plus à réduire ses coûts.

L'autocar joue un rôle important dans la mobilité au Royaume-Uni, mais il est difficile d'en déterminer avec précision la part de marché, car les statistiques ont tendance à intégrer les services d'autobus (locaux).

National Express demeure l'autocariste dominant, malgré l'entrée en scène de *Megabus.* Une étude sur la concurrence entre les deux transporteurs sur la relation Londres-Bournemouth, qui a également montré que le taux de motorisation et l'accès à l'utilisation d'une automobile est environ moitié moindre pour les clients de *Megabus*, a établi la part de marché de *National Express* sur cette relation à 79 pour cent et celle de *Megabus* à 21 pour cent (Robbins, 2007).

L'une des principales difficultés auxquelles sont confrontés les nouveaux entrants sur le marché britannique du transport par autocar consiste à trouver un créneau qui ne soit pas encore occupé par *National Express*. Ils doivent en outre mettre en place leur billetterie. L'Internet a été une chance pour *Megabus*, car il a facilité son accès au marché et lui a permis de se passer des agences de voyage, auprès desquels *National Express* détenait déjà un avantage. La plupart des ventes de billets de *Megabus.com* se font par Internet (Robbins, 2007).

1.3. Suède

La Suède définit comme interurbains les services d'autocars parcourant une distance d'au moins cent kilomètres et franchissant au moins une frontière provinciale. Ce marché est aujourd'hui complètement déréglementé et non subventionné. La déréglementation s'est déroulée en deux temps. On a d'abord renversé la « charge de la preuve ». À compter de 1993, c'était les chemins de fer nationaux -- *SJ* -- et les autorités des provinces qui devaient prouver que l'ouverture d'une ligne d'autocar porterait gravement préjudice à la rentabilité des chemins de fer et du transport régional par autobus (sous contrat et subventionné), alors que c'était jusque là à l'entrant qu'il incombait de prouver le contraire. Même si cette première étape était neutre du point de vue du bien-être global, elle a eu des effets bénéfiques pour les voyageurs à faible revenu (pour lesquels la valeur-temps est moins importante), tandis que les chemins de fer n'ont guère vu leur chiffre d'affaires baisser (SIKA, 1997 ; Jansson *et al.*, 1997). La seconde étape, qui a eu lieu en 1999, a été la déréglementation complète du marché, à ceci près toutefois qu'une autorité provinciale de transport de voyageurs pouvait encore interdire dans certains cas à des autocaristes d'embarquer ou de débarquer des voyageurs, lorsqu'il s'agit de trajets effectués uniquement sur le territoire relevant de sa compétence.

Le marché suédois était dominé par trois principaux acteurs, qui représentaient 79 pour cent de l'offre totale d'autocars-kilomètre. 25 autres opérateurs assuraient également des services d'autocars interurbains en Suède en 2007. La gare routière principale de Stockholm hébergeait en 2002,

25 autocaristes desservant 53 itinéraires (BR, 2002). *Swebus Express*, propriété de *Concordia Bus*, une entreprise suédoise présente dans tous les pays nordiques, est le principal opérateur de Suède. Fait intéressant, *Concordia* est une entreprise conjointe créée en 1997 par un opérateur régional norvégien domicilié à Oslo et *National Express*. Après que ce dernier a eu cédé sa participation, en 1999, *Concordia* devait faire l'acquisition, en 2000, de *Swebus*, alors propriété du Britannique *Stagecoach*, qui s'en était lui-même porté acquéreur auprès des chemins de fer nationaux (*SJ*) en 1996. *Concordia Bus* déclare dans son rapport annuel de 2008 des parts de marché de 50 pour cent pour les services d'autocars express et de 5 pour cent pour les transports collectifs, tandis que celle du rail s'élève à 75 pour cent. *Svenska Buss* est un regroupement de cinq autocaristes régionaux. *Säfflebuss* et *Bus4you* appartiennent maintenant au Groupe norvégien *Nettbuss*, qui fait lui-même partie de *NSB* (l'opérateur ferroviaire national norvégien) et exerce ses activités sous l'enseigne *GoByBus*. *Ybuss* est un opérateur suédois privé qui assure des services en coopération avec *Swebus Express*. Il existe de nombreux autres opérateurs régionaux.

Près de 90 pour cent des services d'autocars interurbains en Suède sont exploités sur une base commerciale, les autres étant assurés sous contrat avec l'autorité responsable des transports. Les services d'autocars représentaient en 2005-2006 environ 5 pour cent du nombre de déplacements interurbains et 6 pour cent du nombre de voyageurs-kilomètre. En termes de voyageurs-kilomètre seulement, les parts de l'automobile, du train et de l'avion (respectivement 66 pour cent, 15 pour cent et 11 pour cent des voyageurs-kilomètre en 2005-2006) sont plus importantes, car rares sont les personnes qui prennent l'autocar pour de très longues distances (supérieures à 600 kilomètres) (SIKA, 2008). La part des transports collectifs a augmenté entre 1993 et 1998, parallèlement à la déréglementation du transport aérien intérieur et des services d'autocars interurbains. La mobilité a progressé de 9 pour cent au cours de cette période, mais la fréquentation des transports en commun de 13 pour cent. Cette évolution s'est inversée entre 1998 et 2004 (progression de 9 pour cent des transports en commun et de 13 pour cent de la mobilité totale), mais la mobilité par autobus est demeurée stable au cours de la période, ce qui dénote un transfert modal de l'aérien vers le rail (Banverket, 2006). Comme dans d'autres pays, les voyageurs sont principalement des étudiants, des personnes âgées ainsi que des groupes à faible revenu.

Les services d'autocars interurbains entrent souvent dans les programmes d'intégration tarifaire régionale gérés par les autorités chargées du transport de voyageurs. Autrement dit, les usagers locaux peuvent utiliser les autocars interurbains dans le cadre du réseau régional et aux mêmes conditions tarifaires. Cela constitue une intéressante source de recettes additionnelles pour les autocaristes, ainsi qu'un service complémentaire utile pour les usagers.

Les résultats de la déréglementation engagée en 1993 et menée à bien en 1999 sont jugés positifs. Les services d'autocars suédois sont considérés comme un complément utile au reste du système de transport public. Le principe de la déréglementation est maintenant admis dans le système suédois de transport de voyageurs et son application est appelée à prendre de l'ampleur. Les chemins de fer nationaux sont en voie d'être déréglementés, et le libre accès sera progressivement mis en place entre l'été 2009 et 2010, conformément au processus de déréglementation et de libéralisation du marché international du transport ferroviaire de voyageurs à l'échelle européenne. Des propositions de déréglementation du transport local et régional par autobus sont actuellement examinées. Si elles sont adoptées, il va de soi qu'elles influeront sensiblement sur les possibilités de développement futur du réseau express de transport par autocar en Suède.

1.4. Norvège

Les services actuels d'autocars express sont issus de l'ancien régime d'autorisations et des services de transport public locaux qui existaient auparavant. Ces derniers services, qui étaient et sont encore réglementés par les provinces, ont été mis en place -- jusqu'à présent -- sur la base d'autorisations d'itinéraires délivrées à la demande des opérateurs. Bon nombre de ces services sont subventionnés par les autorités locales. La mise en concurrence est également utilisée depuis la fin des années 90 pour les régions non rentables ou les contrats de service sur certaines liaisons.

Le régime de réglementation actuel des services d'autocars interurbains, en place depuis 2003, équivaut à une déréglementation presque totale, résultat d'une libéralisation graduelle entreprise dans les années 90 à l'issue de nouvelles initiatives de coopération engagées par les opérateurs en place à la fin des années 80. Les services express se sont développés à partir des opérateurs existants, qui ont créé de nouveaux services de transport, plus rapides et attractifs, franchissant les frontières (provinciales) traditionnelles. L'extension des services s'est faite pour l'essentiel dans le cadre de partenariats entre les opérateurs concernés dans les régions desservies. D'autres itinéraires sont issus du prolongement vers Oslo des anciennes liaisons ferroviaires interurbaines de rabattement.

Au début, ces initiatives se sont heurtées à une certaine résistance du côté des autorités, qui craignaient un affaiblissement des transports publics locaux et du transporteur ferroviaire national norvégien *Norges Statsbaner (NSB)*, lequel voulait également se soustraire à la concurrence. Cependant, l'introduction de services interurbains express par autocar dans le cadre de cette initiative a connu une grande popularité auprès des usagers (Leiren et Fearnley, 2008), et les craintes qu'une concurrence excessive n'oppose les services d'autocars et le rail se sont révélées sans fondement (Hjellnes COWI, 1999).

Les autorisations de desserte, qui étaient auparavant délivrées par l'administration centrale, ont été décentralisées et déléguées aux provinces. En pratique, toutes les demandes d'autorisation sont satisfaites dès lors que les normes de qualité de service sont respectées. Les provinces peuvent toutefois imposer certaines dispositions réglementaires pour protéger des services de transport public locaux subventionnés. Il semble toutefois que les provinces aient souvent adapté les services locaux à l'existence de services express et choisissent d'« acheter » des compléments spécifiques aux services express, afin de répondre aux besoins locaux (transport scolaire, prolongement des itinéraires, etc.).

La plupart des services d'autocars interurbains norvégiens sont actuellement organisés par *NOR-WAY BUSSEKSPRESS*, une organisation de commercialisation appartenant à 40 opérateurs qui exploitent les différentes lignes d'autocars, dont certaines en coopération. Ces opérateurs membres sont également responsables de la conception des services en ce qui concerne les grilles horaires et les tarifs. Le principal concurrent de *NOR-WAY BUSSEKSPRESS* est *TIMEkspress*, une enseigne autocar de *NSB* présente dans le Sud du pays, dont les services sont assurés par *Nettbuss*, l'autocariste de *NSB*, qui propose également d'autres enseignes de services d'autocars/autobus comme *Komfortbussen*, *Bus4you* et *Flybussen* (le service « aéroport express » de *NOR-WAY BUSSEKSPRESS*). Il convient de noter que *Nettbuss* exploite également d'autres services interurbains pour *NOR-WAY BUSSEKSPRESS*. Les autres concurrents sont *Lavprisexpressen* et *Konkurrenten*.

Les services d'autocars express sont pour l'essentiel exploités sur une base commerciale et le marché est ouvert. Ils sont considérés davantage comme un complément utile que comme un concurrent des autres services de transport public. Selon des études norvégiennes, leur clientèle se compose principalement de nouveaux voyageurs et d'automobilistes qui ont changé de mode de transport plutôt que d'usagers des services ferroviaires et aériens (voir Hjellnes COWI, 1999 ; Strand, 1991). Ces études montrent également que la fréquentation des transports publics a dans l'ensemble

augmenté sur les corridors où rail et autocar sont en concurrence. La fréquentation totale a plus que doublé entre 2002 et 2007, tandis que la productivité a atteint des niveaux sensiblement plus élevés que dans la Suède voisine, qui a également déréglementé son marché, mais en autorisant moins de possibilités de coopération entre les opérateurs (Alexandersson *et al*., 2009).

Des documents d'orientation comme le Plan national des transports 2010-2019 réaffirment l'utilité de ces services comme complément du système de transport public, car ils permettent de desservir des régions qui n'y auraient autrement pas accès. On estime en outre qu'ils contribuent à la qualité de l'environnement et à la diminution des accidents en réduisant le trafic automobile.

Selon Leiren et Fearnley (2008), le marché des services d'autocars express est confronté à deux enjeux. Le premier est le problème des subventions. Les autocars express bénéficient d'aides publiques dans un certain nombre de cas (application de tarifs réduits, certains services de transport d'écoliers, services aux régions qui ne seraient pas desservies autrement). La régulation européenne actuelle prévoit que les services subventionnés doivent être mis en concurrence. La simple application de cette règle menacerait la nature même de l'industrie, la remplaçant par un système reposant davantage sur la planification centralisée. La réglementation peut cependant n'être appliquée qu'aux services qui dépassent un certain niveau de subventions ou de kilomètres produits. Autre élément, certaines autorités prétendent qu'il est plus économique d'acheter des services complémentaires auprès d'opérateurs interurbains commerciaux que d'organiser un contrat local distinct (par voie d'appel d'offres) (Leiren et Fearnley, 2008). Toutefois, si ce type d'influence se fait trop sentir sur le marché des services d'autocars interurbains, ceux-ci risquent de devenir moins attractifs et de perdre leur base économique. Il est clair que cette question appelle d'autres décisions politiques.

Autre question mentionnée par Leiren et Fearnley (2008), l'autorité norvégienne de la concurrence (comme les organismes européens) a commencé à enquêter sur certains accords de coopération entre opérateurs, et cela bien que cette coopération soit souvent considérée comme bénéfique. Une étude de l'Institut norvégien d'économie des transports (Leiren *et al*., 2007) montre que le réseau de transport par autocar, y compris les itinéraires desservis en coopération, est source d'importants gains de bien-être (1.5 milliard NOK par an). Le Plan national des transports 2010-2019 envisage même désormais de ne plus soumettre à ce contrôle les accords de coopération conclus avant 2003. Là encore, il reste des choix (politiques) à faire pour décider comment encadrer cet aspect dans le contexte norvégien.

1.5. Pologne

Jusqu'en 1990, les transports publics étaient organisés en Pologne de façon analogue à ceux des autres anciens pays communistes. L'Administration nationale des transports routiers (*PKS*) était le principal transporteur de voyageurs et de marchandises par route. Avant 1988, le transport de voyageurs à travers plus d'une région (voïvodie) exigeait une autorisation du Ministère des Transports. Des autorisations permanentes n'étaient délivrées qu'aux transporteurs publics. L'accès d'autres opérateurs de transport routier au marché était limité à des autorisations uniques ou périodiques. C'est la Loi sur l'activité économique (1988) qui a libéralisé de nombreux domaines d'activité, notamment le transport routier (Taylor et Ciechanski, 2008).

PKS a été scindée en quatre entreprises publiques au début des années 80 : une nationale et trois régionales. La structure organisationnelle de PKS comprenait de nombreuses succursales locales recevant des subventions du budget de l'État. En 1990, les quatre entreprises ont été démantelées et leurs 233 succursales sont devenues autant d'entreprises distinctes (Taylor et Ciechanski, 2008). Cette évolution n'a guère attiré les investisseurs étrangers. Moins de la moitié des entreprises devaient être par la suite privatisées, l'opération prenant le plus souvent la forme d'une acquisition par les salariés.

La seule société étrangère intéressée a été Veolia, qui avait pris le contrôle de 11 entreprises issues de PKS compagnies à la mi-2006 (Taylor et Ciechanski, 2008). Cet intérêt limité des investisseurs étrangers pour la privatisation pourrait être lié à une fréquentation en chute libre -- divisée par trois entre 1989 et 2005 --, conséquence de la généralisation de l'automobile (Taylor et Ciechanski, 2008).

La concurrence ne s'est pas beaucoup développée au niveau national. Une nouvelle entreprise -- *Polski Express* --, constituée en 1994 comme filiale du *National Express Group* (Royaume-Uni), concentrait ses activités sur les liaisons mal desservies par le chemin de fer, mais devait connaître par la suite de graves difficultés économiques (Taylor et Ciechanski, 2008).

À la fin des années 90, une réelle concurrence s'est développée avec l'apparition d'opérateurs privés « indépendants » possédant de petites flottes de véhicules, en général de qualité médiocre, et desservant les itinéraires les plus rentables. Ces activités ont entraîné une dégradation de la situation économique des entreprises PKS locales (plus actives dans le transport local et régional), obligeant celles-ci, dans certaines régions, à fermer leurs portes. PKS est toutefois demeurée l'opérateur dominant, avec 92 pour cent du volume de voyageurs et 95 pour cent des services d'autobus et d'autocars réguliers en Pologne (Taylor et Ciechanski, 2008).

Par ailleurs, en 1995, pour faire contrepoids à *Polski Express,* 21 entreprises PKS et quelques entreprises privées se sont associées pour créer *Polbus-PKS*, une société de commercialisation inspirée du modèle de *NOR-WAY Busekspress*. *Polbus-PKS* a pour but d'offrir un réseau moderne de transport par autocar pour les services intérieurs à l'aide d'un système unifié de vente et d'information pour tous les services de ses opérateurs membres, à l'échelle du pays. L'entreprise a commencé à offrir des services interurbains, surtout pour les itinéraires sur lesquels le rail n'était pas attractif (Taylor et Ciechanski, 2008). *Pekaes Bus*, rejeton de *PKS* créé en 1996, a également assuré des services interurbains, avant d'être absorbé par *Veolia Eurolines Polska*.

Komornicki (2001) a étudié le nombre considérable de liaisons par autobus semi-légales et illégales qui étaient proposées entre la Pologne et les pays voisins au début des années 90. Selon lui, ce problème (absence de certification de qualité, accidents, etc.), qui représentait auparavant 80 pour cent du marché s'est considérablement atténué et ne concernait plus que 20 pour cent du marché en 1998. Il serait intéressant de savoir si le phénomène a complètement disparu aujourd'hui maintenant que la Pologne est devenue membre de l'Union Européenne et si le problème a refait surface plus à l'Est.

1.6. Espagne

Les concessions de services interurbains sont octroyées par l'administration centrale sur une base d'exclusivité et sont d'une durée qui varie de 8 à 20 ans. Les concessions de transport interurbain régional par autobus sont octroyées par les autorités régionales. Dans les deux cas, les contrats sont aujourd'hui essentiellement attribués par voie d'appel d'offres, bien que la passation de marchés par entente directe soit possible dans certains cas, mais principalement en ce qui concerne les transports urbains. Jusqu'en 1990, les services interurbains étaient sous contrôle public et les concessions étaient attribuées directement, sans appel d'offres. Une réforme a été engagée avec la décentralisation vers les Communautés autonomes (régions) et une refonte de la législation relative au transport de voyageurs (en 1987 et 1990). Résultat, les 113 concessions actuelles de services interurbains (dont aucune n'a fait l'objet d'un appel d'offres) ont pu être prolongées jusqu'en 2007 au moins, et la plupart l'ont été jusqu'en 2013 et certaines jusqu'en 2018. De nouvelles concessions ont été accordées par voie d'appel d'offres pour la prestation de services sur les itinéraires mal desservis ou pour remplacer les liaisons illégales.

Il existe en Espagne de nombreux autocaristes. En 1988 a été créée la société publique *ENATCAR*, qui a repris tous les services d'autocars du transporteur ferroviaire national *RENFE*. *ENATCAR* a été par la suite privatisée et reprise par *ALSA*, le principal fournisseur de services d'autocars interurbains, avec près de 10 pour cent du marché et une offre très diversifiée. *ALSA* est une société à capitaux privés, membre d'*Eurolines*. Cédée au *National Express Group* (Royaume-Uni) en 2005, *ALSA* a étendu son influence dans le secteur espagnol du transport par autobus, en intégrant le deuxième opérateur de transport national, *Continental Auto*, en 2007.

L'autocar a toujours occupé une place importante sur le marché espagnol du transport public interurbain. Apparemment, on ne dispose pas de statistiques fiables à ce sujet, mais on estime que le marché des services d'autocars serait quatre fois plus important que celui des services ferroviaires en termes de voyageurs-kilomètre (García-Pastor *et al*., 2003). La poursuite du développement du réseau espagnol à grande vitesse pourrait toutefois faire évoluer la situation, tout comme l'ont fait les compagnies aériennes à bas coût. Le rapport annuel 2008 de *National Express*, propriétaire d'*ALSA*, mentionne ces pressions concurrentielles et ainsi que les mesures prises par l'opérateur pour faire face à la concurrence des compagnies aériennes à bas coût et du rail à grande vitesse (variation des fréquences, adaptation des tarifs, modification du réseau en vue de proposer des services complémentaires). Par ailleurs, *ALSA* a également annoncé le lancement de nouveaux services, avec une nouvelle formule repas, et sera le premier transporteur en Espagne, tous modes confondus, à offrir une connexion WiFi à bord de ses véhicules.

Malgré le recours à l'appel d'offres, les services d'autocars interurbains espagnols sont tous rentables, dans la mesure où ils ne reçoivent aucune subvention publique. García-Pastor *et al*. (2003) mentionnent que selon une étude du Ministère espagnol du Développement (Consultrans, 1999), la procédure d'appel d'offres adoptée dans les années 90 a cependant eu des effets positifs sur la qualité du service et la tarification dans les concessions concernées. Les concessions prolongées semblent appliquer des tarifs par voyageur-kilomètre de 46 pour cent supérieurs à ceux des concessions attribuées par voie d'appel d'offres.

1.7. Italie

Le marché italien des services d'autocars interurbains se décompose en services nationaux et services régionaux. Les services nationaux *(linee extraurbane statali)* sont assurés sur une base commerciale sur les itinéraires de 200 à 1 200 kilomètres entre grandes agglomérations situées dans des régions différentes. Le régime juridique applicable à ces services a été récemment modifié par un décret de novembre 2005 visant à ouvrir le marché. Les services ne sont pas subventionnés. Les autocaristes doivent maintenant demander une autorisation auprès du Ministère avant de lancer un nouveau service. Le régime antérieur ne permettait pas la concurrence, mais le nouveau régime d'autorisations devrait la rendre possible. Cependant, elle ne s'est encore guère développée, et les changements successifs de Gouvernement semblent avoir retardé la déréglementation.

Les services régionaux interurbains d'autocars *(linee extraurbane regionali)* correspondent aux itinéraires de 30 à 300 kilomètres séparant les grandes agglomérations situées dans une même région. La plupart des itinéraires régionaux sont encore des concessions octroyées par entente directe, qui sont subventionnées et dont les lignes et tarifs sont réglementés. Une certaine déréglementation est également prévue dans la mesure où certaines régions ont élaboré une législation régionale inspirée du décret national. Cependant, cette concurrence semble souvent limitée aux services qui ne portent pas préjudice aux services régionaux subventionnés existants, exploités en vertu de contrats de concession.

La taille des opérateurs varie considérablement. Aucun autocariste national ne domine le marché actuellement. Parmi les autocaristes de taille importante, on peut citer *Sitabus*, qui appartient à l'opérateur ferroviaire national *Trenitalia*, et *Arriva Italy*, l'un des plus gros opérateurs privés. Le reste du marché est très fragmenté et se compose d'un grand nombre d'entreprises locales, souvent propriété des régions et des municipalités, mais aussi privées. La plupart des opérateurs sont basés dans une région et offrent en outre des correspondances régionales avec Rome ou d'autres grandes villes italiennes. Peu d'opérateurs offrent des services à l'échelle nationale. *Arriva* a fait son apparition sur le marché en reprenant 11 entreprises régionales, dont beaucoup exercent leurs activités sur le marché interurbain.

Certains services sont assurés en complément des services ferroviaires à grande vitesse de *Trenitalia*. *Sita*, une filiale de *Trenitalia*, est un important fournisseur de ce type de services. Certains services offrent des sièges grand confort ainsi que des installations Internet. D'autres sont directement en concurrence avec les services ferroviaires grandes lignes. Les tarifs sur ces liaisons sont comparables à ceux du chemin de fer sur les relations Nord-Sud (fortement subventionnés) et en général plus bas que les tarifs aériens des lignes intérieures.

Récemment, neuf opérateurs ont intégré leurs activités de marketing et de billetterie sous l'appellation *Ibus*, membre d'Eurolines.

1.8. France

Les services d'autocars express longue distance n'existent pour ainsi dire pas en France. La réglementation des transports publics relève de l'État pour les services interrégionaux de transport de voyageurs, lesquels sont le monopole de la Société Nationale des Chemins de Fer (*SNCF*). Les services de transport régionaux et locaux sont organisés par les départements et les collectivités locales (en coopération). La plupart de ces services font l'objet d'appels d'offres. Des services express sont assurés à l'échelle des départements, lorsque l'autorité compétente en matière de transports le juge nécessaire, mais il n'existe pas de services assurés à l'échelle nationale sur des distances réellement longues.

Autrement dit, il existe une certaine concurrence entre les services ferroviaires de la *SNCF* -- en particulier le *TGV* -- et le transport aérien, mais pas entre le rail et la route. L'entrée sur le marché d'opérateurs de transport à l'initiative du marché n'est pas envisagée actuellement, la législation actuelle des transports, qui remonte à 1982, excluant explicitement la concurrence directe aux services de la *SNCF*. L'entrée sur le marché est donc *de fait* impossible. Et il semble illusoire de tenter d'obtenir l'accord de la *SNCF*, qui a toujours été opposée à cette idée.

La situation pourrait bientôt changer, la majorité politique au pouvoir ayant annoncé en juillet 2009 son intention d'introduire un certain nombre d'amendements à la législation en vigueur de façon à autoriser les services internationaux d'autocars à mener certaines activités de cabotage sur le territoire français et, plus important, à permettre la libéralisation et la déréglementation totales des services d'autocars longue distance au niveau national. L'idée serait d'introduire un régime d'autorisations largement déréglementé qui aurait pour effet d'abolir le monopole de la *SNCF* d'ici à la fin de 2009, ce qui coïnciderait d'ailleurs également avec la mise en œuvre de la libéralisation des services ferroviaires internationaux décidée au niveau européen.

Compte tenu de ce qui précède, il semble que la *SNCF* ait commencé à changer d'attitude, peut-être parce qu'elle voit également certaines possibilités pour sa propre filiale de transport par

autobus et autocar (*Keolis*), qui est en train d'étendre ses activités, non seulement en France, mais également dans le reste de l'Europe. En outre, la *SNCF* pourrait avoir intérêt à remplacer certains de ses services interrégionaux déficitaires par des services d'autocars plus rentables (Kramarz, 2009). Comme dans les autres pays, ce sont les étudiants, les usagers moins favorisés et les personnes pour lesquelles la valeur-temps est moins importante qui seraient les principaux bénéficiaires de cette libéralisation, bien que cela nécessite la mise en place d'un réseau national de services, ce qui est peut-être encore trop ambitieux. Pourtant, là aussi, il pourrait être avantageux pour tous d'autoriser un certain panachage avec des services régionaux existants moins rentables.

1.9. Allemagne

Le principe réglementaire fondamental qui régit le marché allemand des services d'autocars express est celui de la libre initiative des opérateurs de transport. Le marché est cependant rigoureusement encadré par la législation nationale sur les transports publics, qui restreint la concurrence directe sur les itinéraires entre opérateurs de transport et assure une certaine protection aux opérateurs historiques. La prestation de nouveaux services plus ou moins parallèles n'est autorisée que lorsque ceux-ci représentent une amélioration sensible par rapport aux services déjà offerts.

Aujourd'hui, il existe en Allemagne un vaste réseau interurbain de transport par autocar dont la partie occidentale de Berlin est le pivot. La plupart de ces services remontent à l'époque où l'Allemagne était divisée. Ils assuraient les liaisons entre Berlin Ouest (République Fédérale d'Allemagne), enclavée dans le territoire de la République Démocratique Allemande, et les autres villes de la RFA. Ces liaisons sont exploitées par *Berlin Linien Bus*, une entreprise conjointe qui regroupe divers autocaristes et appartient en partie à *DB*. La plupart des liaisons sont assurées quotidiennement. Chaque trajet doit avoir Berlin comme point de départ ou de destination, et il n'y pas d'autre point d'embarquement ou de débarquement possible (Maertens, 2008).

Les autres prestataires sont *Touring* et *Public Express*. Le premier – qui appartient à Eurosur (une co-entreprise des autocaristes espagnols et portugais Alsa, Linebus et Socitransa) assure un service de nuit entre Hambourg et Mannheim, via Kassel, Francfort et Darmstadt. Les autres services sont pour la plupart à destination des autres pays d'Europe et constituent l'essentiel des services assurés par *Touring*, sous l'enseigne *Eurolines*. D'autres services nationaux sont fournis par *Public Express* qui propose des services d'autocars entre Brême, Oldenburg et Groningen aux Pays-Bas, et également entre Brême et Aurich. Un autre segment des services réguliers d'autocars est celui des services express pour les aéroports. De nombreux aéroports régionaux en bénéficient (Maertens, 2008).

L'évaluation du potentiel des services d'autocars interurbains indique que ce type de services s'adresserait aux personnes à bas revenu (Maertens, 2008), ce que confirment les services assurés par les prestataires actuels tels que *Touring* et *Public Express*. Il est en effet évident que *Public Express*, par exemple, cible les étudiants et les familles. Les premiers bénéficient de réductions d'environ 50 pour cent, tandis que les adultes voyageant avec des enfants bénéficient de la gratuité pour un enfant. *Touring*, de son côté, veut attirer les voyageurs en leur offrant des tarifs avantageux lorsqu'ils réservent suffisamment à l'avance.

Les opérateurs comme *Touring* et *Public Express* montrent bien qu'il existe des acteurs du marché qui veulent prendre de l'expansion, mais en sont empêchés par la législation en vigueur. L'un des problèmes que pose la réglementation actuelle concernant l'accès au marché est que les exigences en matière d'amélioration qualitative demeurent vagues. L'extension des services d'autocars interurbains en Allemagne se heurte aujourd'hui également à la résistance qui émane des autorités

responsables des transports de voyageurs. Il s'ensuit de longues procédures devant les tribunaux entre opérateurs de nouveaux services et opérateurs historiques. Les efforts déployés par *Touring* pour développer ses liaisons interurbaines par autocar sont ainsi entravés par les poursuites de la société de chemins de fer allemande *Deutsche Bahn* (DB), comme en témoigne concrètement la récente tentative de *Touring* d'ouvrir un service d'autocars en concurrence avec *DB* sur la relation Francfort-Cologne (Köhler, 2009). On peut cependant observer qu'une nouvelle entreprise appelée *AutobahnExpress* a réussi en 2009 à obtenir des autorisations pour des routes reliant Postdam, Dresde, Leipzig, Halle et Göttingen par voie autoroutière.

Deux partis politiques (les Libéraux démocrates et les Verts) ont tenté de faire avancer l'extension des services interurbains par autocar, en 2005 et 2006, mais le Comité parlementaire sur les transports, le bâtiment et les affaires urbaines a rejeté leurs demandes (Maertens, 2008). Toutefois, la libéralisation du transport interurbain par autocars semble pouvoir avancer dans la mesure où la coalition récente au Gouvernement (CDU, CSU et FDP) a publié à l'automne 2009 un accord qui contient formellement l'intention de libéraliser ce marché.

1.10. Eurolines

Eurolines est une coentreprise regroupant des autocaristes européens, qui organise la plupart des services internationaux d'autocars à l'intérieur de l'Europe. La marque *Eurolines* regroupe 35 entreprises indépendantes présentes dans 32 pays, qui constituent ensemble le plus vaste réseau de liaisons régulières par autocar d'Europe. *Eurolines* a défini pour tous ses membres des normes de qualité communes et harmonisé les conditions de vente et de transport. Le réseau relie actuellement plus de 500 destinations et couvre l'ensemble du continent ainsi que le Maroc.

Eurolines a été créée en 1985, pour concurrencer *Europabus*, qui avait elle-même été formée par plusieurs sociétés ferroviaires européennes en 1965 pour empêcher les autocaristes de leur faire concurrence (Eurolines, 2008). Si les services de transport d'*Europabus* sont demeurés limités, *Eurolines*, en revanche, a développé son marché en offrant des services sur les relations internationales à forte demande et en commençant par répondre aux besoins des travailleurs immigrés en provenance d'Espagne et du Portugal. Diverses initiatives lancées dans plusieurs pays, telles que le *Budget Bus* aux Pays-Bas (et bien d'autres ailleurs) ont finalement été regroupées sous l'enseigne commune *Eurolines* pour la commercialisation de services internationaux réguliers.

Eurolines Organisation est une organisation internationale sans but lucratif de droit belge. Elle est ouverte aux entreprises et groupes d'entreprises exploitant des services internationaux réguliers de transport de voyageurs par autocar. Les décisions concernant *Eurolines Services*, filiale commerciale d'*Eurolines Organisation*, sont prises par un conseil de direction auquel siègent toutes les entreprises membres. Outre ce conseil, un comité exécutif composé de neuf administrateurs d'entreprises membres guide la mise en œuvre de nouvelles offres. Les principaux obstacles auxquels a été confrontée *Eurolines* étaient notamment les disparités entre les législations nationales relatives à l'exploitation de services de transport de voyageurs par autocar ainsi que l'hétérogénéité de la fiscalité des carburants et des règles applicables à la taxe sur la valeur ajoutée, qui étaient à l'origine d'une lourde bureaucratie (Bochar, 2001).

Il est intéressant de noter que *Veolia* a pris une importante participation dans *Eurolines*, dont il possède la marque en Belgique, en France, aux Pays-Bas et au Portugal et qu'il exploite en partenariat dans les pays scandinaves, en Pologne et en Espagne.

2. GRANDES TENDANCES ET PRINCIPAUX ENJEUX

Avant de dégager quelques conclusions dans le prochain chapitre, je résumerai les principaux faits et tendances constatés dans les pays examinés ci-dessus, en évoquant le cas échéant un certain nombre d'enjeux susceptibles de se poser.

2.1. Structure du transport interurbain de voyageurs

Sur le plan organisationnel, les services de transport de voyageurs peuvent être subdivisés en deux grandes catégories. La première correspond à ce que j'appelle les régimes fondés sur l'initiative du marché, c'est-à-dire ceux dans lesquels se sont essentiellement les opérateurs de transport qui définissent leur propre conception des marchés à desservir (van de Velde, 1999). Dans ce type de régimes, les opérateurs sont libres de suggérer de nouveaux services et de demander l'autorisation de les assurer. Dans sa forme pure, la demande d'autorisation est une simple formalité. L'« autorisation » d'assurer le service (parfois appelée « licence » et parfois, malheureusement, « concession ») est alors accordée sans que les autorités des transports procèdent à une analyse pour déterminer si, par exemple, le marché « a besoin » d'un service supplémentaire, si un autre opérateur déjà en place fournit des services comparables ou si les tarifs sont appropriés. Mais ce régime peut également être associé à diverses formes d'intervention réglementaire ayant pour but de limiter le libre accès au marché par certaines exigences -- par exemple, non-parallélisme avec des services déjà offerts, intégration tarifaire, protection des droits des chemins de fer, etc. Le principe qui demeure est celui de l'initiative du marché, mais la réglementation peut en fait être si rigoureuse qu'elle peut effectivement empêcher toute entrée.

La seconde catégorie regroupe les régimes fondés sur « l'initiative de l'autorité » (van de Velde, 1999), dans lesquels c'est à l'autorité des transports qu'il incombe de créer les services de transports. Celle-ci peut alors ou bien fournir les services elle-même, à l'aide de son personnel propre ou par l'intermédiaire d'une société, ou bien concéder ces services à un opérateur de son choix, habituellement par voie d'appel d'offres. Ces régimes se distinguent essentiellement de ceux fondés sur l'« initiative du marché » par le fait qu'ils interdisent toute initiative spontanée des acteurs du marché. Toute décision de créer un service émane de l'autorité. Si celle-ci ne prend aucune initiative, il ne se passe rien et il ne peut -- légalement -- rien se passer. Le secteur privé peut être associé au processus, mais il faut pour cela au préalable que l'autorité prenne conscience de la nécessité d'un service de transport, puis en définisse les caractéristiques (de façon plus ou moins détaillée) et enfin organise une procédure de mise en concurrence (appel d'offres) pour attribuer le service à un opérateur sur une base contractuelle et pour une durée déterminée. Ce type de contrat, appelé « concession » ou parfois -- et cela prête à confusion -- « franchise », comprend souvent une clause d'exclusivité, mais pas toujours.

Comme on peut le voir dans le Tableau 2, dans les pays présentés, c'est de toute évidence l'initiative du marché déréglementé qui domine. La France et l'Allemagne, qui pourraient être deux grands marchés européens, demeurent effectivement encore fermées, mais on peut entrevoir une ouverture dans les deux pays. Des mesures concrètes en faveur de la libéralisation et de la déréglementation sont prises en France, ce qui est très surprenant, car la France a organisé le reste de son système de transport local et régional de voyageurs sur la base d'une initiative stricte de l'autorité et d'un régime d'appel d'offres qui ne laisse aucune marge pour le développement d'un marché ouvert. Cette évolution nécessitera toutefois une modification de la législation en vigueur. L'Allemagne également devrait s'engager sur la voie de la déréglementation, dans la mesure où cela est inclus dans l'accord de la nouvelle coalition au Gouvernement. Les acteurs du marché exercent des pressions en ce sens et la législation actuelle n'en exclut pas fondamentalement la possibilité, bien que cela soit difficile. Les choses pourraient progresser assez facilement aussitôt que tous les acteurs s'accordent. L'un des grands enjeux dans ce cas sera la suppression de la protection dont les chemins de fer bénéficient actuellement et à laquelle *DB* est farouchement attachée. Il est possible que l'ouverture des marchés du transport ferroviaire international en 2010 facilite l'évolution des positions à cet égard.

Tableau 2. **Formes d'organisation dans le transport interurbain par autocar en Europe**

Initiative de l'autorité		Initiative du marché	
Secteur public	Concessions privées	Réglementé	Déréglementé
France : monopole pour les services ferroviaires grandes lignes (SNCF) ; pas de services longue distance de transport par autocar ; attribution des services de transport par autocar par voie d'appel d'offres au niveau local/régional.	Espagne : concessions exclusives octroyées de plus en plus par voie d'appel d'offres à des opérateurs privés, au niveau national et régional.	Allemagne : régime fondé sur l'initiative du marché en théorie, mais dans lequel il n'existe pratiquement aucune possibilité d'entrée en raison de la protection du monopole des chemins de fer.	Grande-Bretagne : marché ouvert ; libre concurrence ; pas de protection des chemins de fer. Suède : marché ouvert, mais une certaine intervention réglementaire des autorités régionales des transports ; pas de protection des chemins de fer. Norvège : marché ouvert, mais une certaine intervention réglementaire des autorités régionales des transports ; pas de protection des chemins de fer. Italie : marché ouvert, mais depuis peu. Pologne: marché ouvert, mais il subsiste de nombreux opérateurs publics.

L'Espagne apparaît donc comme le seul pays de l'échantillon (et également, semble-t-il, du reste de l'Europe) à baser son régime non pas sur le libre jeu des mécanismes de marché, mais sur un système de concessions accordées par voie d'appel d'offres. Il convient de noter toutefois que les concessions actuelles reposent sur des droits historiques issus probablement du marché et non de l'autorité. Certaines de ces concessions ont déjà fait l'objet d'appels d'offres, mais ce n'est pas encore la majorité.

S'agissant des opérateurs, leur organisation se caractérise par une diversité de dispositions, souvent hybrides. Les opérateurs assurent leurs services à l'aide de leurs propres véhicules et personnels, mais ont souvent recours également à des sous-traitants (comme le fait *National Ex*press au Royaume-Uni). Cette pratique s'observe dans la plupart des pays analysés. Elle permet d'ailleurs à des opérateurs familiaux de taille relativement petite de participer aux grands réseaux de services. Ces petits opérateurs peuvent toutefois être également présents individuellement sur le marché, comme on peut le voir en Suède et en Italie.

Une autre caractéristique dominante de ce marché est la coopération en matière de marketing. Individuellement, les opérateurs, conscients de l'existence d'effets de réseau du côté de la demande dans leur secteur d'activité, regroupent leurs produits sous une marque attractive, ce qui leur permet d'assurer ensemble une couverture de services plus large et de proposer une gamme de produits plus attractive qu'isolément. *Eurolines* en est le meilleur exemple en Europe, *NOR-WAY Bussexpress* en est un autre à l'échelle d'un pays, et il y en a d'autres aussi en Suède. La forme extrême de cette coopération en matière de marketing est une sorte de franchise commerciale (contrairement à l'utilisation qui est faite du terme « franchise » dans le contexte des concessions octroyées par voie d'appel d'offres), qui rejoint *grosso modo* le modèle de l'opérateur principal qui sous-traite la plupart de ses activités à des opérateurs locaux. Pourtant, il existe d'importantes différences qui tiennent à l'équilibre du pouvoir et à la répartition des risques entre les petits opérateurs et l'opérateur principal, ou l'association d'opérateurs dans le cas d'une coopération.

2.2. Performances

Comme on peut le voir dans les cas présentés, la libéralisation et la déréglementation du secteur du transport par autocar est considérée comme un succès dans les pays qui les ont ménées à bien. Certains ont opté pour une approche « en bloc », comme le Royaume-Uni en 1980, tandis que d'autres, plus fidèles à leur tradition, ont adopté une approche graduelle, comme la Suède, ou pragmatique, comme la Norvège, ou encore incomplète, comme l'Italie. Il reste à voir comment la France et l'Allemagne feront face aux réticences que suscite la déréglementation.

Selon les recherches rapportées dans l'étude de cas, la procédure d'appel d'offres, telle qu'elle est utilisée en Espagne, a également donné de bons résultats. Les concessions octroyées par voie d'appel d'offres pratiquent des tarifs plus bas que les concessions prolongées (par voie de négociation). Cela ne nous permet pas de tirer de conclusions sur l'avantage relatif de l'appel d'offres par rapport à la déréglementation du marché, car il convient de ne pas perdre de vue que les concessions espagnoles sont exclusives et qu'elles ne sont par conséquent pas soumises aux pressions concurrentielles qui

existent dans des pays comme la Norvège, la Suède, la Pologne ou le Royaume-Uni. Il faudrait procéder à une comparaison internationale des niveaux de service, la qualité et les tarifs pour être en mesure de se faire une idée à ce sujet.

Contrairement à la plupart des autres services de transport public, les services d'autocars interurbains sont exploités sur une base commerciale. Autrement dit, ils ne sont pratiquement pas subventionnés. Le secteur ferroviaire, au contraire, même s'il est protégé de la concurrence que pourrait lui livrer le transport par autocar, a la plupart du temps besoin de subventions, soit directement à l'exploitation, soit tout au moins pour couvrir une partie de ses dépenses d'infrastructure.

Un autre aspect intéressant du secteur du transport par autocar, évoqué dans plusieurs publications, est le fait qu'il produit peu de pollution par voyageur-kilomètre et offre un niveau de sécurité en termes d'accidents qui est comparable à celui du transport ferroviaire ou aérien, soit beaucoup moins que l'automobile (voir par exemple CEMT, 2001). Les tenants de la déréglementation associent alors cet argument à la constatation que dans les pays qui ont supprimé la protection dont bénéficiaient les chemins de fer et déréglementé le secteur du transport par autocar, ce dernier attire en général davantage d'automobilistes que d'usagers des chemins de fer, pour conclure finalement que la déréglementation du transport par autocar serait globalement bénéfique du point de la politique des transports.

2.3. Marchés desservis

Il ressort assez clairement que les prestataires de services d'autocars interurbains visent des groupes spécifiques : étudiants, personnes âgées, personnes ne possédant pas d'automobile et personnes pauvres en général. Des études suédoises et britanniques ont montré l'avantage d'une déréglementation pour ces catégories de population, en même temps que son impact limité sur les services ferroviaires en termes de perte de clientèle. En effet, le rail et l'autocar semblent s'adresser à des publics qui attachent une valeur-temps différente aux déplacements longue distance. Certaines études montrent même que la concurrence directe entre les deux modes sur un corridor donné favorise l'expansion de leurs marchés respectifs, aux dépens de l'automobile.

En complément, les autocars servent également avec succès des marchés qui ne sont pas accessibles au chemin de fer, en particulier des liaisons directes entre les aéroports et certaines zones.

Eurolines est évidemment le principal acteur dans le marché des services internationaux en Europe. Du fait que l'on ne dispose pas de statistiques claires à ce sujet, il est difficile de se prononcer de façon catégorique. La Pologne et probablement aussi la République tchèque ainsi que d'autres pays de l'ex-bloc communiste qui ne sont pas examinés ici semblent être les principaux acteurs du réseau européen de services d'autocars. Cela s'explique dans une large mesure par la propension actuelle des travailleurs polonais et d'autres pays d'Europe centrale et orientale à chercher un emploi ailleurs, (principalement) en Europe occidentale. Les visites dans les familles, le tourisme et d'autres échanges sont à l'origine de la croissance de ces marchés depuis la disparition du Rideau de Fer. En soi, cette évolution est très semblable à celle qui a été à l'origine du développement du transport par autocar il y a plusieurs décennies, surtout entre l'Espagne et le Portugal et le reste de l'Europe.

Deux grands pays d'Europe -- la France et l'Allemagne -- ont encore des services d'autocars très limités, sauf en ce qui concerne les services internationaux *Eurolines*. Il est plus que temps que les changements nécessaires soient mis en œuvre, et la dynamique politique en ce sens est en train de prendre forme en France et probablement également en Allemagne.

Les petits pays européens, de par leur taille même, ont des services d'autocars interurbains limités voir inexistants. C'est le cas des Pays-Bas, de la Belgique ou de la Suisse. Le Danemark possède quelques relations interurbaines par autocar entre Copenhague et le Jutland. Il convient de noter que les services ferroviaires sont en général excellents dans ces pays pour les distances considérées. Ces pays sont bien sûr également bien desservis par *Eurolines*.

2.4. Effets de réseau, monopoles, barrières à l'entrée et besoins en matière de réglementation

Il importe de prendre en compte dans ce secteur l'existence d'effets de réseau. Les exemples de coopération en matière de marketing présentés plus haut se développent dans le cadre du fonctionnement d'un marché rentable, concurrentiel et ouvert. C'est donc une indication que cette coopération est souhaitable. Les cas du Royaume-Uni et de la Norvège, mais aussi d'*Eurolines*, montrent les avantages de ce concept pour les voyageurs (information, billetterie, image, attractivité, etc.). En revanche, l'existence même d'une coopération entre prestataires sur un marché concurrentiel est de nature à susciter la suspicion des autorités de la concurrence, comme on peut le voir en Norvège, comme mentionné précédemment, mais aussi antérieurement avec l'affaire de l'acquisition par *National Express* de *Scottish Citylink* à la fin des années 90, acquisition suivie d'un désengagement forcé (voir White, 2008).

Malgré tout, comme l'a déjà montré la Table Ronde de 1998 sur le transport interurbain par autocar (CEMT, 2001), ce type de coopération ainsi que les conglomérats d'opérateurs qui en sont issus ne semblent pas se traduire par des abus de position dominante. Cela s'explique par la vigueur de la concurrence intermodale avec (principalement) l'automobile, les compagnies aériennes à bas coût et, dans une moindre mesure, le rail. En outre, comme le montre l'arrivée sur le marché de *Megabus* en Grande-Bretagne, le marché semble demeurer suffisamment contestable du fait de la concurrence intramodale. Il est important de souligner que ces constatations rassurantes ne peuvent être vraies que si les obstacles à l'entrée sont dûment levés et que soient assurés l'accès non discriminatoire aux gares routières et l'équité dans les conditions de licences et les procédures d'autorisation. Cela suppose également la non-exclusivité des autorisations d'itinéraires, ou alors une autorité chargée de la délivrance des autorisations qui soit très avisée (ce qui est peut-être souvent difficile). Enfin, et surtout, il importe d'assurer un accès équitable aux organisations de commercialisation existantes qui occupent une position dominante sur certains marchés. De fait, il pourrait exister également des organisations de commercialisation concurrentes, mais leur viabilité dépendra beaucoup de la taille du marché à desservir.

L'accès équitable aux gares routières semblait poser davantage de problèmes dans les années 80 qu'aujourd'hui. Aucune des études rapportées ici ne mentionne l'accès aux gares routières comme étant un problème d'importance. Les gares peuvent appartenir au secteur public ou à un opérateur privé, mais doivent et semblent être accessibles à des tarifs justes. En outre, l'importance de la gare comme point d'information et d'achat de billets a diminué avec le développement de la vente via l'Internet dans le secteur.

Bien que les services d'autocars soient souvent assurés par l'entremise de nombreux petits opérateurs familiaux locaux, on peut également observer l'expansion continue de quelques grands autocaristes paneuropéens. Même si le modèle traditionnel des petits opérateurs sous-traitant de grandes enseignes ou membres d'une association commerciale ne semble pas encore menacé, il serait intéressant de voir s'il perdra de l'importance et sera graduellement remplacé par des autocaristes de plus grande taille. L'expansion de *Veolia*, important groupe français, est actuellement très visible dans toute l'Europe. Le Britannique *National Express* est un autre exemple, quoique moins éloquent. On a déjà pu constater l'expansion de groupes internationaux, tels que *Stagecoach*, en Suède, mais la suite des événements a montré qu'elle pouvait être très éphémère. Il faudra voir comment les choses évolueront, mais il y aurait lieu de pousser la réflexion dans une optique réglementaire pour déterminer si l'expansion de grands conglomérats pose un risque plus important d'atteinte à la concurrence sur le marché du transport par autocar que la coopération en soi.

L'Union Européenne a adopté en 2007 de nouvelles dispositions sur les obligations de service public dans le secteur du transport de voyageurs (Règlement 1370/2007), qui seront applicables à la fin de 2009. En résumé : les services bénéficiant de droits exclusifs ou d'aides financières doivent être mis en concurrence. Il existe toutefois un certain nombre d'exceptions (complexes) à cette règle (voir van de Velde, 2008 pour en savoir plus). Les marchés déréglementés dans lesquels il n'existe pas de droits exclusifs ne sont pas directement visés par le Règlement. En outre, la compensation pour l'application de tarifs réduits peut être maintenue, si elle est accessible à tous les opérateurs. Cela voudrait dire que le secteur du transport interurbain par autocar n'est pas visé par cette mesure, puisqu'il ne bénéficie ni de subventions, ni de l'exclusivité. La principale exception à cet égard est l'Espagne, mais étant donné qu'elle a opté pour la mise en concurrence, son système semble tout à fait conforme au règlement précité. Cependant, comme on a pu le voir par exemple en Suède et en Norvège, les services d'autocars interurbains ne sont pas isolés des autres services de transport public. Dans les pays à faible densité de population, les autorités régionales chargées des transports et du transport public local ont souvent pu constater les avantages mutuels des services d'autobus locaux et d'autocars longue distance. L'intégration des services d'autocars aux services locaux réguliers peut permettre d'améliorer le service (vitesse) pour les usagers locaux et de desservir des zones éloignées qui ne le seraient pas, si un autocar interurbain n'y faisait pas d'arrêt. Pour associer les deux types de services, il est souvent nécessaire de subventionner l'autocar interurbain. Cela pourrait alors poser un problème au regard du nouveau règlement, si le montant où l'importance du contrat dépasse un certain seuil, obligeant l'autorité à recourir à la mise en concurrence, ce qui ne serait que contre-productif dans ce cas. On ne mesure pas encore clairement l'ampleur du problème, mais il pourrait se poser avec une certaine acuité dans les années à venir, si l'on ne peut trouver de solution pragmatique.

2.5. Poursuivre la déréglementation : les enjeux à court terme

Les positions défendues sur les marchés actuellement fermés, comme en France et en Allemagne, ont beaucoup en commun avec ce que l'on pouvait entendre en Suède et en Norvège avant que ces pays procèdent à leur déréglementation : les chemins de fer devaient être protégés contre la concurrence de l'autocar, car l'ouverture de ce marché risquait de nuire à l'attractivité du système ferroviaire et de faire perdre à ce dernier une part importante de sa clientèle. Mais dans les faits, la réalité a été différente et l'on constate dans ces pays que le rail n'a guère souffert et que l'autocar a ouvert de nouveaux marchés pour des segments de population qui ne pouvaient de toute façon pas s'offrir le train. D'importantes possibilités existent à l'évidence en France et en Allemagne également. Et contre toute attente, c'est la France qui pourrait bien être la première des deux à ouvrir son marché.

Un nouveau facteur qui interviendra sous peu est l'ouverture à la concurrence du marché du transport ferroviaire international de voyageurs, en 2010. À ce jour, on ne sait pas encore avec précision comment cette évolution inattendue, imposée par le Parlement Européen, se déroulera dans la pratique. Les services ferroviaires internationaux de voyageurs pourront être assurés selon un régime de libre accès, mais les concessions nationales actuelles de services publics bénéficieront d'une certaine protection. Il reste à voir comment cela sera interprété dans les divers pays. L'Allemagne, en tant que principal promoteur de cette libéralisation, semble favorable à une ouverture pure et simple, tandis que la France adoptera probablement une position beaucoup plus restrictive. Cette déréglementation du transport ferroviaire international pourrait avoir certains effets sur le secteur du transport international par autocar, même si là aussi, comme dans le contexte de la déréglementation des marchés nationaux, l'autocar et le train viseront probablement des clientèles différentes, qui n'attachent pas la même valeur-temps à leurs déplacements.

CONCLUSIONS

À la question posée dans le titre du présent document -- « Les services d'autocars interurbains en Europe : concessions ou libre marché ? » -- on peut répondre que le choix de la plupart des pays est clairement en faveur du libre marché, et non d'un système de concessions mises en concurrence, ni d'un régime de droits exclusifs.

Les pays qui n'ont pas (encore ?) ouvert leur marché sont également davantage susceptibles d'opter pour la déréglementation que pour un système de concessions mises en concurrence. Autrement dit, le recours à l'appel d'offres ne semble pas être le choix privilégié sur ce marché. La déréglementation a montré qu'elle peut donner de bons résultats et que les marchés semblent demeurer suffisamment concurrentiels, à la fois sur un plan intermodal et intramodal.

RÉFÉRENCES

Alexandersson, G., N. Fearnley, S. Hultén et F. Longva (2009), "*Impact of regulation on the performances of long-distance transport services: a comparison of the different approaches in Sweden and Norway*", 11th International Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport, Delft, Pays-Bas, 20-25 septembre 2009.

Banverket (2006), "*Järnvägens roll i transportförsörjningen*", Banverket, Stockholm.

Bochar, D. (2001), "*Eurolines ou un réseau paneuropéen de lignes régulières d'autocars : une introduction*", dans : Les services réguliers interurbains d'autocars en Europe, Table Ronde 114, Centre de Recherche Économique, Conférence Européenne des Ministres des Transports, Paris.

BR (2002), "*Expressbussen efter avregleringen - Utveckling och erfarenheter*", Svenska Bussbranschens Riksförbund, Stockholm.

Consultrans (1999), "*Present and future situation of the concession system of road passenger transportation under the control of the General Administration of the State*", rapport pour le Ministère espagnol du Développement, Madrid.

CEMT (2001), *Les services réguliers interurbains d'autocars en Europe, Table Ronde 114*, Centre de Recherche Économique, Conférence Européenne des Ministres des Transports, Paris.

García-Pastor, A., C. Cristóbal-Pinto, J.-D. González et M. López-Lambas (2003), "*The Spanish situation of road public transport competition*", European Transport Conference, Strasbourg, 8-10 octobre 2003**,** 12 pp.

Hjellnes COWI (1999), "*Evaluering v konkurranseflater for ekspressbussruter. Endelig rapport for empiriske undersøkelser*", COWI, Oslo.

Jansson, K., I. Vierth et J. McDaniel (1997), "*Economic analysis of the deregulation of coach services in Sweden through model simulations of historic & hypothetical competitive situations*", European Transport Conference, Association for European Transport.

Köhler, M. (2009), "*Vier Jahre Rechtsstreit um einen Linienbus nach Köln*", Frankfurter Allgemeine Zeitung, 11 mars 2009.

Komornicki, T. (2001), "*Le développement du transport international par autobus en Europe central : le cas de la Pologne*", dans : Les services réguliers interurbains d'autocars en Europe, Table Ronde 114, Centre de Recherche Économique, Conférence Européenne des Ministres des Transports, Paris.

Kramarz, F. (2009), "*Pour des bus Greyhound à la française*", Les Échos - Blogs, 8 juillet 2009.

Leiren, M.D. et N. Fearnley (2008), "*Express coaches - the story behind a public transport success*", European Transport Conference, Leeuwenhorst Conference Centre, Pays-bas, 6-8 octobre 2008.

Leiren, M.D., H. Samstad, N. Fearnley et H. Minken (2007), "*Ekspressbusruter - ett samensatt marked*", 904/2007, Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Maertens, S. (2008), "*Intercity-Busverkehr in Deutschland – Notwendigkeit und Perspektiven einer Liberalisierung*", Fachgespräch Potentiale des Fernlinienverkehrs in Deutschland, Münster, 2 juin 2008, Institut für Verkehrswissenschaft.

Robbins, D. (2007), "*Competition in the UK express coach market 25 years after deregulation: the arrival of Megabus.com*", European Transport Conference, Leeuwenhorst (Pays-Bas), 17-19 octobre 2007, Association for European Transport.

SIKA (1997), "*Effekter av avreglering av långväge busstrafik*", 1997:6, SIKA, Stockholm.

SIKA (2008), "*Långväga buss 2007*", SIKA Statistik 2008:21, SIKA, Stockholm.

Strand, S. (1991), "*Konkurransen mellom tog og ekspressbuss*", 0078-1991, Transportøkonomisk Institutt, Oslo.

Taylor, Z. et A. Ciechanski (2008), "*What Happened to the National Road Carrier in a Post-Communist Country? The Case of Poland's State Road Transport*", Transport Reviews, 28**,** 619-640.

van de Velde, D.M. (1999), "*Organisational forms and entrepreneurship in public transport (Part 1: classifying organisational forms)"*, Transport Policy, 6**,** 147-157.

van de Velde, D.M. (2008), "*A new regulation for the European public transport*", Research in Transportation Economics, 22**,** 78-84.

White, P.R. (2008), *Public transport: its planning, management and operations*, 5th edition, Routledge, Abingdon.

LES SERVICES DE TRANSPORT FERROVIAIRE LONGUE DISTANCE DE VOYAGEURS EN EUROPE : MODÈLES D'ACCÈS AU MARCHÉ ET SITUATION DE L'ALLEMAGNE

par

Thorsten BECKERS
Christian von HIRSCHHAUSEN
Technische Universität Berlin

Fabian HAUNERLAND
Matthias WALTER
Dresden University of Technology
Allemagne

SOMMAIRE

RÉSUMÉ 319

INTRODUCTION 319

1. EXAMEN DES PAYS 320

2. CONTEXTE 320

2.1. La chaîne de valeur et les axes de concurrence 320
2.2. Différenciation des services longue distance et des services régionaux 322
2.3. Les services interrégionaux non rentables 322
2.4. Infrastructure 323
2.5. Organisation des services longue distance dans certains pays européens 325

3. MODÈLES D'ACCÈS AU MARCHÉ 326

3.1. Modèle des « concessions attribuées par voie d'appel à la concurrence » 326
3.2. Concession de réseau attribuée à un opérateur en situation de monopole 328
3.3. Le modèle du « marché ouvert » 329

4. ÉTUDE DE CAS : ALLEMAGNE 332

5. CONCLUSION 336

NOTES 337

RÉFÉRENCES 338

RÉSUMÉ

Cette étude distingue trois principaux modèles d'accès au marché des services de transport ferroviaire longue distance de voyageurs en Europe et examine les avantages et les inconvénients de chacun d'eux. Dans le modèle des « concessions attribuées par voie d'appel à la concurrence », on a pour but d'introduire la concurrence pour le marché, en sélectionnant les opérateurs au terme d'une procédure d'appel d'offres. Le modèle de l'« opérateur de réseau en situation de monopole » vise à assurer la pérennité des effets de réseau en attribuant une concession à un seul opérateur. Enfin, le modèle du « marché ouvert » renforce l'esprit d'entreprise des opérateurs en leur donnant la possibilité de planifier leurs services en se fondant sur un accès ouvert au réseau. Nous présentons les avantages de chacun de ces modèles, les possibilités qu'ils offrent, ainsi que les risques et les dangers qu'ils comportent, sans en préconiser un plutôt qu'un autre. Le recensement des nombreuses options et de leurs divers effets aidera à structurer le débat en cours sur les politiques à mener. L'étude donne également un aperçu de l'organisation des marchés de transport ferroviaire longue distance de voyageurs dans un certain nombre de pays européens et examine le développement de ce type de services pour l'Allemagne en particulier.

Mots-clés : transport ferroviaire longue distance de voyageurs, accès au marché, accès ouvert, appel à la concurrence.

1. INTRODUCTION

La libéralisation du transport ferroviaire en Europe retient l'attention des responsables politiques, des universitaires et des professionnels depuis une vingtaine d'années, notamment en ce qui concerne les aspects infrastructurels et le transport de marchandises, tandis que la réglementation du transport de voyageurs suscite, elle, beaucoup moins d'intérêt. La Directive 91/440/CEE portait explicitement sur la désintégration verticale des opérateurs ferroviaires nationaux en place, et exigeait au minimum la séparation comptable. Le « premier paquet ferroviaire », entré en vigueur après 2003, visait essentiellement à améliorer l'efficacité de la législation récente. Le deuxième paquet, qui est entré en vigueur après 2004, portait notamment sur la sécurité et l'interopérabilité. Enfin, la plus récente réglementation — le troisième paquet ferroviaire — contient la Directive 2007/58/CE qui a pour but d'ouvrir le marché des services internationaux de transport ferroviaire de voyageurs à compter du 1er janvier 2010. Cette Directive n'est pas sans importance pour les transports intérieurs, dans la mesure où elle autorise le transport des voyageurs à l'intérieur des pays situés sur les itinéraires internationaux, sauf s'il y a lieu de protéger les liaisons assurées dans le cadre de contrats de service public. L'ouverture de l'accès aux services intérieurs n'est pas obligatoire, mais elle sert à renforcer

les services mis en concurrence (voir Griffiths, 2009 pour l'exemple britannique). La question clé qui se pose dans la conception d'un modèle d'accès au marché est la suivante : est-ce qu'il convient d'ouvrir l'accès aux marchés du transport ferroviaire longue distance de voyageurs, ou de l'accorder par voie de concessions, ou encore, éventuellement, d'opter pour une formule mixte ? Notre intention est ici d'examiner cette question, qui n'a pas suffisamment retenu l'attention jusqu'à maintenant.

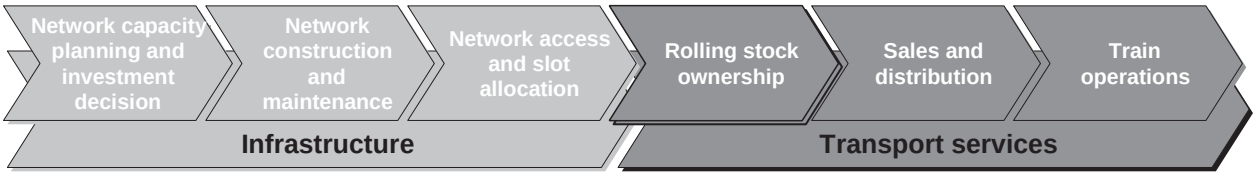
Notre étude s'articule comme suit : dans la section 2, nous présentons les éléments d'information nécessaires sur le transport ferroviaire de voyageurs en Europe. Nous examinons la chaîne de valeur, différencions les services longue distance des autres services et abordons la question des services interrégionaux non rentables. Nous abordons aussi des questions telles que la propriété du réseau d'infrastructure et la séparation verticale, en raison de l'interdépendance qui existe entre la conception de l'accès à l'infrastructure et les possibilités de concurrence pour les services de transport ferroviaire longue distance de voyageurs. Dans la section 3, à l'aide d'exemples relevés dans différents pays, nous présentons et analysons les différents modèles d'accès au marché pour ces types de services. Il sera ainsi question du modèle fondé sur l'attribution d'un certain nombre de concessions, ou « franchises », ainsi que du modèle de concession unique octroyée à un opérateur de réseau en situation de monopole. À l'opposé, nous examinerons le modèle du « marché ouvert », dans lequel les entreprises peuvent introduire de nouveaux services sur n'importe quel parcours pour les sillons qui leur sont attribués. Nous consacrons ensuite la section 4 à une étude de cas plus approfondie de l'Allemagne, qui représente le marché de services ferroviaires le plus important d'Europe. Nous y analyserons notamment la situation actuelle et évoquerons ses perspectives d'évolution. Enfin, nous présentons nos conclusions dans la section 5.

2. CONTEXTE

2.1. La chaîne de valeur et les axes de concurrence

On ne saurait analyser les différentes formes d'accès au marché des services de transport ferroviaire longue distance de voyageurs sans examiner les autres maillons de la chaîne de valeur du secteur ferroviaire (présentés dans la Figure 1). L'infrastructure est un monopole naturel incontestable qui comprend la planification de la capacité du réseau et la décision d'investissement, la construction et l'entretien du réseau, la gestion de l'accès au réseau et l'attribution des sillons. La construction et l'entretien du réseau peuvent être dans une large mesure externalisés vers un marché concurrentiel d'activités de construction, d'entretien et de modernisation. La prestation de services de transport comprend la propriété du matériel roulant, la billetterie et les opérations ferroviaires.

Figure 1. **La chaîne de valeur du transport ferroviaire**



Planification de la capacité du réseau et décision d'investissement	**Construction et entretien du réseau**	**Accès au réseau et attribution des sillons**	**Propriété du matériel roulant**	**Billetterie**	**Opérations ferroviaires**
Infrastructure			**Services de transport**		

Source : les auteurs.

Un premier point de contact entre les activités relatives au réseau et les opérations ferroviaires est l'attribution de l'accès au réseau. Dans une configuration d'accès ouvert, les opérateurs doivent faire la demande de sillons. Du point de vue organisationnel, l'autorité compétente peut être intégrée à l'opérateur du réseau ou demeurer un organisme distinct. Une fois accordé l'accès au réseau, l'étape suivante est l'établissement des horaires, qui doit se faire en coordination avec les autres services ferroviaires fournis par les opérateurs concernés et par les autres.

L'acquisition du matériel roulant intervient après l'obtention de l'accès au réseau ou au terme d'une procédure d'appel d'offres. Le processus d'acquisition de matériel roulant neuf s'inscrit dans le long terme et il n'existe guère de marché du matériel roulant d'occasion. En effet, l'hétérogénéité des normes technologiques selon les pays et les types de voies rendent la revente de matériel difficile. La propriété du matériel roulant représente un marché concurrentiel à l'entrée duquel il existe des obstacles importants Les effets de ces obstacles peuvent être atténués si le matériel roulant appartient à des sociétés indépendantes créées expressément à cette fin, ou aux autorités.

Une fois que l'accès au réseau est attribué et que le matériel roulant est disponible, il est possible d'organiser la billetterie, les ventes et le marketing. Les ventes peuvent être subdivisées en ventes préalables et ventes à bord. Sur les longs trajets, les ventes à bord peuvent répondre à un besoin de commodité des voyageurs et permettent de réduire le temps de transaction. Il est également possible de majorer les prix des billets achetés à bord ou d'imposer des réservations préalables pour améliorer la fiabilité de la planification. Par ailleurs, les terminaux de billetterie automatique implantés sur l'ensemble du réseau d'un pays représentent une infrastructure essentielle qui est en général trop coûteuse à dupliquer. On sait également qu'une plate-forme bien établie de billetterie et d'horaires sur Internet constitue un avantage concurrentiel. Il reste toutefois à déterminer dans quelle mesure ces services devraient être centralisés pour assurer un accès équitable et non discriminatoire et présenter une « façade » uniforme aux clients. Le degré d'intervention de l'État dans cette façade est un autre point essentiel dans l'évaluation des différents modèles d'accès au marché.

Ce sont les opérations ferroviaires qui constituent le noyau dur de la chaîne de valeur. Cependant, il importe de rappeler que près de 50 pour cent des coûts totaux sont déjà prédéterminés par les coûts d'accès aux voies et aux gares, les dépenses énergétiques ainsi que les dépenses de marketing et de vente (Monopolkommission, 2009, pp. 49 et 94, et Preston, 2008). Les opérations ferroviaires peuvent faire l'objet d'un monopole d'État ou être menées sur un marché ouvert. La qualité et le type de services sont en partie prédéterminés dans le cadre d'une procédure d'appel à la concurrence ou peuvent être choisis librement en situation d'accès ouvert, mais sont aussi étroitement liés au matériel roulant et aux voies.

2.2. Différenciation des services longue distance et des services régionaux

La différenciation des services de transport longue distance et régionaux est un élément fondamental dans la définition d'un modèle d'accès au marché des services de transport ferroviaire longue distance de voyageurs. Les critères de différenciation les plus répandus sont le type de service, la distance et la rentabilité[1]. S'agissant du type de service, tous les services de trains à grande vitesse, InterCity et EuroCity et les trains de nuit entrent dans la catégorie « longue distance ». Les autres font partie des services urbains, locaux ou régionaux.

Si l'on appliquait le critère de la distance, et selon les caractéristiques du pays considéré, on pourrait décider que tous les trajets dépassant un certain seuil -- par exemple 50 kilomètres – entrent dans la catégorie longue distance. Cela nécessiterait toutefois la collecte de données complexes, et la classification du service ne pourrait être fondée que sur la majorité des voyageurs.

Un troisième critère possible de différenciation est la rentabilité. Les services urbains, locaux et régionaux se caractérisent en général par une certaine forme d'intervention publique dans leur prestation – par le biais d'une entreprise publique ou de marchés publics. En vertu de l'obligation de service public qui lui incombe, le prestataire reçoit des subventions et peut proposer des tarifs inférieurs aux coûts. Pour limiter ces subventions au minimum, les autorités font appel à la concurrence[2], comme c'est le cas, par exemple, en Allemagne, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni et en Suède. En principe, la procédure d'appel à la concurrence est également possible pour les services longue distance et revêt alors elle aussi une importance primordiale pour déterminer dans quelle mesure les différentes formes d'organisation du marché pourraient permettre de mieux intégrer les mécanismes de subvention[3]. Les services longue distance peuvent également être différenciés selon la classe de service, les services offerts à bord, la fréquence des arrêts, etc.

2.3. Les services interrégionaux non rentables

Étant donné qu'il n'existe pas de critères généralement admis pour faire la distinction entre services longue distance et services régionaux, on ne sait trop où classer les services interrégionaux non rentables. Le traitement de ces services est particulièrement intéressant pour l'étude des différents modèles d'accès au marché. À cet égard, il importe d'examiner les contrats de service public. La Directive 2004/18/CE définit ces derniers comme des contrats entre un prestataire de services et une autorité contractante. Le terme « obligation de service public » est utilisé pour les contrats de service public qui, au terme d'une mise aux enchères des subventions, accordent à l'adjudicataire un monopole d'exploitation sur une route donnée et lui permettent de bénéficier de subventions pendant une période donnée.

Dans les pays où est accordée une concession pour l'ensemble du réseau longue distance, on peut présumer que le réseau comprend des segments non rentables. En Grande-Bretagne, la mise en adjudication s'applique à la fois aux services rentables et non rentables ; des droits de concession sont prévus dans le premier cas et une subvention dans le second. En Suède, ce sont les chemins de fer nationaux — SJ — qui déterminent si un service est rentable ou non. Si l'entreprise publique décide de ne pas assurer un service, on fait appel à la concurrence. En Allemagne, où la législation fédérale oblige l'État à fournir des services de transport régionaux, il n'y a pas de base juridique justifiant l'aide publique aux services longue distance. En revanche, les autorités régionales définissent comme services régionaux les segments des liaisons longue distance qui ont été abandonnés, ce qui permet de maintenir la qualité du service en fournissant une aide financière publique à l'opérateur concerné. L'Italie, de son côté, utilise les contrats de service public pour assurer la fourniture de services qui serait impossible autrement.

2.4. Infrastructure

Il existe une étroite interdépendance entre le modèle d'accès au marché des services de transport ferroviaire longue distance de voyageurs et l'organisation du réseau[4]. Les principales caractéristiques des marchés allemand, autrichien, français, britannique, italien, néerlandais et suédois sont présentées dans le Tableau 1.

La Directive 91/440/CEE prescrit une séparation entre les opérateurs de services ferroviaires et le gestionnaire de l'infrastructure. Cette séparation a été réalisée pour les marchés de transport ferroviaire de tous les pays membres de l'Union Européenne, mais à des degrés divers. Ainsi, en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas et en Suède, les fonctions infrastructurelles sont totalement indépendantes des opérations de transport ferroviaire longue distance de voyageurs. En Allemagne, en Autriche et en Italie, il existe une structure de holding qui englobe à la fois les fonctions liées à l'infrastructure et l'exploitation des services ferroviaires. Les deux modèles sont explicitement autorisés par la Directive. La France a réalisé une séparation formelle, mais d'importants segments d'entretien de l'infrastructure continuent de relever de la SNCF sur une base contractuelle.

Dans tous les pays considérés, les réseaux ferroviaires appartiennent à l'État. Après l'expérience décevante de la privatisation en Grande-Bretagne dans les années 90, aucun autre pays n'a privatisé ses voies ou gares. L'organisation de la gestion de l'infrastructure varie largement, mais sans que soit remise en question l'acceptation générale de la compétence publique en matière d'infrastructure ferroviaire.

Tableau 1. **Caractéristiques des marchés européens du transport ferroviaire longue distance de voyageurs**

	Autriche	France	Allemagne	Grande-Bretagne	Italie	Pays-Bas	Suède
Degré de séparation entre l'infrastructure et les services de transport	Intégration en holding	Séparation partielle	Intégration (holding)	Séparation complète	Intégration (holding)	Séparation complète	Séparation complète
Propriété du réseau	Publique	Publique	Publique	Publique (après un intermède privé)	Publique	Publique	Publique
Domination du marché et propriété de l'opérateur	100 % ÖBB Personen-verkehr (entreprise publique), nouveaux services entre Vienne et Salzbourg annoncés par Westbahn (toutes les heures) et Fair Train (toutes les 3 heures)	100 % SNCF (entreprise publique)	99 % DB – Fernverkehr (entreprise publique)	Oligopole d'opérateurs ferroviaires privés (indépendamment des renationalisations temporaires) (Merkert, 2009)	100 % Trenitalia (entreprise publique), nombreuses liaisons annoncées par NTV (Rome-Milan) et DB en coopération avec ÖBB (Munich-Vérone)	NS (entreprise publique) et NS-/KLM (co-entreprise) HSA (entreprise publique à 90 %) ; ensemble 100 %	SJ (entreprise publique) est l'entreprise dominante ; il existe quelques opérateurs plus petits
Concessions	Non	Non	Non	Appel à la concurrence selon un découpage régional et pour les liaisons longue distance, concédées sous la marque *National Rail*	Non	Deux concessions accordées : à NS jusqu'en 2015 et à HSA jusqu'en 2024	Concessions accordées seulement sur les routes où SJ refuse d'assurer un service commercial
Accès ouvert	Oui	Non	Oui	Oui, s'il n'y a pas de comportement essentiellement parasitaire	Oui	Non	Seulement pour les trains de nuit ; changement annoncé pour 2009-2010
Degré d'ouverture du	Accès accordé à tous les	Aucune ouverture	Accès accordé à tous les	Access accordé à tous les	Accès accordé aux groupements	Aucune ouverture	Les services diurnes purement

marché	opérateurs	opérateurs	opérateurs par voie d'appel à la concurrence	interna-tionaux	commerciaux sont réservés par la loi à SJ, mais des changements sont annoncés pour 2009-2010

Source : Les auteurs, d'après Alexandersson (2009), Alexandersson et Hultén (2009), Alexandersson *et al.* (2009), des sites web d'entreprise, Holvald (2009), et Monopolkommission (2009, p. 56).

2.5. Organisation des services longue distance dans certains pays européens

Dans la plupart des pays, le marché du transport ferroviaire longue distance de voyageurs demeure dominé par l'opérateur public en place, qui était auparavant l'opérateur unique (et qui l'est encore dans de nombreux pays). L'exception la plus notable à cet égard est la Grande-Bretagne, où il existe plusieurs opérateurs de services ferroviaires (les « *Train Operating Companies* » — TOC) sur les liaisons longue distance. La plupart des lignes sont mises en adjudication par le Ministère britannique des Transports et exploitées dans le cadre de concessions, ou « franchises ». Ces opérateurs exercent leurs activités sous leur propre marque, mais sont regroupés autour d'une plate-forme Internet commune — *National Rail* — par l'entremise de l'*Association of Train Operating Companies* (ATOC). Les opérateurs bénéficiant du libre-accès sont également présents sur le site de *National Rail*. Des billets spécifiques sont valides sur les trains de différents opérateurs. Indépendamment de renationalisations temporaires (Merkert, 2009a), il n'existe pas de TOC britannique sous contrôle public, mais certains d'entre eux appartiennent en partie à des entreprises publiques étrangères. L'opérateur allemand DB Regio, par exemple, détient une participation dans Wrexham & Shropshire, et le Français Keolis est dans le capital de plusieurs TOC britanniques (Nash et Smith, 2007, et Alexandersson, 2009).

Il existe plusieurs opérateurs de services ferroviaires longue distance en Suède, en Allemagne et aux Pays-Bas. En Suède, SJ exploite des services rentables en son nom propre. Sur les itinéraires que SJ refuse de desservir, l'État lance fait appel à la concurrence pour trouver l'opérateur le plus économique. C'est ainsi qu'on trouve en Suède plusieurs opérateurs, même si SJ assure la majorité des services. Sauf pour répondre à un appel d'offres et pour l'introduction de services de nuit, les opérateurs de services ferroviaires autres que SJ ne sont à ce jour pas autorisés à participer au marché, mais un assouplissement de l'accès a été annoncé pour 2009-2010 (Alexandersson et Hultén, 2009).

En Allemagne, l'accès est ouvert à l'ensemble du réseau ferroviaire, mais la filiale de la Deutsche Bahn – DB Fernverkehr AG — contrôle 99 pour cent du transport longue distance de voyageurs. L'opérateur historique n'est cependant pas tout à fait seul. Après quelques tentatives infructueuses, on constate qu'il existe aujourd'hui trois opérateurs, qui représentent ensemble moins de 1 pour cent du marché des grandes lignes (Holzhey *et al.*, 2009, p. 99).

Aux Pays-Bas, les services ferroviaires longue distance sont répartis en deux concessions, exploitées respectivement par HSA et les chemins de fer nationaux néerlandais (NS). Dans d'autres pays européens, seul l'opérateur historique public dessert l'ensemble du réseau longue distance. Dans certains pays comme la France, l'exclusivité résulte d'une législation protectrice qui garantit des droits exclusifs à l'entreprise ferroviaire traditionnelle.

La Directive 91/440/CEE prévoit l'ouverture de l'accès aux « regroupements internationaux », c'est-à-dire à toute association de deux entreprises ferroviaires ou plus de différents États membres de l'Union Européenne dont l'objectif est de fournir des services de transport internationaux. Dans les pays où l'opérateur en place bénéficie de droits d'exclusivité, cela veut dire que seuls les services internationaux pourront être assurés dans ces conditions. Le droit de former un regroupement international n'est pas limité aux opérateurs ferroviaires publics, et théoriquement un regroupement international pourrait exercer ses activités dans tous les pays membres de l'Union Européenne, dans la mesure où chaque service assuré est au moins transnational.

L'Autriche et l'Italie accordent l'accès à tous les opérateurs. Peu en ont encore profité, mais des opérateurs privés ont annoncé leur entrée prochaine[5].

3. MODÈLES D'ACCÈS AU MARCHÉ

3.1. Modèle des « concessions attribuées par voie d'appel à la concurrence »

Nous définissons notre premier modèle d'accès au marché comme celui des « concessions attribuées par voie d'appel à la concurrence », qui a surtout été mis en œuvre en Grande-Bretagne. Dans ce modèle, le réseau est décomposé en un nombre raisonnable de sous-réseaux qui sont délimités selon le découpage régional ou les flux de trafic et la cartographie des voies. Le marché de chaque sous-réseau est alors ouvert à la concurrence par voie d'appel d'offres. L'autorité adjudicatrice assume en général d'importantes responsabilités en matière de conception et de décision. C'est elle qui détermine le niveau d'offre qui sera exigé dans le cahier des charges et qui comprend les itinéraires, la fréquence de service, la capacité, les horaires et les normes (minimales) de qualité de service. L'objectif de la mise en concurrence par voie d'appel d'offres est de trouver l'opérateur qui répond le mieux à une liste de critères, parmi lesquels le prix est souvent le plus important, quand il n'est pas le seul. Les aspects qualitatifs peuvent constituer un autre critère de décision, auquel cas des coefficients de pondération sont attribués au prix et à d'autres aspects. Dans le cas des lignes rentables, l'objectif est de trouver l'opérateur qui versera à l'État les redevances de concession les plus élevées. La tarification de l'accès aux voies est en général déterminée au préalable. On distingue en général trois types de contrat :

-- Le contrat de gestion, dans le cadre duquel les risques liés à l'exploitation et aux recettes sont assumés par l'autorité.

-- Le contrat fondé sur le coût brut, dans lequel l'opérateur du service assume le risque d'exploitation. Ce type de contrat va de pair avec l'exercice d'une régulation tarifaire étroite par l'autorité et n'incite guère le fournisseur du service à maximiser la fréquentation.

-- Le contrat fondé sur le coût net, qui favorise le plus le comportement entrepreneurial et dans le cadre duquel le prestataire assume à la fois les risques lié aux coûts et aux recettes. Les dispositions contractuelles prédéfinies entre l'autorité et l'opérateur ont l'avantage de permettre de contrôler les performances à l'aide d'un système d'indicateurs et d'exercer des pressions au moyen d'un système de pénalités sur les subventions ou les paiements.

Cependant, la quantité de services étant le plus souvent prédéterminée par les autorités publiques, l'entrepreneuriat est en général peu développé et risque de ne guère influer sur les coûts et le développement du marché. Dans le cas de la Grande-Bretagne, seule l'équipe de gestion change lorsqu'une concession est attribuée à un nouvel opérateur (Smith *et al.*, 2009). Si cette formule permet de garantir dans une certaine mesure l'emploi du personnel en place, elle confère également à celui-ci un pouvoir de négociation et des avantages informationnels par rapport à la nouvelle équipe de gestion. Elle réduit en outre les possibilités d'influer sur les coûts et les processus et a des effets directs sur les offres des soumissionnaires. Il n'est donc pas garanti qu'un changement au niveau de la haute direction permette à lui seul de modifier de façon sensible la prestation du service. La durée de la concession entre également en ligne de compte, étant donné que plus elle sera longue, plus la nouvelle équipe en place aura la possibilité d'innover. De toute évidence, la durée de la franchise doit être harmonisée avec le cycle de vie du matériel roulant et tenir compte de son calendrier de remplacement et de modernisation. L'importance de la durée de la franchise dépendra également du régime de propriété du matériel roulant. Ainsi, il existe dans le modèle britannique des sociétés de location de matériel roulant (*Rolling Stock Companies* — ROSCO). Ce maillon supplémentaire dans la chaîne de création de valeur lève un obstacle à l'accès au marché, car le fournisseur de service n'a plus à se préoccuper du financement du matériel roulant. En revanche, il n'est pas certain que cette formule favorise l'innovation en matière de matériel roulant (Yvrande-Billon et Ménard, 2005) ; plus important encore, elle introduit de nouveaux coûts de transaction (Merkert, 2009b).

Le modèle des « concessions attribuées par voie d'appel à la concurrence » présente d'autres coûts de transaction liés à la coordination de nombreux acteurs, en particulier lorsque les réseaux se recoupent ou sont raccordés. Il comporte donc de lourds inconvénients par rapport à la situation d'un opérateur de réseau unique, qui va de pair avec des effets de réseau importants. Par ailleurs, une structure de réseau en étoile comme celle qui est en place en Grande-Bretagne facilite la délimitation des concessions en fonction des régions ou des flux de trafic et de la cartographie des voies. Cela est encore plus vrai pour une configuration dans laquelle, comme c'est le cas à Londres par exemple, des lignes différentes desservent des gares différentes, sans correspondances longue distance. Le modèle des « concessions attribuées par voie d'appel à la concurrence », qui peut comprendre des concessions communes pour les lignes longue distance et régionales, améliore la coordination des horaires entre les différents services. Il peut également abolir toute distinction artificielle entre services ferroviaires longue distance et régionaux. Dans ce modèle, l'attribution des subventions aux opérateurs de services ferroviaires ou les paiements de redevances de concession à l'autorité peuvent être effectués en toute équité et transparence. Par exemple, l'État peut décider de verser des subventions uniquement aux services ferroviaires régionaux qui peuvent être considérés comme relevant de l'obligation de service public, mais il n'est pas nécessaire, de façon générale, de classer un service dans la catégorie longue distance ou services régionaux.

En outre, ce modèle permet à l'État de compenser les subventions qu'il accorde pour les lignes non rentables par la perception de redevances de concession sur les lignes rentables. Il peut donc équilibrer ses dépenses et ses recettes. À noter cependant que certains coûts additionnels devront peut-être être assumés par les autorités qui administrent la mise en concurrence par voie d'appel d'offres. Dans ce modèle, la rentabilité et les pertes sont encadrées et réglementées par l'État. Cela tient principalement aux modalités des enchères et des enchères inversées auxquelles les opérateurs

intéressés participent pour obtenir la franchise, qui peuvent faire converger les offres en limitant la marge *a priori*. De plus, les régimes « tunnels » comme celui qui est en vigueur en Grande-Bretagne limitent à la fois les risques et les possibilités (Kain, 2007, et Preston, 2008). Le Ministère britannique des Transports récupérera 80 pour cent des recettes dépassant le niveau de 106 pour cent des prévisions originales de l'opérateur[6]. Autrement dit, un système de partage des risques limite les profits de l'opérateur ferroviaire. Cette conclusion n'est valide que si un nombre suffisamment élevé de soumissionnaires contribuent au fonctionnement d'un marché produisant des services efficaces, présentent des offres qui correspondent aux coûts de production moyens majorés d'un coût d'opportunité du capital normal sur le marché, et proposent une qualité de service au moins équivalente à ce qu'elle était auparavant. Par conséquent, en l'absence de corruption et de collusion, et si le nombre de soumissionnaires est suffisamment élevé, la procédure d'appel d'offres constituera un substitut de la concurrence[7]. Malheureusement, ce substitut est souvent menacé par une diminution du nombre de soumissionnaires après une phase initiale d'offres (voir par exemple Augustin et Walter, 2009, par exemple en ce qui concerne le marché allemand du transport par autobus).

L'un des principaux problèmes que pose le modèle des concessions attribuées par voie d'appel à la concurrence est que ce sont l'État et les autorités qui définissent le niveau de service (itinéraires, fréquence, qualité, etc.), ce qui laisse la porte ouverte aux considérations politiques -- le choix des liaisons ou des villes à desservir risquant d'obéir à des ambitions politiques locales.

Ce modèle peut être élargi par des services en libre accès proposés par des entreprises privées sans demande de subventions. Ces entreprises peuvent assurer des liaisons directes sans correspondance. Étant donné qu'elles sont également en concurrence avec des services concédés, l'autorité de régulation doit décider si elles ne parasitent les recettes des franchises (Griffiths, 2009). Cette procédure exige une architecture institutionnelle judicieuse pour assurer l'équité et l'efficacité du processus décisionnel ; elle introduit en outre des coûts de transaction additionnels. En Grande-Bretagne, la part des services à accès ouvert approuvés par l'*Office of Rail Regulation* (ORR) dans les recettes des services voyageurs n'a atteint que 0.6 pour cent (ORR, 2009). Une simulation des différentes stratégies d'entrée sur le marché réalisée par Preston *et al*. (1999) montre que la concurrence sur la voie en Grande-Bretagne a en général pour effet de réduire le bien-être résultant d'une augmentation des avantages pour le consommateur, mais réduit encore plus les profits des opérateurs. Avec l'entrée en vigueur de la Directive 2007/58/CEE, le 1er janvier 2010, l'accès ouvert jouera certainement un rôle plus important en Europe continentale, mais il n'est pas garanti que cette Directive ait des effets sur les territoires insulaires comme la Grande-Bretagne. La seule liaison ferroviaire vers l'Europe continentale est l'Eurotunnel, dont Londres est le premier arrêt important, de sorte que le cabotage ne joue pas un rôle notable en Grande-Bretagne.

3.2. Concession de réseau attribuée à un opérateur en situation de monopole

Ce type de concession semble relativement judicieux lorsqu'on peut faire valoir des effets de réseau importants, avec de nombreux points d'interconnexion et croisements de lignes, face au fractionnement caractéristique du modèle à plusieurs concessions. Ainsi, on trouve par exemple un réseau très dense aux Pays-Bas, où la fréquence de service est similaire à celle des transports de banlieue. Une concession de réseau monopolistique peut avoir pour effet d'empêcher l'entrée de concurrents sur le marché et être utilisée pour renforcer la position d'une entreprise publique en situation de monopole. En l'absence de concurrence, la motivation d'un opérateur de réseau monopolistique public à obtenir de bons résultats sera plutôt faible. Le défi consiste alors à concevoir un cadre institutionnel qui facilite une gouvernance orientée vers l'efficacité du monopole public.

Aux Pays-Bas, un contrat de concession décennale a été directement attribué à la société ferroviaire néerlandaise NS en 2005 (Van de Velde *et al.*, 2009). Ce contrat s'inscrit dans une vaste réforme des chemins de fer qui définit la gestion de l'infrastructure comme étant de compétence publique et le transport de voyageurs comme une activité commerciale non subventionnée. Les lignes régionales non rentables ont été retranchées du réseau de NS et mises en adjudication (Alexandersson, 2009). Le contrat de concession est soumis à des indicateurs de résultats et NS doit proposer des améliorations chiffrées. Il convient de souligner l'importance de ces indicateurs de résultats en situation de permanence d'un réseau monopolistique. Il peut se révéler difficile d'identifier une société étalon raisonnable, ce qui est pourtant nécessaire lorsque les améliorations ne sont pas seulement mesurées par rapport au niveau de base de l'entreprise concernée, mais également aux meilleures pratiques dans le domaine. S'agissant d'un opérateur en situation de monopole, une comparaison internationale s'impose (voir par exemple, Coelli et Perelman, 2000), mais elle est difficile en raison de la diversité des conditions d'exploitation, des pouvoirs d'achat, etc.

Selon un premier bilan du contrat de concession néerlandais, les activités d'investissement se sont intensifiées et le degré de satisfaction des usagers et la ponctualité se sont améliorés. Depuis 2009, NS devrait payer des redevances de concession. En fait, la concession de NS est complétée par une deuxième concession d'exploitation ferroviaire sur la liaison grande vitesse (HSL-Sud) entre Amsterdam, l'aéroport Schiphol, La Haye, Rotterdam et Bruxelles. Cette concession a été attribuée par voie d'appel d'offres à la *High Speed Alliance*, une coentreprise de NS et d'AirFrance-KLM, pour la période 2009-24 (NS, 2009, pp. 101 et 120).

L'ouverture de l'accès n'a pas été prévue pour les services intérieurs, bien que la Directive 2007/58/CE le permette naturellement pour les services internationaux. Cela pose la question de la durabilité du monopole de NS. Face à ces approches en apparence contradictoires de la réglementation nationale et de la réglementation européenne, nous notons que les autorités néerlandaises se sont montrées très critiques à l'égard de l'ouverture du marché national, au motif que selon elles, un opérateur unique bénéficiant de droits d'exclusivité serait plus capable de desservir efficacement un réseau aussi dense et fréquenté que le réseau néerlandais.

3.3. Le modèle du « marché ouvert »

Le modèle du « marché ouvert » repose sur le principe de la concurrence sur le marché. Tous les pays européens qui ont principalement misé sur la libéralisation de l'accès pour développer leur marché, par exemple l'Allemagne, l'Italie et l'Autriche, demeurent confrontés à l'existence d'un opérateur de réseau monopolistique unique, bien que certains nouveaux opérateurs aient annoncé leur arrivée sur le marché prochainement.

Le modèle du « marché ouvert » part du principe que la concurrence sur le marché, ou tout au moins la menace de concurrence, favorise la créativité de l'offre, l'innovation technologique et la baisse des coûts et des prix. En théorie, ce modèle fait appel à l'esprit d'entreprise des opérateurs, qui planifient et déterminent leurs itinéraires, la fréquence et la qualité de leurs services, et sont censés viser un objectif de rentabilité. L'influence politique exercée au sein des entreprises publiques pourrait donc être importante à cet égard. Une orientation privilégiant exclusivement le profit pourrait aboutir à la suppression de certains services en zones rurales et éloignées, qui pourraient se révéler non rentables. Néanmoins, s'il est souhaitable d'assurer ces services, l'État se trouve confronté au dilemme entre d'une part, son orientation en faveur de l'accès ouvert et, d'autre part, la nécessité de subventionner. Une solution appropriée pour déterminer le niveau minimum de subventions dans ce cas consiste à procéder par voie d'appel d'offres, mais cette approche n'entre pas dans le modèle du

« marché ouvert ». Les lignes non rentables peuvent aussi être retranchées du marché ouvert, mais cela peut donner lieu à des comportements stratégiques : certains opérateurs pourraient cesser de desservir des routes interrégionales peu rentables ou déficitaires en ayant la certitude qu'elles seront reprises par l'État et sans avoir à craindre d'effets de réseau négatifs en termes de correspondance avec les lignes rentables.

Étant donné que les liaisons locales et régionales demeureront vraisemblablement soumises à l'obligation de service public, le modèle du « marché ouvert » pour les services longue distance nécessite une différenciation raisonnable entre ces deux types de services. Mais cette différenciation ne va pas de soi et les critères de distinction possibles qui ont été évoqués dans la sous-section 2.2 ou bien sont difficiles à mesurer, ou bien offrent aux prestataires une marge suffisante pour adopter un comportement stratégique.

D'une part, le subventionnement indirect est également possible sous la forme d'une réduction de la tarification des voies. D'autre part, l'État pourrait percevoir des redevances d'accès aux voies qui lui permettraient de récupérer les coûts. Dans l'un comme dans l'autre cas, il n'est pas possible pour l'État de compenser des subventions par des redevances de concession, alors qu'il pourrait le faire dans le cadre du modèle de concessions attribuées par voie d'appel à la concurrence. Pour des entreprises très efficaces et avantageusement positionnées sur le marché, ce modèle offre la possibilité de réaliser des profits importants et donc d'attirer les entrepreneurs et de favoriser la créativité de l'offre.

La réduction de l'offre de services dans les régions rurales et éloignées laisse également entrevoir des possibilités pour les concurrents. Ces lignes constituent en effet un créneau du marché où les besoins d'investissement sont limités par rapport aux grands axes à grande vitesse, et où le risque de concurrence directe avec l'opérateur historique, ou même d'exposition à un comportement prédateur de la part de ce dernier, est faible.

Le débat au sujet de la réduction des services dans les régions rurales et éloignées est à l'origine de la controverse sur les moyens d'étoffer le « modèle du marché ouvert » par l'imposition aux opérateurs de l'obligation de desservir ces régions, de proposer des tarifs spéciaux pour les usagers à faible revenu, d'assurer des interconnexions avec d'autres moyens de transport, etc., ce qui revient à la question plus vaste de savoir comment améliorer le bien-être dans le modèle du « marché ouvert ». De façon plus générale, l'orientation de ce modèle en faveur du profit peut se traduire par une hausse des tarifs par rapport à ceux qui sont proposés par les opérateurs historiques publics européens, qui sont influencés par des considérations politiques.

Le modèle du « marché ouvert » est étroitement lié à un autre aspect institutionnel de l'organisation ferroviaire européenne : la séparation de l'infrastructure et de l'exploitation. Les avantages et les inconvénients de l'intégration verticale par rapport au dégroupage font débat depuis longtemps. Des résultats empiriques ont confirmé l'existence d'économies de gamme entre un réseau et l'exploitation des trains pour la majorité des chemins de fer européens (Growitsch et Wetzel, 2009). En revanche, il n'est pas certain que l'intégration verticale soit nécessaire pour exploiter ces économies de gamme. Hirschhausen *et al.* (2004) ont ainsi constaté que rares sont les processus de transaction essentiels exigeant une organisation hiérarchique.

En pratique, les partisans de l'intégration verticale, en particulier les syndicats allemands, ont fait valoir les effets bénéfiques attendus de l'intégration verticale sur le marché du travail interne[8]. En revanche, cette stratégie risque beaucoup de favoriser la discrimination à l'égard des concurrents, surtout dans le cas du modèle du « marché ouvert » du transport ferroviaire longue distance de

voyageurs, où les effets de réseau sont importants, quoique moins lorsque les effets de réseau sont négligeables et que le transport est moins sensible aux créneaux horaires particuliers d'accès au réseau, par exemple pour le trafic de trains-blocs dans le transport de marchandises. Les effets sont également moins importants pour les services mis en concurrence, car l'attribution de la voie se fait en amont. Un opérateur de réseau indépendant tentera de maximiser l'utilisation du réseau et développera des goulots d'étranglement, tandis qu'une société de chemins de fer intégrée verticalement s'efforcera de maximiser l'ensemble de ses profits. S'il n'est pas politiquement possible de mettre en œuvre le dégroupage, il faudra au minimum, pour que le marché fonctionne convenablement, mettre en place une régulation efficace de l'accès.

Le débat concernant l'accès non discriminatoire au réseau est lié à deux autres aspects. D'abord, il faut assurer la transparence en ce qui concerne la capacité libre, ce qui pourrait facilement se faire à l'aide d'un système informatique faisant appel à l'Internet (Monopolkommission, 2009). Ensuite, le modèle du « marché ouvert » doit faire une place très importante à la fiabilité de la planification à long terme pour l'accès au réseau. Une fois acquis, le matériel roulant sera peut-être difficile à revendre, et le déploiement d'autres voies pourrait être impossible en raison de disparités des normes technologiques. Par conséquent, étant donné que l'investissement dans le matériel roulant est spécifique et qu'il n'existe pratiquement pas de marché secondaire pour ce matériel, il importe d'assurer des sillons pour une période suffisamment longue qui permette d'amortir l'investissement (par exemple, 10 ans au minimum).

L'accès au réseau n'est pas le seul goulet d'étranglement monopolistique dans le modèle du « marché ouvert ». Alexandersson et Hultén (2009) soulignent la nécessité d'un système indépendant de réservation et de billetterie. Il peut également être souhaitable de confier la planification des horaires à un organisme indépendant. Enfin, par rapport à d'autres secteurs, de telles institutions centralisées et l'intervention de l'État ont tendance à limiter le degré de liberté de ce marché.

Tous les modèles d'accès au marché ont pour caractéristique commune que les effets de réseau peuvent jouer un rôle très important dans le transport ferroviaire longue distance de voyageurs. Dans le modèle du « marché ouvert », l'offre de services supplémentaires, qui privilégie les lignes les plus rentables, peut entraîner la suppression de certains services de l'opérateur historique en raison d'un parasitage de ses recettes, la réduction des effets de réseau ou l'aggravation de la congestion du réseau, ce qui pourrait porter préjudice aux effets de réseau bénéfiques antérieurs -- possibilités d'interconnexion, affectation intégrée du matériel roulant, avantages sur le plan des coûts --, ou même les réduire carrément à néant[9]. Le modèle du « marché ouvert » peut donc présenter des inconvénients pour les consommateurs et engendrer des inefficacités du point de vue du bien-être économique.

Par ailleurs, les effets de réseau peuvent être tellement bénéfiques pour l'opérateur historique que la concurrence sur les voies ne pourra jamais se développer, surtout si la capacité réseau est limitée. Autrement dit, l'opérateur du réseau peut jouir d'une forte puissance de marché. Cette situation sera particulièrement problématique pour les consommateurs ainsi que du point de vue du bien-être dans le cas d'un opérateur de réseau en situation de monopole qui est privatisé et a pour objectif de maximiser ses profits.

L'opérateur historique peut également empêcher la concurrence en adoptant un comportement stratégique à l'encontre des éventuels nouveaux entrants, par exemple, en investissant dans le matériel roulant uniquement à des fins dissuasives. En général, le comportement stratégique des différents acteurs aura des coûts nets sur le plan du bien-être.

Nous notons qu'en raison des effets de la concurrence intermodale, la controverse quant au degré de concurrence intramodale sur le marché ferroviaire n'aura guère d'importance. Les concurrents les plus crédibles sont le transport individuel motorisé, le transport aérien et le transport express par autocar, mais ces modes s'adressent parfois à des groupes cibles différents et nous constatons qu'ils correspondent en partie à des sous-segments différents du transport de voyageurs. Ainsi, le transport individuel motorisé est attractif en raison de la souplesse qu'il offre, mais il peut être inadapté aux longs trajets et être moins intéressant pour les professionnels et les groupes socialement défavorisés.

Friederiszick *et al.* (2009) constatent une forte intensité de concurrence entre les compagnies aériennes à bas coûts et la Deutsche Bahn (DB). Faisant valoir que les possibilités de concurrence sur la voie sont très faibles pour les services de transport ferroviaire longue distance de voyageurs, ils concluent que les alliances ferroviaires internationales telles que Railteam ne sont pas une menace pour la concurrence. S'agissant de la concurrence intermodale, les résultats de l'étude de Friederiszick *et al.* ne permettent pas de généralisation, car les services aériens ne jouent aucun rôle sur de nombreuses routes inférieures à 300 kilomètres ou sur les liaisons point à point entre villes qui ne sont pas très bien desservies par le transport aérien. Cela est particulièrement vrai pour la forme d'implantation urbaine décentralisée que l'on retrouve par exemple en Allemagne (comparativement à la France, qui se caractérise par des flux de transport en étoile convergeant vers Paris). Friederiszick *et al.* (2009), dont les recherches ont été financées par DB, ont été critiqués pour leur choix d'échantillon, par exemple par la Monopolkommission (2009, p. 78), qui conteste en particulier leur courte période d'observation (janvier 2006-octobre 2007) négligeant les mois d'hiver.

Les services d'autocar peuvent être une solution de remplacement pour les jeunes, les personnes âgées ou les catégories à faible revenu et d'autres usagers qui n'attachent pas d'importance au temps de parcours. Il est permis de se demander quelle est l'ampleur de la menace concurrentielle que les services d'autocar peuvent représenter pour les chemins de fer ou s'ils ne font qu'induire un nouveau trafic et attirent des adeptes du transport individuel motorisé (Walter *et al.*, 2009). On pourrait envisager de desservir les lignes interrégionales non rentables par des services d'autocar express économiques.

4. ÉTUDE DE CAS : ALLEMAGNE

Le marché allemand du transport ferroviaire est le plus important d'Europe et l'un des principaux exemples du modèle de « marché ouvert » pour l'accès au réseau longue distance. Cependant, le marché qui s'est développé à ce jour se caractérise par une concurrence de niche plutôt que par les éléments d'un marché ouvert.

Une profonde réorganisation des chemins de fer allemands a été réalisée en 1994 avec la « *Bahnreform* » (réforme ferroviaire). La première étape de cette réforme consistait à appliquer trois principes fondamentaux. Le premier visait à réorganiser les anciens chemins de fer d'Allemagne de l'Ouest (*Bundesbahn*) et d'Allemagne de l'Est (*Reichsbahn*) en une nouvelle société à participation publique majoritaire. Le deuxième principe concernait la délégation aux *Länder* de la compétence en matière de services ferroviaires régionaux. Enfin, le troisième principe, et le plus important pour

l'étude des modèles d'accès au marché, consistait à introduire l'accès non discriminatoire des entreprises privées au marché. L'Allemagne se trouvait ainsi à l'avant-garde en matière d'ouverture d'accès au marché de transport ferroviaire longue distance de voyageurs.

À ce jour, la concurrence sur la voie ne s'est guère développée. Holzhey *et al.* (2009) recensent neuf tentatives d'entrée sur le marché au cours des quinze dernières années de la période de libéralisation, toutes d'ampleur limitée et concernant tout au plus deux paires de trains par jour. Cinq de ces services ont pris fin très rapidement. Les autres ont en commun la capacité de desservir des routes qui étaient auparavant exploitées d'une façon ou d'une autre par la Deutsche Bahn, en particulier les lignes InterRegio, qui devaient être supprimées en 1999, pour cause de non-rentabilité (Link, 2004). Les lignes InterRegio (comme leurs successeurs concurrentiels) avaient pour fonction de relier les nombreuses villes de taille moyenne et les lieux de villégiature aux grandes agglomérations. Le service comprenait de nombreux arrêts (et était par conséquent plus lent que les trains InterCity ou à grande vitesse) mais également moins cher. Les lignes les plus fréquentées ont été réorganisées en lignes InterCity, mais le matériel roulant est en partie demeuré le même et les tarifs ont augmenté.

Une autre condition préalable au lancement des quelques services commerciaux a été l'introduction de la concurrence par voie d'appel d'offres pour les services ferroviaires régionaux. Les quatre services ont utilisé le matériel roulant de leurs activités régionales et deux d'entre eux -- Harz-Berlin-Express (Veolia) et Vogtland-Express (Arriva) -- constituent un prolongement des liaisons assurées en vertu de l'obligation de service public. L'InterConnex Leipzig-Berlin-Rostock (Veolia) a été doté de matériel roulant longue distance au bout des quatre premières années d'exploitation. C'est également le seul service directement en concurrence avec l'offre longue distance de DB. Tous ces services se distinguent de l'offre de DB par des temps de trajet plus longs et des tarifs plus bas (Séguret, 2009).

Le service de nuit entre Berlin et Malmö (Suède) fait toutefois exception à cet égard. Contrairement aux autres services mentionnés, qui sont assurés par des filiales de sociétés de transport privées internationales intégrées, *Berlin Night Express* est exploité conjointement par Georg Verkehrsorganisation et SJ.

Fait intéressant, les quatre offres longue distance actuelles des concurrents de DB relient Berlin en traversant la partie orientale de l'Allemagne, ce qui peut s'expliquer, d'une part, par la forme d'implantation urbaine de l'Allemagne orientale, qui ne compte que trois grandes agglomérations (Berlin, Dresde et Leipzig) et, d'autre part, par la faible importance relative de la clientèle d'affaires, qui rend ces lignes peu intéressantes pour DB. Troisième raison possible enfin, la sensibilité au prix dans des régions où le revenu par habitant est relativement bas.

La faible intensité de la concurrence peut être attribuée à quatre facteurs. Le premier est la structure verticalement intégrée de DB, qui permet la discrimination et comporte des avantages informationnels, en particulier grâce à l'échange d'informations entre l'exploitation des lignes longue distance et le réseau. Les filiales d'infrastructures de DB contrôlent directement 35 pour cent des coûts totaux de l'exploitation des services longue distance, tels que les redevances d'accès, l'électricité de traction, etc. (Holzhey *et al.*, 2009, p. 102). Cette question des coûts revêt une importance particulière, étant donné que le secteur est connu pour ses faibles marges, mais le modèle économique des opérateurs historiques pourrait également avoir un rôle à jouer. En effet, les compagnies aériennes à bas coût, elles, ont été capables d'enregistrer des bénéfices conséquents, alors que la situation du marché de l'aviation était analogue.

Le deuxième facteur est l'accès au réseau. La congestion est déjà un problème en Allemagne, mais elle a été atténuée par la crise financière actuelle et le recul consécutif du transport de marchandises. Auparavant, les investissements dans le réseau avaient été concentrés sur les nouvelles lignes à grande vitesse, par exemple, Francfort-Cologne ou Munich-Nuremberg-Erfurt-Berlin, tandis que les principaux nœuds ferroviaires -- notamment Francfort et Cologne-- sont encombrés, qu'il existe des obstacles à l'interconnexion (Vieregg, 2004), que le trafic longue distance, le fret et le trafic régional sont forcés de partager des sections de voies surchargées, et que la vitesse est limitée sur de nombreuses lignes en raison du mauvais état de la voie. De plus, la transparence concernant la capacité libre pourrait être améliorée. Holzhey *et al.* (2009, p. 115) ont proposé un horaire permettant de visualiser la capacité du réseau qui serait accessible à toutes les entreprises intéressées. Les contrats-cadres sont un instrument qui pourrait être amélioré par davantage de souplesse, des délais plus longs et une hiérarchisation des priorités par rapport à d'autres critères d'attribution (Monopolkommission, 2009, pp. 7, 61).

Le troisième facteur est la stratégie d'expansion des autorités locales qui ont commencé à fournir des services interrégionaux. Les services régionaux sur l'axe Elsterwerda-Berlin-Stralsund, dont la longueur est de plus de 400 kilomètres et le service entre Munich et Nuremberg, qui comprend un nouveau tronçon à grande vitesse entre Ingolstadt et Nuremberg, sur lequel est également utilisé un matériel roulant longue distance classique[10]. Bien que ces services puissent constituer des améliorations pour les voyageurs, ils indiquent également qu'il n'est pas nécessaire de faire appel à l'initiative privée pour assurer des lignes commerciales et compliquent la découverte des liaisons appropriées (Monopolkommission, 2009, p. 58).

Le quatrième facteur est l'impact de la crise financière actuelle, qui a rendu plus difficile le financement des investissements en matériel roulant. Cependant, deux annonces récentes d'entrée sur le marché pourraient incarner une nouvelle stratégie. En octobre 2009, le nouveau venu du secteur privé *Iocomore rail* a ainsi annoncé son intention d'assurer un service Hambourg-Cologne trois fois par jour à partir d'août 2010, ce qui indique qu'il a déjà demandé et obtenu la capacité de voie. Le confort et le temps de parcours proposés par cet opérateur devraient être comparables aux services InterCity de DB, mais les billets devraient être moins chers[11]. locomore est financé par la société d'investissement américaine *Railroad Development Corporation.* Pour parvenir à proposer des temps de trajet concurrentiels et économiser sur les coûts d'accès, Iocomore pourrait adopter comme stratégie de programmer ses arrêts dans d'autres gares plutôt que dans les goulots d'étranglement que sont par exemple les gares principales de Dortmund et de Brême.

Un concurrent moins avancé, mais qui pourrait être plus dangereux pour DB, est Keolis, qui est financé par la SNCF, *Axa Private Equity*, et un fonds de pension canadien. De plus, en octobre 2009, il a annoncé des services entre Strasbourg, Francfort et Hambourg, et entre Strasbourg, Francfort, Berlin et Hambourg qui se comparent aux services InterCity de DB. Keolis n'a pas encore reçu confirmation de son accès à la voie. Cette décision sera prise par la filiale réseau de DB en avril 2010, de sorte que les services pourraient être lancés au plus tôt en décembre 2010.

En utilisant Strasbourg comme tête de ligne, Keolis a la possibilité d'utiliser les installations de maintenance françaises existantes et de constituer un véritable réseau international de liaisons ferroviaires. Cependant, des distorsions du marché sont possibles du fait de la participation (partielle) de l'État à la fois dans Keolis et dans DB, qui sont en concurrence avec des opérateurs privés.

Ces annonces traduisent à la fois une nouvelle stratégie concernant l'entrée sur le marché par rapport aux services périphériques lancés auparavant de Veolia et d'autres opérateurs. Les deux entrants potentiels desserviraient de grandes lignes qui sont caractérisées par des vitesses moyennes

concurrentielles, sans l'utilisation impérative de véhicules à grande vitesse coûteux[12]. La concurrence sur le segment grande vitesse jusqu'à 300 km/heure peut également être limitée par l'étroite coopération internationale et les co-entreprises actives sur ce segment, telles que Railteam, Thalys, etc.

Cependant, il importe de ne pas perdre de vue que l'organisation du marché et le cadre réglementaire n'ont en aucun cas pris leur forme définitive. L'accord de coalition du nouveau Gouvernement allemand suppose en outre une DB verticalement intégrée, coiffée par un holding, afin de faciliter un marché de l'emploi unifié[13]. Les filiales transport et logistique seront privatisées dès la reprise du marché des capitaux. Cependant, DB ne sera pas autorisée à verser des profits provenant du réseau à la holding, et l'infrastructure sera gérée de façon plus indépendante. Un même gestionnaire ne sera plus autorisé à occuper des postes à la fois au sein de la holding et dans la filiale réseau. Les autres objectifs des politiques ferroviaires mentionnés dans l'accord de coalition sont les suivants : renforcement du régulateur ; harmonisation des règles à l'échelle européenne ; réexamen d'un horaire national rigoureusement synchronisé, assorti d'investissements infrastructurels dans des goulots d'étranglement spécifiques (les questions qui demeurent sont celles de savoir dans quelle mesure un monopoleur partiellement privatisé peut exercer son pouvoir de marché pour augmenter les prix et abandonner les services en région rurale et comment la concurrence potentielle sur la voie peut servir à atténuer ce type d'effets).

Les suggestions des concurrents de DB (Holzhey *et al.*, 2009, p. 113) visent à transformer radicalement l'organisation du marché transport ferroviaire longue distance de voyageurs en Allemagne. L'une des possibilités avancées serait l'introduction de concessions sur toutes les routes et la commercialisation de tous les services sous une marque commune. Une autre possibilité consisterait à privilégier les concessions pour les lignes interrégionales, afin de créer un autre réseau longue distance à côté du segment grande vitesse, qui est coûteux. Enfin, une troisième option est le financement systématique des services longue distance par un système de redevances d'accès à la voie qui consisterait à subventionner les itinéraires périphériques par des redevances plus élevées sur les routes à forte fréquentation. Une évaluation rigoureuse est nécessaire pour déterminer dans quelle mesure ces options peuvent répondre aux principales préoccupations concernant le marché du transport ferroviaire longue distance de voyageurs. Il importe toutefois de préciser que l'introduction de concessions constituerait une volte-face par rapport au modèle de « marché ouvert » mis en œuvre par l'Allemagne jusqu'à présent.

L'accord de coalition prévoit également la libéralisation des services d'autocar express en Allemagne. Jusqu'à présent, ces services ont été fortement limités à des liaisons uniques, principalement à destination et en provenance de Berlin (Walter *et al.*, 2009). Ils pourraient combler le vide laissé par l'abandon des services ferroviaires sur les routes moins fréquentées en proposant un mode de plus petite capacité que le train. En revanche, l'entrée sur le marché se concentrera vraisemblablement sur les grands axes offrant un fort potentiel de clientèle intéressée à des tarifs bas.

5. CONCLUSION

Dans la présente étude, nous avons classé les modèles d'accès au marché du transport ferroviaire longue distance de voyageurs en Europe en trois catégories, à savoir : le modèle des « concessions attribuées par voie d'appel à la concurrence », le modèle de « l'opérateur de réseau en situation de monopole » et le modèle du « marché ouvert ». Il importe de noter que chaque pays européen mettra en œuvre sa propre stratégie en fonction des conditions régionales. Malgré tout, notre classification peut aider à structurer le débat en cours. Nous avons présenté les avantages de ces modèles ainsi que les possibilités, les risques et les dangers qui s'y rattachent, sans en favoriser un par rapport aux autres. Il existe des formules différentes, qui auront des impacts très différents également. L'expérience indique que le modèle des « concessions attribuées par voie d'appel à la concurrence » mise en œuvre en Grande-Bretagne est le plus répandu, tandis que le modèle de l'accès ouvert en est encore à ses débuts.

Ce dernier modèle semble privilégié pour les services internationaux, comme le traduit la Directive 2007/58/CE. Cette Directive autorise le cabotage, mais seulement s'il n'engendre pas de distorsion sur les routes desservies en vertu d'obligations de service public. Il reste à préciser si l'ouverture de l'accès aux services internationaux risque de fausser l'attribution de concessions par voie d'appel à la concurrence sur les marchés intérieurs, si ces deux formules contradictoires coexistent. Ce problème peut être relativement peu important pour les marchés ferroviaires géographiquement ou technologiquement isolés, par exemple la Grande-Bretagne, mais davantage pour des réseaux au contraire fortement intégrés dans un pays d'Europe continentale tel que les Pays-Bas.

NOTES

1. Tous ces critères sont appliqués sur le marché allemand.

2. Le règlement (CE) n° 1370/2007, entré en vigueur le 3 décembre 2009, vise à stimuler la concurrence sur les marchés de transport de voyageurs. Il spécifie que l'appel à la concurrence doit être la procédure standard, mais il exclut les services ferroviaires et autorise l'attribution directe pour des périodes pouvant atteindre 10 ans (15 ans par voie d'appel à la concurrence).

3. Les subventions peuvent s'accompagner de problèmes institutionnels, notamment la nécessité de recourir au financement fiscal. Nous ne nous attarderons pas sur ces aspects.

4. Le terme « service longue distance » s'entend ici de tout service ferroviaire non classé dans la catégorie des services urbains, suburbains ou régionaux dans la Directive 91/440/CEE.

5. Voir Monopolkommission, 2009, p. 56, et http://www.oepnvwettbewerb.de /index.php?option=com_content&task=view&id=1872&Itemid=27, consulté le 27 octobre 2009.

6. Les régimes « tunnels » sont controversés car ils peuvent susciter des comportements stratégiques dans l'estimation des recettes et des coûts (Preston, 2008).

7. Un nombre élevé de soumissionnaires garantira plus ou moins un marché efficace. Si le nombre de soumissionnaires est faible, la pression concurrentielle peut demeurer suffisamment forte pour favoriser un marché efficace, mais cela est alors plus incertain.

8. Cet argument a suscité une attention renouvelée au cours de la présente crise financière, car la filiale fret de la Deutsche Bahn accusait un brusque ralentissement, qui s'est accompagné d'une diminution subséquente de ses besoins en personnel.

9. La suppression de certains services en raison du parasitage des recettes ne se traduira pas nécessairement par une diminution du bien-être, mais il est probable qu'elle entraîne la diminution des effets de réseau, ce qui pourrait alors nuire au bien-être.

10. Contrairement au service à grande vitesse ICE, le train supplémentaire sur cette ligne permet plus d'arrêts, d'où un temps de parcours plus long.

11. http://www.abendblatt.de/wirtschaft/article1253055/Hamburg-Berlin-SNCF-fordert-Bahn-heraus.html, consulté le 2 novembre 2009.

12. L'utilisation de véhicules à grande vitesse représente la troisième stratégie d'entrée sur le marché.

13. http://www.fdp-bundespartei.de/files/363/091024-koalitionsvertrag-cducsu-fdp.pdf,p. 29 f, consulté le 3 novembre 2009.

RÉFÉRENCES

Alexandersson, G. (2009) *Rail Privatization and Competitive Tendering in Europe*. Built Environment 35(1), 43-58

Alexandersson, G. et Hultén, S. (2009) *The Complexity of Market Structure – Prospects for On-the-track Competition in Sweden*. In Beck, A., Veeneman, W. et van de Velde, D., Beyond Competitive Tendering – Proceeding of the Eleventh International Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport, Workshop 3. NGInfra Foundation, Delft

Alexandersson, G., Hultén, S., Fearnley, F. et Longva, F. (2009) *Impact of Regulation on the Performance of Long Distance Transport Services: A Comparison of the Different Approaches in Sweden and Norway*. Dans Beck, A., Veeneman, W. et van de Velde, D., Beyond Competitive Tendering – Proceeding of the Eleventh International Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport, Workshop 3. NGInfra Foundation, Delft

Augustin, K. et Walter, M. (2009) *Operator Changes through Competitive Tendering: Empirical Evidence from German Local Bus Transport*. Dresden University of Technology, Chair of Energy Economics and Public Sector Management, Working Paper Transport Economics 17. http://www.tu-dresden.de/wwbwleeg/publications/wp_tr_17_augustin_walter_2009_operator_changes_competitive_tendering_bus_services.pdf, consulté le 22 octobre 2009.

Coelli, T. et Perelman, S. (2000) *Technical Efficiency of European Railways: A Distance Function Approach*. Applied Economics, 32(15), 1967-1976

Friederiszick, H., Gantumur, T., Jayaraman, R., Röller, L.-H. et Weinmann, J. (2009) *Railway Alliances in EC Long-Distance Passenger Transport: A Competitive Assessment Post-Liberalization 2010*. ESMT White Paper No. WP-109-01, ESMT European School of Management and Technology

Griffiths, T. (2009) *On Rail Competition: The Impact of Open Access Entry on the Great Britain Rail Market*. In Beck, A., Veeneman, W. et van de Velde, D., Beyond Competitive Tendering – Proceeding of the Eleventh International Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport, Workshop 3. NGInfra Foundation, Delft

Growitsch, C. et Wetzel, H. (2009) *Testing for Economies of Scope in European Railways: An Efficiency Analysis*. Journal of Transport Economics and Policy, 43(1), 1-24

Hirschhausen, C. v., Siegmann, J., Brenck, A., Holzhey, M., Hübner, L., Peter, B. Schulin, T. et Schultz, S. (2004) *Synetra: Synergien zwischen Bahnnetz und –transport – Praxis, Probleme, Potentiale*. Étude réalisée par le groupe de travail sur la politique économique et infrastructurelle, et le Fachgebiet Schienenfahrwege und Bahnbetrieb, Technische Universität Berlin, et financée par le Ministère fédéral allemand de l'Éducation et de la Recherche.

Holvald, T. (2009) *Review of Railway Policy Reforms in Europe (2009)* Built Environment 35(1), 24-42

Holzhey, M., Berschin, F., Kühl, I. et Naumann, R. (2009) *Wettbewerber-Report Eisenbahn 2008/2009*. Rapport établi par KCW GmbH pour mofair e. V. et Netzwerk Privatbahnen - Vereinigung Europäischer Eisenbahngüterverkehrsunternehmen e. V. et financé par la Bundesarbeitsgemeinschaft der Aufgabenträger des SPNV e. V.

Kain, P. (2007) *The Pitfalls in Competitive Tendering: Addressing the Risks Revealed by Experience in Australia and Britain*. Dans Conférence Européenne des Ministres des Transports, L'adjudication par appel d'offres des services ferroviaires. Publications de l'OCDE, Paris

Link, H. (2004) *Rail Infrastructure Charging and On-track Competition in Germany*. International Journal of Transport Management, 2(1), 17-27

Merkert, R. (2009a) *Großbritannien: Wird der Zugbetrieb verstaatlicht? Eine aktuelle Kurzanalyse zur Franchiseproblematik im britischen Schienenpersonenverkehr*. Internationales Verkehrswesen, 61(9), 320-322

Merkert, R. (2009b) *The Organisation of European Railways: A Transaction Cost Perspective*. Dissertation, Institute for Transport Studies, University of Leeds

Monopolkommission (2009) Bahn 2009: *Wettbewerb erfordert Weichenstellung*. http://www.monopolkommission.de/sg_55/s55_volltext.pdf, consulté le 26 octobre 2009

Nash, C. et Smith, A. (2007) *Passenger Rail Franchising – British Experience*. Dans Conférence européenne des Ministres des transports, L'adjudication par appel d'offres des services ferroviaires. Publications de l'OCDE, Paris

NS (2009) Rapport annuel 2008.
http://www.ns.nl/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadername2=MDT-Type&blobheadervalue1=attachment%3B+filename%3D577%2F52%2FVBAT_NS_Jaarverslag+EN+LR.pdf&blobheadervalue2=abinary%3B+charset%3DUTF-8&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1208880232319&ssbinary=true, consulté le 27 octobre 2009

ORR (2009) *National rail trends 2009 – 10, 1er trimestre*. Londres

Preston, J. (2008) *A Review of Passenger Rail Franchising in Britain: 1996/1997 – 2006/2007*. Research in Transportation Economics, 22(1), 71-77

Preston, J., Whelan, G. et Wardman, M. (1999) *An Analysis of the Potential for On-track competition in the British Passenger Rail Industry*. Journal of Transport Economics and Policy, 33(1), 77-94

Séguret, S. (2009) *Is Competition on Track a Real Alternative to Competitive Tendering in the Railway Industry? Evidence from Germany*. Dans Beck, A., Veeneman, W. et van de Velde, D., Beyond Competitive Tendering – Proceeding of the Eleventh International Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport, Workshop 3. NGInfra Foundation, Delft

Smith, A., Nash, C. et Wheat, P. (2009) *Passenger Rail Franchising in Britain: Has It Been a Success?* International Journal of Transport Economics, XXXVI(1), 33-61

Van de Velde, D., Jacobs, J. et Stefanski, M. (2009) *Development of Railway Contracting for the National Passenger Rail Services in the Netherlands*. Dans Beck, A., Veeneman, W. et van de Velde, D., Beyond Competitive Tendering – Proceeding of the Eleventh International Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport, Workshop 3. NGInfra Foundation, Delft

Vieregg, M. (2004) *Schienenpersonenfernverkehr in Deutschland - Sollen weitere Neubaustrecken überhaupt noch realisiert werden?* Internationales Verkehrswesen, 56(3), 72-77

Walter, M., Haunerland, F. et Moll, R. (2009) *Heavily Regulated But Promising Prospects: Entry in the German Express Coach Market*. Dresden University of Technology, Chair of Energy Economics and Public Sector Management, Working Paper Transport Economics 16. URL: http://www.tu-dresden.de/wwbwleeg/publications/wp_tr_16_walter_et_al_2009_express_coach_germany.pdf, consulté le 25 août 2009.

Yvrande-Billon, A. et Ménard, C. (2005) *Institutional Constraints and Organizational Changes: The Case of the British Rail Reform*. Journal of Economic Behavior & Organization, 56(4), 675-699

OUVERTURE DE L'ACCÈS AUX SERVICES VOYAGEURS GRANDES LIGNES DES CHEMINS DE FER À LA CONCURRENCE : BILAN ET PERSPECTIVES

par

John PRESTON

Université de Southampton
Southampton
Royaume-Uni

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 345

2. MODÈLES THÉORIQUES DE CONCURRENCE FERROVIAIRE 346

3. CONCURRENCE HORS RAIL 356

4. CONCURRENCE SUR LE MARCHÉ 359

5. CONCLUSIONS 361

NOTES 363

BIBLIOGRAPHIE 364

Remerciements

Le modèle PRAISE a été mis au point et l'étude du cas des chemins de fer britannique a été réalisée à l'Université de Leeds sous la houlette de Gerard Whelan (qui a maintenant rejoint MVA Consultancy). L'étude du cas des chemins de fer suédois a été réalisée à l'Université d'Oxford sous la houlette de Biao Huang (qui a maintenant rejoint la Banque asiatique de développement). Beaucoup d'autres collègues ont apporté leur pierre à l'édifice, notamment Tom Griffiths de l'ORR, mais les interprétations proposées dans le présent rapport (et les erreurs qu'il pourrait contenir) relèvent de la seule responsabilité de son auteur.

1. INTRODUCTION

Les chemins de fer devaient au départ être des marchés libres d'accès sur lesquels la concurrence entre prestataires de services était frontale (Lardner, 1850). Ils se sont toutefois rapidement mués, pour des raisons de sécurité, en monopoles verticalement intégrés, mais concurrents, exploitant une ou plusieurs lignes. La concurrence des autres modes a au fil du temps réduit la concurrence interne et conduit à la rationalisation de lignes parallèles ainsi qu'à la fusion de compagnies de chemin de fer. Dans la plupart des pays du monde, le transport de voyageurs à longue distance par chemin de fer[1] est devenu un monopole d'État, mais l'ouverture au jeu de la concurrence bénéficie depuis peu d'un regain d'intérêt (voir entre autres Gomez-Ibanez et de Rus, 2006).

La concurrence entre lignes parallèles est restée une réalité dans des pays tels que le Japon (Mizutani, 1994), mais la concurrence entre opérateurs ferroviaires exploitant une même ligne a toujours été limitée. La loi britannique sur les chemins de fer de 1993 a toutefois promis aux opérateurs d'ouvrir l'accès aux services voyageurs à la concurrence et de tempérer radicalement pour ce faire les interventions du pouvoir réglementaire jusqu'en 2002. L'accès s'est effectivement quelque peu ouvert à la concurrence en Grande-Bretagne, puisque trois opérateurs de services voyageurs y ont pénétré sur le marché (Griffiths, 2009). L'accès au marché du transport de voyageurs par chemin de fer s'est ouvert à la concurrence ailleurs, notamment en Allemagne où cet accès est libre depuis 1999. Cette liberté a été exploitée par une dizaine d'opérateurs, dont quatre sont, en 2009, encore actifs dans les environs de Berlin où ils ne prennent cependant que 1 pour cent des services à leur compte[2]. La libéralisation des services grandes lignes a vu la Deutsche Bahn (DB), l'opérateur historique, se retirer des marchés secondaires de sorte que 23 villes moyennes ont été rayées de la carte des grandes lignes entre 1999 et 2009. Là où elle était permise, une concurrence de niche s'est fait jour sur d'autres marchés ferroviaires tels que la liaison Saint-Pétersbourg-Moscou en Russie (Dementiev, 2007). Les Pays-Bas se sont aussi essayés à la liberté d'accès, notamment avec les services Lovers Rail de triste mémoire, avant de donner la préférence à la concurrence hors rail (van de Velde, 2009). Dans l'Union Européenne, la Directive 2007/58 va ouvrir l'accès aux services internationaux de transport de voyageurs par chemin de fer ainsi qu'au cabotage intérieur à partir de 2010. Nash (2009) signale que la SNCF s'est préparée à cette ouverture en créant une filiale, Nuovo Trasporto Viaggiatori, qui exercera ses activités en Italie et que TrenItalia songerait à des mesures de rétorsion. Air France et Veolia ont noué des liens de partenariat dans le but sans doute de concurrencer les services Thalys, tandis que la DB envisagerait d'entrer en concurrence avec les services Eurostar. Au niveau intérieur, la Suède envisage de libérer l'accès à ses services ferroviaires en 2010/2011 (Alexandersson, 2009).

La concurrence hors-rail, sous la forme d'appel à la concurrence et de concession, est plus répandue dans le transport de voyageurs par chemin de fer que la concurrence qui s'exerce sur les voies (Thompson, 2006). En Europe, le pionnier est la Suède qui a lancé un premier appel à la concurrence pour ses services locaux en 1990, avant d'en lancer un autre pour les services régionaux (dont beaucoup sont des services grandes lignes) en 1993, les principaux services interurbains restant toutefois aux mains d'un monopole commercial. Le Danemark, l'Allemagne, les Pays-Bas et, beaucoup plus loin, le Kazakhstan (Sharipov, 2009) lui ont emboîté le pas. L'Union Européenne a voulu ensuite généraliser le régime de l'appel à la concurrence, mais s'est heurtée à la résistance de

plusieurs États membres et a alors arrêté un règlement n° 1370/2007 qui se borne à imposer la conclusion de contrats clairs et transparents. En Amérique latine, les services urbains et de banlieue ont été concédés à des exploitants privés : le réseau de banlieue de Buenos Aires, en Argentine, a ainsi été privatisé en 1992, tandis que le métro et les services de banlieue (Flumitrens) de Rio de Janeiro, au Brésil, l'ont été en 1997/1998. Ces modalités de privatisation s'inspirent de ce qui s'est fait aux États-Unis, où les services de banlieue ont été cédés au secteur privé dans des villes telles que Boston, Baltimore/Washington, Chicago et Los Angeles (Preston *et al.*, 2001), et ont été appliquées aussi à d'autres réseaux ferrés urbains, notamment à celui de Melbourne, en Australie (Kain, 2006). La privatisation de services voyageurs grandes lignes reste toutefois relativement rare. L'Argentine n'a ainsi pas pu trouver d'opérateurs privés prêts à exploiter ces services dont 70 pour cent ont alors été supprimés, les 30 pour cent restants étant repris par les autorités régionales. La seule exception à la règle est le fait de la Grande-Bretagne où tous les services voyageurs ont été privatisés en 1996/1997 et où cinq des 25 opérateurs ferroviaires se focalisent plus particulièrement sur les services grandes lignes (Cross Country, East Coast Mainline, Great Western Mainline, Midland Mainline et West Coast Main Line).

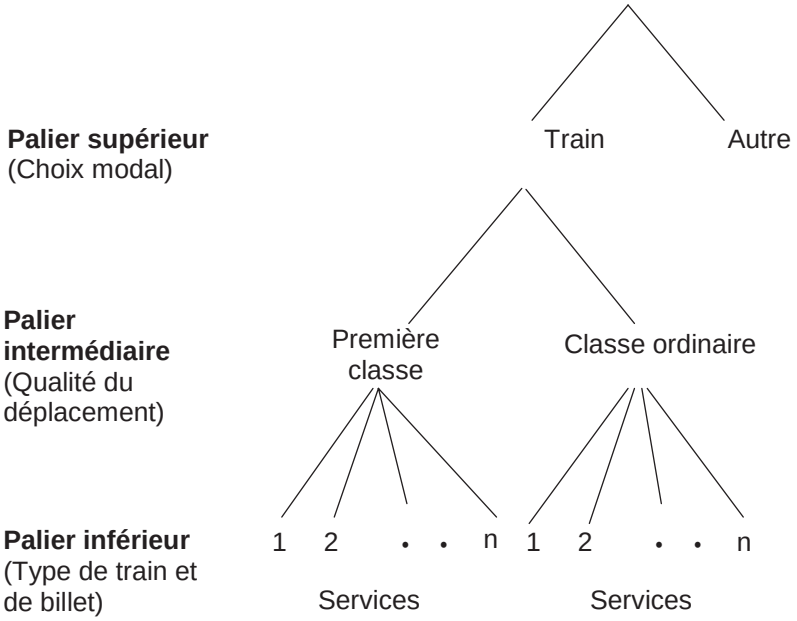
Le présent rapport fait le point sur le fonctionnement de la concurrence dans les services voyageurs grandes lignes. Il tire sa substance de trois études circonstanciées. Le chapitre 2 analyse les conclusions tirées de modèles théoriques construits par Preston (2008a). Le chapitre 3 montre comment la concurrence pour le marché fonctionne dans les faits, en mettant l'accent plus particulièrement sur les conséquences de la privatisation de l'East Coast Main Line (dorsale de la côte Est) et en s'appuyant en partie sur Preston (2008b). Le chapitre 4 analyse, en se fondant sur Griffiths (2009), l'histoire récente des services d'accès libre qui se font concurrence sur le marché britannique. Le rapport se termine par quelques conclusions.

2. MODÈLES THÉORIQUES DE CONCURRENCE FERROVIAIRE

La concurrence ferroviaire, lorsqu'elle existe, n'est par nature que l'affaire de quelques-uns. La demande est souvent trop faible pour nourrir un grand nombre d'opérateurs et les économies d'échelle et de densité peuvent en outre limiter le nombre optimum d'entreprises sur les marchés ferroviaires (voir par exemple Smith et Wheat, 2009). La structure normale du secteur est donc celle de la concurrence oligopolistique. Les modèles classiques posent en hypothèse que la concurrence s'exerce au niveau soit des prix (concurrence à la Bertrand), soit des services (concurrence à la Cournot). Il est communément avancé que là où la capacité est difficile à augmenter (dans les chemins de fer par exemple), la concurrence sera à la Cournot, alors que là où la capacité est facile à renforcer (dans le secteur des autocars et autobus par exemple), elle sera à la Bertrand (Quinet et Vickerman, 2004, p. 263). Une telle assertion fait toutefois abstraction du rôle de la demande. Le marché du transport ferroviaire urbain a ceci de caractéristique que les voyageurs tendent à prendre le premier train qui passe. La concurrence par les prix est plus active sur les marchés des voyages avec réservation tels que les services grandes lignes. Elle a d'ailleurs été une facette majeure de la concurrence que British Coachways, National Express et British Rail se sont livrée au début des années 80 (Douglas, 1987). Kreps et Scheinkman (1983) ont toutefois montré que les concurrences à la Bertrand et à la Cournot peuvent s'équivaloir en cas d'engagement quantitatif préalable approprié.

Les modèles économiques de la concurrence ferroviaire sont pour l'essentiel des modèles qui analysent l'impact d'horaires particuliers proposés sur certains itinéraires et qui présentent certaines similitudes avec les approches dynamiques fondées sur les horaires mises au point par d'autres (Wilson et Nuzzolo, 2004). Tel est le cas par exemple du modèle PRAISE (*Privatisation of RAIl SErvices* : privatisation de services ferroviaires) (Preston *et al*., 1999, 2002). SDG (2004) a procédé de façon similaire pour modéliser la concurrence sur les axes Bruxelles-Cologne et Madrid-Barcelone. Le module « demande » de PRAISE pose en hypothèse que les particuliers décident des modalités de leur mobilité en passant par trois paliers successifs (Figure 1) : le voyageur choisit d'abord (palier inférieur) le type de service et de billet, choisit ensuite (palier intermédiaire) la qualité de son déplacement et choisit enfin (palier supérieur) de prendre ou ne pas prendre le train. Le modèle permet donc de répartir la demande entre les types de trains et de billets et de suivre l'expansion ou la contraction de l'ensemble du marché ferroviaire entraînée par une modification des tarifs et des niveaux de service.

Figure 1. **Représentation schématique du modèle PRAISE de la demande**



Le choix du service et du type de billet pour l'aller et le retour est évalué au palier inférieur du modèle. Pour un particulier donné ayant des goûts donnés (valeurs des attributs) et préférant des heures de départ données pour l'aller et le retour, il est possible d'attribuer un « coefficient de pondération pour utilité » à chaque combinaison envisageable de type de train et de billet. Les probabilités de choix sont alors déterminées pour les sept meilleures combinaisons du voyage aller-retour en utilisant la formule logit multinomiale

$$P_{ij} = \exp(\lambda U_j) / \sum_{j=1}^{9} \exp(\lambda U_j)$$

dans laquelle P_{ij} représente la probabilité du choix de la combinaison j de service et de billet par un particulier i et U_j une pondération pour utilité qui fait normalement entrer en ligne de compte les tarifs, le délai d'ajustement (différence entre l'heure à laquelle le voyageur aimerait partir et l'heure à laquelle les horaires lui permettent de partir), la durée du déplacement, l'obligation éventuelle d'achat du billet à l'avance et les correspondances, mais peut aussi ajouter à ces facteurs d'autres facteurs ferroviaires tels que la qualité du matériel roulant. λ est un paramètre d'étalement qui régit la sensibilité du choix à opérer entre les combinaisons de service et de billet.

Le palier intermédiaire du modèle est celui de l'évaluation du choix opéré en matière de qualité du déplacement (première classe ou classe ordinaire). Cette évaluation s'opère en estimant la valeur de l'utilité de chaque classe de service par le biais de l'utilité maximale attendue (EMU) :

$$EMU_{class} = \frac{1}{\lambda} \ln \sum_{j=1}^{9} \exp(\lambda U_j)$$

Le choix entre la première classe et la classe ordinaire est alors définie par le modèle logit binaire :

$$P_{First} = \exp(\theta EMU_{First}) / (\exp(\theta EMU_{First}) + \exp(\theta EMU_{Standard}))$$

dans lequel θ est un coefficient de réduction qui détermine la sensibilité du choix entre les deux classes. La valeur de θ varie selon l'objet du déplacement.

Le palier final du modèle est celui où le voyageur choisit de prendre ou de ne pas prendre le train. L'opération s'effectue en chiffrant la valeur estimative que le voyageur accorde au voyage en train (EMU_{train}) et en utilisant un autre modèle logit binaire pour répartir le marché entre les différents modes

$$EMU_{Train} = \frac{1}{\theta} \ln(\exp(\theta EMU_{First}) + \exp(\theta EMU_{Standard})) \text{ et}$$

$$P_{Train} = \exp(\gamma EMU_{Train}) / (\exp(\gamma EMU_{Train}) + 1)$$

Dans les versions initiales du modèle, l'utilité du choix d'un mode autre que le train était posée égale à zéro et γ se voyait attribuer deux valeurs distinctes pour limiter l'élasticité de la demande britannique de mobilité à finalité professionnelle et non professionnelle par rapport aux tarifs à respectivement -0.5 et -1.0 (ce qui correspond aux chiffres de British Railway Board, 1990). En Suède, l'élasticité a été estimée à -0.4 pour les déplacements à finalité professionnelle, -0.6 pour les migrations alternantes et -0.9 pour les déplacements de loisirs (chiffres fournis par l'opérateur public SJ). La version britannique du modèle attribue au temps dépensé à des fins professionnelles ou non professionnelles une valeur de respectivement 60 et 3 pence par minute (prix de 2000) calculée sur la base de chiffres tirés d'une enquête locale (Preston *et al.*, 1999). La version suédoise du modèle lui

attribue une valeur de respectivement 16 et 8 pence par minute (également en prix de 2000) calculée sur la base de chiffres nationaux et des études de Rosenlind *et al.* (2001). Le modèle détermine, en se fondant sur la structure existante de la demande, les heures de départ idéales et le coût d'un départ effectué plus tôt ou plus tard. Une modification des horaires modifie le poids de ce coût. Ces heures de départ idéales sont utilisées pour déterminer des jeux de choix et tempérer les préoccupations soulevées par l'indépendance de la propriété alternative inappropriée des modèles logit multinomiaux (Jansson et Mortazavi, 2000).

Pour un itinéraire donné, le module « coûts » se fonde sur une formule du coût de revient total qui se présente sous la forme suivante :

$$TC = (1 + A)(aV + bVH + cVKM + dPKM)$$

dans laquelle

TC représente les coûts totaux,
A la majoration administrative,
V les véhicules,
VH les véhicules/heure,
VKM les véhicules/kilomètre et
PKM les voyageurs/kilomètre.

Cette fonction linéaire simplifie de toute évidence des relations plus complexes, mais est néanmoins largement utilisée dans le monde des chemins de fer (Rosenlind *et al.*, 2001) et s'appuie sur des fondements empiriques assez valables (Jörgensen et Preston, 2003). Les paramètres incorporés dans le module « coûts » viennent des opérateurs en place. Une différence capitale se situe au niveau de la tarification de l'accès aux voies. En Grande-Bretagne, le gestionnaire des infrastructures est une société commerciale (Railtrack de 1996 à 2002 et Network Rail ensuite) qui calcule ses redevances en appliquant le principe de la couverture intégrale des coûts. En Suède, le gestionnaire des infrastructures (Banverket) est un organisme public dont les redevances sont censées couvrir les coûts marginaux à court terme. Il s'ensuit qu'en prix de 2000, les redevances d'accès aux voies s'élevaient à environ 5 GBP par train/kilomètre en Grande-Bretagne contre 65 pence par train/kilomètre en Suède.

Dans le module d'évaluation, le profit est égal à la différence entre les recettes totales et le coût total, tandis que les modifications de la rente du consommateur sont calculées en utilisant la règle de la division par deux. La modification du bien-être est représentée par la somme de la modification du profit et de la rente du consommateur.

Les Tableaux 1 et 2 font la synthèse des résultats de l'application du modèle PRAISE à un service interurbain britannique plus ou moins cadencé à l'heure (ligne GB1) transportant quelque 2 millions de voyageurs par an. Cette ligne relie deux grandes villes entre elles, mais porte également un fort trafic de migrations alternantes à ses deux extrémités. Il est posé en hypothèse que l'opérateur en place et le nouvel entrant utilisent le même matériel roulant et que la qualité ainsi que, les arrêts étant les mêmes, la vitesse du service sont partant également les mêmes. Il est, dans la réalité, vraisemblable que la concurrence s'exercera au niveau non seulement de la qualité du service, mais aussi de la fréquence et des tarifs, mais il faudrait pour en tenir compte modéliser en détail le marché du matériel roulant.

Tableau 1. **Résultats d'une concurrence marginale sur la ligne GB1**

Application du modèle	Tarifs	Structure des services de l'entrant	Interchangeabilité des billets	Part de l'opérateur en place (%)	Croissance du marché du rail (%)
1	A*	1*	oui	93.9	0.6
2	A*	1*	non	94.6	0.4
3	B*	1*	oui	88.9	2.5
4	B*	1*	non	87.4	1.8
5	C*	1*	oui	93.3	10.8
6	C*	1*	non	94.3	10.4
7	A*	2*	oui	89.8	-2.6
8	A*	2*	non	89.6	-3.1
9	B*	2*	oui	86.0	-0.3
10	B*	2*	non	84.3	-1.1
11	C*	2*	oui	88.7	7.3
12	C*	2*	non	88.6	6.6

Notes :

1* Le nouvel entrant propose deux nouveaux services rapides supplémentaires par sens pendant les pointes du matin et du soir.
2* Le système est saturé, l'entrant remplace deux des services assurés par l'opérateur en place par sens pendant les pointes du matin et du soir par des services rapides.
A* Les prix du nouvel entrant sont égaux à ceux du tarif de base de l'opérateur en place.
B* Le nouvel entrant réduit les tarifs de 20 pour cent.
C* Les deux opérateurs réduisent leurs tarifs de 20 pour cent.

Le Tableau 1 analyse l'impact qu'une concurrence marginale peut avoir sur la demande. Il montre qu'un nouvel entrant peut, en assurant deux services supplémentaires en heures de pointe, attirer à lui 6 à 12 pour cent du marché et élargir le marché de moins de 1 pour cent à plus de 10 pour cent selon qu'il y a ou n'y a pas de concurrence par les prix. En reprenant deux des services assurés par l'opérateur en place pendant les heures de pointe, le nouvel entrant peut conquérir jusqu'à 15 pour cent du marché, mais ce marché perdra un peu de son étendue, parce que le nouvel entrant n'a pas intérêt à desservir certaines des gares intermédiaires précédemment desservies par l'opérateur en place et qu'un service ainsi raboté n'est vraisemblablement pas de nature à servir l'intérêt général.

Le Tableau 2 montre qu'à concurrence équivalente, le nouvel entrant peut, s'il assure la même fréquence de service que l'opérateur en place, conquérir de 45 à 57 pour cent du marché. Ce marché n'augmentera toutefois au total que de 6 à 19 pour cent, parce que le nouvel entrant ne va pas desservir certaines gares intermédiaires. L'opérateur en place a toutefois l'avantage d'avoir l'horaire le mieux adapté aux attentes des voyageurs en matière d'heures d'arrivée.

Tableau 2. **Résultats d'une simulation de l'exercice d'une concurrence frontale sur la ligne GB1**

Application du modèle	Tarif de l'opérateur en place	Tarif du nouvel entrant	Interchangeabilité des billets	Part de l'opérateur en place (%)	Croissance du marché du rail (%)
13	0	0	oui	54.8	8.6
14	0	0	non	54.0	6.1
15	0	-10 %	oui	48.7	11.2
16	0	-10 %	non	43.6	8.6
17	-10 %	-10 %	oui	55.1	13.6
18	-10 %	-10 %	non	54.4	11.1
19	-10 %	-20 %	oui	48.9	16.3
20	-10 %	-20 %	non	43.8	13.6
21	-20 %	-20 %	oui	55.3	18.7
22	-20 %	-20 %	non	54.8	16.1

Note : Le nouvel entrant offre la même fréquence de service que l'opérateur en place.

L'impact de différentes formes de concurrence a également été modélisé en Suède. Les Tableaux 3 et 4 rassemblent les résultats de l'exercice réalisé sur deux lignes interurbaines parcourues par des trains qui se succèdent sur l'une à moins d'une heure d'intervalle en moyenne (ligne S1) et sur l'autre à plus de deux heures d'intervalle en moyenne (ligne S2). La ligne S1 est empruntée par quelque 2 millions de voyageurs par an et accueille des migrations alternantes à ses deux extrémités, tandis que la ligne S2 ne compte que 0.25 million de voyageurs par an et n'achemine des migrations alternantes qu'à une seule de ses extrémités. Pour ce qui est des services, le nouvel entrant soit assure le même nombre de circulations que l'opérateur en place, soit ne fait circuler qu'un train par sens en période de pointe (ou deux sur la ligne à haute fréquence de desserte). Il y a dans ce cas concurrence marginale. Pour ce qui est des tarifs, le nouvel entrant soit aligne ses tarifs sur ceux de l'opérateur en place, soit offre des tarifs de 10 ou 20 pour cent moins élevés. L'opérateur en place ne change rien à ses tarifs ou s'aligne sur les réductions offertes par le nouvel entrant. Les billets sont censés ne pas être interchangeables entre les deux opérateurs.

Tableau 3. **Concurrence sur la ligne interurbaine à haute fréquence de desserte S1**

Tarif de l'opérateur en place	Tarif du nouvel entrant	Services de l'opérateur en place	Services du nouvel entrant	Fréquentation totale (base 100)	Part de marché de l'opérateur en place (en %)	Part de marché du nouvel entrant (en %)
Inchangé	Identique	Inchangés	Identiques	112	47	53
Inchangé	-10 %	Inchangés	Identiques	126	15	85
Inchangé	-20 %	Inchangés	Identiques	139	6	94
-10 %	-10 %	Inchangés	Identiques	130	47	53
-20 %	-20 %	Inchangés	Identiques	144	47	53
Inchangé	Identique	Inchangés	Marginaux	101	99	1
Inchangé	-10 %	Inchangés	Marginaux	103	95	5
Inchangé	-20 %	Inchangés	Marginaux	105	85	15
-10 %	-10 %	Inchangés	Marginaux	122	99	1
-20 %	-20 %	Inchangés	Marginaux	136	99	1

Le Tableau 3 montre que sur la ligne S1, un nouvel entrant dont les tarifs et les services sont identiques à ceux de l'opérateur en place conquiert 53 pour cent du marché, soit plus que 50 pour cent, parce que le nouvel entrant peut concocter des horaires qui étoffent particulièrement bien la desserte pendant les heures les plus chargées de la journée. Dans la pratique, l'opérateur en place va adapter ses horaires de départ à ceux du nouvel entrant et lancer ainsi un processus itératif au terme duquel les parts de marché devraient sans doute s'équilibrer. La concurrence par les prix exercée par le nouvel entrant peut avoir un effet dramatique sur la part de marché de l'opérateur en place en la ramenant de 47 à 6 pour cent. L'impact de la concurrence par les prix est plus marqué sur la ligne à haute fréquence de desserte, parce que la baisse des tarifs peut plus que contrebalancer l'ajustement des horaires. La concurrence marginale du nouvel entrant n'a qu'un impact minime, puisqu'elle lui fera gagner 1 pour cent de part de marché s'il ne baisse pas ses tarifs, mais 15 pour cent s'il les baisse de 20 pour cent. L'opérateur en place peut, en s'alignant sur la baisse proposée par le nouvel entrant, ramener la part de marché de ce dernier à 1 pour cent. La concurrence peut dans ce cas ne pas être académique. La concurrence tant équivalente que marginale peut être profitable aux deux parties.

Le Tableau 4 montre que sur la ligne à faible fréquence de desserte (S2), un nouvel entrant dont les tarifs et les services sont identiques à ceux de l'opérateur en place peut conquérir 56 pour cent du marché, c'est-à-dire plus que 50 pour cent pour les mêmes raisons que dans le cas de la ligne à faible fréquence de desserte S1 sur laquelle les horaires laissent toutefois au nouvel entrant plus de trous à combler pendant les périodes de pointe. Le nouvel entrant peut encore ramener la part de marché de l'opérateur en place de 44 à 30 pour cent en portant la concurrence sur le plan des tarifs, mais l'opérateur en place peut retrouver ses 44 pour cent de part de marché en baissant ses tarifs jusqu'à les ramener au niveau de ceux du nouvel entrant. Une concurrence marginale permet au nouvel entrant de capturer 23 pour cent du marché sans baisser ses tarifs, ou même 31 pour cent s'il les réduit de 20 pour cent. Si l'opérateur en place procède aux mêmes baisses de tarif, la part de marché du nouvel entrant peut retomber à 23 pour cent. Il convient de souligner que sur une telle ligne à faible fréquence de desserte, la concurrence pourrait être largement académique, étant donné qu'aucun des scénarios examinés ne fait apparaître d'occasion d'entrée profitable.

Tableau 4. **Concurrence sur la ligne interurbaine à faible fréquence de desserte S2**

Tarif de l'opérateur en place	Tarif du nouvel entrant	Services de l'opérateur en place	Services du nouvel entrant	Fréquentation totale (base 100)	Part de marché de l'opérateur en place (en %)	Part de marché du nouvel entrant (en %)
Inchangé	Identique	Inchangés	Identiques	122	44	56
Inchangé	-10 %	Inchangés	Identiques	127	37	63
Inchangé	-20 %	Inchangés	Identiques	133	30	70
-10 %	-10 %	Inchangés	Identiques	131	44	56
-20 %	-20 %	Inchangés	Identiques	140	44	56
Inchangé	Identique	Inchangés	Marginaux	108	77	23
Inchangé	-10 %	Inchangés	Marginaux	110	73	27
Inchangé	-20 %	Inchangés	Marginaux	112	69	31
-10 %	-10 %	Inchangés	Marginaux	116	77	23
-20 %	-20 %	Inchangés	Marginaux	125	77	23

PRAISE n'est pas un modèle d'équilibre, mais un modèle qui sert à évaluer l'impact de plusieurs scénarios. Le Tableau 5 rassemble, à titre d'exemple, les résultats qu'il donne pour la ligne GB1. Ces chiffres donnent à penser que la concurrence équivalente est le plus souvent inenvisageable, mais aussi que la concurrence marginale pourrait s'exprimer dans certaines circonstances (notamment quand un règlement impose l'interchangeabilité des billets – application n° 5 du modèle). Le bien-être ne progresse toutefois presque jamais, sauf dans l'application n° 11 du modèle.

Tableau 5. **Résultats de l'application du modèle PRAISE à la ligne interurbaine GB1 (par jour)**

Application du modèle	Tarif	Services de l'entrant	Interchan-geabilité	Bénéfice de l'opérateur en place #	Bénéfice de l'entrant	Rente du consommateur (affaires)	Rente du consommateur (non affaires)	Bien-être
1	A*	1*	oui	30 815	+1 267	+ 1 528	+ 82	- 9 051
2	A*	1*	non	31 962	- 847	+ 891	+ 82	- 10 657
3	B*	1*	oui	12 419	+ 16 670	+ 4 686	+ 791	- 8 178
4	B*	1*	non	17 799	+ 10 379	+ 3 510	+ 512	- 10 544
5	C*	1*	oui	23 545	+ 528	+ 12 741	+ 4 548	- 1 383
6	C*	1*	non	25 017	- 2 135	+ 12 055	+ 4 483	- 3 326
7	A*	2*	oui	29 591	+ 11 381	- 3 578	- 1 046	- 6 397
8	A*	2*	non	29 553	+ 9 183	- 4 603	- 1 153	- 9 765
9	B*	2*	oui	20 050	+ 18 888	+ 446	- 210	- 3 570
10	B*	2*	non	22 158	+ 14 700	- 845	- 507	- 7 239
11	C*	2*	oui	23 241	+ 10 529	+ 7 592	+ 3 380	+ 1 727
12	C*	2*	non	23 240	+ 7 999	+ 6 466	+ 3 230	- 1 810

Notes :

1* Le nouvel entrant propose deux nouveaux services rapides supplémentaires par sens pendant les pointes du matin et du soir.
2* Le système est saturé, l'entrant remplace deux des services assurés par l'opérateur en place par sens pendant les pointes du matin et du soir par des services rapides
A* Les prix du nouvel entrant sont égaux à ceux du tarif de base de l'opérateur en place
B* Le nouvel entrant réduit les tarifs de 20 pour cent.
C* Les deux opérateurs réduisent leurs tarifs de 20 pour cent.
Bénéfice de départ de l'opérateur en place : 42 746 GBP.

La ligne GB1 est longée par une ligne GB1A plus lente qui se parcourt de bout en bout en une heure de plus. Il est apparu que si les tarifs pratiqués sur la ligne GB1A étaient inférieurs de moitié à ceux de la ligne GB1, la ligne GB1A pourrait capturer 25 pour cent du marché de bout en bout. Il n'a pas été possible d'analyser l'incidence de ce scénario sur le bien-être, parce que les données relatives à la demande et aux coûts de la ligne GB1A n'étaient pas complètes, mais l'analyse révèle néanmoins qu'une concurrence entre lignes parallèles nourrie par la différenciation des produits peut se concevoir. Plusieurs paires d'origine et de destination, notamment la paire Londres- Birmingham, sont là pour le prouver[3].

Le Tableau 6 donne les résultats de l'application du modèle PRAISE à la ligne interurbaine suédoise S1. Il convient de souligner que cette ligne est parallèle à une ligne S1A plus lente qui se parcourt de bout en bout en une heure de plus environ et dont le trafic monte à plus ou moins un million de voyageurs par an. Le Tableau montre que si les tarifs sont de 20 pour cent moins élevés et que les billets ne sont pas interchangeables (scénario concurrentiel sans doute le plus vraisemblable), une entrée marginale (scénarios 68 à 72) fait augmenter le profit dans la mesure où elle induit une

désaffection des services peu rémunérateurs de la ligne S1A au profit des services de la ligne S1 sur laquelle les marges bénéficiaires sont meilleures. La concurrence frontale (scénarios 63 à 67) réduit les profits globaux de quelque 30 pour cent bien que les services de la ligne S1 restent bénéficiaires dans leur ensemble. La demande, exprimée en nombre de voyageurs, dont les services de la ligne S1 font l'objet pourrait augmenter de plus de 40 pour cent, mais la progression de la demande cumulée dont les services des deux lignes S1 et S1A font l'objet est plus faible (12 pour cent au maximum). Certains scénarios pénalisent les consommateurs, parce que l'augmentation de la fréquence de desserte ne suffit pas à compenser la non-interchangeabilité des tickets délivrés sur la ligne 1A de rabattement et sur la ligne 1 principale. L'analyse semble démontrer que la liberté d'accès débouche le plus vraisemblablement sur le scénario 67 (concurrence frontale avec baisse des tarifs) qui entraîne une augmentation du bien-être équivalente à 31 pour cent des profits de base. Il convient de souligner qu'un opérateur en place averti de l'arrivée possible d'un nouvel entrant va probablement y faire obstacle en doublant ses fréquences de desserte. Il convient aussi de ne pas perdre de vue qu'un monopoleur réglementé qui réduit légèrement ses niveaux de service, mais baisse ses tarifs de 20 pour cent pourrait donner naissance à une plus forte augmentation du bien-être, équivalente à 118 pour cent des profits de base.

Tableau 6. **Résultats de l'application du modèle PRAISE aux lignes interurbaines S1 et S1A**

Scénario	Tarif ligne 1A	Tarif ligne 1 op. place	Tarif ligne 1 entrant	Services ligne 1A	Services ligne 1 op. place	Services ligne 1 entrant	Nbre voyageurs ligne 1	Profits lignes 1 et 1A	RC lignes 1 et 1A*	Bien-être lignes 1 et 1A*
63	Inchangé	Inchangé	Équiv.	Inchangé	Inchangé	Équiv.	+ 12.3 %	- 26.0 %	- 8.6 %	- 34.6 %
64	Inchangé	Inchangé	- 10 %	Inchangé	Inchangé	Équiv.	+ 25.5 %	- 22.7 %	+ 12.3 %	- 10.4 %
65	Inchangé	Inchangé	- 20 %	Inchangé	Inchangé	Équiv.	+ 38.5 %	- 27.1 %	+ 42.6 %	+ 15.6 %
66	Inchangé	- 10 %	- 10 %	Inchangé	Inchangé	Équiv	+ 30.0 %	- 18.9 %	+ 20.8 %	+ 1.9 %
67	Inchangé	- 20 %	- 20 %	Inchangé	Inchangé	Équiv.	+ 43.0 %	- 23.1 %	+ 54.4 %	+ 31.3 %
68	Inchangé	Inchangé	Équiv.	Inchangé	Inchangé	Margin.	+ 1.6 %	+ 42.3 %	- 20.3 %	+ 22.0 %
69	Inchangé	Inchangé	- 10 %	Inchangé	Inchangé	Margin.	+ 2.5 %	+ 42.6 %	- 19.5 %	+ 23.1 %
70	Inchangé	Inchangé	- 20 %	Inchangé	Inchangé	Margin.	+ 4.9 %	+ 41.3 %	- 16.6 %	+ 24.7 %
71	Inchangé	- 10 %	- 10 %	Inchangé	Inchangé	Margin.	+ 21.8 %	+ 54.4 %	+ 7.1 %	+ 61.5 %
72	Inchangé	- 20 %	- 20 %	Inchangé	Inchangé	Margin.	+ 36.4 %	+ 53.0 %	+ 39.3 %	+ 92.2 %

Notes : RC = rente du consommateur, op.place = opérateur en place, Équiv. = équivalent, * pourcentage exprimé par rapport à un profit de base et une situation de base dans laquelle les billets sont interchangeables.

Pour la ligne S1, le scénario de maximisation libre du profit a été trouvé comparable dans l'ensemble au scénario de maximisation du bien-être. Les deux scénarios postulent toutefois un subventionnement des services assurés sur la ligne S1A. Il faut en conclure que les services assurés sur la ligne S1 par un opérateur monopolistique réglementé de services à grande vitesse peuvent ajouter à l'efficience statique, s'il y a concurrence marginale des services classiques exploités sur la ligne S1A en étant subventionnés dans des proportions appropriées et concurrence des autres modes de transport, à savoir la voiture, l'autocar et l'avion. Il semble en outre que la pratique, sur la ligne S1, de tarifs plus bas que les tarifs actuels serait très bénéfique au bien-être.

L'analyse a aussi révélé que deux opérateurs dont les billets ne sont pas interchangeables peuvent faire du bénéfice en se livrant une concurrence frontale, mais vont plus probablement baisser tous les deux leurs tarifs de plus ou moins 10 pour cent. Dans ce dernier cas, la concurrence devient plus envisageable, mais reste quand même indésirable, quoique dans une moindre mesure. Deux opérateurs présents sur la ligne S1 peuvent, même si leurs billets sont interchangeables, faire du bénéfice en se livrant une concurrence frontale, mais l'augmentation du bien-être ne représente qu'une moitié

environ de l'augmentation maximale trouvée. Si les billets ne sont pas interchangeables, l'augmentation du bien-être ne représente qu'un quart environ de l'augmentation maximale trouvée. L'augmentation du bien-être est maximale quand les tarifs sont réduits de 20 pour cent et les niveaux de service sont légèrement rabaissés sur la ligne S1 et restent inchangés sur la ligne S1A.

Sur la ligne interurbaine S2 à faible fréquence de desserte, le service est déficitaire si le taux de couverture des coûts est proche de 60 pour cent. Le calcul fait toutefois entrer en ligne de compte le coût de revient total, dans lequel les coûts administratifs interviennent à hauteur de 15 pour cent, mais n'inclut pas dans les recettes celles qui proviennent d'autres activités exercées sur le réseau ainsi que d'activités non ferroviaires. Si tous ces paramètres sont pris en compte, le service est, en coûts actualisés, proche du seuil de rentabilité et devient bénéficiaire avec du matériel roulant neuf.

L'application du modèle à la ligne S2 démontre que la concurrence est inconcevable avec les niveaux de coûts actuels. Une réduction substantielle des tarifs et modeste des services maximise le bien-être et réduit les pertes de plus d'un tiers. La maximisation du profit postule en revanche un net relèvement des tarifs et une forte réduction des services qui permettront de réduire les pertes de moitié, mais n'ajouteront au bien-être qu'un sixième de l'augmentation maximale possible. En cas de baisse des coûts de 20 pour cent, les scénarios de maximisation du profit et de maximisation du bien-être continuent à avoir un impact différent sur le bien-être, quoique le service puisse se rapprocher de son seuil de rentabilité. L'interchangeabilité des billets pourrait laisser une certaine concurrence marginale se développer les jours à forte intensité de trafic (soit les vendredis et les dimanches où la demande est deux fois plus importante que pendant la moyenne des autres jours de la semaine – voir à ce sujet Jansson, 2001), mais cette concurrence a un effet négatif sur le bien-être.

Il est possible de généraliser les résultats de ces simulations informatisées. La *Strategic Rail Authority* a conçu une version générique du modèle PRAISE (Whelan, 2002) et réalisé une méta-analyse des applications du modèle pour déterminer des fonctions de réaction. Il ressort de l'analyse qu'eu égard au niveau actuel des redevances d'accès aux voies dues en Grande-Bretagne, la concurrence frontale n'est commercialement parlant pas viable, même si les capacités disponibles sont suffisantes. Une entrée sélective, matérialisée par l'organisation de circulations pendant les périodes de pointe ou vers certaines destinations particulières ou par l'investissement de marchés de niche consistant en services spécialisés, pourrait en revanche être commercialement parlant envisageable, surtout si le pouvoir législatif impose l'interchangeabilité des billets. La concurrence déboucherait en outre sur l'abandon de marchés moins porteurs (en l'occurrence les gares intermédiaires peu fréquentées) et la concentration du service sur les marchés lourds, comme cela s'est passé après la déréglementation des services d'autocars rapides (Cross et Kilvington, 1985) et sur le marché allemand du transport de voyageurs par chemin de fer (Séguret, *op. cit.*).

Les études suédoises montrent par contre qu'une concurrence frontale est commercialement parlant envisageable sur les lignes les plus chargées si les redevances d'accès sont moins élevées, quoique des contraintes de capacité puissent la rendre techniquement impossible. Cette concurrence n'est toutefois pas souhaitable, parce qu'elle pousse à une multiplication pléthorique de services trop chers, alors que le scénario de maximisation du bien-être implique une baisse substantielle des tarifs sur les lignes les plus chargées. L'importance de la concurrence entre lignes parallèles ne manque pas d'intérêt. Si la ligne lente est subventionnée dans des proportions telles que les tarifs et les fréquences se situent au niveau qui maximise le bien-être, l'opérateur monopolistique de la ligne rapide qui cherche à maximiser son profit va probablement tendre vers une combinaison tarifs/fréquences proche de celle qui maximise le bien-être. La concurrence ne s'est pas révélée envisageable sur les lignes suédoises peu chargées.

Les modèles de ce type amènent généralement à conclure que la concurrence qui s'exerce, le cas échéant, sur le marché du trafic ferroviaire à longue distance n'a rien d'une situation d'oligopole (à la Cournot ou à la Bertrand), mais se présente vraisemblablement sous la forme d'une concurrence oligopolistique du type décrit par Salop (1979) et Novshek (1980) caractérisée par non seulement une surabondance de services offerts à des tarifs trop élevés, mais aussi une certaine concentration de ces services dans le temps et dans l'espace.

L'affirmation selon laquelle la concurrence sur les marchés ferroviaires n'est généralement pas bénéfique au bien-être mérite d'être nuancée à de nombreux points de vue. Il convient ainsi de rappeler en premier lieu que les opérateurs sont censés afficher un bilan coûts/efficience favorable, alors que là où il ne l'est pas, la concurrence peut contribuer puissamment à l'améliorer. Il convient aussi de rappeler en second lieu que l'efficience dynamique est occultée et qu'il n'est pas tenu compte du fait que la concurrence peut promouvoir l'innovation, en matière de différenciation du produit notamment. Et il convient de rappeler en troisième lieu (le fait est lié au précédent) que la tarification est dite uniforme, du moins segment par segment, alors que la concurrence peut promouvoir l'innovation en matière tarifaire dans la mesure où elle est stimulée par l'amélioration des moyens technologiques d'établissement des titres de transport tels qu'Internet, les cartes à puce et les téléphones mobiles. Il s'ensuit que la modélisation se focalise actuellement sur la concurrence entre les différents types de billets délivrés par tous les opérateurs d'un même mode de transport ou même par chacun d'entre eux (Wardman et Toner, 2003).

3. CONCURRENCE HORS RAIL

Il a été souligné dans l'introduction que la concurrence pour l'accès aux services grandes lignes des chemins de fer est limitée. Cette situation s'explique sans doute en partie par le fait que les services des chemins de fer sont déjà concurrencés par la voiture et l'autocar sur les petites distances et par l'avion sur les longues, mais aussi par cet autre fait qu'aucun argument péremptoire ne plaide en faveur du subventionnement des services grandes lignes des chemins de fer. L'argument de l'incidence positive de l'augmentation des services sur la rente de l'usager (effet Mohring) qui semble le mieux plaider en faveur du subventionnement perd de sa validité, de même d'ailleurs que l'argument moins convaincant de l'atténuation de la congestion routière, dans le cas des services à faible fréquence de desserte pour lesquels les voyageurs adaptent leur arrivée à l'heure de départ de leur train. La préférence pourrait donc aller à la concurrence sur le marché des services grandes lignes telle que la Directive CE 91/440 l'envisage, mais l'inertie institutionnelle se conjugue à l'étroitesse des opportunités commerciales pour limiter également le développement de cette concurrence.

La concurrence pour le marché en Grande-Bretagne est donc éclairante. La Grande-Bretagne est passée par trois grandes phases de privatisation (voir Preston, 2008b). La première, organisée par l'Office de privatisation du transport de voyageurs par chemin de fer de 1996 à 1997, a débouché pour l'essentiel sur la conclusion de contrats à coûts nets de 7 ans imposant des niveaux minima de service et réglementant environ la moitié des tarifs. La dorsale de la côte Ouest est une exception importante à la règle en ce sens que le contrat a été établi pour 15 ans, parce que ses infrastructures devaient être modernisées et adaptées à la circulation de trains pendulaires capables de rouler à 200 km/h, mais ces travaux ne se sont terminés qu'en 2008.

La seconde phase, lancée par l'Autorité stratégique des chemins de fer, est une phase au cours de laquelle huit concessions ont été réattribuées. Les concessions devaient cette fois être attribuées pour 20 années au cours desquelles les opérateurs allaient jouir d'une plus grande liberté commerciale. Deux concessions seulement de ce type ont effectivement été attribuées, l'une pour les services urbains de la région de Liverpool (Merseyrail) et l'autre à Chiltern Rail (qui assure également quelques services à longue distance entre Londres et Birmingham et ses au-delà). Les autres franchises redistribuées font écho à la déliquescence financière du secteur consécutive à l'accident d'Hatfield de 2000 et à la faillite subséquente de 13 des 25 opérateurs de trains (Nash et Smith, 2006). Thompson (2006) observe que deux seulement de ces 13 faillites sont le fait d'opérateurs de grandes lignes appartenant à une holding (Virgin Trains) affectée par les retards et les dépassements de coûts enregistrés sur la dorsale de la côte Ouest. L'insuccès de ces concessions est une des raisons du retour à l'octroi de concessions de plus courte durée et plus strictement encadrées.

La troisième phase, conduite par le Ministère des Transports depuis 2005, a vu la réattribution de 10 autres concessions. Cette phase se caractérise par l'estompement de la distinction entre les concessions de lignes interurbaines à longue distance et les concessions de services suburbains et régionaux : le Great Western a englobé les anciennes concessions de la Tamise (services londoniens de banlieue au départ de Paddington) et du Wessex (services régionaux du Sud-Ouest), tandis que la Midland Main Line a fusionné avec quelques services régionaux pour former East Midlands Trains. Elle se caractérise en outre par la mise en place d'un régime d'incitation qui partage le risque entre le concédant et le concessionnaire en ce sens qu'après les quatre premières années de la période couverte par la concession, la moitié de la partie des recettes générées par les tarifs qui se situe au-delà de 102 pour cent des montants prévus au départ par la TOC est partagée avec le Ministère des Transports, tandis que celui-ci couvre 50 pour cent du déficit, si les tarifs génèrent moins de 98 pour cent des montants initialement prévus par la TOC ou 80 pour cent du déficit s'ils génèrent moins de 96 pour cent de ces montants. Ce mécanisme de partage du risque lié à l'imprévisibilité des recettes vise à réfréner le dépôt de soumissions aventureuses comme cela s'est vu à la fin de la première phase (Preston *et al*., 2000), mais pourrait inciter à déposer des soumissions plus agressives après quelques années, quand le mécanisme de partage du risque commence à fonctionner.

D'aucuns craignaient au départ que la concurrence hors rail ne s'avère pas très efficiente (Preston, 1996). Tel n'a toutefois pas été le cas, parce que les sociétés privatisées de transport de voyageurs par route ont dès le départ participé activement aux procédures d'appel d'offres et que ces procédures ont été suivies avec de plus en plus d'intérêt à l'étranger à tel point que des organisations françaises, allemandes, chinoises (Hong Kong) et néerlandaises sont aujourd'hui entrées dans le capital de concessionnaires de services ferroviaires. Il y a eu 5.4 candidatures en moyenne par appel d'offres au cours de la première phase, mais l'intérêt a un peu faibli par la suite, puisqu'il n'y en a plus eu que 4.2 au cours de la deuxième et 3.8 au cours de la troisième. D'aucuns craignent que le niveau des coûts de participation aux appels d'offres (estimés à 5 millions GBP environ par candidat) dissuade d'y participer.

Tableau 7. **Concession de la ligne de la côte Est**

	Date de démarrage	Durée prévue	VAPN 1e année (millions GBP)	VAPN dernière année (millions GBP)
GNER	Avril 1996	7 ans	65[1]	0
GNER	Mai 2005	10 ans	(50)	(219)
National Express	Décembre 2007	7 ans et 3 mois	7	(311)

VAPN = valeur actualisée des paiements nets. Les chiffres entre parenthèses représentent les primes payées.
[1] : chiffre observé.

Source : Preston et Root (1999) et www.dft.gov.uk

La ligne de la côte Est, dont les services interurbains à longue distance entre Londres King's Cross et Leeds/Édimbourg constituent l'essentiel du trafic, donne matière à une étude de cas intéressante. Le Tableau 7 rassemble quelques données de base à son sujet. Au cours de la première phase de la procédure de privatisation, l'offre gagnante est venue de Great North Eastern Railways (GNER), une filiale de la compagnie maritime Sea Containers. Le service a dû être subventionné à hauteur de 65 millions GBP au cours de sa première année d'exploitation, mais ne l'a plus été à partir de la septième. Eu égard à l'assez bonne tenue de GNER et aux incertitudes de l'après Hatfield, le contrat de concession a, après négociation, été prorogé de deux ans avant le lancement d'une nouvelle procédure d'appel d'offres. L'opérateur en place a déposé une offre alléchante qui prévoyait le paiement d'une prime de 50 millions GBP la première année montant à 219 millions la dixième. La presse spécialisée a toutefois donné à entendre que cette offre n'était qu'à peine meilleure que celle qui s'est classée au second rang. L'offre a donc été acceptée et GNER a commencé à faire circuler ses trains sous le couvert de sa nouvelle concession en mai 2005. Plusieurs événements lui ont toutefois rapidement compliqué la vie. GNER n'avait en effet pas prévu la hausse brutale du coût du carburant de 2005-2006, le recul de ses recettes après les attentats à la bombe du 7 juillet 2005 à Londres Central, leur effritement supplémentaire, à York notamment, dû à l'entrée en scène de Grand Central, un opérateur qui tirait parti du régime de liberté d'accès, et, pour compliquer encore les choses, les difficultés financières de sa société mère. Il est rapidement apparu que GNER n'allait pas pouvoir payer les primes dues, alors qu'il devait encore attendre trois ans avant de pouvoir bénéficier du régime de partage des risques. En décembre 2006, GNER a conclu avec le Ministère des Transports un accord de gestion prévoyant l'entrée en application d'un régime d'incitation au cas où l'augmentation des recettes les poussait au-delà d'un niveau convenu. Le processus de réattribution de la concession a été lancé presque immédiatement.

Le résultat du dépouillement des offres soumises en juin 2007 a été annoncé en août. L'offre retenue avait été déposée par le National Express Group qui a commencé à faire circuler ses trains en décembre 2007. Son offre était elle aussi très intéressante, puisque la subvention de 7 millions GBP demandée pour la première année allait se muer en une prime de 311 millions GBP sept ans plus tard. D'aucuns ont pensé que National Express achetait du travail pour compenser la perte de plusieurs concessions (dont Central, Midland Mainline et Scotrail) et la presse spécialisée a même écrit que l'offre de National Express n'avait pas été la meilleure. Plusieurs événements lui ont également bientôt compliqué la vie. La crise du crédit ayant enlevé toute vraisemblance à l'augmentation de 10 pour cent des recettes sur laquelle son offre s'était appuyée et compte tenu des problèmes de sa maison mère, National Express East Coast a annoncé, en juillet 2009, qu'elle n'allait pouvoir tenir ses

engagements contractuels que jusqu'à la fin de 2009. Sachant d'expérience qu'une renégociation ferait augmenter les coûts de 23 à 28 pour cent (Smith et Wheat, 2009), le Gouvernement a décidé, comme il s'y était engagé précédemment, de ne pas négocier et s'est préparé à jouer le rôle d'opérateur en dernier recours qu'il avait déjà joué pour South East Trains (précédemment opérés par Connex) de 2003 à 2006. National Express East Coast renoncera à une caution de bonne fin de 32 millions GBP et se trouvera donc exposée, du fait aussi de son déficit cumulé, à hauteur de quelque 100 millions GBP. Le Gouvernement envisage également de faire jouer la clause de généralisation de la défaillance et de contraindre donc National Express à abandonner ses deux autres concessions (rentables). Une certaine incertitude plane toutefois sur l'avenir de National Express dans son ensemble et Stagecoach plc (exploitant de deux concessions et codétenteur d'une troisième) songe à lancer une offre publique d'achat.

Un des risques de la sous-traitance, dans les chemins de fer en particulier, est à rechercher du côté des comportements spéculatifs auxquels elle peut donner lieu. Certains soumissionnaires présentent ainsi dans un premier temps une offre particulièrement alléchante en partant de l'idée qu'ils vont ensuite la renégocier ou rogner sur la qualité du service offert. Le régime de garantie des performances mis en place en Grande-Bretagne (ce régime sanctionne financièrement le manque de ponctualité et le surencombrement des trains) exclut dans une large mesure cette dernière éventualité. Par ailleurs, la renégociation est une stratégie à haut risque, potentiellement dommageable à une réputation, à laquelle le secteur privé recourt en s'appuyant sur le triple postulat d'abord qu'aucun État ne peut se permettre de laisser ses chemins de fer (ou une partie d'entre eux) courir à la débâcle, ensuite que les États trouveront la renégociation d'une concession en voie de déconfiture moins coûteuse (et plus rapide) que l'organisation d'une nouvelle mise en adjudication et, enfin, qu'il négociera lui-même plus habilement (et pourra consacrer davantage de ressources à cette tâche) que le secteur public. Il pourrait ce faisant tirer avantage d'asymétries de l'information. Il semble bien que ce genre de comportement ait entaché la première phase du processus de concession, fût-ce sans aucune conséquence dans le cas de Connex, mais moins impunément dans le cas de Virgin. Thompson (2006) avance que ce genre de comportement spéculatif s'observe dans le domaine de la concession des services ferroviaires ailleurs aussi, notamment en Australie et en Amérique latine. Il ne semble pas avoir été efficace au cours de la troisième phase, parce que le Gouvernement s'en est strictement tenu à sa politique de non-renégociation, d'application des clauses de généralisation de la défaillance et de récupération de sa prime d'incitation à l'amélioration des performances. La double défaillance du concessionnaire de la côte Est en trois ans a évidemment de quoi préoccuper et donne à penser qu'il y a bien quelque chose comme la malédiction du vainqueur. Le problème pourrait peut-être se résoudre en remplaçant les contrats à subvention nette par des contrats à coût brut (comme cela s'est fait pour la concession des transports londoniens de surface), mais cela pourrait tempérer la propension de l'opérateur à augmenter ses recettes, ou en imaginant des contrats à durée de validité variable qui prendraient fin au moment où le concessionnaire paie sa prime en valeur actualisée, ce qui constitue en fait une variante de la méthode de la moindre valeur actualisée des recettes prônée par Engel *et al*. (2001).

4. CONCURRENCE SUR LE MARCHÉ

En Grande-Bretagne, la concurrence pour l'accès au marché a donc été freinée, comme il l'a déjà été souligné précédemment, par l'Office de réglementation des chemins de fer. L'Office a dans un premier temps limité cette concurrence à des paires origine/destination qui procuraient au

concessionnaire moins de 0.2 pour cent de ses recettes, confinant ainsi en fait la concurrence dans les aires de chevauchement des concessions (Shaw, 2000). Il a dans un second temps, c'est-à-dire jusqu'en 2002, donné aux concessionnaires la possibilité d'enregistrer des flux de recettes et limité le champ d'exercice de la concurrence à 20 pour cent des flux enregistrés, tous les flux non enregistrés étant par contre entièrement ouverts à la concurrence. Dans un troisième temps, soit après 2002, les demandes sont traitées plutôt au cas par cas et doivent faire la preuve que les services ne sont pas essentiellement prédateurs, le trafic généré devant se composer d'au moins 30 pour cent de trafic transféré (Griffiths, 2009). Les trois opérateurs qui ont à ce jour pu bénéficier de cette ouverture à la concurrence (la demande d'un troisième a été acceptée) sont Hull Trains qui relie Hull à Londres via la dorsale de la côte Est depuis 2000, Grand Central qui relie Londres à Sunderland via la même dorsale de la côte Est depuis 2007 et Wrexham, Marylebone and Shropshire Railway dont les trains circulent entre Wrexham et Londres depuis 2008. Grand Northern a par ailleurs obtenu la licence nécessaire pour assurer des services entre Bradford et Londres, mais la mise en exploitation tarde encore. Trois demandes ont été rejetées, à savoir une demande d'organisation d'un service Preston-Newcastle via Manchester et Leeds introduite par Grand Central, une demande d'ouverture d'un service Harrogate-Londres introduite par Hull Trains et une demande d'ouverture d'un service Aberdeen-Londres introduite par Platinum Trains. Les circulations non concédées[4] représentent actuellement 0.1 pour cent des déplacements, 0.6 pour cent des recettes générées par les voyageurs, 0.8 pour cent des recettes par voyageur/kilomètre et 1 pour cent des trains/kilomètre enregistrés sur le réseau national (ORR, 2009).

Tableau 8. **Services assurés en régime de liberté d'accès pendant l'été 2009**

	Nombre quotidien de trains du concessionnaire	Nombre quotidien de trains du concurrent	Prix minimum d'un AR en heures creuses (concessionnaire)	Prix d'un AR en heures creuses (concurrent)
Londres-Hull	1 (19)	7	85 GBP	69 GBP
Londres-Sunderland	0 (23)	3	105 GBP	71 GBP

Le Tableau 8 rassemble quelques chiffres relatifs aux deux opérateurs libres les mieux établis qui assurent tous les deux des services directs entre Londres et des villes d'environ 250 000 habitants de la côte Est de l'Angleterre auparavant mal desservies par le rail. L'opérateur concessionnaire assure principalement des services qui passent par Doncaster pour rejoindre Hull et par Newcastle pour rejoindre Sunderland. Les chiffres montrent que les services assurés par l'opérateur libre sur Hull et Sunderland ne représentent que respectivement 27 et 12 pour cent de ceux du concessionnaire, mais aussi que les tarifs de l'opérateur libre sont inférieurs de 18 pour cent vers Hull et de 32 pour cent vers Sunderland. La demande s'en est trouvée fortement augmentée : le trafic ferroviaire a augmenté d'environ 60 pour cent entre Londres et Hull, alors qu'il n'a augmenté que de quelque 10 pour cent sur la ligne, encore inachevée, Londres-Grimsby. En ce qui concerne les recettes, les quatre premiers services de Hull Trains sont estimés présenter un ratio trafic généré/trafic transféré de 0.7 à 1. Les services assurés dans le cadre du régime de liberté d'accès se caractérisent aussi par la proportion élevée, sur les lignes principales, de voyageurs détenteurs de billets spéciaux, une proportion nettement supérieure aux 10 pour cent pris comme seuil par la Commission de la concurrence (2005) et parfois même supérieure à 50 pour cent.

Tableau 9. **Avantage économique des services assurés en régime de liberté d'accès (millions GBP)**

	Hull Trains		Grand Central	
	VA 5 ans	VA 10 ans	VA 5 ans	VA 10 ans
Avantage économique	47.3	96.9	18.4	38.2
Coût financier net	29.1	45.4	15.5	24.3
Valeur actualisée nette	18.1	51.5	2.9	14.0
Ratio avantages/coûts	1.62	2.13	1.19	1.57

Source : MVA, 2009.

Le Tableau 9 montre que les services de Hull Trains et de Grand Central ont de forts arguments économiques à faire valoir, puisque leur ratio avantages/coûts excède 1.5 sur 10 ans.

5. CONCLUSIONS

La concurrence reste relativement limitée dans le domaine des services ferroviaires à longue distance. La concurrence sur le marché semble se confiner, si tant est qu'elle existe, sur des marchés de niche négligés par l'opérateur en place. Les modèles révèlent cependant que si les redevances d'accès aux voies sont fixées sur la base du coût marginal à court terme, la concurrence frontale peut se déployer sur des lignes à fort trafic, sans être pour autant socialement souhaitable étant donné qu'elle mène à une multiplication excessive des services et à une hausse excessive des tarifs. Si les redevances d'accès aux voies sont fixées sur la base de l'ensemble des coûts supportés à long terme, la concurrence pourrait rester plus frileuse, même sur des lignes à fort trafic, et être plutôt sélective. La concurrence est dans ce cas aussi possible (surtout si l'interchangeabilité des billets est rendue obligatoire) sans être pour autant nécessairement souhaitable. L'analyse des effets du régime d'ouverture de l'accès aux marchés de niche mis en place en Grande-Bretagne révèle que la concurrence y est en revanche socialement bienvenue si les redevances d'accès aux voies sont fixées sur la base du coût marginal. Il est intéressant de se demander si le ratio trafic généré/trafic transféré est un indicateur utile. Ce ratio se situe très vraisemblablement au niveau de 0.57, c'est-à-dire nettement au-delà du seuil de 0.3 défini par l'ORR, sur la ligne suédoise à fort trafic (S1 – concurrence frontale, Tableau 6, application 67 du modèle) et au niveau de 0.10 seulement sur la ligne britannique à fort trafic (GB1 – concurrence marginale, Tableau 5, application 1 du modèle). Une concurrence frontale et la pratique de tarifs équivalents (Tableau 2, application 13 du modèle) pourraient faire monter ce dernier ratio à plus ou moins 0.18. Le ratio devient toutefois difficile à interpréter si les tarifs baissent dans des proportions égales. En cas de concurrence marginale et de baisse des tarifs (Tableau 5, application 5 du modèle), le trafic généré est plus important que le trafic enlevé à l'opérateur en place, mais ce scénario réduit de 11 pour cent les recettes totales et cause une perte de bien-être. Il est intéressant de noter que le ratio se situe au niveau de 0.6 en cas de concurrence marginale concrétisée par la reprise de certains services de l'opérateur en place par un nouvel entrant et une baisse équivalente des tarifs (Tableau 5, application 11 du modèle). Ce scénario est bénéfique au bien-être malgré une réduction de 14 pour cent de l'ensemble des recettes entraînée, en partie, par l'abandon de la desserte de certaines gares intermédiaires par le nouvel entrant. Ces conclusions font

écho aux idées défendues par SDG (2004) qui estime que la concurrence pourrait s'exercer sur les lignes européennes à grande vitesse, si les redevances d'accès aux voies étaient fixées sur la base des coûts marginaux et si les billets étaient rendus interchangeables. Ces hypothèses semblent toutefois avoir peu de chances de se réaliser.

La concurrence pour l'accès au marché des services grandes lignes, ceux en particulier dont les perspectives commerciales sont bonnes, reste encore à traduire dans les faits, sauf en Grande-Bretagne. Le système qui y a été mis en place a réussi à susciter l'intérêt d'un nombre suffisant de soumissionnaires, a fait augmenter vigoureusement la demande et peut conduire au versement de primes importantes au concédant. Cette concurrence peut toutefois être néfaste à l'attributaire qui peut se trouver exposé à des risques imprévus (Hatfield, attentats à la bombe du 7 juillet, crise du crédit). Les mécanismes de partage des risques peuvent tempérer les effets de ces risques, mais ne les éliminent pas totalement et il vaudrait donc bien la peine de réfléchir à d'autres formes de contrat, telles que les contrats à durée variable et les enchères de Vickrey au second prix.

La réalité britannique démontre qu'une concurrence qui aboutit à la desserte de nouveaux marchés par des services directs est commercialement envisageable et socialement souhaitable, mais que les contraintes qui pèsent sur la capacité des grandes lignes et des principaux terminaux peuvent limiter cette concurrence et obliger à se demander si les services en cause optimisent l'utilisation de cette capacité limitée. Les études de modélisation réalisées tant en Grande-Bretagne qu'en Suède autorisent à penser que la concurrence sur les lignes peut être bénéfique, mais a un champ d'action limité par la géographie des chemins de fer que la construction de nouvelles lignes à grande vitesse viendra cependant élargir.

Les arguments qui plaident en faveur et en défaveur de la concurrence pour et sur le marché des services ferroviaires à longue distance semblent au total s'équilibrer. Un « monopole » commercial pourrait bien être la meilleure des formules à la condition qu'il soit contraint de faire face à la concurrence d'autres modes, notamment des cars et de l'avion, et si possible à celle d'autres lignes proposant des services différents, par exemple des services plus lents et moins chers. Au cas où la capacité est suffisante, ces autres services pourraient s'exploiter sur les mêmes voies sur lesquelles les trains rapides se trouveraient ainsi en concurrence avec les omnibus. Ces services omnibus doivent, s'ils sont subventionnés, être mis aux enchères. Une concurrence de niche, entre par exemple des services rapides occasionnels et des services rapides réguliers, pourrait là où elle est possible être source de certains avantages. Il est évident que si toutes ces conditions sont remplies l'opérateur commercial n'occupe pas une position de monopole, du moins sur d'importants segments du marché, mais peut quand même jouir de certains des avantages inhérents à sa qualité d'opérateur en place. Si ces conditions ne peuvent pas être remplies, un certain niveau de concurrence pour le marché pourrait en revanche être envisagé si ces conditions ne peuvent pas être remplies.

NOTES

1. Ces services relient entre elles des villes distantes de plus de 80 kilomètres (50 milles) avec, le cas échéant, des arrêts intermédiaires.

2. Il s'agit des trains ferries de nuit de Berlin à Malmö, du service InterConnex entre Leipzig et Rostock (via Berlin) et des services Vogltand-Berlin et Harz-Berlin.

3. Virgin Trains fait rouler des trains rapides entre Birmingham New Street et Londres Euston et laisse les omnibus à London Midland. Chiltern Trains fait circuler des omnibus entre Birmingham Snow Hill et Londres Marylebone.

4. Y compris Heathrow Express.

BIBLIOGRAPHIE

Alexandersson, G. (2009) *The Complexity of Market Structure – Prospects for on-the-Track Competition in Sweden*. Rapport présenté à la 11ème Conférence internationale sur la concurrence et les régimes de propriété dans les transports terrestres des voyageurs. Delft, Pays-Bas.

British Railways Board (BRB)[1] (1990) *Passenger Demand Forecasting Handbook*. Version 2. Londres: BRB.

Competition Commission (2005) *First Group/ICEC Merger Inquiry: Commentary on Issues Statement*. Competition Commission, Londres.

Cross, A.K. et Kilvington, R.P. (1985) *The Deregulation of Inter-City Coach Services in Britain*. Transport Reviews, 5, 225-245.

Dementiev**,** A. (2007) *Vertical Divestiture as a Competitive Strategy: The Case of Railway Passenger Transport Reform in Russia***.** Rapport présenté à la 10ème Conférence internationale sur la concurrence et les régimes de propriété dans les transports terrestres des voyageurs. Hamilton Island, Queensland.

Douglas, N. (1987) *A Welfare Assessment of Transport Deregulation - the Case of the Express Bus Market*. Aldershot: Gower.

Engel, E., Fischer, R. et Galetovic, A. (2001) *Least-Present-Value-of-Revenue Auctions and Highway Franchising*. Journal of Political Economy, Vol. 109, pp. 993-1006.

Gomez-Ibanez, J. et de Rus, G., (2006), *Competition in the Railway Industry: an International Comparative Analysis*, Edward Elgar, Cheltenham.

Griffiths, T. (2009) *On Rail Competition: The Impact of Open Access Entry on the Great Britain Rail Market*. Rapport présenté à la 11e Conférence internationale sur la concurrence et les régimes de propriété dans les transports terrestres des voyageurs. Delft, Pays-Bas.

Jansson, K. et Mortazavi, R. (2000) *Models for Public Transport Demand and Benefit Assessments*. In Hensher, D. et Button, K. (Eds) Transport Modelling. Pergamon, Oxford.

Jansson, J.O. (2001) *Efficient Modal Split.* Compte rendu de la 7ème Conférence internationale sur la concurrence et les régimes de propriété dans les transports terrestres des voyageurs. Molde, Norvège.

Jörgensen, F. et Preston, J. (2003). *Estimating Bus Operator's Short-run, Medium-term and Long-run Marginal Costs*. International Journal of Transport Economics, 30, 1, 3-24.

Kain, P. (2006) *The Pitfalls in Competitive Tendering: Addressing the Risks Revealed by Experience in Australia and Britain*. Atelier de la CEMT sur l'adjudication par appels d'offres des services ferroviaires de voyageurs, Paris.

Kreps, J. et Scheinkman, J. (1983) *Quantity Precommitment and Bertrand Competition yield Cournot Outcomes*. Bell Journal of Economics, 14, 2, 326-337.

Lardner, D. (1850) *Railway Economy: A Treatise on the New Art of Transport*. Taylor, Walton et Maberly. Londres.

Mizutani, F. (1994) *Japanese Urban Railways. A private-public comparison*. Aldershot: Avebury.

MVA (2009) *Assessment of Alternative Track Access Applications on the East Coast Main Line*. MVA, Londres.

Nash, C. et Smith, A. (2006) *Passenger Rail Franchising – British Experience*. Atelier de la CEMT sur l'adjudication par appels d'offres des services ferroviaires de voyageurs, Paris.

Nash, C (2009) *European Rail Reform - The Next Steps*. Rapport présenté à la 11ème Conférence internationale sur la concurrence et les régimes de propriété dans les transports terrestres des voyageurs. Delft, Pays-Bas.

Novshek, W. (1980) *Equilibrium in Simple Spatial (or Differentiated Product) Models*. Journal of Economic Theory, 22, 313-323.

Office of Rail Regulation (2009) *National Rail Trends*. Quarter 1. 2009/10. ORR, Londres.

Preston, J. et Root, A. (1999) *Great Britain*. In Van de Velde, D. (Ed) Changing Trains. Railway reform and the role of competition: the case of six countries. Ashgate Aldershot.

Preston, J., Whelan, G. et Wardman, M. (1999) *An Analysis of the Potential for On-track Competition in the British Passenger Rail Industry*. Journal of Transport Economics and Policy**,** 33, 1, 77-94.

Preston, J.M., Whelan, G., Nash, C. et Wardman, M. (2000) *The Franchising of Passenger Rail Services in Britain*. International Review of Applied Economics, 14, 1, 99-112.

Preston, J., Holvad, T., Sykes, N. et O'Reilly, J. (2001) *Review of Empirical and Theoretical Evidence. Deliverable D2. Development of Market Models for Increased Competition in Railroad Passenger Traffic*. Working Paper 906, Transport Studies Unit, University of Oxford.

Preston, J., Holvad, T. et Rajé, F. (2002) *Track Access Charges and Rail Competition: A Comparative Analysis of Britain and Sweden*. Conférence Européenne des Transports, Cambridge.

Preston, J. (1996) *The Economics of British Rail Privatization: An Assessment*. Transport Reviews, 16, 1, 1 - 21,

Preston, J. (2008a) *Competition in Transit Markets*. Research in Transportation Economics, 23, 75-84.

Preston, J. (2008b) *A Review of Passenger Rail Franchising in Britain: 1996/7 – 2006/7*. Research in Transportation Economics. 22, 71-77. 2008.

Quinet, E. et Vickerman, R. (2004) *Principles of Transport Economics*. Cheltenham: Edward Elgar.

Rosenlind, S., Lind, G. et Troche, G. (2001) *LIME: Model for Capacity Utilisation and Profitability of a Railway Line*. Stockholm: Royal Institute of Technology.

Salop, S. (1979) *Strategic Entry Deterrence*. American Economic Review, 69, 335-338.

Séguret, S. (2009) *Is Competition On-track a Real Alternative to Competitive Tendering in the Railway Industry? Evidence from Germany*. Rapport présenté à la 11ème Conférence internationale sur la concurrence et les régimes de propriété dans les transports terrestres des voyageurs. Delft, Pays-Bas.

Sharipov, T. (2009) *Results So Far and Prospects of Kazakhstan Passenger Rail Franchising*. Rapport présenté à la 11ème Conférence internationale sur la concurrence et les régimes de propriété dans les transports terrestres des voyageurs. Delft, Pays-Bas.

Shaw, J. (2000) *Competition, Regulation and the Privatisation of British Rail*. Ashgate, Aldershot.

Smith, A. et Wheat, P. (2009) *The Effect of Franchising on Cost Efficiency: Evidence from the Passenger Rail Sector in Britain*. Rapport présenté à la 11e Conférence internationale sur la concurrence et les régimes de propriété dans les transports terrestres des voyageurs. Delft, Pays-Bas.

Steer Davies Gleave. (2004) *EU Passenger Rail Liberalisation: Extended Impact Assessment*. Rapport destiné à la DGTREN, Commission Européenne, Bruxelles.

Thompson, L. (2006) *Competitive Tendering in Railways: What is Experience Telling Us?* Atelier de la CEMT sur l'adjudication par appels d'offres des services ferroviaires de voyageurs, Paris

Van de Velde, D. (2009) *Development of Railway Contracting for the National Passenger Rail Services in The Netherlands*. Rapport présenté à la 11e Conférence internationale sur la concurrence et les régimes de propriété dans les transports terrestres des voyageurs. Delft, Pays-Bas.

Wardman, M.R. et Toner, J.P. (2003) *Econometric Modelling of Competition Between Train Ticket Types***.** Conférence Européenne des Transports AET. Strasbourg, France.

Whelan, G.A. (2002). *Analysing impact of changes in on-rail competition-model development.* Unpublished Report to the Strategic Rail Authority. Institute for Transport Studies, University of Leeds.

Wilson, N. et Nuzzolo, A. (2004) *Schedule-Based Dynamic Transit Modelling: Theory and Application*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

[1] La 5ème version de ce rapport a été publiée en 2009 par l'Association of Train Operating Companies.

Thème IV :

Innovations et interactions entre systèmes de transports

SÉPARATION DES CAMIONS ET DES VOITURES : COMMENT, POURQUOI ?

par

Robert POOLE

Reason Foundation
Plantation (Florida)
États-Unis

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 373

2. VOIES ET ROUTES SÉPARÉES EXISTANTES 374

2.1. Routes pittoresques pour voitures 374
2.2. Voies pour camions 375
2.3. Voies, gratuites ou à péages, pour véhicules à haut taux d'occupation 376
2.4. Voies et routes à péages réservées aux camions 377

3. ARGUMENTS PLAIDANT EN FAVEUR DES VOIES POUR VOITURES 379

3.1. Révision des normes de construction traditionnelles 379
3.2. Utilisation d'emprises non conventionnelles 380
3.3. Réaménagement de routes rapides urbaines 381
3.4. Bus et véhicules légers 385

4. ARGUMENTS PLAIDANT EN FAVEUR DES ROUTES À PÉAGE POUR CAMIONS 386

4.1. Gains de productivité 386
4.2. Réduction des coûts d'exploitation et d'entretien 388

5. HÉTÉROGÉNÉITÉ DE LA VALEUR DU TEMPS 388

5.1. Valeur du temps et de la fiabilité pour l'automobiliste 388
5.2. Valeur du temps et de la fiabilité dans le transport routier de marchandises en milieu urbain 390

6. QUESTIONS DE SÉCURITÉ SOULEVÉES PAR LA SÉPARATION DES VOITURES ET DES CAMIONS 391

6.1. Sécurité des routes « étroites » 391
6.2. Accidents impliquant des voitures et des camions 392
6.3. Diminution de la taille des voitures 393

7. QUESTIONS D'ENVIRONNEMENT 394

7.1. Camions plus verts 394
7.2. Route et chemin de fer 395

8. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS 396

NOTES 397

1. INTRODUCTION

La notion de voie polyvalente (PV) domine, dans les pays de l'OCDE, la philosophie et la pratique de l'ingénierie routière, dans son application en particulier aux routes à accès limité telles que les autoroutes de liaison et les routes rapides urbaines à péage ou gratuites. Le présent rapport s'applique à déterminer si l'affectation de certaines voies aux véhicules légers (voitures, camionnettes, pick-up) ou aux véhicules lourds (véhicules comptant généralement plus de deux essieux) peut, dans certaines circonstances, présenter un rapport coûts/efficience intéressant.

Deux arguments semblent plaider en faveur des voies PV, à savoir la capacité et le coût. Pour ce qui est, d'abord, la capacité dans un sens de circulation, deux voies PV permettent d'absorber un trafic (véhicules/voie/heure) un peu plus important que deux voies séparées parce que, s'il y a plus d'une voie, les véhicules rapides peuvent dépasser les lents. Cet effet s'atténue à mesure que le nombre de voies par sens de circulation augmente, mais même là où il y en a quatre ou cinq (cas de certaines autoroutes californiennes), l'affectation d'une de ces voies à un type de véhicules a pour effet d'empêcher les véhicules rapides d'y dépasser les véhicules lents, à tel point que les ingénieurs routiers attribuent à la voie réservée une moindre capacité qu'aux voies PV contiguës sur lesquelles il est possible de changer de voie[1]. Ces mêmes ingénieurs s'opposent parfois à la réservation de certaines voies aux véhicules à haut taux d'occupation pour la même raison, là surtout où une seule voie leur est réservée par sens de circulation[2].

Le second argument qui plaide en faveur des voies PV est à chercher du côté des coûts. Les voies séparées sont généralement réservées à une catégorie particulière de véhicules. Aux États-Unis, les catégories le plus souvent désignées comme utilisatrices de ces « voies réservées » sont les voitures qui effectuent du covoiturage (voies pour véhicules à haut taux d'occupation), les autocars et autobus (site propre), les véhicules qui acquittent un péage (voies rapides à péage) ou les camions (voies pour camions). Si les véhicules appelés à emprunter la voie réservée représentent une fraction du trafic quotidien nettement inférieure ou supérieure au volume de trafic qu'une voie peut porter, la capacité de la voie réservée peut être soit trop grande, soit trop faible pour la catégorie de véhicules en cause. L'indivisibilité de la capacité d'une voie a pour conséquence que le risque de mise en place d'une capacité inappropriée est en règle générale moindre si toutes les voies peuvent être utilisées par tous les types de véhicules, c'est-à-dire sont des voies PV.

Partant de cette science classique, le rapport s'appliquera à déterminer si des voies spécialisées pourraient, malgré tout, trouver à se justifier au cours des décennies à venir. Le chapitre suivant donne, en s'appuyant sur les réalités américaines, un bref aperçu des cas qui s'écartent de la formule traditionnelle des voies PV. Le rapport s'étend ensuite sur les arguments que les ouvrages récents sur les transports avancent en faveur des chaussées ou voies pour voitures (en fait pour véhicules légers) d'abord et pour camions ensuite.

Après avoir ainsi discuté de la réservation de voies aux voitures et aux camions, le rapport analyse les avantages et les inconvénients des voies séparées, d'une part, et des voies PV, d'autre part, en s'attardant quelque peu sur la valeur accordée au temps par les utilisateurs des véhicules. Il se termine par une présentation des questions de sécurité et d'environnement auxquelles les créateurs de voies spécialisées pourraient devoir être attentifs au cours des prochaines décennies.

2. VOIES ET ROUTES SÉPARÉES EXISTANTES

2.1. Routes pittoresques pour voitures

Les États-Unis ont créé plusieurs routes pour voitures pendant la première moitié du 20ème siècle. Ces routes, généralement appelées « *parkways* » (routes pittoresques), ont été les premières routes à chaussées séparées et à accès limité du pays. Bon nombre de ces « *parkways* », plus nombreuses dans les États du Nord-Est qu'ailleurs, étaient à péage. Le Tableau 1 en énumère quelques-unes, dont la plupart existent toujours, mais peuvent être parcourues sans péage. Ces routes, construites en règle générale en périphérie de grandes villes et parfois dans la vallée inondable de petites rivières, sinuaient pour la plupart à travers des forêts et avaient été tracées avec le concours d'architectes paysagistes soucieux de les intégrer dans le paysage environnant en réduisant au minimum les tranchées et les remblais et en préservant le mieux possible les forêts et les voies d'eau. (On parlerait aujourd'hui de tracé respectueux du contexte). Les hauteurs libres y étaient en général faibles (3.35 mètres) en vue de souligner la fermeture aux camions, les voies d'accès courtes (souvent avec signal d'arrêt) et les voies étroites (3 mètres au lieu des 3.65 mètres qui sont aujourd'hui la règle aux États-Unis). Dépourvues au départ d'accotements et de barrière centrale, ces routes étaient conçues pour des vitesses inférieures à celles qui se pratiquent aujourd'hui sur les routes à accès limité[3].

Tableau 1. **« Parkways » américaines représentatives**

État	Nom de la route
Californie	Arroyo Seco Parkway (devenue ultérieurement Autoroute de Pasadena)
Connecticut	Merritt Parkway
	Wilbur Cross Parkway
Maryland	Baltimore – Washington Parkway
	Clara Carlton Parkway
	Suitland Parkway
New Jersey	Garden State Parkway
New York	Bronx River Parkway
	Henry Hudson Parkway
	Hutchinson River Parkway
	Interboro Parkway
	Sawmill River Parkway
	Sprain Brook Parkway
	Taconic Parkway
Virginie	George Washington Parkway
	Mt Vernon Parkway

2.2. Voies pour camions

Quelques grandes routes américaines ont des voies distinctes pour camions. Dans la plupart des cas, il s'agit de voies aménagées sur certains tronçons où la pente force les poids lourds à rouler beaucoup plus lentement. Pour que ces camions ne bouchent pas la route aux véhicules plus rapides, les autorités des États responsables des routes font souvent de la voie de droite une voie de montée réservée aux seuls camions. Dans quelques rares cas, notamment sur la I-5 au Nord de Los Angeles, ces voies de montée pour camions sont physiquement dissociées de la chaussée principale et suivent un tracé plus long qui permet d'atténuer quelque peu la pente.

Un tronçon de 72.4 kilomètres de l'autoroute à péage du New Jersey constitue un des exemples les plus célèbres de route à voies séparées. Sur ce tronçon, l'autoroute se compose de deux fois deux chaussées parallèles comptant chacune trois voies de 3.65 mètres de large. Les chaussées centrales sont réservées aux voitures, tandis que les chaussées extérieures sont accessibles tant aux voitures qu'aux camions. L'autoroute est parcourue par de très nombreux camions qui représentent environ 12 pour cent de son trafic quotidien moyen et génèrent quelque 34 pour cent de ses recettes. L'État a lancé, en 2008, un projet d'allongement des quatre chaussées sur 40.2 kilomètres et de reconfiguration de sept croisements[4].

2.3. Voies, gratuites ou à péage, pour véhicules à haut taux d'occupation

Le type de voie réservée qui se rencontre aujourd'hui le plus fréquemment sur les routes américaines est la voie pour véhicules à haut taux d'occupation destinée à promouvoir le covoiturage. Les premières de ces voies ont été ajoutées à des autoroutes urbaines, à titre de couloirs pour autobus, au cours des années 90. La toute première a été ajoutée à la route Shirley (I-395), une route empruntée par de nombreux migrants alternants travaillant au Pentagone et à Washington DC, en Virginie du Nord. Comme la capacité de ces nouvelles voies (réversibles) était largement sous-utilisée malgré la faveur dont les bus qui les empruntaient jouissaient, les autorités ont décidé, en décembre 1973, d'autoriser les véhicules occupés par quatre personnes à circuler dans le couloir pour autobus. La capacité restant sous-utilisée après plus de dix années d'application de cette mesure, alors même que les voies PV contiguës étaient surencombrées pendant les heures de pointe, le taux minimum d'occupation des véhicules a été ramené à 3 en 1989[5].

L'histoire est la même à Houston où des couloirs pour transports en commun ont été ajoutés à plusieurs grandes autoroutes à partir de 1979. Il s'agissait au départ de voies uniques réversibles réservées aux bus, mais leur sous-utilisation a amené, dès le milieu des années 90, à les ouvrir d'abord aux minibus et ensuite aux véhicules occupés par quatre personnes, puis par trois personnes en 1985 et enfin deux personnes en 1986. Dans la plupart des autres agglomérations urbaines, les voies pour covoiturage, ouvertes presque toutes aux véhicules occupés par deux personnes comme elles le sont encore aujourd'hui, ont constitué le renforcement de capacité par excellence au cours des années 80 et 90[6].

Comme toutes les voies pour véhicules à haut taux d'occupation (comme on les appelle aujourd'hui) restent, à quelques rares exceptions près, des voies uniques par sens de circulation, leur contribution à la décongestion des routes a été révoquée en doute. Quelques études avancent que la plupart de ces voies ajoutent moins à la capacité qu'une voie PV supplémentaire, parce qu'elles évacuent moins de véhicules par heure que les voies PV adjacentes et limitent, étant donné qu'elles sont uniques, la vitesse praticable à la vitesse des véhicules les plus lents qui la parcourent[7]. Par ailleurs, quelques voies pour véhicules à haut taux d'occupation attirent un tel trafic en heures de pointe qu'elles sont alors encombrées et ne permettent plus aux bus et aux adeptes du covoiturage de réaliser les gains de temps prévus.

Il a été allégué des deux phénomènes, à savoir la sous-utilisation, d'une part, et le sur-utilisation, d'autre part, des capacités, pour justifier l'instauration de péages sur les voies pour véhicules à haut taux d'occupation. L'argument avancé était que là où la capacité est sous-utilisée, les voies pour véhicules à haut taux d'occupation devaient être ouvertes à ceux qui étaient disposés à acquitter un péage correspondant aux prix du marché pour gagner du temps et que là où elle est sur-utilisée, un relèvement du taux obligatoire d'occupation (au niveau généralement de trois personnes par véhicule) doit créer un volume significatif et vendable de capacité inutilisée. Après 1993, année de publication de l'appel à la conversion des voies pour véhicules à haut taux d'occupation en voies à péage[8], cette conversion s'est opérée à Denver, Houston, Miami, Minneapolis, Salt Lake City, San Diego et Seattle.

Il a aussi été proposé plus récemment d'ajouter des voies à péage pour véhicules à haut taux d'occupation à des autoroutes encombrées dépourvues de voies pour véhicules à haut taux d'occupation. La première route à avoir été ainsi réaménagée est la route express 91 dans le comté d'Orange, en Californie. Cette autoroute encombrée disposait, dans sa partie médiane, de superficies inutilisées, parce que ni l'État, ni le comté ne disposaient des fonds nécessaires pour construire des voies pour véhicules à haut taux d'occupation au cours des années 90. Le secteur privé a alors proposé d'y construire et exploiter des voies rapides à péage et Caltrans (administration des routes de l'État) ayant accepté cette proposition sous réserve que les véhicules occupés par trois personnes au moins y

bénéficient de réductions, le projet a été financé et réalisé sur cette base[9]. D'autres projets de création de voies, gratuites ou à péage, pour véhicules à haut taux d'occupation présentés par le secteur privé ont par la suite été approuvés en Virginie du Nord (I-495), en Floride (I-595) et au Texas (I-635 à Dallas et I-820/SR 183 à Fort Worth). Tous les projets privés réalisés à ce jour permettent, comme sur la route express 91, d'affecter deux voies plutôt qu'une seule au trafic des heures de pointe.

Depuis 2009, le monde américain des transports qualifie dans son ensemble de « voies réglementées » tous les types de voies spécialisées (autres donc que PV), bien que la plupart des ouvrages qui utilisent l'expression l'appliquent à des voies soumises à une certaine forme de tarification.

2.4. Voies et routes à péages réservées aux camions

Cette notion relativement nouvelle date des années 90. En 1995, une entreprise appelée Transportation Industries International a présenté, en se prévalant d'une loi du Minnesota sur les partenariats public/privé dans le domaine des transports, un projet de construction sur fonds privés (1.3 milliard en dollars de 1996) d'une route pour camions, parallèle en grande partie à la SR2, allant de Winnipeg (dans le Saskatchewan, au Canada) à Duluth dans le Minnesota[10]. Cette route, qui devait être suffisamment solide pour résister au passage de camions plus lourds que ceux qui peuvent circuler sur les nationales ordinaires, était destinée à concurrencer les trains qui transportent des céréales et des grumes du Canada vers le port de Duluth, sur les grands lacs, et vers St Paul, dans le Minnesota, où elles sont chargées sur les barges qui descendent le Mississipi. Il était prévu que cette route pour camions soit par la suite prolongée vers Chicago, au Sud-Est, et vers d'autres villes plus à l'Est. Ce projet faisait partie des cinq projets présentés par des entreprises privées qui ont tous en fin de compte été rejetés, parce qu'ils n'ont pas bénéficié d'un soutien local suffisant ou ne répondaient pas à certaines conditions financières et de faisabilité technique fixées par le Ministère des Transports du Minnesota.

A la fin des années 90, l'autoroute à péage de Pennsylvanie, une autoroute fréquentée par de très nombreux camions, a envisagé de passer au stade des deux fois deux chaussées auquel l'autoroute à péage précitée du New Jersey avait été portée. Le chef du service « Recherche » de l'autoroute de Pennsylvanie avançait à l'époque que ce renforcement était envisagé pour des raisons de sécurité et de coût. Il devait en effet réduire le risque de collision entre voitures et camions, d'une part, et apporter une solution au problème de la très forte usure des revêtements causée par les poids lourds, d'autre part. La reconstruction des chaussées de l'autoroute donnait l'occasion de construire des voies réservées aux camions capables de résister à des charges encore plus lourdes que précédemment et de conformer celles qui n'allaient plus être empruntées par les poids lourds à des normes moins coûteuses de telle sorte que leurs coûts calculés sur l'ensemble de leur cycle de vie soient beaucoup moins élevés[11].

Ces idées et ces réflexions ont donné naissance à la notion de « route à péage pour camions » que la Reason Foundation a développée en 2002. En 2000, le Ministère américain des Transports a publié une grande étude sur les poids et dimensions des camions[12] qui met l'accent sur les gains de productivité qu'il serait possible de réaliser en autorisant des camions plus longs et plus lourds (grands trains routiers) à circuler partout dans le pays sur des routes à accès limité. Le coût du renforcement des chaussées et des ponts de tout ce réseau constituait toutefois un obstacle sérieux à la réalisation du programme, de même que les problèmes non résolus posés par la sécurité des voitures circulant sur les

tronçons du réseau national où le trafic est beaucoup plus dense que dans les États montagneux de l'Ouest où la loi autorise les grands trains routiers à emprunter les voies PV de certaines routes spécifiques.

Dans son étude de 2002, la Reason Foundation propose plutôt d'ajouter des voies à péage pour camions aux nationales qui font office de grands corridors routiers à marchandises. Les nouvelles voies devraient être conçues tout spécialement pour les grands trains routiers, avoir des accès et des sorties distincts et être séparées des voies PV par des murets en béton. Les péages (perçus électroniquement) devraient couvrir les coûts de construction et d'entretien des voies. Les grands trains routiers pourraient ainsi être autorisés à circuler dans les États dont ils sont aujourd'hui bannis, à condition de n'emprunter que ces voies à péage pour camions. Les autres camions pourraient aussi les emprunter si l'acquittement du péage est porteur de valeur suffisante en termes de vitesse moyenne, de sécurité et d'autres paramètres[13].

L'étude modélise la circulation des poids lourds le long d'un corridor routier hypothétique en faisant varier la proportion des camions (grands trains routiers compris) qui choisissent d'emprunter la voie à péage. Les gains de productivité induits par l'utilisation de cette voie sont calculés sur la base de données fournies par les entreprises de transport de marchandises par route et les résultats de ces calculs servent à estimer les péages qui pourraient être demandés pour accéder à la voie. L'analyse amène à conclure que ce genre de voies pourrait atteindre au seuil de rentabilité ou dégager des bénéfices dans divers scénarios, avec toutefois des taux de rendement des investissements qui s'écartent des taux courants. L'étude chiffre également la réduction, variable selon la fraction du trafic marchandises transférée aux voies à péage pour camions, des coûts d'exploitation et d'entretien dont les Ministères des Transports des États peuvent bénéficier du fait de la réduction de l'usure des voies PV.

En 2007, le Ministère américain des Transports a créé, dans le cadre d'un nouveau programme appelé « Corridors pour l'avenir », un fonds de subventionnement fondé sur le principe de la mise en concurrence des candidats aux aides. Un des projets retenus, présenté conjointement par les Ministères des Transports de quatre États, prévoyait de réaliser une étude approfondie de la faisabilité de l'élargissement, sur quelque 1 285 kilomètres, de la I-70, un grand corridor de transport de marchandises par route joignant Kansas City, à l'Ouest, à Columbus, dans l'Ohio, à l'Est, par addition de voies accessibles aux grands trains routiers plutôt que de voies PV. L'étude finale d'impact sur l'environnement publiée en juin 2009 donne à la construction de voies pour camions la préférence sur l'élargissement de l'I-70 existante[14]. En 2008, le Ministère des Transports du Montana a lancé une étude de faisabilité sur l'élargissement de la I-80 sur son territoire qui doit ranger l'aménagement de voies à péage pour camions au nombre des solutions envisageables.

3. ARGUMENTS PLAIDANT EN FAVEUR DES VOIES POUR VOITURES

3.1. Révision des normes de construction traditionnelles

Il n'est pas vain de se demander pourquoi les routes rapides urbaines coûtent si cher. Ng et Small avancent, dans une étude provocatrice de 2008, que les normes américaines de construction des autoroutes urbaines définies pendant les années 50 en rendent le coût par kilomètre de voie inutilement élevé[15]. Ces normes se fondent sur les normes AASHTO de construction des routes nationales élaborées par l'Association américaine des fonctionnaires des États responsables des routes et des transports (et dont la dernière mise à jour date de 2005). Ces normes se fondent sur le double postulat que les routes rapides urbaines doivent pouvoir être parcourues en sécurité à grande vitesse et pouvoir porter un trafic hétérogène, composé notamment de poids lourds. Étant donné toutefois que ces routes rapides urbaines sont encombrées pendant une grande partie de la journée et que seule une petite fraction de leur trafic quotidien peut donc s'écouler à grande vitesse, Ng et Small se demandent s'il faut continuer à les dessiner pour qu'elles autorisent ces grandes vitesses et si elles doivent toutes être conçues pour accueillir des poids lourds.

Ng et Small analysent ensuite ce qu'implique le rétrécissement des voies et des accotements (qui postule l'abaissement des vitesses). Ils comparent pour ce faire une emprise de 18.25 m (40 pieds) qui peut normalement porter deux voies de 3.65 m (12 pieds) et des accotements de 1.83 et 3 m (6 et 10 pieds) avec une configuration alternative de trois voies de 3 m (10 pieds) flanquées d'accotements de 0.60 et 2.45 m (2 et 8 pieds). Ces deux configurations coûtent essentiellement autant à construire, mais l'« étroite » a, même si elle est conçue pour des vitesses plus basses, une capacité nettement plus grande dans les situations de forte congestion actuellement vécues pendant de longues périodes de pointe. Ng et Small présentent des graphiques des temps de parcours réalisables sur les routes rapides classiques et étroites avec des volumes différents de trafic journalier moyen qui montrent que les routes rapides étroites se défendent mieux dans une assez large gamme de conditions de trafic parce qu'elles ont une capacité supérieure à celle des routes rapides classiques (mais des coûts de construction égaux). Ils comparent de même une route urbaine classique (de deux voies de 3.65 m) avec une route « étroite » (à trois voies de 3 m) occupant une même emprise de 11.55 m (38 pieds) et arrivent à des conclusions comparables à celles qui concernent les routes rapides.

Ng et Small ne suggèrent pas d'ouvrir les routes rapides et urbaines « étroites » qu'ils proposent de construire aux poids lourds. Ce nouveau type de route ne serait destiné qu'aux seuls véhicules légers.

3.2. Utilisation d'emprises non conventionnelles

Le renforcement nécessaire des capacités routières en milieu urbain peut aussi passer par l'utilisation comme routes spécialisées d'emprises créées à d'autres fins. Ceux qui pensent en termes de routes rapides classiques rejetteront généralement ces emprises comme trop étroites. Peter Samuel répartit ces emprises en trois catégories :

- Chemins de fer sous-utilisés ;
- Tranchées de drainage ;
- Corridors sous lignes électriques[16].

Il est aujourd'hui d'usage de penser que les emprises ferroviaires sous-utilisées ou abandonnées que l'on trouve dans les villes américaines ne peuvent par nature qu'accueillir des services de transport en commun ou de métro léger, alors même que leur tracé peut convenir ou ne pas convenir à cette fin. Ces emprises pourraient aussi être aménagées en couloirs pour autobus et véhicules à haut taux d'occupation, ce qui permettrait tout à la fois d'améliorer les transports collectifs et d'accélérer les déplacements des automobilistes. Les emprises ferroviaires ont généralement de 15 à 30 m (50 à 100 pieds) de large, ce qui suffit pour quatre à huit voies « étroites » de 3 m accessibles aux véhicules légers et aux bus. Samuel cite en exemple une ligne de chemin de fer abandonnée dans Los Angeles qui permettrait de relier l'aéroport international de Los Angeles au centre-ville en 16 kilomètres (10 milles), alors que l'autoroute actuelle s'étend sur 24 kilomètres (15 milles). Il évoque aussi le cas de deux routes urbaines à péage au Texas, à Houston et à Dallas, construites sur des anciennes emprises ferroviaires.

Les lignes de chemin de fer inutilisées pourraient aussi devenir des routes urbaines pour camions. Samuel avance que cela pourrait se faire à Chicago et à New York, à Brooklyn plus précisément, où la conversion de lignes de chemin de fer peu utilisées en routes urbaines pour camions permettrait de réduire la congestion causée par les nombreux camions qui circulent sur la voirie urbaine ordinaire[17].

Les tranchées de drainage creusées dans des zones urbaines arides pourraient accueillir des routes « pittoresques » accessibles aux véhicules légers (et peut-être aussi aux bus). Un projet de construction d'une telle route dans la plaine inondable de la Trinity, à Dallas, au Texas, est actuellement en cours de planification. D'autres projets portent sur des canaux bétonnés de défense contre les crues de la Los Angeles, à Los Angeles, et de la Santa Ana, dans le comté d'Orange en Californie. (Une telle route, intégrée dans le Burbank Blvd, a été aménagée dans la zone de loisirs du barrage de Sepulveda, près de Los Angeles). L'accès à ces routes doit être surveillé de telle sorte qu'elles puissent être fermées à la circulation dans les rares occasions où le risque de crue soudaine provoquée par des pluies torrentielles les rendrait inutilisables comme routes.

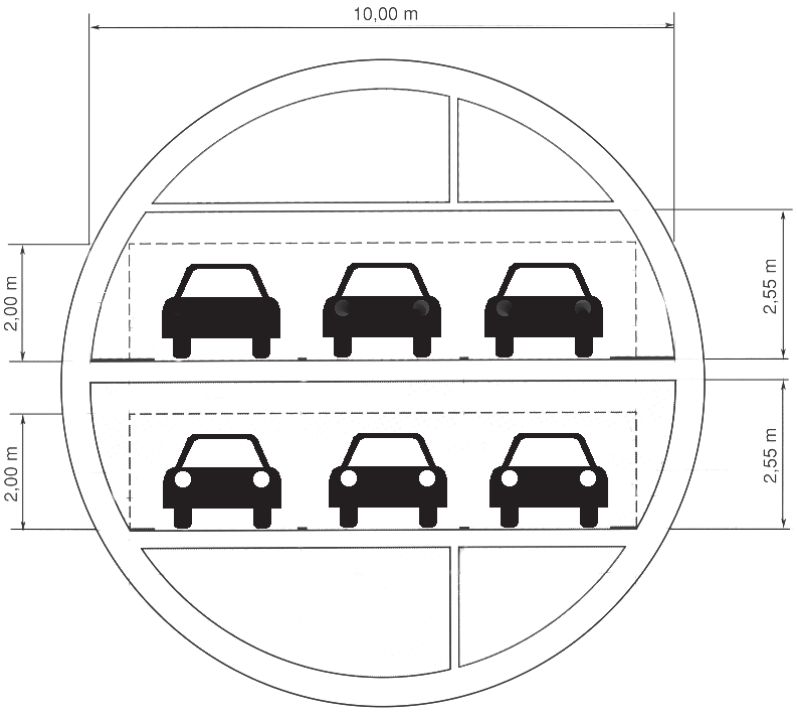
Les corridors qui courent sous les lignes électriques sont parfois suffisamment larges pour y loger des routes rapides classiques, mais ceux dont la largeur est comprise entre 15 et 30 mètres conviennent mieux pour des routes spéciales réservées soit aux véhicules légers, soit aux camions. Samuel signale que dans la banlieue de Maryland, près du district de Columbia, il a été proposé d'utiliser un tel corridor pour élargir l'autoroute I-95, en deçà de la rocade du Capitole, afin de doter la capitale du pays d'une nouvelle pénétrante. Le projet de construction de cette route d'environ huit kilomètres (5 milles) suivie d'un tunnel de 1.6 kilomètre (1 mille) assurant la liaison avec la I-395 à proximité du Capitole, a été rejeté sous la pression des groupes anti-route locaux.

3.3. Réaménagement de routes rapides urbaines

Les routes rapides destinées aux véhicules légers et fermées aux poids lourds peuvent se contenter, non seulement de voies plus étroites, mais aussi de hauteurs libres moindres. La capacité peut donc s'y renforcer de façon significative à moindre coût que sur des routes classiques.

Le maillon manquant du périphérique A86 de Paris en est un excellent exemple européen. Après plusieurs décennies d'opposition à la construction d'une autoroute de surface à travers la région de Versailles, la société Cofiroute concessionnaire d'autoroutes à péage a proposé, de sa propre initiative, de construire les 10 kilomètres manquants sous la forme d'un tunnel à grande profondeur entièrement financé par le produit de péages calculés sur la base du coût de la congestion. Cette contrainte financière obligeait Cofiroute à maintenir le coût du projet dans les limites du raisonnable. En réservant le tunnel aux seuls véhicules légers, Cofiroute a pu loger six voies de 3 mètres dans un tunnel à deux étages de 10.35 mètres de diamètre. (La circulation devrait au départ s'effectuer sur deux voies par sens, la troisième servant de bande d'arrêt d'urgence). Le projet, illustré dans la Figure 1, a été exposé dans un livre de Gerondeau publié en 1997[18]. L'idée en remonte en fait à 1988 au moins, date à laquelle le secteur privé a appelé à la création à Paris d'un réseau de routes souterraines pour voitures financé par des péages appelé LASER[19].

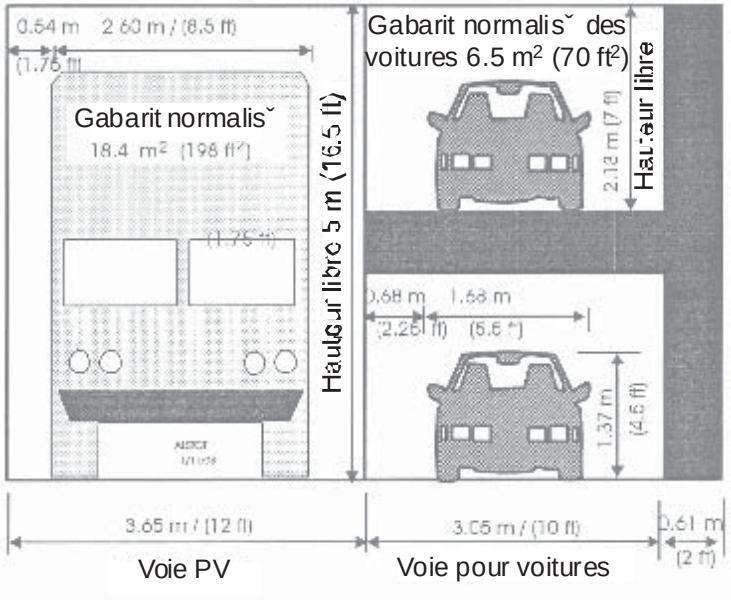
Figure 1. **Section transversale de la Metroroute**



Source : Gerondeau, note 18.

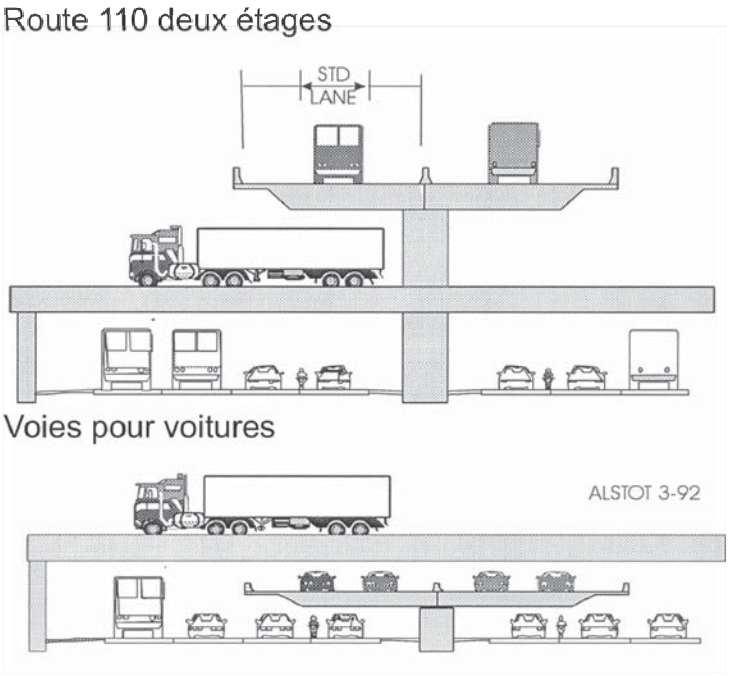
La réduction de la hauteur libre devrait aussi permettre de renforcer considérablement la capacité des routes rapides urbaines existantes sans avoir à acquérir des emprises supplémentaires. La Figure 2, qui illustre les dimensions normalisées des routes américaines, montre qu'il est possible de superposer deux voies pour véhicules légers de hauteur libre confortable dans celle que les voies PV doivent normalement dégager pour pouvoir accueillir des gros camions. Cette formule est une alternative aux méthodes classiques de mise à deux étages telle que celle qui a conduit à ajouter une voie surélevée pour bus et véhicules à haut taux d'occupation à la I-110 à Los Angeles. La Figure 3 montre que si la construction d'un second étage réservé aux voitures pouvait être acceptée, cet étage pourrait être construit sans déborder du gabarit actuel de l'autoroute.

Figure 2. **Hauteurs libres normalisées américaines pour camions et voitures**



Source : Gary Alstot, étude présentée à l'American Society of Civil Engineers en mars 1992.

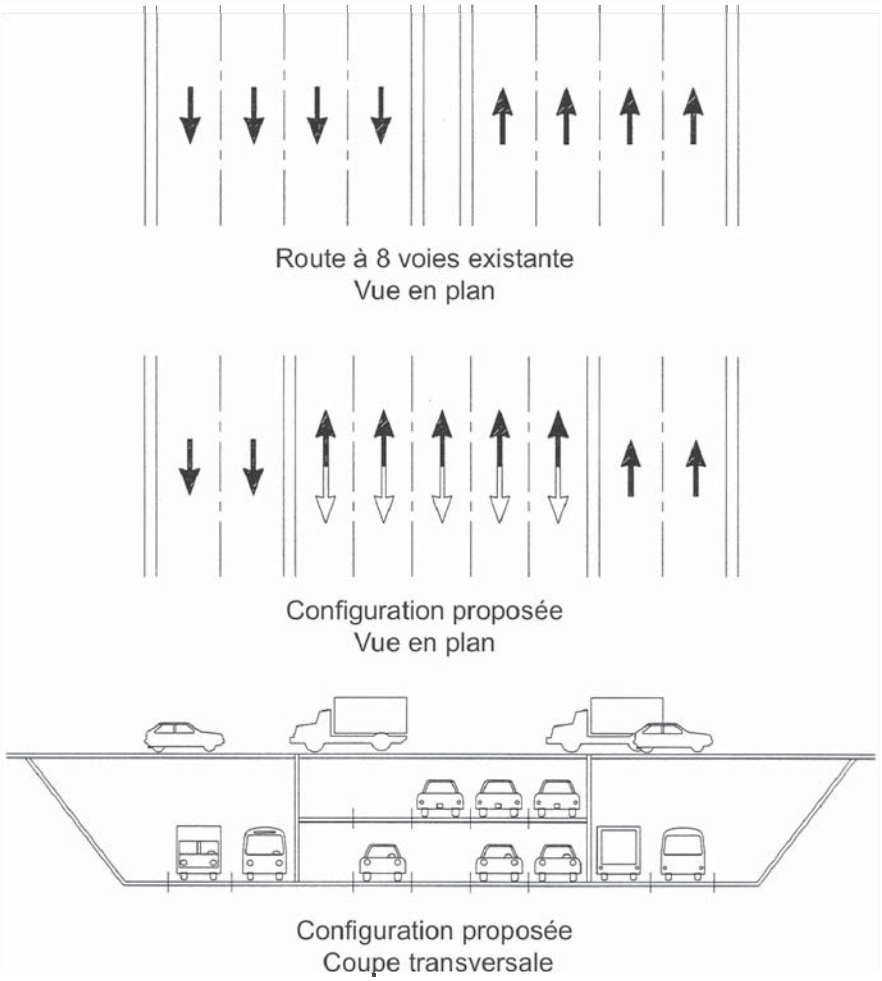
Figure 3. **Voies sur deux étages et voies pour voitures**



Source : Gary Alstot, étude présentée à l'American Society of Civil Engineers en mars 1992.

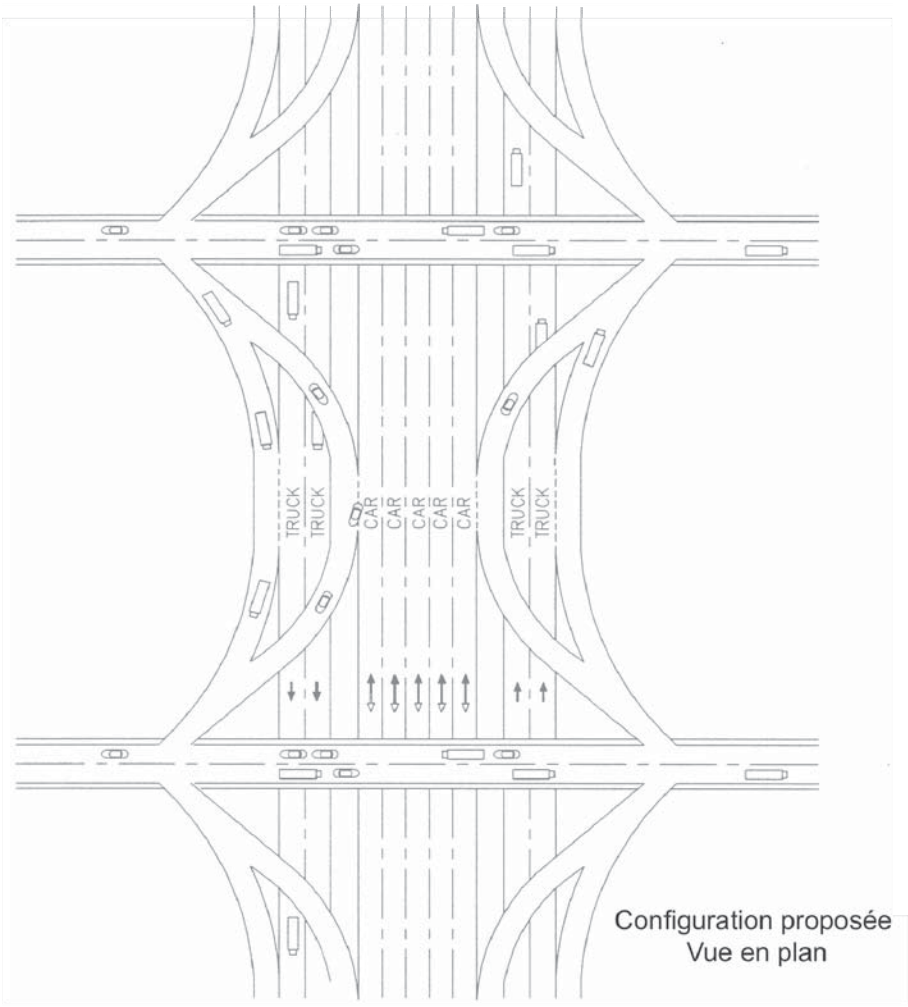
Joel Marcuson est un ingénieur en génie civil qui a poussé ces idées encore plus avant et imaginé le réaménagement d'une route rapide urbaine à huit voies en une route dont la partie centrale serait réservée aux voitures (voir Figures 4 et 5). Ce genre de réaménagement est coûteux, mais offre une alternative à l'affectation en général « politiquement impossible » de superficies urbaines coûteuses au renforcement des capacités par voie d'élargissement de l'emprise de la route.

Figure 4. **Reconfiguration d'une autoroute par aménagement de voies pour voitures**



Source : Joel Marcuson, Sverdrup, juillet 1995.

Figure 5. **Accès et sorties de l'autoroute reconfigurée**



Source : Joel Marcuson, Sverdrup, juillet 1995

3.4. Bus et véhicules légers

Le projet de tunnel de l'A86 et les projets de réduction des hauteurs libres évoqués ci-dessus reposent tous sur l'hypothèse de la réservation des voies non PV aux seuls véhicules de la taille d'une voiture (voitures, minibus, pick-up). Il y aurait un prix à payer si ces routes devaient être adaptées aux autobus. Les hauteurs libres devraient alors être plus élevées, sans toutefois arriver à celles qu'exigent les gros camions (5 mètres, soit 16.5 pieds, d'après les normes américaines). Des voies de 3 mètres pourraient par ailleurs réclamer l'installation de systèmes de guidage pour les autobus qui les empruntent.

La majorité des bus américains ont 3.20 mètres de haut, ce qui signifie qu'il leur faut une hauteur libre de 3.65 mètres, supérieure donc aux 2.15 mètres de la Figure 2. Une telle hauteur libre exclut la formule de mise à deux étages illustrée dans les Figures 3 à 5 et obligerait à donner un plus grand diamètre aux tunnels. Dans les deux cas, l'addition des bus aux véhicules admis ferait augmenter les coûts, ce qui implique qu'il faudrait peut-être limiter très strictement certaines applications aux seuls véhicules légers.

Le système de guidage des bus classiques par maintien de petites roues en contact permanent avec un rail conducteur latéral utilisé çà et là depuis les années 80 témoigne de la faisabilité de la circulation des bus sur des voies étroites. Un article de 2006 constate qu'à l'époque, 11 systèmes de ce type fonctionnaient et trois autres étaient à l'étude en Australie, en Allemagne, au Japon et au Royaume-Uni[20].

4. ARGUMENTS PLAIDANT EN FAVEUR DES ROUTES À PÉAGE POUR CAMIONS

4.1. Gains de productivité

Les voies à péage pour camions trouvent leur justification première dans les gains de productivité que l'augmentation de la charge utile transportée par unité de coût de carburant et de main-d'œuvre permet de réaliser. Dans l'étude de la Reason Foundation de 2002, les auteurs ont cherché à déterminer la productivité d'une route hypothétique à péage parcourue par des camions dont la charge à l'essieu excède celle qui est prévue dans deux scénarios de référence correspondant aux poids maxima actuellement autorisés dans différents groupes d'États des États-Unis[21]. L'analyse fait entrer deux types de camion en jeu, à savoir l'ensemble articulé tracteur/remorque à 18 roues et le train routier composé d'un tracteur et de deux longues remorques totalisant 34 roues. La route à péage pour camions dégage le plus d'avantages dans les États où la charges maximale à l'essieu autorisée est plus basse et où la masse totale des véhicules est limitée à 35.25 tonnes (80 000 livres), mais les gains sont significatifs aussi dans les États moins restrictifs. Les camions plus lourds s'avèrent être le plus rentables sur les parcours de plus de 80 kilomètres (50 milles).

L'analyse ci-dessus ne porte que sur les seuls gains de productivité procurés par l'augmentation des charges utiles transportées sur des relations (interurbaines) assez longues. Une étude plus récente s'intéresse à une grande route à péage pour camions parcourue par des camions effectuant des transports à courte distance entre les ports de Los Angeles et Long Beach et des plates-formes d'entreposage et de distribution distantes de 85 à 110 kilomètres (55 à 70 milles)[22]. La source des gains de productivité est dans ce cas double. Alors que la desserte des ports s'effectue à l'heure actuelle au moyen de conteneurs isolés de 40 (parfois 53) pieds posés sur une remorque tirée par un tracteur, la route à péage pour camions permettrait de faire circuler des tracteurs attelés à deux remorques et de doubler, partant, la charge utile transportée à chaque fois. Étant donné en outre que les autoroutes existantes sont surencombrées pendant une grande partie de la journée, une route à péage pour camions distincte permettrait de rouler nettement plus vite et d'augmenter le nombre de rotations qu'un chauffeur peut accomplir pendant sa journée de travail.

Le Tableau 2, tiré du rapport de 2005, se fonde sur des prix de transport et des coûts d'exploitation de 2004. Il montre que les avantages tirés, en termes de recettes, de l'augmentation de la charge utile transportée par voyage et du relèvement des vitesses l'emportent de loin sur l'augmentation des coûts entraînée par la mise en service d'ensembles plus longs et plus lourds (les « 2 x 20 » portent deux conteneurs de 20 pieds, les « 3 x 20 » trois conteneurs de 20 pieds et les « 2 x 40 » deux conteneurs de 40 pieds). Il ressort, tout bien considéré, de cette analyse que les chargeurs se verront facturer des prix de transport moins élevés, que les transporteurs gagneront sur le plan des frais généraux et des profits et que l'exploitant de la route à péage pour camions pourra porter ses péages à un niveau assez élevé allant de 0.61 à 1.83 USD par mille.

Tableau 2. **Productivité d'une route urbaine à péage pour camions**

	Col 2	**Col 3**	**Col 4**	**Col 5**	**Col 6**	**Col 7**
	Autoroute PV semi-remorque	Autoroute PV 2 x 20	Route pour camions semi-remorque	Route pour camions 2 x 20	Route pour camions 3 x 20	Route pour camions 2 x 40
Charge utile (livres)	45 000	45 000	45 000	45 000	67 500	90 000
Charge utile (tonnes)	20	20	20	20	30	40
Livraison à 160 km (prix de 2004)	500 USD	500 USD	500 USD	500 USD	750 USD	1 000 USD
Vitesse moyenne (km/h)	61	61	96	96	96	96
Kilomètres parcourus par pause de 8 h (6 h de conduite)	367	367	580	580	580	580
Recettes générées par 6 h de transport (prix de 2004)	1 140 USD	1 140 USD	1 800 USD	1 800 USD	2 700 USD	3 600 USD
Coûts variables par pause	684 USD	684 USD	684 USD	684 USD	1 007 USD	1 165 USD
Disponible pour frais généraux, profits et péages	456 USD	456 USD	1 116 USD	1 116 USD	1 693 USD	2 435 USD
Supplément de recettes procuré par l'utilisation de la route pour camions/pause/jour			660 USD	660 USD	1 237 USD	1 979 USD
Division du supplément en 3 tiers			1/3 =220 USD	1/3 = 220 USD	1/3 = 412 USD	1/3 = 660 USD
Gains réalisés par le chargeur sur une livraison à 160 km (USD et %)			61 USD 12.2 %	61 USD 12.2 %	76 % 15.2 %	91 USD 18.3 %
Montant affectable par le transporteur à ses frais généraux et son profit/jour			220 USD 43 %	220 USD 43 %	412 USD 90 %	660 USD 145 %
Péage par mille exigible par l'exploitant de la route à péage pour camions			0.61 USD	0.61 USD	1.15 USD	1.83 USD

Source : Samuel, note 22.

4.2. Réduction des coûts d'exploitation et d'entretien

Diverses études relatives à l'imputation des coûts routiers ont chiffré les dégâts que les poids lourds occasionnent à des chaussées qui ne sont spécialement conçues pour supporter leur poids. Ces dégâts sont proportionnels à la troisième puissance de la masse et des chercheurs tels que Small, Winston et Evans peuvent donc avancer que sur le plan pratique, les dégâts structurels subis par les routes sont occasionnés par les camions et les autobus/autocars et non pas par les voitures[23]. Il s'en suit que les propriétaires/exploitants de routes ont la possibilité, dans la mesure où il est possible de faire migrer les poids lourds des voies PV vers des voies qui leur sont réservées, de réduire considérablement leurs coûts d'exploitation et d'entretien.

Les auteurs de l'étude de la Reason Foundation de 2002 sur les routes à péage pour camions ont chiffré plus ou moins approximativement cette réduction en se servant du modèle de construction et d'entretien des routes de la Banque Mondiale, un modèle qui établit un rapport entre l'utilisation de la route et le besoin d'entretien. Dans le cas analysé, les camions plus longs et plus lourds que ceux qui sont actuellement autorisés à circuler dans un État seraient seuls contraints d'y utiliser les nouvelles voies à péage pour camions, les autres étant libres de les emprunter, s'ils estiment que les avantages (gains de temps, amélioration de la sécurité, meilleur état des revêtements, etc.) font plus que contrebalancer les péages acquittés. Le modèle définit l'évolution annuelle de l'état des revêtements sur 50 années, estime les besoins d'entretien et de renouvellement et calcule les coûts annuels d'exploitation et d'entretien dans plusieurs scénarios de transfert du trafic marchandises (utilisation des voies pour camions par 20 à 100 pour cent des camions circulant dans le corridor). Dans le cas où le taux de transfert monte à 100 pour cent (niveau qui serait atteint si la loi contraignait tous les camions à utiliser les voies pour camions), la réduction des coûts annuels d'exploitation et d'entretien des voies PV équivaudrait à 80 pour cent du produit de la taxe sur les carburants que les camions auraient dû payer s'ils avaient continué à circuler sur ces voies PV. (Dans l'exemple, les camions qui empruntent les nouvelles voies pour camions sont censés payer des péages *au lieu des* taxes actuelles sur les carburants). La formule peut à première vue paraître coûter au propriétaire de la route, mais il faut aussi tenir compte du fait qu'il échappe au coût de l'addition d'une voie à la route en ce sens que les deux nouvelles voies (une par sens) sont financées par le produit des péages plutôt que par les taxes sur les carburants. Si ce facteur est pris en considération, le propriétaire de la route y trouve bien son compte[24].

5. HÉTÉROGÉNÉITÉ DE LA VALEUR DU TEMPS

5.1. Valeur du temps et de la fiabilité pour l'automobiliste

La plupart des spécialistes des transports n'attribuent qu'une valeur unique au temps des automobilistes (certains lui en attribuent deux, une pour les déplacements professionnels et les migrations alternantes et une autre pour les déplacements de loisirs ou à fins personnelles). Les

chercheurs sont toutefois de plus en plus nombreux à trouver que la valeur du temps varie considérablement en fonction de facteurs tels que, entre autres, les préférences individuelles, l'objet du déplacement, le moment de la journée et le jour de la semaine.

La mise en service, aux États-Unis, de voies à péage pour véhicules à haut taux d'occupation et de voies rapides à péage sur lesquelles les péages varient en fonction de la demande a amené ces dernières années plusieurs auteurs à se pencher avec attention sur la complexité de la valeur attribuée au temps par les migrants alternants. Les infrastructures à péage variable exploitées depuis le plus longtemps sont les voies rapides de la SR 9, une autoroute encombrée qui relie les cités dortoirs du comté de Riverside, en Californie, aux bassins d'emploi du comté (côtier) d'Orange. Small, Winston et Yan tirent, d'une étude assez détaillée du comportement des voyageurs qui circulent dans ce corridor, la conclusion que les usagers de la SR 91 accordent en moyenne des valeurs élevées à leur temps de déplacement et à fiabilité de ce temps et que la distribution de ces valeurs accuse une large dispersion[25].

Pour illustrer l'importance de l'hétérogénéité de leur échantillon de migrants alternants circulant sur la SR 91, les mêmes auteurs indiquent que la valeur moyenne du temps s'élève à 25.51 USD pour les utilisateurs des voies rapides et à 18.63 USD pour les utilisateurs des voies PV. La variabilité de ces valeurs est toutefois considérable : les 5e et 95e percentiles se situent au niveau de respectivement 11.50 et 39.99 USD/heure pour les utilisateurs des voies rapides et de 7.76 et 29.08 USD/heure pour les utilisateurs des voies PV. Et il ne s'agit là encore que de la valeur du temps. Les auteurs ont également calculé la valeur de la fiabilité et l'ont chiffrée à en moyenne 23.78 USD pour les utilisateurs des voies rapides et 19.50 USD pour les utilisateurs des voies PV, mais la dispersion de ces valeurs est même plus forte que celle des valeurs du temps. Les données sur lesquelles ces calculs se fondent concernent en outre la période de pointe du matin pendant laquelle les péages (et donc vraisemblablement aussi les valeurs du temps et de la fiabilité) sont nettement moins élevés que pendant la période de pointe de la soirée. Small *et al.* concluent donc que les automobilistes qui circulent dans ce corridor se distinguent par la grande diversité de leurs préférences en matière de vitesse et de fiabilité, puisque l'hétérogénéité totale des valeurs du temps et de la fiabilité est quasi égale, ou supérieure, à la valeur moyenne correspondante. Les utilisateurs des voies rapides attribuent en moyenne, comme on pouvait s'y attendre, une plus grande valeur au temps de déplacement et à la fiabilité de ce temps que les utilisateurs des voies PV, mais les chevauchements sont importants dans ces deux groupes, parce que leurs préférences sont très hétérogènes.

Small *et al.* s'appuient sur ces constatations pour critiquer les arguments habituellement avancés à l'appui de la tarification de l'usage des autoroutes sur la base de la congestion qui veulent que tous les utilisateurs de toutes les voies paient un péage égal pendant les périodes de pointe et paient moins, ou rien du tout, pendant les autres moments de la journée. Ils évaluent, en s'aidant d'un modèle de la demande, l'impact que peuvent avoir sur le bien-être social l'aménagement de voies, à péage ou gratuites, pour véhicules à haut taux d'occupation le long de voies PV, la perception de péages sur toutes les voies ou la perception de péages différents sur les voies spécialisées et les voies PV. Ils concluent de cette analyse que cette dernière formule offre une solution de compromis raisonnable, puisqu'elle étale quelque peu les pointes et fait gagner du temps aux utilisateurs de toutes les voies de la route rapide, sans surtaxer lourdement la majorité de ceux qui attribuent au temps et à la fiabilité une valeur inférieure à ce qu'il faut faire payer pour préserver les voies spécialisées de la congestion pendant les périodes de pointe.

Douglass Lee critique les voies séparées, notamment les voies, gratuites ou à péage, pour véhicules à haut taux d'occupation, pour les raisons qui ont déjà été exposées dans la présente étude (il estime ainsi que la capacité totale est moindre avec des voies spécialisées qu'avec des voies PV), mais concède que les voies à péage pour véhicules à haut taux d'occupation l'emportent sur les gratuites,

parce que ces voies à péage sont mieux en mesure d'absorber un trafic dense sans risque de surencombrement[26]. Il rétorque à Small *et al.* que la (les) voie(s) à péage pour véhicules à haut taux d'occupation ne peu(ven)t l'emporter [sur une route composée uniquement de voies PV] que si les péages réclamés sur les deux types de voie suffisent au moins pour que la capacité des deux [types de] voies soit pleinement exploitée sans pour autant que leur débit soit identique. Lee ajoute encore qu'il ne peut se justifier de prévoir plus d'une catégorie de service que si les préférences (valeur du temps de déplacement) des utilisateurs sont très hétérogènes. Il manque encore à l'heure actuelle de données détaillées sur la valeur attribuée au temps de déplacement en période de pointe et à la fiabilité de ce temps par les migrants alternants de nombreuses villes, mais les données détaillées relatives à la SR 91 donnent à tout le moins à penser que la valeur que leur attribuent ces migrants est beaucoup plus hétérogène qu'on l'a toujours pensé.

5.2. Valeur du temps et de la fiabilité dans le transport routier de marchandises en milieu urbain

Beaucoup d'études des transports de marchandises se fondent sur une valeur unique du temps généralement inférée de la valeur moyenne théorique des gains de temps (réalisables par exemple en empruntant une route à péage) sans tenir explicitement compte de la valeur de la fiabilité. Cette vision un peu simpliste des choses commence toutefois à être remise en cause à mesure que la recherche progresse. Une étude réalisée en 2005 par l'*American Transportation Research Institute* et l'Administration fédérale des routes a chiffré les temps de déplacement et les pertes de temps enregistrés sur cinq routes nationales et établi, au départ de ces chiffres, un indice du temps de déplacement qui compare le temps de déplacement effectif au temps de déplacement en circulation fluide et un indice tampon qui mesure la variabilité de ce temps de déplacement[27]. L'étude observe également que les chargeurs et les transporteurs attribuent au temps de transport une valeur qui oscille entre 25 et 200 USD par heure en fonction du produit transporté. Les pertes de temps inattendues peuvent majorer cette valeur de 50 à 250 pour cent.

L'analyse des avantages et inconvénients d'une voie à péage pour camions doit tenir compte de la nature des mouvements de marchandises les plus probablement observables sur cette infrastructure . Les voies à péage pour camions qu'il est proposé d'aménager dans la région de Los Angeles devraient ainsi avoir pour vocation première de faire circuler des conteneurs entre les ports et les centres d'entreposage et de distribution installés pour la plupart à une centaine de kilomètres dans l'arrière-pays. Dans une analyse de ce marché réalisée en 2007, l'Association des collectivités locales du Sud de la Californie a estimé la valeur du temps et la valeur de la fiabilité pour le transport de conteneurs dans ce corridor[28] et chiffré le niveau auquel l'indice du temps de déplacement et l'indice tampon se situeraient en 2030 sur les principales autoroutes qui seraient utilisées si les voies à péage pour camions n'étaient pas construites. La valeur combinée du temps et de la fiabilité en période de pointe à été estimée à 73 USD/heure pour les transports lourds de marchandises par route.

Les modèles de la demande de transport bâtis par l'Association des collectivités locales du Sud de la Californie ont permis de calculer que les camions pouvaient rouler près de trois fois plus vite sur leurs voies à eux que s'ils devaient circuler sur les voies PV à trafic hétérogène des autoroutes. L'étude aboutit, pour trois destinations et origines différentes, aux chiffres rassemblés dans le Tableau 3.

Tableau 3. **Voie à péage pour camions de Los Angeles, pointe matinale en 2030**

District		Minutes gagnées	Heures	Valeur@ 73 USD/h	Coût total @ 0.86 USD/min	Réduction nette du coût	Économies /péage
Centre-ville	destination	85	1.42	103 USD	17 USD	86 USD	5.1
	origine	97	1.62	118 USD	17 USD	101 USD	5.9
Ontario	destination	192	3.2	233 USD	32 USD	201 USD	6.3
	origine	298	4.97	361 USD	32 USD	329 USD	10.3
Victorville	destination	285	4.75	345 USD	64 USD	281 USD	4.4
	origine	405	6.75	490 USD	64 USD	426 USD	6.7

Source : Killough, note 28.

Les chiffres du Tableau 3 ne tiennent compte : ni a) des gains de productivité générés par l'augmentation du nombre de déplacements que ces gains de temps permettent à un chauffeur d'effectuer en une journée de travail ; ni b) de la valeur ajoutée produite par l'amélioration de la productivité générée par l'augmentation du nombre de conteneurs chargeables sur un véhicule. L'Association des collectivités locales du Sud de la Californie estime, comme base de comparaison, le coût de construction des voies à péage pour camions à 20 milliards USD et le coût total du projet (mesures de protection de l'environnement comprises) à plus de 30 milliards USD. Elle n'a pas cherché à savoir si ce mégaprojet pouvait être financé par le seul produit des péages, mais il n'en demeure pas moins que le péage proposé de 0.86 USD/mille est de loin inférieur à ce qu'il pourrait être eu égard aux gains de productivité dont la valeur n'est pas prise en compte dans l'analyse résumée ci-dessus.

6. QUESTIONS DE SÉCURITÉ SOULEVÉES PAR LA SÉPARATION DES VOITURES ET DES CAMIONS

La sécurité étant une des questions clés que toute étude de la séparation des voies pour voitures et camions (ou plus exactement pour véhicules légers et lourds) doit aborder, l'analyse va porter d'abord sur des données empiriques relatives aux routes « étroites » et ensuite, plus spécifiquement, sur les accidents impliquant des voitures et des camions. L'attention se portera également sur la diminution que la taille des voitures devrait connaître au cours des prochaines décennies.

6.1. Sécurité des routes « étroites »

Dans l'étude où ils plaident en faveur du rétrécissement des routes et autres artères rapides, Ng et Small dressent un bilan des études récentes sur la sécurité des routes dont les voies sont plus étroites que celles que prévoient les normes AASHTO américaines actuelles. Les études qu'ils passent en revue se focalisent sur les accidents corporels et mortels survenus sur des voiries urbaines et des routes rapides à au moins quatre voies.

L'analyse de plusieurs études de type avant/après (c'est-à-dire avant et après rétrécissement des voies de certaines autoroutes) ou transversales (comparaison des taux d'accidents enregistrés sur les routes étroites, d'une part, et classiques, d'autre part, d'un État donné) les amène à conclure que :

« *Les interactions que les faits et la théorie identifient entre l'architecture de la route et la sécurité sont ambiguës, mais il semble bien au total que des voies et des accotements plus larges soient de nature à améliorer la sécurité. La question de savoir si les routes étroites évoquées ici sont de nature à être moins sûres reste donc ouverte, mais a certainement de quoi préoccuper. La réponse dépend vraisemblablement de facteurs qui varient d'un cas à l'autre, notamment de la vitesse à laquelle les conducteurs choisissent de rouler*[29]. »

Ng et Small se penchent également sur les décisions, notamment de baisse des vitesses maximales autorisées, dont le rétrécissement doit s'accompagner. Ils observent que la modulation des limitations de vitesse, les panneaux à message variable, l'utilisation temporaire des bandes d'arrêt d'urgence et d'autres techniques ont donné de bons résultats en Allemagne et aux Pays-Bas. Ils signalent que diverses études faisant appel à des simulateurs de conduite et des modèles de simulation du trafic révèlent que les limitations de vitesse font diminuer la vitesse moyenne, les variations de vitesse, les déboîtements et, partant, le taux d'accident. La communauté des exploitants américains d'autoroutes réfléchit actuellement à plusieurs de ces concepts qu'elle regroupe sous le nom de « gestion active du trafic »[30]. Les techniques de gestion active du trafic sont donc un complément important des routes « étroites » pour en améliorer la sécurité.

6.2. Accidents impliquant des voitures et des camions

Ng et Small soulignent que la limitation de l'accès des routes « étroites » aux seuls véhicules légers dans le but d'éviter les collisions entre voitures et camions est un autre facteur de sécurisation de ces routes. Ils font dans ce cadre référence à une étude des sections à deux fois deux chaussées de l'autoroute à péage du New Jersey qui observe que les accidents sont plus nombreux sur les voies à trafic hétérogène que sur celles qui sont réservées aux voitures (bien qu'elles soient par ailleurs de configuration identique) et que les camions sont impliqués dans une fraction disproportionnée des accidents survenant sur les voies à trafic hétérogène[31]. Ils citent également une autre étude qui use d'un modèle économétrique pour montrer que le taux général d'accident est près de quatre fois plus sensible au nombre de camions qu'au nombre de voitures[32].

L'Administration fédérale américaine de la sécurité du transport routier a réalisé une étude sur la cause des accidents impliquant des poids lourds portant sur un échantillon de 963 de ces accidents (impliquant 1 123 camions et 959 autres véhicules) survenus en 2002 et 2003[33]. Elle y avance que chaque année, quelque 4 800 poids lourds sont impliqués dans des accidents mortels (causant environ 5 000 morts) et quelque 140 000 dans des accidents non mortels (causant environ 90 000 blessés). Les trois quarts (73 pour cent) des accidents étudiés sont des collisions entre un camion et au moins un autre véhicule et la moitié des collisions entre un camion et une voiture. L'étude impute la responsabilité « déterminante » de ces derniers accidents aux camions dans 44 pour cent des cas, impliquant par là que cette responsabilité incombe dans 56 pour cent des cas aux voitures. Les deux causes les plus vraisemblables des accidents causés par les camions sont les défaillances des freins, d'une part, et l'excès de vitesse ou la méconnaissance du trajet parcouru, d'autre part, tandis que l'interruption du flux de circulation et la méconnaissance des lieux traversés sont les principales causes des accidents causés par les voitures. Il est intéressant de souligner que la comparaison de ces

« facteurs associés » aux accidents causés par les voitures et les camions révèle qu'à la différence des conducteurs de camions, les automobilistes trustent plusieurs de ces facteurs, notamment la consommation de drogues, la fatigue et la maladie.

Étant donné que près de la moitié des collisions entre voitures et camions semble être de la « faute » des camions, la séparation des voitures et des camions devrait pouvoir contribuer à réduire nettement le nombre de morts et de blessés victimes de ces accidents.

6.3. Diminution de la taille des voitures

La diminution probable de la taille des voitures en réponse à l'appel à la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre est un autre facteur qui a une incidence sur les accidents impliquant des voitures et des camions. Aux États-Unis, l'Administration Obama a annoncé, au printemps 2009, l'adoption de nouvelles normes de consommation moyenne de carburant par constructeur applicables tant aux voitures qu'aux utilitaires légers. Ces nouvelles normes prévoient que les voitures neuves construites à partir de 2016 devront consommer 6 litres aux 100 kilomètres (au lieu de 8.5 litres aujourd'hui) et les utilitaires légers 7.8 litres aux 100 kilomètres (au lieu de 10.5 litres aujourd'hui). Tout le monde s'attend à ce qu'il faille réduire la taille des véhicules neufs à partir de 2016 pour y arriver.

Il existe une corrélation indéniable entre les dimensions/la masse des véhicules et la gravité des accidents mesurée en nombre de morts et de blessés. Une étude de l'impact des normes de consommation moyenne de carburant par constructeur réalisée par le *National Research Council* en 2002 constate que la diminution de la taille des véhicules induite pendant les années 70 et au début des années 80 par les premières de ces normes s'avère avoir ajouté quelque 1 300 à 2 600 morts au nombre des victimes d'accidents de la route en 1993. Les auteurs de l'étude du *National Research Council* recommandent de réduire encore la consommation des véhicules neufs, mais observent que les constructeurs automobiles peuvent la réduire d'autres façons et qu'une nouvelle réduction de la taille des véhicules irait vraisemblablement de pair avec une augmentation du nombre d'issues fatales nettement moindre que pendant les années 80, parce que les voitures neuves sont entre-temps devenues plus sûres. Ils avancent, en conclusion, que si la réduction de la consommation résulte soit de l'allégement des véhicules, soit de la construction et de la vente d'un plus grand nombre de petites voitures, il faut s'attendre à une augmentation du nombre d'accidents mortels de la route[34].

Comme les dimensions tant des voitures que des utilitaires légers semblent destinées à encore diminuer, les accidents qui impliquent ces véhicules et des camions auront presque certainement des conséquences plus graves qu'aujourd'hui. Cela donne une raison supplémentaire de réfléchir à des architectures routières qui réservent certaines parties des routes aux seuls véhicules légers.

7. QUESTIONS D'ENVIRONNEMENT

D'aucuns allèguent que l'aménagement de voies pour camions est, pour des raisons environnementales, une mauvaise piste à suivre. Ils appuient leur argumentation notamment sur le fait que les poids lourds sont dans leur grande majorité propulsés par un moteur diesel, un moteur considéré comme sérieusement polluant aux États-Unis, et que les pouvoirs publics ne devraient donc pas faciliter le développement du transport de marchandises par route. Ils prônent, à plus large échelle, l'adoption d'une politique qui vise à transférer le plus de trafic marchandises possible de la route vers le rail. La question sort un peu du cadre de la présente étude, mais ne peut être ignorée pour autant.

7.1. Camions plus verts

Comme il faut aux grands projets d'infrastructures de transport une décennie ou davantage pour passer du stade des premières études à celui de la mise en service, les projets futurs de voies ou routes à péage pour camions devront être appréciés en tenant compte de ce que le parc de poids lourds sera d'ici quelques décennies (durée de vie utile attendue des voies ou routes pour camions) et non pas de ce qu'il a été pendant les quelques dizaines d'années passées. Aux États-Unis, des nouvelles normes de désulfuration du gazole entrées en vigueur en 2006 visent à faciliter le respect des dispositions en vertu desquelles tous les camions vendus après le 1er janvier 2007 doivent être équipés de nouveaux moteurs produisant moins d'émissions. Une étude de l'*American Transportation Research Institute* présentée à la réunion du *Transportation Research Board* de 2006 prévoit que d'ici 2015, l'ensemble des camions diesels américains émettront 63 pour cent de particules et 53 pour cent d'oxydes d'azote en moins qu'en 2005[35].

Il faut, en second lieu, tenir compte aussi de l'impact positif de l'amélioration de la productivité du transport de marchandises par route sur les émissions des camions. Un tracteur tirant deux longues remorques transporte une charge utile supérieure de 100 pour cent en ne consommant que 60 pour cent environ de carburant en plus. Il s'en suit que l'intensité d'émission du transport de marchandises par route va se réduire considérablement, si les transporteurs routiers utilisent des longs trains routiers plus productifs. Cheryl Bynum, du *SmartWay Transport Team* (groupe des transports intelligents) de l'Agence américaine pour la protection de l'environnement, abonde dans ce sens quand, répondant à une question de l'auteur du présent rapport, elle avance que :

> « *un transporteur qui utilise des remorques plus longues et/ou couple plusieurs remorques fait augmenter le nombre total de tonnes/kilomètre atteint par voyage et peut effectuer moins de voyages, ce qui permet, non seulement de consommer moins de carburant et d'émettre moins de gaz à effet de serre, mais aussi de produire moins de polluants critiques. Les avantages environnementaux effectifs dépendent de ce que le parc introduit dans le modèle de performances FLEET, puisqu'il prend en compte le kilométrage, le type d'équipement, la consommation et la charge utile*[36]. »

Le modèle FLEET de l'Agence pour la protection de l'environnement quantifie la réduction de la consommation et des émissions à laquelle les stratégies des entreprises de transport de marchandises par route permettent d'arriver.

7.2. Route et chemin de fer

Plusieurs études récentes comparent les coûts socio-économiques des transports de marchandises par route et par chemin de fer. La Commission britannique pour l'intégration des transports observe ainsi dans une série d'études que les chemins de fer exercent sur l'environnement un impact quatre fois moindre que la route et prend cet impact en compte, après l'avoir monétisé, dans des analyses coûts/avantages globales. Les calculs révèlent que le rapport avantages/coûts est inférieur à 3 :1 pour les projets ferroviaires, mais est égal ou supérieur à 10 :1 pour la plupart des projets d'investissement dans les projets routiers[37].

Cette disparité est imputable à l'inégalité des performances des chaînes d'approvisionnement, principal critère de choix du mode de transport pour les chargeurs et les destinataires. La durée du transport, la fiabilité et la disponibilité sont ce que le marché demande pour la plupart des marchandises autres que les vracs (pour lesquels les chemins de fer sont de loin les mieux placés). Une étude sud-africaine des points forts et des points faibles de la route et des chemins de fer quantifie ces paramètres. La comparaison d'une route à péage pour camions à construire et d'une ligne de chemin de fer à prolonger courant dans un corridor de 600 kilomètres joignant Johannesburg à Durban apprend que les coûts du carburant et du CO_2 du rail représentent moins d'un quart de ceux de la route à péage, mais que le surcoût (calculé) de la chaîne d'approvisionnement rend le chemin de fer de près de 50 pour cent plus coûteux (la différence resterait grande, même si le pétrole coûtait deux fois plus cher qu'aujourd'hui). Il s'en suit qu'un investissement de 30 milliards de rands pourrait générer une capacité économique de 72 millions de tonnes en version routière et de 24 millions de tonnes seulement (qui s'exploiteraient à perte) en version ferroviaire[38].

L'Institut National français de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS) planche sur les techniques de transport de marchandises les plus prometteuses envisageables en France et en Europe à l'horizon 2030. Un des membres de l'Institut a signalé, dans un exposé présenté au cours d'un voyage d'étude effectué aux États-Unis en 2008, que l'automatisation du transport de marchandises par route et la construction de voies à péage réservées aux camions et aux trains routiers étaient au nombre des pistes qu'ils exploraient[39].

L'automatisation et les voies à péage pour camions font aussi l'objet de l'attention de chercheurs des universités de Berkeley, en Californie, et de l'État de San Jose attachés au projet PATH. Tsao et Botha, de l'université de San Jose, ont élaboré un projet détaillé de construction de voies pour poids lourds équipées d'une multitude de dispositifs de haute technologie destinés à réduire la charge de travail des conducteurs et améliorer la sécurité. Ils envisagent une mise en service progressive de ce qu'ils appellent des trains routiers informatisés et séparés et est en fait un système de circulation des camions en file indienne[40]. Ce système permettrait d'augmenter de façon spectaculaire le débit tout en réduisant le nombre de voies nécessaires.

Plusieurs chercheurs de l'université de Berkeley attachés au projet PATH ont élaboré un projet assez similaire de voie urbaine pour camions à Chicago. Shladover *et al.* proposent également une approche progressive en commençant par construire une route urbaine pour camions à deux voies (une par sens de circulation) dont ils chiffrent le rapport avantages/coûts à 3.6 USD en tenant compte du raccourcissement du temps de déplacement et de la réduction de la congestion routière. Ils proposent

d'ajouter ensuite, quand la demande aura augmenté au point de nécessiter une augmentation de la capacité, d'installer un système de circulation en file indienne qui doublerait la capacité de la route pour camions à un coût nettement inférieur à celui de l'acquisition d'emprises et de construction de deux voies supplémentaires. Le rapport avantages/coûts de la route pour camions ainsi renforcée est estimé égal à 5.15[41].

8. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Nombreux sont ceux qui mettent les avantages des voies polyvalentes en avant, mais il n'en apparaît pas moins de plus en plus évident que les voies spécialisées auront un rôle à jouer sur la scène routière du 21ème siècle. La réduction de la largeur des voies et des hauteurs libres permettra d'ajouter aux routes urbaines des capacités réservées aux voitures en des lieux et sous des formes qui n'ont pas encore été sérieusement pris en considération et à un coût inférieur à celui des formules classiques de renforcement des voies rapides et de la voirie urbaine. Sur les relations interurbaines, la réservation de certaines voies aux camions pourrait tout à la fois faire gagner le transport de marchandises en productivité, réduire son impact sur l'environnement et améliorer notablement la sécurité en séparant les poids lourds de voitures qui seront vraisemblablement plus petites à l'avenir. Les voies séparées ont tout pour s'intégrer demain dans des systèmes de tarification des infrastructures routières urbaines qui tiennent pleinement compte de l'extrême hétérogénéité des valeurs que les automobilistes et les entreprises de transport routier accordent au temps et à la fiabilité. Il s'en suit que les planificateurs des transports devront, dans leurs réflexions, faire place au moins aux types suivants de voies non polyvalentes :

- voies et chaussées pour véhicules légers à ajouter à des routes rapides ou des routes urbaines ;
- voies à péage normal ou préférentiel sur des routes urbaines rapides ;
- voies à péage pour camions sur certains axes urbains et interurbains ;
- voies à péage pour camions en lieu et place d'un renforcement des lignes de chemin de fer sur certains axes.

NOTES

1. *Highway Capacity Manual*, Washington DC: Transportation Research Board, 2000.

2. Pravin Variaya, « *What We've Learned about Highway Congestion* », Access, vol. 27, 2005, pp. 2 à 9.

3. Peter Samuel, « *How to Build our Way out of Congestion* », Peter Samuel, Policy Study n° 250, Los Angeles : Reason Foundation, janvier 1999.

4. Peter Samuel, « *State Senators Discuss Truck Lanes Concessions on New Jersey Turnpike* », TollRoadsNews.com, 9 juillet 2008.

5. Robert W. Poole Jr. et Ted Balaker, « *Virtual Exclusive Busways* », Policy Study n° 337, Los Angeles: Reason Foundation, septembre 2005.

6. *Ibid*.

7. J. Kwon et P. Varaiya, « *Effectiveness of California's High Occupancy Vehicle (HOV) System* », Transportation Research, Part C, vol. 16, n° 1, 2008, pp. 98 à 115.

8. Gordon J. Fielding et Daniel B. Klein, « *High Occupancy /Toll Lanes* », Policy Study n° 170, Los Angeles, Reason Foundation, novembre 1993.

9. Robert W. Poole JR., « *Orange County's 91 Express Lanes* », Policy Brief n° 39, Los Angeles: Reason Foundation, 2005.

10. Bill Reinhardt, « *Minnesota DOT Gets Five Private Offers* », Public Works Financing, novembre 1995.

11. Peter Samuel, note 3.

12. Ministère américain des Transports, « *The U.S. Department of Transportation's Comprehensive Truck Size and Weight Study* », Washington DC: Government Printing Office, août 2000.

13. Peter Samuel, Robert W. Poole Jr. et Jose Holguin-Veras, « *Toll Truckways: A New Path toward Safer and More Efficient Freight Transportation* », Policy Study n° 294, Los Angeles: Reason Foundation, juin 2002.

14. « *I-70 Final Supplemental EIS* », juin 2009 (*www.improvei70.org*).

15. Chen Feng Ng et Kenneth A. Small, « *Tradeoffs Among Free-flow Speed, Capacity, Cost, and Environmental Factors in Highway Design* », 28 août 2008 (*www.economics.uci.edu/docs/2008-09/small-04.pdf*).

16. Peter Samuel, « *Innovative Roadway Design* », Policy Study n° 348, Los Angeles: Reason Foundation, septembre 2006.

17. *Ibid*.

18. Christian Gerondeau, *Transport in Europe*, Londres, Artech House, 1997, Figure 14, p. 340.

19. Peter Samuel, « *French Low-Ceiling Tunnelways of Duplex A86 Comfortable to Drive* », *www.tollroadnews.com/node/3906*.

20. David Phillips, « *An Update on Curb Guided Bus Technology and Deployment Trends* », Journal of Public Transportation, 2006 (*www.nctr.usf.edu/jpt/JPT%209-3S%20Phillips.pdf*).

21. Samuel, Poole et Holguin-Veras, note 13.

22. Robert W. Poole Jr., Peter Samuel et Brian F. Chase, « *Building for the Future : Easing California's Transportation Crisis with Tolls and Public/Private Partnerships* », Policy Study n° 324, Los Angeles : Reason Foundation, janvier 2005, pp. 19 à 25.

23. Kenneth A. Small, Clifford Winston et Carol A. Evans, *Road Work : A New Highway Pricing and Investment Policy*, Washington DC, The Brookings Institution, 1989, p. 11.

24. Samuel, Poole et Holguin-Veras, pp. 20 à 21 et 26 à 27.

25. Kenneth A. Small, Clifford Winston et Jia Yan, « *Differential Road Pricing, Express Lanes, and Carpools : Exploiting Heterogeneous Preferences in Policy Design* », Brookings-Wharton Papers in Urban Affairs, 2006, pp. 53 à 96.

26. Douglass B. Lee Jr., « *Toward the Evaluation of Value Pricing* », Transportation Research Record n° 2079, Transportation Research Board, 2008, pp. 71 à 78.

27. American Transportation Research Institute, « *Measuring Travel Time in Freight-Significant Corridors* », Office of Freight Management & Operations, Administration fédérale des routes, FHWA-HOP-05-036, 2005.

28. Keith L. Killough, « *Value Analysis of Truck Toll Lanes in Southern California* », Southern California Association of Governments, novembre 2007 (consultable sur le CD-ROM de la réunion annuelle de 2008 du Transportation Research Board).

29. Ng et Small, note 15, p.21.

30. « *Active Traffic Management : The Next Step in Congestion Management* », Washington DC, Administration fédérale des routes, 2007 (http:/international.fhwa.dot.gov/pubs/p107012/index.cfm).

31. D. Lord, D. Middleton et J. Whitacre, « *Does Separating Trucks from Other Traffic Improve Safety ?* », Transportation Research Record 1922, 2005, pp. 156 à 166.

32. Lasse Fridstrom, « *An Econometrric Model of Car Ownership, Road Use, Accidents, and their Severity* », TOI Report 457/1999, Oslo : Institut d'économie des Transports, 1999 (*www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/TùD81%20rapporter/199/457-1999/457-1999.pdf*).

33. « *The Large Truck Crash Causation Study* », Washington DC, Administration fédérale de la sécurité du transport routier, publication n° FMCSA-RRA-07-017, juillet 2007 (*www.fmcsa.dot.gov/facts-research/research-technology/analysis/FMCSA-RRA-07-017.htm?=true*).

34. « *Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy Standards* », Washington DC : Transportation Research Board, National Research Council, 2002, p. 77.

35. Mike Tunnell, « *Advanced Truck Engine Progress and Impacts on Highway Financing* », rapport présenté à la réunion annuelle de 2006 du Transportation Research Board, American Transportation Research Institute, 2006.

36. Robert W. Oole Jr et peter Samuel, « *Corridors for Toll Truckways : Suggested Locations for Pilot Projects* », Policy Study n° 345, Reason Foundation, février 2004, p.6.

37. Commission for Integrated Transport, « *A Review of the Multi-Modal Studies: 10-Year Transport Plan Monitoring Stategy* », septembre 2002.

38. Andrew Marsay, « *A Case for Dedicated Freight Highways as an Alternative to Rail or Intermodal* », rapport présenté à l'assemblée générale annuelle du Chartered Institute of Logistics and Transport, Afrique du Sud, 23 avril 2008.

39. Jacques Beaumont, Jean-Marc Blosseville, Fabrice Hamelin et Christophe Riper, « *INNOFRET Technical Mission to the U.S. on Innovative Truck, Rail, and Intermodal Goods Transport Systems* », Paris : INRETS, rapport présenté à Los Angeles, Berkeley, Denver et Washington DC, 1–5 décembre 2008.

40. Hsiao Shen Jacob Tsao et Jan Louis Botha, « *An Automated Highway System Dedicated to Inter-City Trucking* », San Jose State University Paper 2-2857, réunion annuelle de 2002 du Transportation Research Board.

41. Yafeng Yin, Mark A. Miller et Steven E. Shladover, « *Assessment of the Applicability of Cooperative Vehicle-Highway Automation Systems to Freight Movement in Chicago* », rapport présenté à la réunion annuelle de 2004 du Transportation Research Board. (*http://database.path.berkeley;edu/reports/index.cgi?reqtype=displayrecord&record=204*).

VOIES RÉSERVÉES, PÉAGES ET STI

par

Robin LINDSEY

Faculté des Sciences Economiques
Université de l'Alberta
Edmonton
Canada

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 405

2. MÉRITES DE LA SÉPARATION DES VÉHICULES : ÉTUDES EMPIRIQUES 407

2.1. Trafic hétérogène 407
2.2. Interdiction d'accès à certaines voies de circulation 408
2.3. Différenciation des limitations de vitesse 409

3. MÉRITES DE LA SÉPARATION DES VÉHICULES : MODÉLISATION 409

4. OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES 414

4.1. Valeur du temps de déplacement, valeur de la fiabilité et utilisation de l'informatique 414
4.2. Choix des itinéraires 416
4.3. Horaire des déplacements 416
4.4. Type de véhicule, logistique et implantation 417

5. CONCLUSIONS 418

NOTES 420

BIBLIOGRAPHIE 421

TABLEAU ET FIGURES 424

Les mérites de la séparation des voitures et des camions occupent les esprits depuis longtemps. La fluidification du trafic, la diminution du nombre d'accidents, l'amélioration de la qualité de l'air et la réduction des coûts de construction et d'entretien des infrastructures routières sont certains des avantages qu'elle peut présenter. Les poids lourds sont souvent bannis des voiries urbaines et relégués sur certaines voies de nombreuses routes, mais il n'existe pas d'infrastructures exclusivement réservées aux camions. L'aménagement de voies et de routes à péage réservées aux camions fait toutefois aujourd'hui l'objet de réflexions attentives. Les péages pour voitures et camions entrent aussi de plus en plus dans les mœurs et pourraient contribuer à distribuer plus rationnellement la circulation des voitures et des camions sur le réseau routier.

La présente étude analyse les avantages potentiels de la réservation, dans un réseau d'infrastructures routières donné, de voies et de routes différentes aux voitures et aux camions. Diverses études américaines portant sur les conditions d'écoulement des trafics hétérogènes, la réservation de certaines voies à certains véhicules et la différenciation des limitations de vitesse ne permettent pas de déterminer avec certitude si la séparation des voitures et des camions fluidifie le trafic et réduit le nombre d'accidents. L'utilisation d'un modèle économique apprend que les avantages potentiels dépendent du nombre relatif de voitures et de camions, du degré d'indivisibilité des capacités et de l'impédance ainsi que des risques pour la sécurité dont chaque type de véhicule est porteur. La différenciation des péages peut aider à rationaliser la distribution des voitures et des camions entre les différentes voies. La réservation de voies à péages aux voitures, d'une part, et aux camions, d'autre part, est une solution hybride potentiellement intéressante. Les systèmes de transport intelligents (STI) peuvent contribuer à améliorer la sécurité routière et la fiabilité des temps de déplacement et aider les usagers à faire leur choix entre routes à péage et routes gratuites.

1. INTRODUCTION

La plupart des routes sont accessibles à la fois aux voitures et aux camions, alors même que ces véhicules peuvent accuser des différences considérables en termes de dimensions, de masse, de maniabilité et autres paramètres[1]. Les poids lourds sont souvent bannis des voiries urbaines et relégués sur certaines voies dans de nombreuses routes, mais il n'existe pas d'infrastructures exclusivement réservées aux camions. Plusieurs projets d'aménagement de voies ou routes à péage réservées aux camions ont toutefois été avancés aux États-Unis (Reich *et al*., 2002 ; Administration Fédérale des Routes, 2003 ; *Transportation Research Board*, 2003 ; Poole, 2007 ; Killough, 2008 ; Service d'audit, d'évaluation et d'enquête du Congrès américain, 2008). Plusieurs études portent également sur la réservation de certains corridors américano-canadiens et de certaines routes britanniques, italiennes et néerlandaises aux camions.

Beaucoup de projets de voies et routes pour camions postulent la perception de péages. Les camions doivent acquitter des péages sur 8 000 kilomètres de routes américaines et dans plus de 20 pays européens (Broaddus et Gertz, 2008). Ces péages ont des finalités diverses allant de la gestion de la demande à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et à la génération de recettes, mais ne visent pas spécifiquement à séparer les véhicules lourds des véhicules légers. Il a cependant été montré que la séparation des voitures et des camions pouvait présenter certains avantages : l'homogénéisation des flux de circulation peut atténuer la congestion en réduisant le besoin de freinage, d'accélération, de dépassement et de changement de voie, les voitures peuvent être moins ralenties par des camions plus lents qui limitent leur champ de vision, la décongestion des routes peut rendre les temps de déplacement plus prévisibles, la diminution du nombre de collisions entre des véhicules lourds et légers peut faire diminuer le nombre d'accidents et de morts, tandis que l'augmentation et l'uniformisation des vitesses de circulation peut être bénéfique à la qualité de l'air. Il est possible aussi de concevoir des infrastructures pour camions adaptées aux trains routiers de grande longueur exploitant les économies de taille (Samuel *et al*., 2002) et il est vraisemblable par ailleurs que la concentration progressive des camions sur des installations qui leur sont réservées fera diminuer le besoin d'entretien des autres routes et permettra de rogner sur la solidité des nouvelles routes à construire pour les voitures (Holguin–Veras *et al*., 2003).

L'aménagement d'infrastructures réservées à des types de véhicules particuliers oblige à prendre de nombreux facteurs en compte, tels que la densité du trafic des voitures et des camions, l'existence ou absence d'obstacles à la circulation, la localisation des accès et des sorties, le nombre et la largeur des voies, l'épaisseur des revêtements, les limitations de vitesse, la présence ou non d'aires d'arrêt, de stations d'essence et d'autres services et la possibilité d'hétérogénéisation du trafic de certaines voies, notamment celles qui sont réservées aux véhicules à haut taux d'occupation (Chu et Meyer, 2008). La question de la perception de péages pour les voitures et/ou les camions et de la différenciation de ces péages sur la base du type de véhicule, du tronçon de route, de l'heure de la journée et d'autres paramètres pose également problème.

La présente étude ne vise pas à aborder toutes ces questions. Elle analyse les avantages de la séparation des véhicules induite par la réservation de certaines voies ou routes à certaines catégories d'entre eux et/ou la perception de péages en laissant dans l'ombre les coûts d'investissement et d'entretien afférents à ces infrastructures, les coûts de perception des péages et beaucoup d'autres questions pratiques. Elle vise à déterminer : 1) si la séparation des véhicules est source de gains au niveau de l'exploitation et de la sécurité ; 2) si la répartition d'équilibre non réglementée des voitures et des camions entre les voies et les routes est optimale ; et 3) quelles sont les meilleures mesures à prendre si cette répartition n'est pas optimale.

Le chapitre 2 passe en revue les quelques rares études empiriques existantes des avantages et inconvénients de la séparation des voitures et des camions. Le chapitre 3 fait la synthèse d'une étude de De Palma *et al.* (2008) qui analyse les avantages de cette séparation et compare l'efficience des restrictions d'accès aux voies de circulation, de la différenciation des péages dus par les voitures et les camions et de la réservation de certaines voies aux voitures ou aux camions. Le chapitre 4 traite de quelques questions importantes qui n'ont pas été prises en compte dans le modèle et le chapitre 5 formule quelques remarques en guise de conclusion.

2. MÉRITES DE LA SÉPARATION DES VÉHICULES : ÉTUDES EMPIRIQUES

Il n'y a pas encore de voies de circulation réservées aux camions, mais plusieurs études des effets de l'hétérogénéité du trafic, des restrictions d'accès aux voies de circulation et de la différenciation des limitations de vitesse jettent quelque lumière sur les avantages et les inconvénients de la séparation des voitures et des camions.

2.1. Trafic hétérogène

Les camions contribuent, pour diverses raisons, davantage à la congestion que les voitures : ils occupent plus d'espace sur la route, accélèrent et décélèrent moins vite, négocient les virages plus lentement et limitent davantage le champ de vision des autres usagers. Cette plus grande impédance des camions s'exprime normalement en « unités voiture particulière » (UVP) : le bilan s'élève à 1.5-2 UVP pour les camions isolés et à 2 ou 3 UVP pour les véhicules articulés et monte plus haut sur les routes en pente. Le facteur UVP présente deux faiblesses pour l'évaluation des mérites de la séparation des voitures et des camions. La première réside dans le fait que l'impact d'un véhicule peut dépendre de la composition du trafic (Demarchi et Setti, 2003). Plusieurs chercheurs ont ainsi constaté que la valeur UVP des camions est une fonction croissante de la proportion du flux constituée par ces camions (Yun *et al*., 2005). La seconde, plus fondamentale, découle du fait que la valeur UVP permet de mesurer l'impédance globale des camions, mais ne met pas l'inégalité de leur incidence, mal connue à ce jour, sur les voitures et les camions en lumière (Peeta *et al*., 2004).

Les camions ne se contentent pas de générer de la congestion, mais sont aussi à l'origine de risques pour la sécurité d'autres véhicules. Plusieurs caractéristiques des camions donnent à penser que ces risques sont plus sérieux dans le cas des camions que dans celui des voitures. Les très longs camions sont truffés d'angles morts et leurs conducteurs peuvent avoir quelque difficulté à repérer les véhicules plus petits qui les longent ou les suivent. Ils réduisent le champ de vision des automobilistes, surtout s'ils circulent en colonne sur une même voie. Les camions cachent d'autres véhicules ainsi que les signaux routiers installés en bordure ou au dessus de la route, mais la gravité de ce problème reste encore à étudier (TRB, 2003). Ils soulèvent, sur les mauvaises routes et par mauvais temps, des nuages de gouttelettes et des débris qui peuvent endommager les autres véhicules et obscurcir la vision de leurs conducteurs. Ils créent des obstacles et des dangers quand ils crèvent ou perdent des parties de leur chargement. Ceux qui ont une charge à l'essieu élevée endommagent les routes au point, à terme, de réduire la vitesse à laquelle il peut être roulé en sécurité et d'accélérer l'usure des voitures.

Les camions présentent aussi des caractéristiques qui les rendent plus sûrs. Le perfectionnement des systèmes de prévention du blocage des roues a amélioré leurs performances au freinage, à tel point que leur distance de freinage sur sol mouillé est aujourd'hui comparable à celle des voitures (TRB, 2003). Il s'y ajoute que les chauffeurs de camion sont assis plus haut que les automobilistes et peuvent

donc voir plus loin et réagir plus rapidement à un danger et, ce qui est sans doute plus important encore, que la plupart d'entre eux sont des professionnels chevronnés fortement incités à conduire sagement.

Les études empiriques des accidents impliquant des voitures et des camions témoignent d'une réalité diversifiée et assez complexe. Le nombre total d'accidents par 100 millions de véhicules/kilomètre est, aux États-Unis, un peu plus faible pour les poids lourds que pour les voitures, mais le taux d'accidents mortels est un peu plus élevé et l'issue des collisions entre camions et voitures risque beaucoup plus d'être fatale pour l'automobiliste qui y est impliqué (Adelakun et Cherry, 2009). Les accidents impliquant un camion sont en règle générale la conséquence de déplacements latéraux plutôt que de l'emboutissage d'une voiture par l'arrière ou d'une sortie de route (Golob et Regan, 2004). Les caractéristiques des routes (déclivité, largeur des voies, distances de vision latérales, courbes) affectent les performances des camions et influent sur le risque d'accident. Il en est de même de la densité du trafic : des modèles de simulation (Garber et Liu, 2007) révèlent que le taux d'accident par véhicule/kilomètre augmente avec la densité du trafic, mais aussi que les coûts diminuent parce que les accidents perdent en gravité. Le nombre de changements de voie par véhicule/kilomètre, qui est corrélé avec le taux d'accident, augmente avec la part du trafic représentée par les camions jusqu'à ce que celle-ci atteint 25 pour cent, seuil au-delà duquel il recommence à diminuer (Siushi et Mussa, 2007). Les chercheurs ne sont pas d'accord quant à l'incidence de la variance des vitesses sur le taux d'accident.

La circulation des camions a, sur le comportement des automobilistes, des effets qui peuvent être dommageables à la sécurité. Il s'avère ainsi que les automobilistes tendent à suivre les camions de moins près que les voitures, inclinent plus à dépasser les camions que les voitures, tendent à les dépasser plus rapidement et éprouvent un sentiment de malaise en présence de camions, surtout quand le temps est mauvais et que le trafic est de densité moyenne, deux conditions dans lesquelles le risque d'accident et la gravité potentielle des accidents augmentent (Peeta *et al.*, 2004).

2.2. Interdiction d'accès à certaines voies de circulation

Les poids lourds sont interdits d'accès à certaines voies sur de nombreuses routes. Aux États-Unis, cette interdiction s'applique 24 heures sur 24, afin de faciliter sa mise en œuvre et son respect par les routiers. Les « interdictions » sont parfois de simples recommandations et beaucoup d'États renoncent à faire respecter celles qui sont impératives (TRB, 2003).

Tous les chercheurs ne sont pas d'accord sur l'incidence de ces interdictions sur l'écoulement du trafic. Rakha *et al.* (2005) observent, en s'aidant de modèles de simulation, que la réservation de certaines voies aux camions améliore les performances en termes de vitesse, de consommation et d'émissions. Les véhicules affectés au transport de voyageurs tirent, ce qui n'a rien pour étonner, plus d'avantages de la séparation des véhicules pendant les heures de pointe au cours desquelles la congestion est forte (Siushi et Mussa, 2007 ; Ministère des Transports de Floride, 2008) ainsi que sur les routes entrecoupées de longues pentes. Les interdictions d'accès à certaines voies s'avèrent aussi donner de meilleurs résultats sur les autoroutes à péage ainsi que sur les routes à deux fois trois voies au moins que sur celles qui n'en comptent que deux par sens (Stanley, 2009) ainsi que sur les routes à accès limité. L'opportunité de la relégation des camions sur la voie de dépassement (Ministère des Transports de Floride, 2008) ou sur celle de circulation normale (Adelakun et Cherry, 2009) est une question qui divise les chercheurs.

Il manque de données sur les accidents survenus avant et après l'instauration d'une interdiction d'accès des camions à certaines voies en certains endroits précis pour évaluer son incidence sur la sécurité et il a donc fallu effectuer par ordinateur des simulations sur modèles réduits. Les conclusions tirées des simulations et de l'analyse des statistiques des accidents divergent et rien ne démontre de façon péremptoire que cette interdiction a des effets positifs ou négatifs sur la sécurité (TRB, 2003).

2.3. Différenciation des limitations de vitesse

Les limitations de vitesse sont, sur beaucoup de routes, différentes pour les voitures et les camions. La pratique suscite des controverses et il y a des arguments qui plaident tant en faveur qu'en défaveur de cette différenciation. La moindre maniabilité et capacité de freinage des camions milite en faveur de l'abaissement de leur vitesse, à tout le moins en situation de trafic hétérogène, bien que, comme il l'a déjà été souligné précédemment, leurs conducteurs aient un champ de vision plus étendu et une technique de conduite qui sont de nature à améliorer la sécurité de leur camion. La différenciation des limitations de vitesse peut amplifier la variance des vitesses et induire une multiplication des changements de voie entraînant une augmentation du nombre de déportements latéraux et d'encastrements de voitures dans l'arrière de camions, mais aussi une diminution du nombre d'autres accidents tels que l'écrasement de voitures par des camions (Harkey et Mera, 1994). Il n'y a que relativement peu de données qui permettent d'évaluer l'incidence de la différenciation des limitations de vitesse sur la sécurité. Celles qui existent font apparaître peu de différence entre le nombre et la gravité des accidents enregistrés dans les États américains où les limitations de vitesse sont uniformes, d'une part, et différenciées, d'autre part, même si la nature des collisions et le rôle qu'y jouent les camions et les voitures n'y sont pas les mêmes (TRB, 2003).

En résumé, les faits mis en lumière par les études américaines portant sur l'écoulement des trafics hétérogènes, les interdictions d'accès à certaines voies et la différenciation des limitations de vitesse n'indiquent pas clairement si la séparation des voitures et des camions facilite cet écoulement ou réduit le taux d'accidents. Ils varient en fonction de la composition et de la densité du trafic, de la nature des routes et du relief, de la localisation des voies réservées sur la gauche ou la droite de la chaussée et d'autres facteurs.

3. MÉRITES DE LA SÉPARATION DES VÉHICULES : MODÉLISATION

De Palma *et al*. (2008) ont étudié récemment, en s'appuyant sur un modèle microéconomique, les avantages potentiels de la séparation des voitures et des camions. Le présent chapitre fait la synthèse de l'exercice de modélisation et présente les conclusions analytiques et chiffrées les plus intéressantes qui peuvent en être tirées.

Le modèle distingue deux types de véhicules, à savoir les véhicules *légers* (L) et les véhicules *lourds* (H)[2]. Chaque type de véhicules accomplit un nombre donné de déplacements entre une même origine et une même destination en empruntant soit la route 1, soit la route 2 qui peuvent en fait être des routes différentes ou deux voies contiguës d'une même route. Les véhicules de type g accomplissent N_g déplacements au total et N_{gr} déplacements sur la route r.

Le coût privé total d'un déplacement accompli par un véhicule de type *g* sur la route *r* est une fonction linéaire croissante du nombre total de véhicules de chaque type parcourant la même route :

$$C_r^L = \underbrace{F_r^L}_{(a)} + \underbrace{c_{Lr}^L N_{Lr}}_{(b)} + \underbrace{c_{Hr}^L N_{Hr}}_{(c)} + \underbrace{\tau_r^L}_{(d)}, \; r = 1,2 , \qquad (1)$$

$$C_r^H = \underbrace{F_r^H}_{(a)} + \underbrace{c_{Lr}^H N_{Lr}}_{(b)} + \underbrace{c_{Hr}^H N_{Hr}}_{(c)} + \underbrace{\tau_r^H}_{(d)}, \; r = 1,2 . \qquad (2)$$

Le terme (a) apparaissant dans les deux équations (1) et (2) représente le coût fixe d'un déplacement, le terme (b) le surcoût imputable aux véhicules *légers* parcourant la même route, et le terme (c) le surcoût imputable aux véhicules *lourds*. Les coefficients c^L_{Lr} et c^H_{Hr}, r = 1,2, appelés *coefficients de coûts propres* spécifient les coûts externes dont chaque véhicule grève les véhicules de même type circulant sur la même route, tandis que les coefficients c^L_{Hr} et c^H_{Lr}, appelés *coefficients de coûts croisés*, spécifient les coûts externes dont chaque véhicule grève les véhicules de l'autre type. Ces deux coefficients dépendent de la capacité des routes. Le terme (d), enfin, représente le péage (éventuel). Les péages sont censés pouvoir varier selon le type de véhicule et la route.

Les conducteurs de véhicules *légers* et de véhicules *lourds* sont libres, en l'absence de péages ou d'interdiction d'accès à certaines voies, de choisir l'une ou l'autre route. Les trois types possibles de configurations d'usage d'équilibre sont l'équilibre *intégré* dans lequel les véhicules *légers* et les véhicules *lourds* circulent sur les deux routes, l'équilibre *partiellement séparé* dans lequel le premier type de véhicule circule sur les deux routes et le second sur une seule et l'équilibre *séparé* dans lequel chacun des deux types de véhicule ne circule que sur une route. La nature de l'équilibre est fonction du nombre N_L et N_H de véhicules de chaque type ainsi que de la valeur des coefficients de coût c^g_{hr}, qui est elle-même fonction de la capacité de la route. Définir $c^g_{h\circ} = c^g_{h1} + c^g_{h2}$, $g = L,H$, $h = L,H$. De Palma *et al.* (2008) montrent que l'équilibre ne peut être *intégré* que si :

$$\frac{c^L_{H\bullet}}{c^L_{L\bullet}} < \frac{c^H_{H\bullet}}{c^H_{L\bullet}} . \qquad (3)$$

La formule (3) indique que le rapport des coûts externes dont un véhicule *lourd* grève un véhicule *léger* aux coûts dont un véhicule *léger* grève un autre véhicule *léger* ($c^L_{H\circ}/c^L_{L\circ}$) doit être inférieur au rapport correspondant des coûts supportés par un véhicule *lourd* ($c^H_{H\circ}/c^H_{L\circ}$). Si la réalité postulée par la formule (3) se vérifie, les véhicules *légers* préfèrent circuler sur une route empruntée par des véhicules *lourds* et les véhicules *lourds* sur une route empruntée par des véhicules *légers*. La formule (3) peut se vérifier même si les véhicules *lourds* génèrent des coûts de congestion, des coûts d'accidents et d'autres coûts externes beaucoup plus élevés que les véhicules *légers*. Le paramètre le plus important est constitué par les coûts **relatifs** que les véhicules *légers* et *lourds* s'imposent mutuellement.

La demande de mobilité étant censée être fixe, la répartition optimale des véhicules entre les routes est celle qui minimise les coûts externes totaux. L'optimum peut, à l'image de l'équilibre non réglementé, être intégré, partiellement séparé ou totalement séparé. Le coût social d'un déplacement effectué par l'un et l'autre type de véhicule diffère toutefois du coût privé donné dans les équations (1) et (2) en ce sens qu'il : a) exclut les péages au motif qu'il s'agit de transferts ; et b) inclut les coûts

externes (émissions, bruit, vibrations et détérioration des revêtements) subis, pour leur plus grande partie, par l'ensemble de la population plutôt que par les seuls usagers de la route. Ces coûts sont, par souci de simplification, appelés coûts *environnementaux*.

La répartition optimale des véhicules entre les routes diffère de l'équilibre non réglementé pour diverses raisons, notamment parce que les conducteurs ignorent les coûts environnementaux de leurs déplacements et préfèrent emprunter la route qui minimise les coûts fixes[3]. Comme les coûts tant environnementaux que fixes afférents aux différentes voies d'une même route sont sans doute comparables, sinon identiques, cette préférence pourrait ne pas jouer. Les coûts externes dont les coefficients de coûts propres et de coûts croisés rendent compte ne sont en revanche généralement pas identiques d'une route à l'autre ou pour deux voies d'une même route. Palma *et al.* (2008) montrent que la répartition optimale ne peut être intégrée que si :

$$c^L_L.c^H_H. > c^L_H.c^H_L. + \frac{1}{4}\left(c^L_H. - c^H_L.\right)^2. \qquad (4)$$

En partant de l'équation (3), la répartition non réglementée ne peut de même être intégrée que si :

$$c^L_L.c^H_H. > c^L_H.c^H_L.. \qquad (5)$$

Étant donné que le terme quadratique du membre de droite de l'équation (4) est positif, la condition qu'exprime cette équation (4) est plus stricte que celle qu'exprime l'équation (5) et la répartition optimale peut être partiellement ou totalement séparée, même si l'équilibre non réglementé est intégré. Il suffit, pour en comprendre le pourquoi, de poser $c^L_{H^\circ} > c^H_{L^\circ}$. Les coûts externes dont les *véhicules lourds* grèvent les *véhicules légers* sont dans ce cas plus élevés que ceux dont les *véhicules légers* grèvent les *véhicules lourds*. Les *véhicules lourds* préfèrent donc circuler avec des *véhicules légers* et l'optimum consiste à séparer les *véhicules lourds* des *légers*. Si de même $c^L_{H^\circ} < c^H_{L^\circ}$, les véhicules *légers* préfèrent circuler avec des véhicules *lourds* et il y a avantage à séparer les uns des autres. Si la route n'a pas une capacité plus ou moins suffisante pour accueillir les véhicules *lourds* et *légers*, il ne sert à rien d'éliminer les conflits entre ces deux types de véhicules, quoique leur séparation partielle puisse se justifier.

Si la répartition non réglementée d'équilibre des véhicules *légers* et *lourds* entre les routes n'est pas optimale, il est possible d'envisager l'adoption de plusieurs mesures de régulation de la circulation telles que : 1) l'interdiction d'accès à certaines voies ; 2) la perception de péages sur les deux types de véhicules et les deux voies ; et 3) la réservation d'une voie à péage à un seul type de véhicules. Comme les véhicules *légers* et *lourds* génèrent des coûts externes et environnementaux différents sur les deux routes, l'optimum est inatteignable avec des péages indifférenciés, mais des péages différenciés sur la base des types de véhicules et des routes suffisent pour y arriver[4].

L'interdiction d'accès à certaines voies s'avère ne pouvoir guère contribuer à la rationalisation de la répartition du trafic. L'optimum peut, s'il est séparé, être atteint en cantonnant simplement chaque type de véhicule sur la route qui lui est attribuée. Une telle limitation de l'accès ne marche toutefois manifestement pas si l'optimum est intégré. Elle ne marche normalement pas non plus si l'optimum est partiellement séparé, parce qu'il est certes possible de cantonner un type de véhicule sur la route qui lui est attribuée, mais illusoire d'attendre des véhicules de l'autre type qu'ils optimisent leur répartition entre les routes. Il s'en suit que si l'optimum est intégré, le bannissement d'un type de véhicules de certaines voies peut en fait faire augmenter les coûts totaux de déplacement[5].

La troisième mesure, en l'occurrence la voie à péage, consiste à réserver une voie à un type de véhicule et à percevoir un péage sur cette voie. Elle est hybride en ce sens qu'elle associe l'interdiction d'accès à certaines voies au péage. Une voie à péage unique ne permet pas d'atteindre l'optimum s'il est intégré, mais peut, dans certaines conditions, décentraliser l'optimum s'il est totalement ou partiellement intégré[6]. Le propos peut s'illustrer en partant de l'hypothèse d'un optimum partiellement séparé avec circulation des seuls véhicules *légers* sur la route 1. La perception d'un péage sur cette route 1 contribue à l'atteinte de l'optimum si les véhicules *légers* préfèrent ne pas emprunter la route 2 (c'est-à-dire si $c^L_{H2} > c^H_{L2}$), parce que cette préférence peut être réduite à néant par l'imposition d'un péage positif aux véhicules *légers* empruntant la route 1. Si les véhicules *légers* préfèrent en revanche ne pas emprunter la route 1 (c'est-à-dire si $c^L_{H2} > c^H_{L2}$), la perception d'un péage sur la route 1 ne ferait que dégrader encore la répartition.

Pour mieux cerner les avantages potentiels de la séparation des voies, des péages généralisés et des voies à péage, De Palma *et al.* (2008) ont élaboré une version spéciale du modèle général dans laquelle les coûts externes de la mobilité sont générés par la congestion et les accidents et qui donne $c^g_{hr} = cong^g_{hr} + acc^g_{hr}, \quad g = L,H; \quad h = L,H; \; r = 1,2$, équation dans laquelle $cong^g_{hr}$ et acc^g_{hr} représentent les coefficients des coûts de congestion et des coûts des accidents. Les coûts relatifs de congestion dont les véhicules *lourds*, d'une part, et *légers*, d'autre part, grèvent les véhicules *légers* sont donnés par :

$$\frac{cong^L_{Hr}}{cong^L_{Lr}} = \lambda^L_H PCE_{cong}, \; r = 1,2, \qquad (6)$$

équation dans laquelle PCE_{cong} est un UVP générique pour la congestion créée par les véhicules *lourds* et $\lambda^L_H \geq 1$ un facteur d'échelle rendant compte de la plus forte charge dont les véhicules *lourds* peuvent grever les véhicules *légers* pour les raisons exposées dans le chapitre 2. Le coût relatif des accidents que les véhicules *lourds* et *légers* font porter par les véhicules *légers* est donné par l'équation analogue :

$$\frac{acc^L_{Hr}}{acc^L_{Lr}} = \phi^L_H PCE_{acc}, \; r = 1,2, \qquad (7)$$

dans laquelle PCE_{acc} est un UVP générique pour le coût des accidents généré par les véhicules lourds et $\phi^L_H \geq 1$ un facteur d'échelle rendant compte du risque disproportionné d'atteinte à la sécurité auquel les véhicules *lourds* peuvent exposer les *légers*. Les valeurs de base des paramètres figurent dans le Tableau 1. Elles sont valables pour une route à trois voies dont deux voies constituent la route 1 et la troisième la route 2. Les coefficients $cong^L_{Lr}$ et acc^L_{Lr} sont calibrés de telle sorte qu'en situation d'équilibre non réglementé, les coûts externes marginaux de congestion, d'une part, et d'accidents, d'autre part, d'un véhicule *léger* s'élèvent à respectivement 0.044 euro/km (0.10 USD/mille) et 0.009 euro/km (0.02 USD/mille) environ[7].

De Palma *et al.* (2008) calculent des équilibres et des optima non réglementés pour une gamme étendue de valeurs des paramètres. Il ne sera ici prêté attention qu'aux quelques cas politiquement les plus intéressants. Le premier est celui où la valeur du temps est fixée à 53 euros/heure (75 USD/h) pour les véhicules *lourds*. La condition représentée par l'équation (3) est remplie et l'équilibre non réglementé est intégré, mais la condition représentée par l'équation (4) ne l'est pas et l'optimum n'est donc pas intégré. Étant donné que la valeur du temps des véhicules *lourds* est plus de six fois plus

élevée que celle des véhicules *légers* (8.48 euros/heure), l'intervention a pour principal avantage d'allouer plus d'espace routier aux véhicules *lourds* et de réduire les pertes de temps que la congestion leur fait subir.

Le « L1 » figurant au sommet de la Figure 1 montre que si la fraction f du trafic représentée par les véhicules *lourds* est inférieure à 0.14, la route 1 (deux tiers de la capacité totale) est affectée aux véhicules *légers*, tandis que les véhicules *lourds* sont confinés sur la route 2. Pour $f \in (0.14, 0.24)$, la route 2 est réservée aux véhicules *lourds* (H2) et la 2 aux véhicules *légers*. Pour $f \in (0.24, 0.39)$, la route 2 est affectée aux véhicules *légers* (L2). Si la fraction f se situe dans la marge étroite $f \in (0.39, 0.41)$, la ségrégation est optimale avec une route 2 réservée aux véhicules *légers* et une route 1 aux véhicules *lourds* (L2 + H1). Pour $f > 0.41$, enfin, la route 1 est réservée aux véhicules *lourds* (H1), tandis que les véhicules *légers* sont rassemblés sur la voie qui constitue la route 2. Comme f varie entre 0 et 1, la répartition du trafic entre les routes se modifie quatre fois, ce qui témoigne du rôle important joué par la proportion des véhicules *lourds* dans la rationalisation de l'utilisation de l'espace routier[8]. Comme il l'a déjà été souligné précédemment, il est possible de décentraliser l'optimum en différenciant les péages. L'amélioration, illustrée dans la Figure 1, présente deux sommets avec un minimum local de $f = 0.24$ obtenu quand les véhicules *lourds* sont transférés de la route 1 vers la route 2 et la répartition des différents types de véhicules entre les routes présente relativement moins d'importance.

La configuration la plus efficace des voies à péage se situe juste sous l'optimum proche du sommet de la Figure 1. Pour $f < 0.10$, il y a trop peu de véhicules *lourds* pour justifier la création d'une voie à péage. Pour $f \in (0.10, 0.33)$, il est avantageux de réserver une voie à péage aux véhicules lourds sur la route 2 (H2) et le mieux, si $f > 0.33$, est de créer une voie à péage sur la route 1 (H1). La configuration des voies à péage se confond avec la configuration optimale sur deux sous-intervalles de f et la voie à péage contribue à l'optimum sur une grande partie de cette fourchette. En revanche, la séparation n'est optimale que sur l'étroite plage $f \in (0.39, 0.41)$ identifiée ci-dessus et n'est avantageuse (sans être optimale) que sur les deux plages relativement étroites $f \in (0.11, 0.18)$ et $f \in (0.33, 0.48)$ où la proportion des véhicules *lourds* est plus ou moins proportionnelle à la capacité des routes 2 ou 1.

La Figure 2 schématise les résultats d'une seconde expérience dans laquelle la valeur v^H du temps de déplacement des véhicules *lourds* et leur impédance relative $\lambda^L{}_H$ varient simultanément, tandis que la proportion des véhicules *lourds* se maintient au niveau de 20 pour cent. L'avantage généré par l'intervention s'exprime sous la forme d'une fonction en U de v^H. Il s'avère intéressant, pour des valeurs peu élevées de v^H, d'empêcher les véhicules *lourds* de se mêler aux *légers* et, pour des valeurs élevées de v^H (53 euros/heure dans la première expérience), d'empêcher les véhicules *légers* de se mêler aux *lourds*. Pour des valeurs intermédiaires de v^H proches de 17.7 euros/heure, la condition formulée dans l'équation (4) est remplie et tan l'équilibre optimal et non réglementé est intégré. Comme les coûts fixes des déplacements et les coûts environnementaux sont les mêmes pour les deux routes dans l'exemple numérique, la répartition d'équilibre du trafic n'est pas biaisée et aucune intervention ne peut être bénéfique. Cette région est représentée dans la Figure 2 par l'aire où la surface est horizontale et le bénéfice nul.

En ce qui concerne l'effet du paramètre $\lambda^L{}_H$, le pli qui traverse la surface de la Figure 2 montre que l'avantage tiré de l'intervention est maximal quand $\lambda^L{}_H$ est légèrement supérieur à l'unité et qu'il diminue quand le paramètre s'écarte, vers le plus ou vers le moins, de cette valeur. Quand $\lambda^L{}_H$ prend des valeurs supérieures à l'unité, les coefficients $cong^L{}_{Hr}$ des coûts croisés de congestion augmentent de même que l'avantage procuré par la séparation des véhicules *lourds* et des véhicules *légers*. Quand $\lambda^L{}_H$ excède une valeur seuil, l'équilibre non réglementé devient séparé et se rapproche de la répartition

optimale du trafic. Il en ressort que les effets bénéfiques de l'intervention dépendent des configurations tout à la fois non réglementées et optimales de la répartition du trafic. Les variations du paramètre Φ^{L}_{H}, représentant le risque relatif de collision auquel les véhicules *légers* sont exposés, ont un effet similaire en forme de V inversé sur les avantages.

Le modèle de De Palma *et al.* (2008) apprend deux choses importantes au moins au sujet de la séparation des véhicules, à savoir : 1) que les interdictions d'accès à certaines voies ou routes sont dans l'ensemble moins productives que des péages adéquats et peuvent même n'avoir aucun effet positif ; et 2) que l'indivisibilité de la capacité des voies empêche de répartir efficacement la capacité entre les différents types de véhicules. La construction d'infrastructures réservées aux camions ne présente un bon rapport coûts/efficience que si le nombre de camions est suffisamment élevé. Il peut en être dit autant de la réservation de voies aux véhicules à haut taux d'occupation (Small, 1983 ; Dahlgren, 1998).

4. OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES

Le modèle analysé dans le chapitre 3 se limite au choix d'une voie ou route effectué par des conducteurs amenés à parcourir un corridor où la demande de mobilité reste invariable et passe par-dessus plusieurs facteurs pratiques potentiellement importants tels que l'imprévisibilité de la durée des déplacements et le choix du moment où les déplacements s'effectuent. Le présent chapitre passe certains de ces facteurs en revue.

4.1. Valeur du temps de déplacement, valeur de la fiabilité et utilisation de l'informatique

4.1.1. Valeur du temps de déplacement

Le chapitre 3 a clairement montré que la valeur du temps de déplacement des personnes et des marchandises est un déterminant clé de l'utilité de la séparation des voitures et des camions. De nombreuses études traitent de la valeur que les automobilistes attachent au temps[9]. Elle varie en fonction de l'objet du déplacement, du taux d'occupation des véhicules, des revenus et d'autres facteurs. Pour évaluer correctement un projet spécifique, il est nécessaire de déterminer la proportion des déplacements effectués à des fins professionnelles, dans le cadre de migrations alternantes et en qualité d'activités de loisirs ainsi que le profil socio-économique de ceux qui les effectuent.

Les études qui traitent de la valeur du temps dans le transport de marchandises, dont l'importance est aujourd'hui pourtant largement reconnue, vont moins loin que celles qui s'intéressent au transport de voyageurs. Dans le transport de marchandises, la valeur du temps dépend de nombreux facteurs, tels que le type et le chargement des véhicules, l'importance de la ponctualité des livraisons, le statut du transport (pour compte propre ou pour compte de tiers) ou encore les salaires et horaires de travail des conducteurs. La valeur du temps est en règle générale plus élevée pour les chargeurs que pour les transporteurs et dépend de la mesure dans laquelle les destinataires interviennent dans la programmation des livraisons (Hensher et Puckett, 2008). Les estimations, extrêmement biaisées, de la valeur estimative du temps varient considérablement d'un pays développé à l'autre (Kawamura, 2000).

Les ouvrages spécialisés s'interrogent depuis longtemps sur l'incidence que la durée du transport et l'importance des gains de temps réalisables en la matière peuvent avoir sur la valeur du temps, une question particulièrement intéressante dans le cas des transports effectués sur des infrastructures spécialisées dont la longueur peut aller de quelques kilomètres à plusieurs centaines de kilomètres sur des réseaux nationaux ou internationaux. La valeur du temps peut en théorie augmenter avec la distance sous l'effet de la fatigue ou de l'ennui ou diminuer, parce que les déplacements ne sont pas programmés avec autant de rigueur quand ils sont longs[10]. La valeur attribuée aux petits gains de temps varie entre autres dans la mesure où le temps gagné suffit, ou ne suffit pas, pour effectuer une livraison supplémentaire pendant les heures normales de travail d'un conducteur. Cette possibilité varie d'un conducteur à l'autre et s'annule sans doute au total.

4.1.2. Valeur de la fiabilité

La variabilité du temps de déplacement n'est pas prise en compte dans le modèle déterministe présenté dans le chapitre 3. Une étude de Cambridge Systematics (2005)[11] constate que la congestion routière est due à des goulets d'étranglement (40 pour cent), des accidents (25 pour cent), des travaux (10 pour cent), du mauvais temps (15 pour cent), un mauvais réglage des feux de signalisation (5 pour cent) et diverses circonstances particulières et autres facteurs (5 pour cent). Selon les informations dont les personnes qui se déplacent peuvent disposer au sujet des incidents, des conditions atmosphériques, etc., un quart à une moitié environ des pertes de temps engendrées par la congestion sont imprévisibles.

Les études qui traitent de la fiabilité du temps de transport ont beaucoup gagné en profondeur ces dix dernières années, mais n'ont pas encore pu lui attribuer une valeur monétaire unanimement reconnue. Dans les études de la demande de mobilité, la valeur de la fiabilité est fréquemment représentée par le coefficient de l'écart-type du temps de déplacement et la valeur du temps par le coefficient du temps moyen de déplacement. Le taux ρ de fiabilité est donné par le rapport de la valeur de la fiabilité à la valeur du temps. Si le coefficient de variation du temps de déplacement (*CV*) est posé constant, l'effet de la variabilité de ce temps peut être estimé en multipliant simplement la valeur du temps par $1 + \rho^{*}CV$ (*Institute for Transport Studies*, 2008, p. 21). Ce genre de calcul a ceci de contrariant que *CV* augmente en proportion de la congestion, parce que la congestion amplifie l'effet des incidents et autres perturbations et diminue quand les déplacements s'allongent (Arup, 2003). Il semble ressortir de ce qui précède que la fiabilité ne contribue que peu aux coûts totaux des déplacements sur les routes longues et moins encombrées. La réduction de la congestion que les interdictions d'accès à certaines voies et/ou les péages peuvent induire va de pair avec la réduction de la valeur unitaire des gains de temps réalisés, ce qui ne manque évidemment pas de compliquer l'évaluation des projets et des mesures prises.

4.1.3. Utilisation de l'informatique

Le coût du manque de fiabilité du temps de déplacement dépend de l'aptitude des opérateurs à influer sur les conditions dans lesquelles les déplacements s'effectuent et des informations dont les conducteurs disposent pour programmer leurs déplacements. Les systèmes de transport intelligents (STI) progressent sur ces deux fronts (TRB, 2003). Le comptage des véhicules pénétrant sur les voies d'accès aux grands axes est une technologie établie et relativement simple qui réduit la congestion en régulant les flux d'accès aux routes à accès limité. La modulation progressive des limitations de vitesse contribue à fluidifier le trafic et à réduire le nombre d'emboutissages par l'arrière. Les panneaux à message variable et le comptage ciblé des flux d'accès permettent de diriger les poids lourds vers certaines voies et donnent des résultats comparables en quelque sorte à ceux des interdictions classiques d'accès. La sûreté des camions a également tout à gagner de STI, tels que les

dispositifs avertisseurs utiles pour les longues descentes et les virages ou les systèmes embarqués de prévention des collisions. Les panneaux à message variable servent depuis longtemps à guider les usagers de la route. Il devient aussi possible de recueillir de plus en plus d'informations par téléphone, par Internet ou en des lieux accessibles au public avant de se mettre en route. Les STI peuvent également informer les voyageurs des montants des péages ainsi que de la durée de parcours des routes à péage ou gratuites (FHWA, 2009). Les conducteurs pourront à l'avenir programmer leurs systèmes embarqués de guidage pour qu'ils leur tracent l'itinéraire le plus court, le plus rapide ou le moins coûteux (Chorus et Timmermans, 2008).

4.2. Choix des itinéraires

Le modèle du chapitre 3 se limite à deux routes ou faisceaux de voies tracés dans un même corridor et ne donne aux conducteurs à choisir qu'entre ces deux routes ou faisceaux de voies. D'autres routes seront toutefois souvent envisageables. La relégation des camions sur certaines voies et/ou leur soumission au paiement de péages lourds pourrait avoir pour inconvénient d'orienter les routiers vers des routes secondaires ou des voiries urbaines qui ne sont pas conçues pour accueillir des poids lourds et où la congestion, les accidents et les nuisances environnementales sont plus graves. La taxe allemande sur les poids lourds n'a pas engendré de forts transferts de trafic, parce que beaucoup d'itinéraires alternatifs potentiels sont fermés aux camions (Broaddus et Gertz, 2008) et que plusieurs autoroutes, comme au demeurant bon nombre de celles d'Atlanta, n'ont pas de bons itinéraires « bis » de délestage (Chu et Meyer, 2008). Les transferts de trafic posent toutefois problème dans certains pays tels que la France. Le prélèvement de péages sur des routes que d'autres routes gratuites peuvent remplacer ou compléter est un problème classique de tarification qui oblige à se rabattre sur l'optimum de second rang. Il postule la collecte de données détaillées sur la demande de mobilité et les coûts même sur les réseaux routiers simples et la fixation des péages à des niveaux sub-optimaux peut avoir des conséquences sérieuses[12].

4.3. Horaire des déplacements

Le modèle du chapitre 3 est statique et pose implicitement en hypothèse que les voitures et les camions circulent en même temps. Étant donné que ces véhicules peuvent circuler sur les mêmes routes à des moments différents, il peut ne pas être nécessaire d'affecter des infrastructures aux voitures et aux camions pour les séparer. Les flux de trafic voyageurs et marchandises s'inscrivent dans des structures chronologiques quotidiennes et hebdomadaires différentes (Rakha *et al*., 2005) et les routiers préfèrent naturellement éviter les périodes de migrations alternantes (Fischer *et al.*, 2003). Les heures pendant lesquelles les routiers peuvent rouler sont toutefois limitées par les règles qui régissent les heures d'ouverture des entreprises, les horaires de travail des terminaux maritimes, les couvre-feux locaux et les horaires de travail négociés avec les organisations syndicales.

Les plages horaires pendant lesquelles les camions peuvent effectuer des livraisons dépendent aussi dans une large mesure des horaires des chargeurs (Vilain et Wolfrom, 2001). La gestion des stocks en flux tendus veut que les marchandises soient livrées en temps et en heure et certaines marchandises sensibles au temps, notamment celles qui sont véhiculées par les services express, ne souffrent aucun retard de livraison. Beaucoup de destinataires qui se conforment à des horaires de travail normaux devraient s'accommoder d'une augmentation de leurs coûts de main-d'œuvre s'ils acceptaient de se faire livrer en dehors des heures normales et la somme de ces surcoûts pourrait encore être amplifiée du fait que beaucoup de camionneurs livrent plusieurs clients par tournée

(Holguin–Veras, 2005). L'élasticité des prix en fonction de l'heure de la journée est donc moindre pour les camions que pour les voitures. C'est ainsi que l'instauration en 1991, par les autorités des ports de New York et du New Jersey, d'une taxe anti-congestion frappant les camions qui s'y présentaient pendant les heures de pointe n'a conduit que 6 pour cent des camionneurs à rouler pendant les heures creuses. Deux tiers des camionneurs qui ont continué à travailler pendant les heures de pointe excipent des horaires de travail des chargeurs pour justifier leur décision (Congressional Budget Office, 2009). Tillema *et al.* (2008) font état de conclusions analogues d'une enquête menée auprès de firmes néerlandaises. Il en ressort que les possibilités de séparation chronologique des voitures et des camions sont assez limitées.

4.4. Type de véhicule, logistique et implantation

La plupart des entreprises de transport de marchandises par route ne seraient guère tentées de modifier leur parc, si leurs camions devaient circuler sur des infrastructures particulières ou acquitter des péages dans certains corridors. L'utilisation de grands véhicules articulés pourrait toutefois être source de gains de productivité considérables sur les réseaux régionaux ou nationaux (Samuel *et al.*, 2002). Le système suisse de taxation des poids lourds instauré en 2001 qui s'applique sur toutes les routes a eu un impact profond sur le nombre de camions et induit la mise en circulation de véhicules plus grands et plus lourds (Broaddus et Gertz, 2008). La taxe allemande sur les poids lourds, qui varie selon les catégories d'émission, a induit la mise en circulation de véhicules plus écologiques et débouché sur une nette diminution du nombre de déplacements à vide. Si les péages et la réservation future de certaines infrastructures aux seuls camions pouvaient contribuer à réduire les pertes de temps imputables à la congestion, les entreprises de transport de marchandises pourraient effectuer avec chacun de leurs véhicules un plus grand nombre de livraisons quotidiennes et auraient besoin de moins de camions pour exercer leurs activités (Hensher et Puckett, 2008).

Les entreprises pourraient aussi, à long terme, réagir à la création d'équipements réservés aux camions et à la taxation de ces camions en déménageant et en installant des terminaux ailleurs. Ces changements pourraient influer sur l'accès de ces entreprises à leurs fournisseurs, leurs clients et leur main-d'œuvre et induire encore d'autres changements de lieu d'implantation (Tillema *et al.*, 2008). L'ampleur possible de ces changements reste mal connue, de même que leur incidence sur la circulation des camions (Roorda *et al.*, 2009). Tant que l'optimum se maintient ailleurs, ces complications n'enlèvent toutefois rien à la validité de l'analyse des quantités données de déplacements de camions et de voitures proposée dans le chapitre 3.

5. CONCLUSIONS

Il a été proposé de réserver certaines voies ou routes aux camions pour réduire la congestion routière, améliorer la sécurité et réduire les externalités de la circulation. La présente étude s'intéresse aux avantages que la séparation des voitures et des camions peut présenter avec des infrastructures routières et des coûts d'exploitation donnés. Comme il n'a pas encore été construit d'infrastructures réservées aux camions, rien ne peut encore se savoir de ce qu'elles apportent à l'exploitation et à la sécurité. Diverses études traitant des trafics hétérogènes, des interdictions d'accès à certaines voies et de la différenciation des limitations de vitesse donnent néanmoins quelque idée des avantages et inconvénients de la séparation des voitures et des camions. Les conclusions, divergentes, d'études américaines donnent à penser que l'impact de la séparation est fonction du nombre de voitures et de camions, de la nature des routes et du relief, de la localisation des voies réservées sur les routes multivoies et d'autres facteurs.

Un modèle économique simple dans lequel les automobilistes et les camionneurs ont à choisir entre deux voies ou routes a été utilisé pour montrer quand il est avantageux de séparer les véhicules. Les routes peuvent différer en termes de coûts (propres et croisés) fixes, environnementaux et externes et chaque différence peut fausser la répartition d'équilibre non réglementée du trafic entre les routes. Si les coûts externes dont les voitures grèvent les camions diffèrent des coûts externes dont les camions grèvent les voitures, il est indiqué de séparer partiellement ou totalement les voitures des camions. La répartition optimale peut être décentralisée en faisant varier les péages par type de véhicule et par route. Les interdictions d'accès à certaines voies sont moins souples et pourraient, eu égard à l'indivisibilité des capacités, ne pas se justifier. C'est ainsi que la réservation d'une voie aux camions ne présentera vraisemblablement pas un rapport coût/efficience satisfaisant, si les camions ne représentent qu'une fraction minime du trafic total. Les voies à péage, solution hybride mariant l'interdiction d'accès à certaines voies à la perception de péages, donnent dans l'ensemble de meilleurs résultats, parce qu'elles offrent la possibilité de procéder à un contrôle continu plutôt qu'au coup par coup.

Les progrès des technologies du transport routier et divers autres changements peuvent renforcer ou affaiblir le bilan économique des infrastructures réservées. Dans la plupart des pays développés, le trafic routier de marchandises augmente plus rapidement que le trafic voyageurs et cette évolution ajoute à l'intérêt économique de la construction de nouvelles infrastructures réservées aux camions ou à la réservation de certaines voies de routes existantes aux véhicules lourds. L'amélioration continue de la sécurité des véhicules pourrait toutefois faire baisser le taux d'accidents et atténuer la menace que les camions font planer sur la sécurité des voitures. A long terme, les routes automatisées pourraient amplifier de façon radicale la capacité des routes et réduire à la fois la congestion et les accidents[13].

Il convient aussi de prendre en compte que toutes les voitures et tous les camions pourraient être soumis dès ces prochaines années à un système de tarification de l'usage des infrastructures routières. L'Allemagne use de technologies satellitaires pour taxer les poids lourds qui circulent sur les autoroutes fédérales et pourrait étendre le système aux autres routes, aux utilitaires légers et aux

véhicules affectés au transport de voyageurs. En 2008, le Parlement néerlandais a approuvé la mise en œuvre d'un système national de tarification au kilomètre qui fait varier les montants dus par les voitures et les camions en fonction de l'heure de la journée et des émissions des véhicules. La technologie, qui devrait permettre de faire varier les droits à acquitter en fonction du type de véhicule, de la voie empruntée, de l'heure de la journée et des conditions de circulation, est de nature à faciliter la séparation des véhicules par voie de perception de péages, comme le propose le présent rapport.

NOTES

1. Les véhicules affectés au transport de personnes vont des petites voitures électriques aux gros tout-terrain, camionnettes et autres pick-up et diffèrent considérablement les uns des autres. Les véhicules affectés au transport de marchandises sont encore plus différents. Les termes génériques de « voiture » et « camion » sont utilisés ici pour des raisons de simplification.

2. Les *légers* et les *lourds* correspondent aux voitures et aux camions dont il est question ailleurs dans la présente étude.

3. Beaucoup d'auteurs, dont Verhoef *et al*. (1996), ont conscience de cette préférence.

4. Voir proposition 3 *in* De Palma *et al.* (2008). La constatation reste valable si la demande de mobilité est élastique. Les péages n'internalisant toutefois pas des paramètres tels que la vitesse de conduite et les changements de voies, les limitations de vitesse et les autres règles conservent donc un rôle à jouer dans le contrôle de ces facettes du comportement des conducteurs.

5. Voir De Palma *et al.* (2008), proposition 5.

6. Voir De Palma *et al.* (2008), propositions 6 et 7.

7. Voir pour plus de précisions De Palma *et al.* (2008), chapitres 3 et 4.

8. De Palma *et al.* (2008) évoquent d'autres structures plus complexes de répartition.

9. Small et Verhoef (2007) et Intervistas Consulting Inc. (2008) proposent des études bibliographiques récentes de la question.

10. Dans le transport de marchandises, la valeur moyenne du temps pourrait augmenter avec la distance, parce que beaucoup de camions ont deux chauffeurs.

11. L'information est tirée de Congressional Budget Office (2009, Figure I–1).

12. Voir Small et Verhoef (2007, section 4.2).

13. Le fait que les routes automatisées « fonctionneraient » mieux avec des véhicules homogènes plaide en faveur, plutôt qu'en défaveur, de la séparation des véhicules.

BIBLIOGRAPHIE

Adelakun, A. et C. Cherry (2009), "*Exploring truck driver perceptions and preferences: Congestion and conflict, managed lanes, and tolls*", 88th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C. Conference CD Paper No. 09-1324.

Administration fédérale des routes, (2009), *Technologies That Complement Congestion Pricing - A Primer* (*www.ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop08043/cp_prim3_00.htm*, site consulté de 21 avril 2009).

Arup (2003), *Frameworks for modeling the variability of journey times on the highway network.* Londres: Arup. [Cité dans Institute for Transport Studies (2008, p.51)].

Broaddus, A. et C. Gertz (2008), "*Tolling heavy goods vehicles: Overview of European practice and lessons from German experience*", Transportation Research Record 2066, 106-113.

Cambridge Systematics (2005), *Traffic Congestion and Reliability: Trends and Advanced Strategies for Congestion Mitigation*, rapport destiné au Ministère Fédéral des Transports, Administration Fédérale des Routes , 1er septembre.

Chorus, C.G. et H.J.P. Timmermans (2008), "*Personal Intelligent Travel Assistants*", forthcoming in A. de Palma, R. Lindsey, E. Quinet et R. Vickerman, eds., Handbook in Transport Economics, Edward Elgar.

Chu, H-C. et M.D. Meyer (2008), "*Screening process for identifying potential truck-only toll lanes in a metropolitan area*", Transportation Research Record 206, 79-89.

Congressional Budget Office (2009), *Using pricing to reduce traffic congestion*, Mars.

Dahlgren, J. (1998), "*High occupancy vehicle lanes: Not always more effective than general purpose lanes*", Transportation Research Part A 32(2), 99-114.

Demarchi, S.H. et J. R. Setti (2003), "*Limitations of passenger- car equivalent derivation for traffic streams with more than one truck type*", Transportation Research Record 1852, Paper No. 03-3496, 96-104.

De Palma, A., M. Kilani et R. Lindsey (2008), "*The merits of separating cars and trucks*", Journal of Urban Economics 64(2), 340–361.

Fischer, M.J., D.N. Ahanotu et J.M. Waliszewski (2003), "*Planning truck-only lanes: Emerging lessons from the Southern California Experience*", 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Conference CD Paper No. 002048.

Garber, N.J. et Q. Liu (2007), "*Identifying impact of truck-lane restriction strategies on safety by using simulation*", 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., Conference CD Paper No. 07-0885.

Golob, T.F. et A.C. Regan (2004) "*Traffic conditions and truck accidents on urban freeways*", UCI-ITS-WP-04-3, July (*www.its.uci.edu/its/publications/its.html*, accessed May 30, 2008).

Harkey, D.L. et R. Mera (1994), *Safety impacts of different speed limits on cars and trucks: Final Report*, Report No. FHWA-RD-93-161, Federal Highway Administration.

Hensher, D. et S. Puckett (2008), "*Behavioural responses of freight transporters and shippers to road-user charging schemes: An empirical assessment*", in E.T. Verhoef, M. Bliemer, L. Steg et B. van Wee, eds., Pricing in Road Transport: A Multi-disciplinary Perspective, Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar, pp. 29-62.

Holguín-Veras, J. (2007), "*Necessary conditions for off-hour deliveries and the effectiveness of urban freight road pricing and alternative financial policies in competitive markets*", Transportation Research Part A, doi:10.1016/j.tra.2007.10.008.

Holguín-Veras, J., D. Sackey, S. Hussain et V. Ochieng (2003), "*Economic and financial feasibility of truck toll lanes*", Transportation Research Record 1833, 66-72.

Institute for Transport Studies, University of Leeds, Imperial College and John Bates Services (2008), *Multimodal Travel Time Variability: Final Report*, November 11, 2008 (*www.dft.gov.uk/pgr/economics/rdg/jtv/*, consulté le 28 avril 2009).

InterVISTAS Consulting Inc. (2008), *Value of Time and Reliability for Local Trips in Canada*, rapport final destine à Transports Canada, mars 2008.

Kawamura, K. (2000), "*Perceived value of time for truck operators*", Transportation Research Record 1725, 31-36.

Killough, K. (2008), "*Value analysis of truck toll lanes in Southern California*", 87th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C. Conference CD Paper No. 08-0140.

Ministère des Transports de Californie (2008), *Evaluating the effectiveness of various truck lane restriction practices in Florida: Phase II*, BD543-10 (1/08) *(http://www.dot.state.fl.us/research-center/Completed_Proj/Summary_TE/FDOT_BD543_10.pdf*, site consulté le 20 février 2009).

Peeta, S., W. Zhou et P. Zhang (2004), "*Modeling and mitigating of car-truck intersections on freeways*", Transportation Research Record 1899, 117-126.

Poole, R.W. (2007), *Miami Toll Truckway: Preliminary Feasibility Study*, Reason Foundation Policy Study 365, November 1, 2007 (*http://reason.org/areas/topic/319.html*, accessed June 13, 2009).

Rakha, H., A.M. Flintsch, K. Ahn, I. El-Shawarby et M. Arafeh (2005), "*Evaluating alternative truck management strategies along I-81*", Transportation Research Record 1925, 76-86.

Reich, S., J. Davis, M. Catalá, A. Ferraro et S. Concas (2002), *The potential for reserved truck lanes and truckways in Florida*, Center for Urban Transportation Research, University of South Florida.

Roorda, M., R. Cavalcante, H. Abdelgawad, B. Abdulhai et C. Woudsma (2009), "*Exclusive truck facilities in the Toronto area: Rationale and model development*", Proceedings of the 44th Annual Conference of the Canadian Transportation Research Forum, Victoria, 24-27 mai.

Samuel, P., R.W. Poole Jr. et J. Holguín-Veras (2002), *Toll truckways: A new path toward safer and more efficient freight transportation*, Reason Public Policy Institute (*www.rppi.org*).

Service d'audit, d'évaluation et d'enquête du Congrès américain (2008), *Approaches to Mitigate Freight Congestion*, GAO-09-163R, Washington D.C., November 20. (*www.gao.gov/new.items/d09163r.pdf*, consulté le 25 novembre 2008).

Siuhi, S. et R. Mussa (2007), "*Simulation analysis of truck-restricted and high-occupancy vehicle lanes*", Transportation Research Record 2012, 127-133.

Small, K.A. (1983), "*Bus priority and congestion pricing on urban expressways*", in T.E. Keeler, ed., Research in Transportation Economics 1, JAI Press, Greenwich, Conn., pp. 27-74.

Small, K.A., et E.T. Verhoef (2007), *The Economics of Urban Transportation*, Second Edition, Routledge, Londres et New York.

Stanley, J. (2009), "*Passenger car equivalents of trucks under lane restriction and differential speed limit policies on four lane freeways*", thesis submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, May *(http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-01212009-023639/unrestricted/stanleythesis.pdf*, consulté le 23 mai 2009).

Tillema, T., B. van Wee, J. Rouwendal et J. van Ommeren (2008), "*Firms: Changes in trip patterns, product prices, locations and in the human resource policy due to road pricing*", in E.T. Verhoef, M. Bliemer, L. Steg et B. van Wee, eds., Pricing in Road Transport: A Multi-disciplinary Perspective, Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar, pp. 106-127.

Transportation Research Board (2003), *Freight capacity for the 21st century*.

Verhoef, E.T., P. Nijkamp et P. Rietveld (1996), "*Second-best congestion pricing*", Journal of Urban Economics 40(3), 279-302.

Vilain, P. et P. Wolfrom (2001), "*Value pricing and freight traffic: Issues and industry constraints in shifting from peak to off-peak movements*", Transportation Research Record 1707, 64-72.

Yoo, H. et P. Green (1999), "*Driver behavior while following cars, trucks, and buses*", *www.umich.edu/~driving/publications/UMTRI-99-14.pdf*, consulté le 30 mai 2009).

Yun, S., W.W. White, D.R. Lamb et Y. Wu (2005), "*Accounting for the impact of heavy truck traffic in volume/delay functions within transportation planning models*", 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Conference CD Paper No. 05-2163.

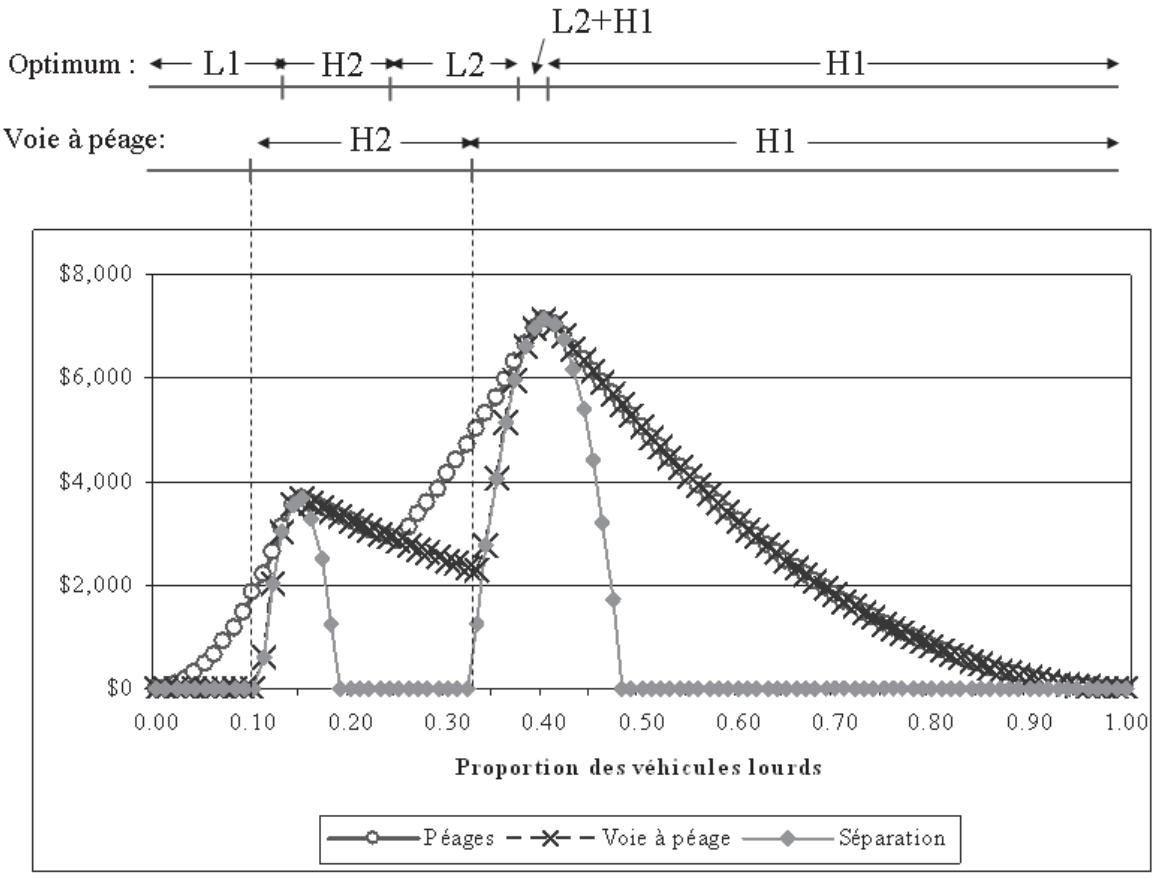
TABLEAU ET FIGURES

Tableau 1. **Valeur des paramètres de base**

	Route 1	Route 2
Capacité	4 000 UVP/heure	2 000 UVP/heure
Limitation de vitesse	104 km/h	104 km/h
Longueur	52 km	52 km
Nombre de déplacements		40 000
Proportion des *véhicules lourds*		de 0 à 100 %
Coûts de la mobilité		
Coûts fixes	0.194 USD/mille	0.42 USD/mille
Valeur du temps	12 USD/heure	variable
UVP congestion pour *véhicules lourds* (UVP_{cong})		2
Impact relatif des *véhicules lourds* sur les *véhicules légers* (λ_H^L)	1	
UCP accidents pour les *véhicules lourds* (UVP_{acc})		0.75
Risque relatif d'accident pour les *véhicules légers* (ϕ_H^L)	1	
Coût relatif des accidents pour les *véhicules lourds*		1
Coûts environnementaux	0.0223/mille	0.2153 USD/mille

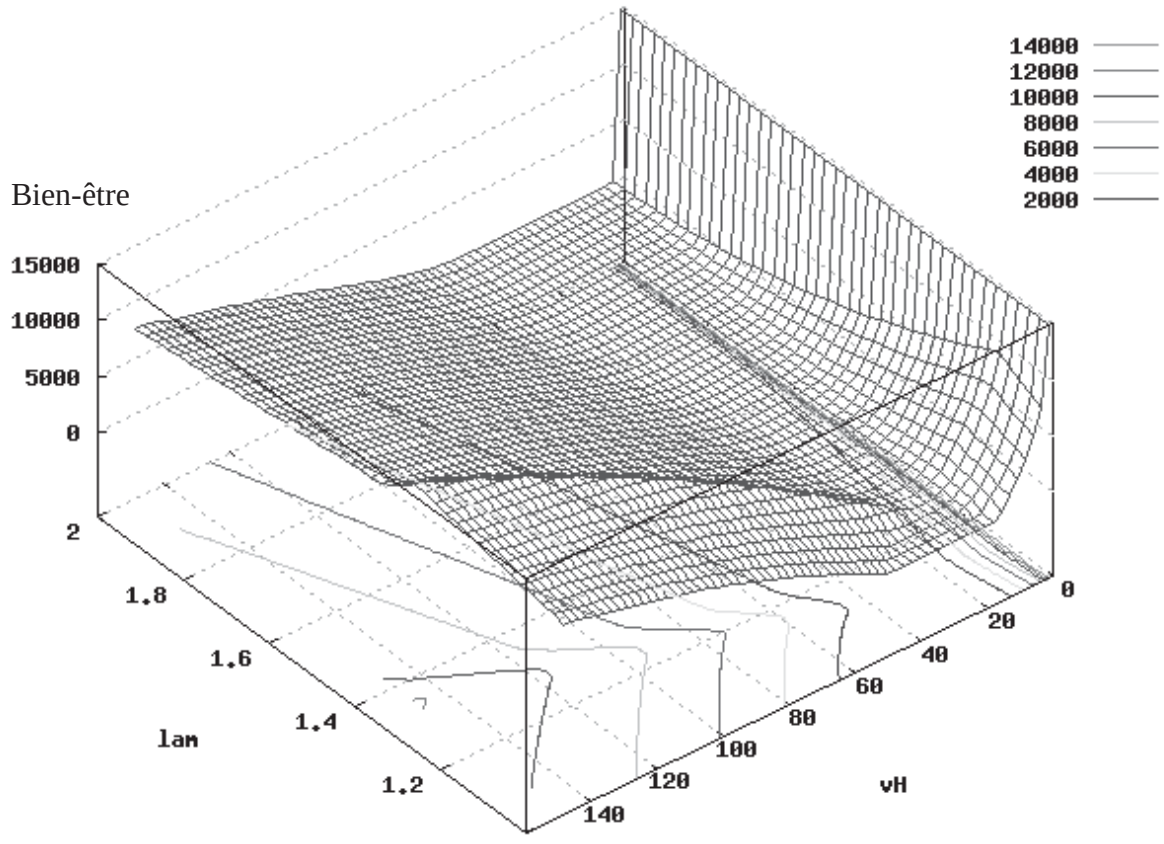
Source : De Palma *et al.* (2008, Tableau 1).

Figure 1. **Variation des avantages procurés par les péages, la voie à péage et la séparation en fonction de la proportion des véhicules *lourds***



Source : calculs de l'auteur.

Figure 2. **Rapport entre les avantages procurés par l'intervention, la valeur du temps pour les véhicules lourds et l'impact relatif des véhicules légers (20 pour cent de *véhicules lourds)***



Source : De Palma *et al.* (2008, Figure 3).

INFORMATION ET ORIENTATION DE L'UTILISATEUR DU SYSTÈME DE TRANSPORT

par

Peter ZIMMERMANN

au nom du Ministère fédéral allemand des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines
Berlin
Allemagne

SOMMAIRE

RÉSUMÉ 431

1. INTRODUCTION 431

1.1. Concept et objectifs 431
1.2. Coordination et coopération entre le Ministère fédéral du Transport, de la Construction et des Affaires Urbaines et le Ministère fédéral de l'Économie et de la Technologie 432
1.3. Études antérieures 433
1.4. Banques de données relatives au trafic 434

2. PORTÉE DU PROJET 434

2.1. Transport intermodal 434
2.2. Méthode 436

3. MÉRITES DE LA SÉPARATION DES VÉHICULES : MODÉLISATION 439

3.1. Lacunes observables dans le transport routier 439
3.2. Contribution de la plate-forme de métadonnées sur le transport routier 443
3.3. Utilisateurs potentiels de la plate-forme de métadonnées sur la circulation routière 444
3.4. Lacunes à combler dans les transports publics 444
3.5. Contribution de la plate-forme de métadonnées sur les transports publics 445
3.6. Utilisateurs potentiels de la plate-forme de métadonnées sur les transports publics 445

4. ARCHITECTURE DE LA PLATE-FORME DE MÉTADONNÉES SUR LE TRANSPORT ROUTIER 445

4.1. Plate-forme de métadonnées : portail Internet virtuel 445
4.2. La plate-forme de métadonnées permet aux propriétaires de contenus et aux fournisseurs de services d'exercer leur activité 447

5. ACTIONS FUTURES 448

5.1. Plate-forme de métadonnées sur le transport routier 448
5.2. Plate-forme de métadonnées sur les transports publics 448

RÉSUMÉ

Le Ministère allemand des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines a élaboré un vaste programme qui vise à améliorer les informations fournies aux utilisateurs du système de transport ainsi que les services qui leur sont offerts, à atténuer leur stress et à renforcer la disponibilité et la sécurité. Afin d'exploiter toutes les ressources de la télématique, le Ministère a coordonné ses efforts avec ceux du Ministère de l'Économie et de la Technologie et lancé le projet « Information et orientation de l'utilisateur du système de transport », afin d'améliorer le fonctionnement des services d'information.

L'objectif final est d'améliorer l'accès en ligne aux données relatives au trafic et donc de créer une « plate-forme de métadonnées » qui doit permettre l'échange de données provenant de différentes sources, établir des interfaces et des protocoles communs, permettre l'échange de données géographiques de différents formats et mettre en place des processus d'échange électronique entre fournisseurs de services et de contenus. Les données relatives au trafic doivent gagner en fiabilité et en qualité et pouvoir être consultées en temps réel. Le système peut être utilisé par les autorités publiques pour contrôler la circulation, par les stations de radio/télévision pour diffuser des avertissements aux usagers, par les fournisseurs de services pour recommander des itinéraires et par les propriétaires de contenus. Les services de la plate-forme peuvent être utilisés comme un portail Internet virtuel. Des services centralisés d'évaluation de la qualité du transfert de données de différents interfaces et protocoles et du transfert de différents formats géographiques seront offerts séparément notamment aux fournisseurs de services.

Quoique l'intermodalité soit au cœur du débat, il y aura des plates-formes distinctes pour la route et les transports publics. Le programme a été divisé en plusieurs projets. Certains de ces projets viennent de démarrer. Des procédures d'appel à manifestation d'intérêt sont en cours de préparation pour certains d'entre eux. La réalisation s'étalera sur quatre années environ après lesquelles des tests de validation seront effectués sur le terrain. La validation s'effectuera sur des services modèles.

1. INTRODUCTION

1.1. Concept et objectifs

Le Gouvernement allemand a lancé son initiative dite de haute technologie en 2006. Le Ministère fédéral des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines a décidé de soutenir entre autres choses des technologies et des services de transport modernes et innovants. La mobilité des personnes et des biens est vitale pour la réussite et la compétitivité d'une société moderne. Les technologies et les

modèles d'entreprises ont déjà fait l'objet de nombreuses études. Comme le marché des services commerciaux individuels, de transport par route en particulier, ne s'est toutefois pas développé comme prévu, le Ministère a décidé de promouvoir les applications télématiques et d'abattre les barrières. Il a aussi proposé de créer une plate-forme de métadonnées destinée à contribuer à la sauvegarde des ressources et de l'environnement, à sécuriser les transports, à les faire gagner en fluidité, efficience et sérénité, à assurer la liberté d'accès à des informations relatives à tous les modes de transport, à assurer la mobilité d'une société vieillissante et à améliorer la qualité des données relatives au trafic.

L'objectif était d'améliorer et de fiabiliser l'information fournie, les orientations données et les données dynamiques à long terme diffusées en temps réel aux utilisateurs des systèmes de transport, d'améliorer le confort en cours de déplacement, d'assurer à chacun une certaine faculté de planification et de mettre en place des processus d'échange électronique entre entreprises. Le projet a été lancé à la mi-2006. Les transports individuels et publics ont été pris en compte d'entrée de jeu. Le programme n'est pas un projet unique, mais un ensemble de projets distincts.

Les utilisateurs potentiels et des experts ont participé à la définition des buts à atteindre. La plate-forme doit ménager l'accès en ligne, sans discrimination aucune, à des données relatives au trafic par le biais d'un portail Internat central virtuel, permettre l'échange de données provenant de différents partenaires par le biais d'interfaces standardisées et rendre les données accessibles aux fournisseurs de services, aux autorités publiques chargées de contrôler les transports collectifs et aux stations de radio/télévision appelées à diffuser des avertissements aux usagers. Elle doit servir de lien entre les fournisseurs de services et les propriétaires de contenus et ouvrir la voie à l'amélioration des informations relatives à la mobilité.

Le fait qu'il soit fait référence aux réalités allemandes ne signifie pas que le transport international est laissé dans l'ombre. Les normes internationales ont été analysées. La solution envisagée s'appuie sur les pratiques et usages internationaux.

1.2. Coordination et coopération entre le Ministère fédéral du Transport, de la Construction et des Affaires Urbaines et le Ministère fédéral de l'Économie et de la Technologie

Les utilisateurs potentiels et des experts ont dès le départ été impliqués dans le processus de définition. Comme le Ministère fédéral allemand de l'Économie et de la Technologie soutient et finance beaucoup de projets de recherche et de développement dans le domaine de la technologie des transports, il était absolument vital que les deux Ministères coordonnent leur action.

Les deux Ministères se partagent le travail. Le Ministère des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines s'occupe :

- de la plate-forme de métadonnées sur le transport routier ;
- du régime de propriété et des droits des usagers des transports publics ;
- de la qualité des données relatives aux transports publics ;
- du développement futur des informations relatives aux horaires interrégionaux ;
- de la gestion électronique des tarifs.

Le Ministère de l'Économie et de la Technologie s'occupe :

- de la qualité des données relatives au transport routier ;
- de l'organisation du trafic des chemins de fer ;

- de l'organisation du trafic à l'intérieur des gares multimodales ;
- des besoins et de l'amélioration de la mobilité des personnes handicapées.

Des projets spécifiques complémentaires de recherche et de développement seront définis par la suite s'il s'avère nécessaire de combler des lacunes détectées en matière d'information et d'orientation des utilisateurs du système de transport.

1.3. Études antérieures

Six études réalisées en 2007 font le point sur la situation et identifient les lacunes existantes (les principales conclusions de ces études sont présentées dans le chapitre 3). Ces études, qui ne sont disponibles qu'en langue allemande, font également le point sur ce qui se passe en dehors de l'Allemagne. Ces études traitent de s questions suivantes :

- Détection (stationnaire et mobile) en circulation routière
  Florian Weichenmeier, Jan Körber, Thomas Meyer, Michael Ortgiese, Florian Schimandl, Ralf Weiss, Arnold Zwicker
  Rapport FE-n° 63.0002/2007 établi à la demande du Ministère des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines
  Étude préparatoire portant plus particulièrement sur la détection en circulation routière, 2007.

- Méthodes et pratique du géoréférencement
  Michael Ortgiese, Jan Körber, Andreas Schmid, Timo Hoffmann, Fritz Busch, Florian Schimandl
  Rapport FE-n° 63.0004/2007 établi à la demande du Ministère des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines
  Étude préparatoire portant plus particulièrement sur l'utilisation du géoréférencement comme procédé de localisation des réseaux de transport, des données et des informations relatives au transport, 2007.

- Modèles de données et interfaces et protocoles techniques existant dans le transport routier
  Josef Kaltwasser,Tilo Schön
  Rapport FE-n° 63.0005/2007 établi à la demande du Ministère des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines
  Étude préparatoire portant plus particulièrement sur l'analyse des conditions techniques présidant à l'intégration de données relatives au transport dans une plate-forme de métadonnées relatives au transport, 2007.

- Méthodes et procédures de détermination de la qualité des données relatives au transport routier
  Michael Poschmann, Heribert Kirschfink
  Rapport FE-n° 63.0003/2007 établi à la demande du Ministère des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines
  Etude préparatoire portant plus particulièrement sur la qualité, les niveaux de qualité et leur catégorisation, 2007.

- Analyse et inventaire des banques existantes d'informations relatives à la circulation routière
  Steffi Klinghammer, Jan Kätker, Wilke Reints, Heiko Jentsch, Olaf Carsten Schiewe

Rapport FE-n° 63.0006/2007 établi à la demande du Ministère des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines
Étude préparatoire portant plus particulièrement sur l'établissement d'un inventaire des projets, achevés et en cours, de création de banques de données relatives à la circulation routière.

- Analyse et inventaire des banques existantes et en cours de mise en place, de données relatives aux horaires des transports publics
  Volker Sustrate, Reinhold Pohl, Michael N. Wahlster, Bert Lange, Jürgen Ross, Jörg Janeke
  Rapport FE-n° 63.0002/2007 établi à la demande du Ministère des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines
  Étude préparatoire portant plus particulièrement sur l'établissement d'un inventaire des projets, achevés et en cours, de création de banques de données relatives aux transports publics, 2007.

Les conclusions de ces études ont été intégrées dans le programme d'information et d'orientation de l'utilisateur du système de transport. La situation s'améliorera en Allemagne, mais les tendances et les développements internationaux ne sont pas laissés dans l'ombre.

1.4. Banques de données relatives au trafic

Il existe quelques banques suprarégionales en Allemagne. La plate-forme de métadonnées fera le lien entre les fournisseurs de services et les propriétaires de contenu et ne fournira pas elle-même des services. Ces banques suprarégionales offrent toutefois des services d'information sur le trafic. Au nombre de ces banques se rangent notamment Mobile-in-Rhineland, Ruhrpilot, le centre de gestion du trafic de Berlin, MoBIN en Bade-Wurtemberg, l'agence d'information sur le trafic de Bavière, le centre d'information sur le trafic de Rhénanie du Nord-Westphalie et le centre de gestion du trafic de Hesse.

Parmi les projets européens, il convient de citer CENTRICO, CORVETTE, EUROROADS, CERTI, Streetwise, Travel Information Highway en Grande-Bretagne, la réserve nationale de données aux Pays-Bas, VIKING en Europe du Nord et eMotion. EU-SPIRIT doit être mentionné pour ce qui est des transports publics.

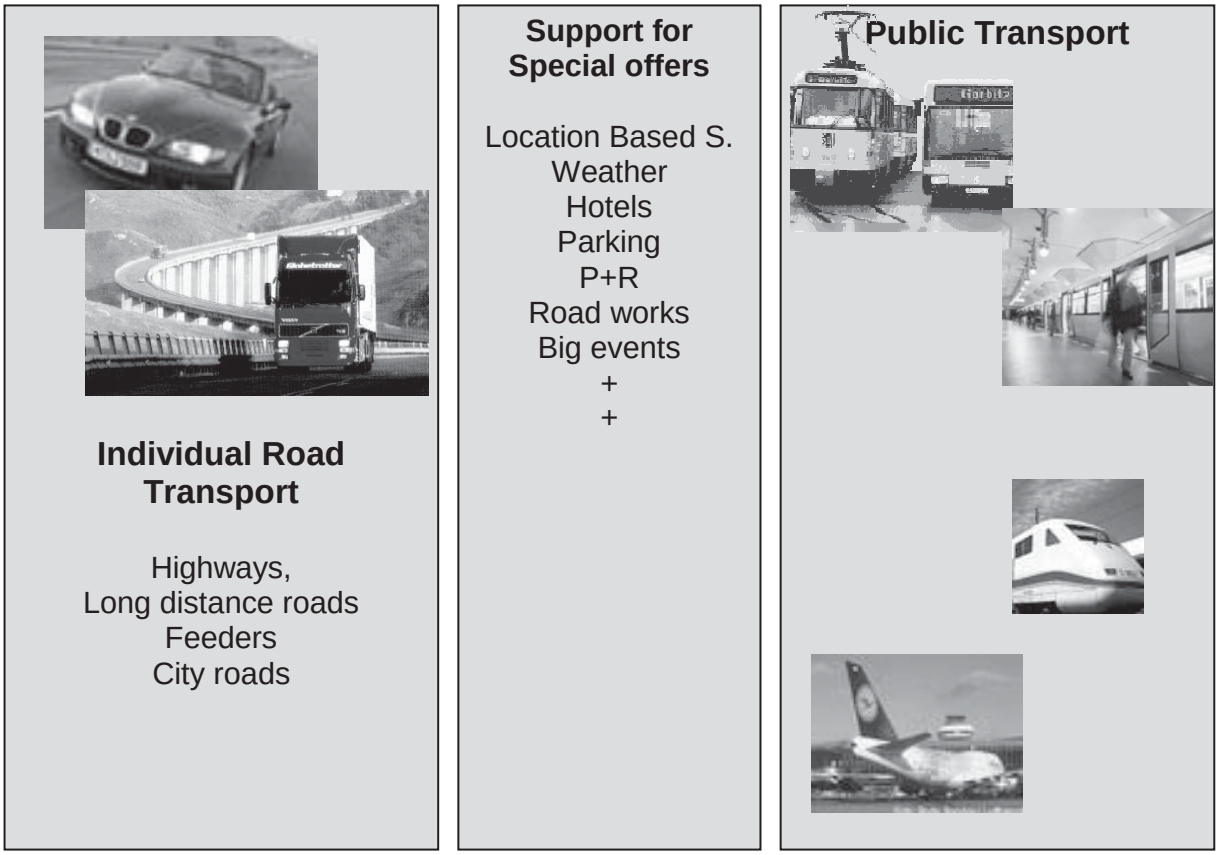
2. PORTÉE DU PROJET

2.1. Transport intermodal

La situation est tout à fait différente pour le transport routier individuel et les transports publics. Le Ministère a d'entrée de jeu mis l'accent sur l'intermodalité, dans le droit fil de la politique allemande des transports qui vise à réduire le trafic routier individuel et à renforcer les transports publics.

La Figure ci-après illustre la situation de base. Il est plus que probable que les données existantes relatives au transport routier individuel, aux transports publics et aux services à la demande ne seront pas rassemblées dans une banque commune, mais l'architecture de la plate-forme de métadonnées n'empêchera pas une entreprise d'offrir des services de transport intermodal à des clients. La plate-forme de métadonnées ne sera pas, soit dit en passant, une banque matérielle qui stocke et gère des données relatives au trafic (voir chapitre 4). Le transport individuel routier englobera le trafic tant voyageurs que marchandises réalisé sur (à long terme) l'ensemble du réseau routier (routes interurbaines et voirie urbaine). Les transports publics vont englober, également à long terme, les services d'autobus/autocars, de tramways, de métros lourds et légers, de transport de voyageurs et de marchandises des chemins de fer et de transport aérien. Les informations relatives aux services spécialisés d'aide à la mobilité (services locaux, météo, hôtels, parking, parkings de dissuasion, travaux routiers et gestion d'événements) qui pourraient s'avérer nécessaires y figureront également.

Figure 1. **Contribution de la plate-forme de métadonnées à l'intermodalité**



Légende

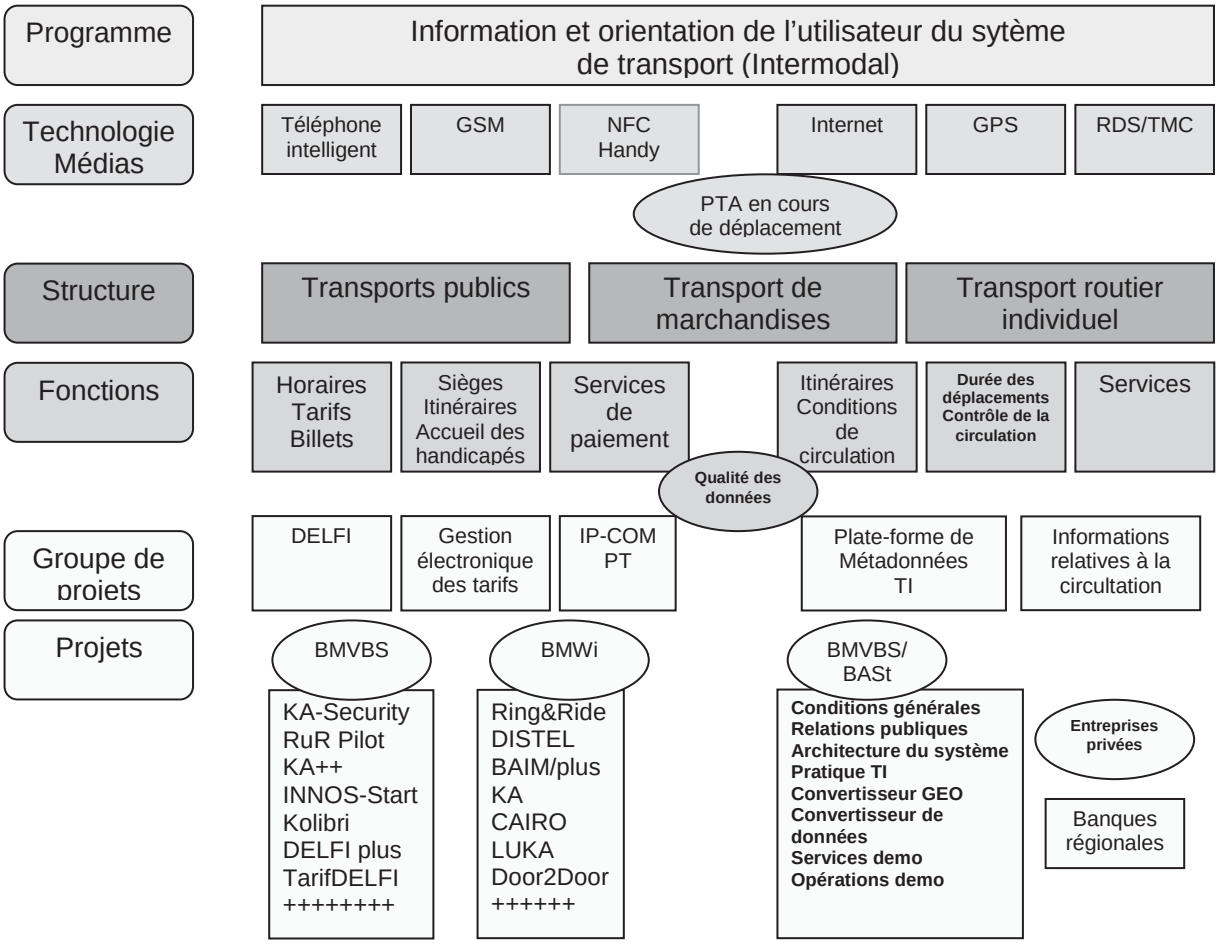
Transport routier individuel	Services spéciaux	Transports publics
Routes Axes interurbains Routes secondaires Voirie urbaine	Services locaux Météo Hôtels Parkings Parkings de dissuasion Travaux routiers Événements	

2.2. Méthode

Le programme est axé sur l'utilisateur du système de transport qui s'informe en temps réel et use d'outils d'orientation. Il vise à abattre les barrières qui font obstacle à l'utilisation de tous les modes de transport par l'ensemble des citoyens. La Figure ci-après illustre le processus. La technologie et les médias vont couvrir tout le spectre actuel et futur allant des dispositifs mobiles aux stationnaires, de la communication de point à point à la radio/télévision et de l'avant-déplacement au déplacement proprement dit. La structure va des transports publics au transport de marchandises et au transport routier individuel. Les fonctions assurées comprendront au moins les horaires, les tarifs et la billettique, les réservations, le tracé d'itinéraires, les obstacles et les services de paiement pour les transports publics. Pour le transport routier individuel, il s'agira du tracé d'itinéraires statiques et dynamiques, des conditions de circulation, de la durée des déplacements, du contrôle de la circulation et de services d'avertissement des usagers. Il convient d'être particulièrement attentif à la très grande importance des hiatus qualitatifs des données (qui subsistent) tout au long de la chaîne de valeur.

La partie inférieure de la Figure indique des groupes de projets/projets discrets allemands actuellement en cours de réalisation ou de planification. Elle précise aussi les champs de compétence des deux Ministères.

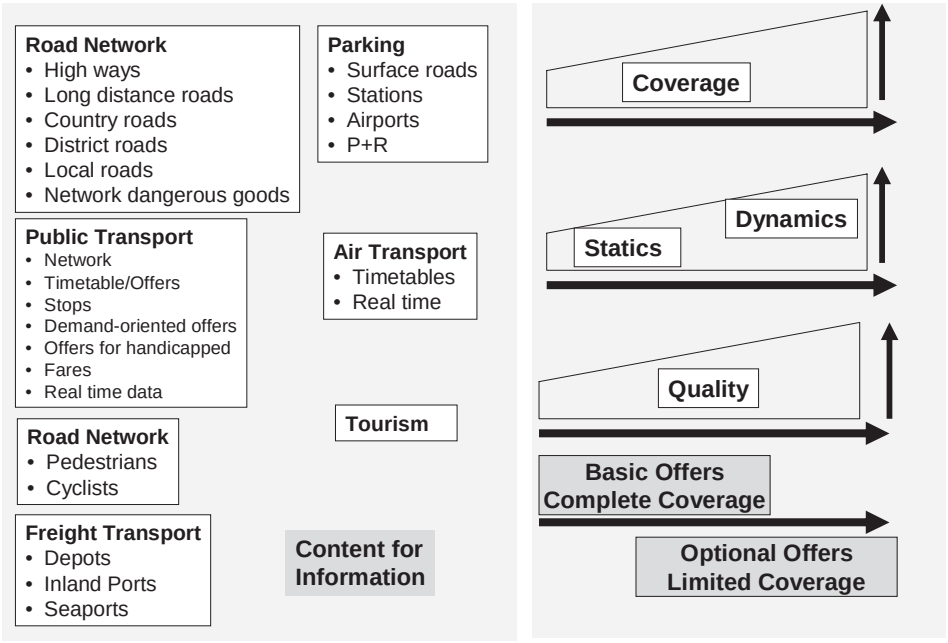
Figure 2. **La réalisation du programme requiert des nouvelles technologies, des fonctions et des projets discrets**



Légende :
MMVBS = Ministère des Transports
BMVI = Ministère de l'Économie
BMVBS/BASt = Ministère des Transports/ Ministère de l'Économie

La Figure ci-après précise, dans sa partie de gauche, la teneur nécessaire des informations : celles qui concernent le réseau routier doivent faire entrer le transport de marchandises dangereuses en ligne de compte, tandis que celles qui concernent les transports publics doivent donner les horaires et des informations en temps réel sur tous les services actuels et futurs. Les piétons et les cyclistes doivent y trouver leur compte. La partie droite de la Figure montre que la teneur et la qualité des informations sont appelées à s'améliorer sans discontinuer, que la couverture géographique va continuer à s'étendre et que les informations statiques vont devenir dynamiques. La qualité des données est à l'heure actuelle presque impossible à définir, mais tout sera mis en œuvre pour fournir aux clients et utilisateurs potentiels des informations transparentes et fiables. La couverture géographique des services de base doit être complète, tandis que celle des services à la demande pourrait être limitée.

Figure 3. **Les informations envisagées couvrent tous les aspects des transports. Leur nombre va augmenter sans discontinuer**



Légende :

Réseau routier	**Stationnement**	
Autoroutes	sur la voie publique	
Nationales	dans les gares	**Couverture**
Routes de rase campagne	dans les aéroports	
Départementales	parkings de dissuasion	
Routes locales		**Dynamique**
Marchandises dangereuses		
		Statique
Transports publics		
Réseau	**Transport aérien**	
Horaires/Services	Horaires	**Qualité**
Arrêts	Données en temps réel	
Services à la demande		
Services pour handicapés		
Tarifs	**Tourisme**	**Services de base**
Données en temps réel		**Couverture complète**
Réseau routier		
Piétons		
Cyclistes		
		Services à la demande
Transport de marchandises	**Contenu de l'information**	**Couverture partielle**
Dépôts		
Ports fluviaux		
Ports de mer		

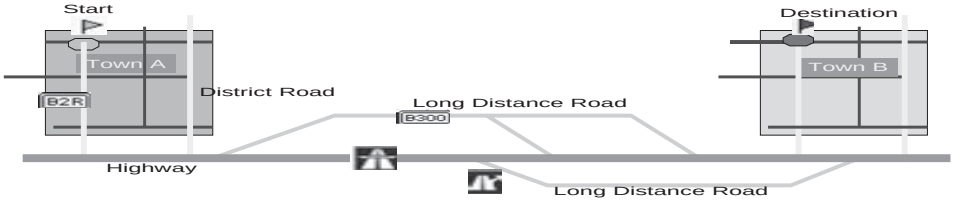
3. LACUNES À COMBLER ET RÔLE DE LA PLATE-FORME DE MÉTADONNÉES

Les lacunes ont été identifiées dès le départ, afin de donner au programme une couverture aussi complète que possible. Les lacunes, repérées en Allemagne, sont indiquées séparément pour le transport routier et les transports publics.

3.1. Lacunes observables dans le transport routier

L'analyse des améliorations nécessaires s'effectue sur la base d'une chaîne de mobilité modèle (voir Graphique ci-dessous). Le lieu de départ se situe dans la ville A dotée d'une voirie urbaine qui lui est propre. Les autoroutes sont accessibles au départ de routes départementales. Les nationales sont utilisables comme itinéraires de délestage. Le lieu de destination se situe dans la ville B dotée d'une voirie urbaine comparable à celle de la ville A.

Figure 4. **Déplacement de la ville A vers la ville B**



Légende :
Départ Destination

Ville A Ville B

Départementale
Nationale

Autoroute Nationale

La Figure suivant schématise les conséquences d'accidents, de bouchons et de travaux routiers.

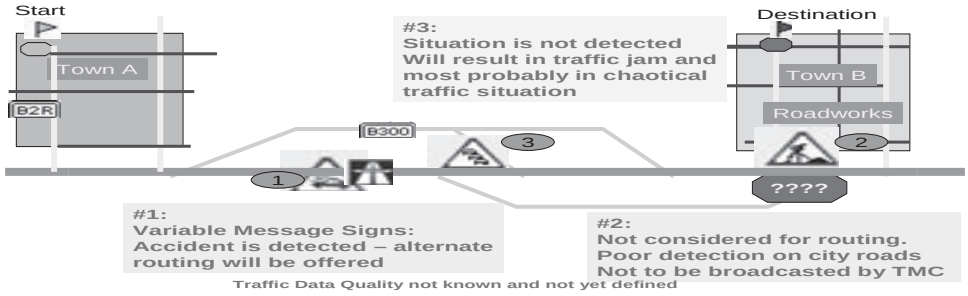
Premier cas : Accident survenant sur l'autoroute en un endroit équipé de panneaux à message variable. L'accident est détecté automatiquement. Les panneaux à message variable recommandent l'emprunt d'une nationale. Les véhicules équipés d'un système de navigation dynamique sont orientés vers un itinéraire alternatif par un message émis sur le canal de diffusion d'informations routières.

Deuxième cas : Réalisation de travaux routiers dans la ville B (destination). La détection est mauvaise et les travaux routiers ne sont pas enregistrés dans les villes. Un message émis sur le canal de diffusion d'informations routières recommande un itinéraire alternatif. Le conducteur doit chercher lui-même un itinéraire alternatif.

Troisième cas : Formation d'un gros bouchon à la suite de l'accident survenu sur l'autoroute (1er cas). Le fait n'est pas détecté parce que peu de nationales sont équipées de systèmes de détection. Aucun itinéraire alternatif n'est proposé et le conducteur reste bloqué ou doit chercher lui-même un itinéraire alternatif.

Il ressort de ce qui précède que le manque de systèmes de détection est une des lacunes les plus dommageables à la gestion de la circulation routière. Il existe certes de nouveaux systèmes de détection, par exemple des systèmes de collecte et de transmission de données depuis les véhicules ou par téléphone portable, mais il leur faudra du temps pour s'imposer et il n'est pas sûr qu'ils soient applicables dans tous les cas.

Figure 5. **Incidents critiques pouvant survenir entre A et B**



Légende :

Départ — Destination

Ville A — Ville B

3. La non-détection de l'incident va entraîner la formation d'un bouchon et très probablement rendre la situation chaotique

Travaux routiers

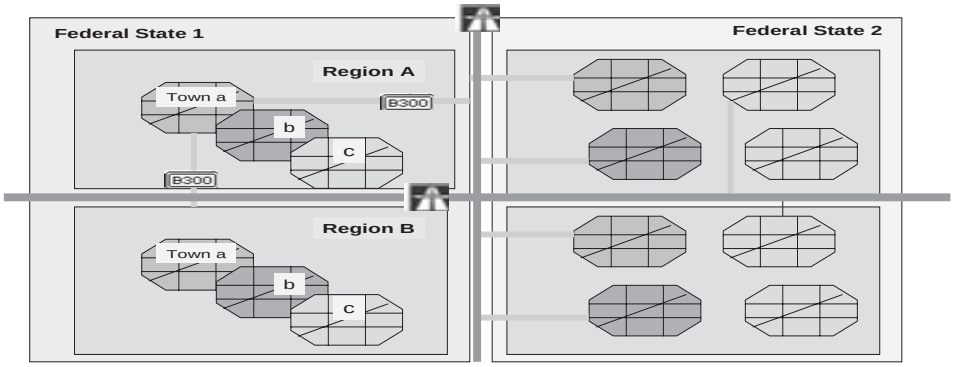
1. Panneaux à message variable
L'accident est détecté et un itinéraire alternatif est proposé

2. Pas pris en compte pour le tracé d'itinéraires
Mauvaise détection en ville
Pas de transmission par le canal de diffusion d'informations routières

La qualité des données relatives au trafic n'est pas connue et n'a pas encore été déterminée

Le manque de systèmes de détection des incidents de circulation se double encore d'une autre insuffisance. Le Graphique ci-dessous en donne un exemple. Deux Länder sont reliés par des autoroutes. Ces deux Länder sont divisés en plusieurs régions dans lesquelles se trouvent différentes villes.

Figure 6. **Situation géographique exemplaire**

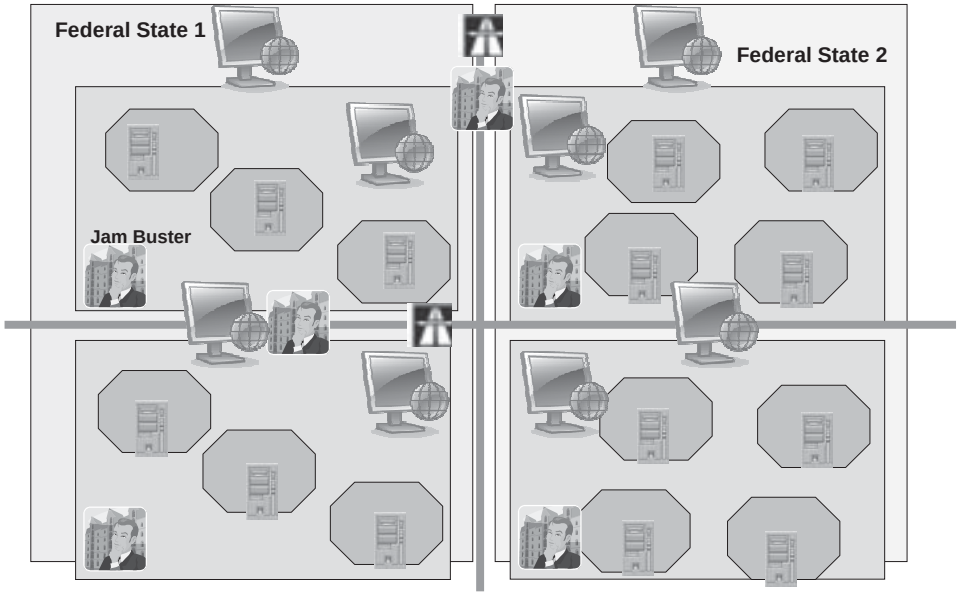


Légende :

Land 1	**Land 2**
Région A Ville a b c	
Région B Ville a b c	

Chacune de ces entités indépendantes (Land, région, ville) utilise des ordinateurs pour gérer la circulation. Les deux Länder utilisent des ordinateurs pour gérer leurs tronçons d'autoroute. Si des détecteurs ont été installés le long de l'autoroute, l'état de la circulation est généralement connu et géoréférencé. Les chaînes de radio et de télévision et l'ADAC, l'association des automobilistes allemands, ont installé un réseau de « docteurs anti-bouchons ». Les informations géoréférencées relatives aux incidents routiers sont diffusées sur le canal de diffusion des informations routières.

Figure 7 : **Les Länder utilisent des ordinateurs pour gérer la circulation et des « docteurs anti-bouchons » font rapport sur son état**

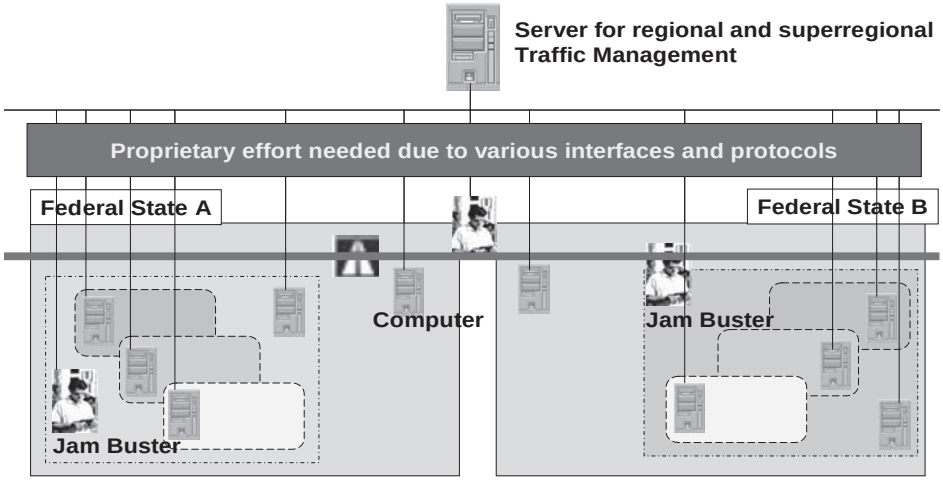


Légende :

Land 1 **Docteur anti-bouchons**	**Land 2**

Le point de départ semble à première vue excellent, mais il n'en est en fait rien. Un fournisseur de services qui souhaiterait créer un service de tracé d'itinéraires dans un tel contexte géographique a un travail considérable à accomplir, parce que les propriétaires de contenus et les fournisseurs de services utilisent de nombreux interfaces et protocoles techniques différents. La raison en est que les ordinateurs et les logiciels sont fournis par des producteurs différents et que les ordinateurs et modèles de données, de génération différente, ne sont pas toujours compatibles. Le travail accompli isolément ne donne en tout état de cause pas de bons résultats. La plate-forme de métadonnées facilitera l'accès à différentes sources de données.

Figure 8. **Les interfaces et les protocoles sont le plus souvent incompatibles**



Légende :

Serveur pour la gestion de la circulation régionale et interrégionale

Travail nécessité par l'hétérogénéité des interfaces et des protocoles

Land A **Land B**

Ordinateur **Docteur anti-bouchons**

Docteur anti-bouchons

En résumé, les principaux facteurs d'inefficience de la gestion de la circulation routière tiennent au fait que les systèmes de détection ne couvrent que certaines parties du réseau routier et ne permettent donc pas de gérer la circulation avec efficience et en temps réel, que les méthodes de géoréférencement utilisées diffèrent, que l'échange de données en formats différents requiert beaucoup de travail, que la variation des interfaces techniques et des modèles de données selon les applications et les régions rend l'accès à des sources de données différentes impossible sans une somme de travail importante et, enfin et peut-être même surtout, que la qualité, toujours indéterminée et très souvent inconnue, des données relatives à la circulation empêche les fournisseurs de services de diffuser des informations fiables sur l'état de la circulation.

3.2. Contribution de la plate-forme de métadonnées sur le transport routier

La plate-forme de métadonnées permettra d'accéder à des données récoltées par :

- les senseurs/détecteurs ;
- les ordinateurs de gestion de la circulation des villes ;
- les services de régulation des feux de circulation ;
- les plates-formes régionales d'information ;
- les ordinateurs de gestion de la circulation des Länder ;

- les fournisseurs privés de contenus ;
- les systèmes informatiques d'information sur les travaux routiers.

La plate-forme de métadonnées permet de réaliser des études de cas et assure un service centralisé de traitement de différentes méthodes de géoréférencement. Elle améliorera les modèles de transfert de données, fournira des algorithmes pour la traduction des normes existantes et mettra au point des modèles de détermination et d'évaluation comparative de la qualité des données utilisables par les fournisseurs de services et les propriétaires de contenus. La plate-forme de métadonnées se focalise principalement sur les échanges interrégionaux de données relatives à la circulation.

3.3. Utilisateurs potentiels de la plate-forme de métadonnées sur la circulation routière

- Fournisseurs de services individualisés ;
- Administration responsable de l'amélioration de la gestion de la circulation ;
- Stations de radio/télévision diffusant des informations routières ;
- Services de planification de la circulation pour leur travail au jour le jour ;
- Services municipaux de planification pour leur travail au jour le jour ;
- Organismes environnementaux pouvant accéder à une multitude de sources de données ;
- Entreprises de transport de marchandises et fournisseurs de services logistiques pour le tracé d'itinéraires et l'établissement d'horaires.

3.4. Lacunes à combler dans les transports publics

Le transport interrégional a besoin d'informations sur les horaires des services de porte à porte. Quelque 84 des 99 entreprises allemandes de transport régional fournissent ce genre d'informations. Les clients accordent de plus en plus d'importance à leur information en temps réel. La collecte d'informations en temps réel postule l'utilisation de sources mobiles dont quelques grosses entreprises de transport sont seules à disposer. Les prix des transports interrégionaux ne peuvent à l'heure actuelle pas être calculés automatiquement par les services Internet des entreprises de transport. Le projet Tarif-DELFI doit combler cette lacune. Les personnes handicapées n'ont accès qu'à une panoplie très limitée de services. Il convient d'améliorer très nettement cette situation. Il n'y a pas non plus de définition commune de la qualité des données relatives aux transports publics. La diffusion d'informations sur les horaires n'est pas un critère de qualité.

La gestion électronique des tarifs fait actuellement l'objet d'essais en vraie grandeur. Elle devra couvrir l'ensemble des régions.

Il convient d'accorder une attention particulière au régime de propriété et aux droits des usagers dans les transports publics. Tous les droits appartiennent aux opérateurs de transport. Les droits afférents aux horaires régionaux sont de plus en plus réglementés, mais l'échange de données interrégionales ne l'est généralement pas. Le Consortium DELFI (16 Länder et Deutsche Bahn AG) a toutefois réglementé les régimes de propriété et les droits des usagers. Les Länder et Deutsche Bahn sont convenus d'échanger régulièrement des informations sur leurs horaires. Le Ministère des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines a décidé d'approfondir l'analyse afin d'améliorer la situation.

3.5. Contribution de la plate-forme de métadonnées sur les transports publics

La plate-forme de métadonnées sur les transports publics n'est pas et ne sera pas un projet unique, mais un ensemble de projets distincts qui seront présentés dans le chapitre 5. Il sera veillé à coordonner ces projets pour mettre le programme d'information et d'orientation de l'utilisateur du système de transport en place.

3.6. Utilisateurs potentiels de la plate-forme de métadonnées sur les transports publics

- Clients des transports publics par l'entremise de fournisseurs de services (notamment aériens), afin d'assurer l'alignement sur les besoins des clients ;
- Entreprises qui exploitent, planifient et gèrent des transports publics, surtout si elles s'occupent de transport interrégional et de transports intégrés ;
- Services de planification des circulations pour leur travail au jour le jour ;
- Services municipaux de planification pour leur travail au jour le jour ;
- Autres fournisseurs de services.

4. ARCHITECTURE DE LA PLATE-FORME DE MÉTADONNÉES SUR LE TRANSPORT ROUTIER

4.1. Plate-forme de métadonnées: portail Internet virtuel

La plate-forme de métadonnées fera le lien entre les propriétaires de contenus et les fournisseurs de services. Elle fera gagner le dialogue et la coopération entre les deux parties en efficience. Les fournisseurs de services peuvent, comme il l'a déjà été souligné précédemment, appartenir au secteur public ou au secteur privé.

La plate-forme de métadonnées sera une plate-forme Internet virtuelle qui offrira une liste de liens, assurera des services de courtage et fixera des règles en matière d'échange de données, d'enregistrement, de droits de propriété, de responsabilité, etc. Des modèles d'activité seront mis au point et évalués en cours d'exécution des projets.

Elle créera des services centralisés de conversion de différentes géoréférences et normes de données et définira des algorithmes d'évaluation de la qualité des données relatives à la circulation. Ceci ne fera pas nécessairement partie intégrante de la plate-forme de métadonnées.

Le processus d'utilisation de la plate-forme de métadonnées se détaille comme suit :

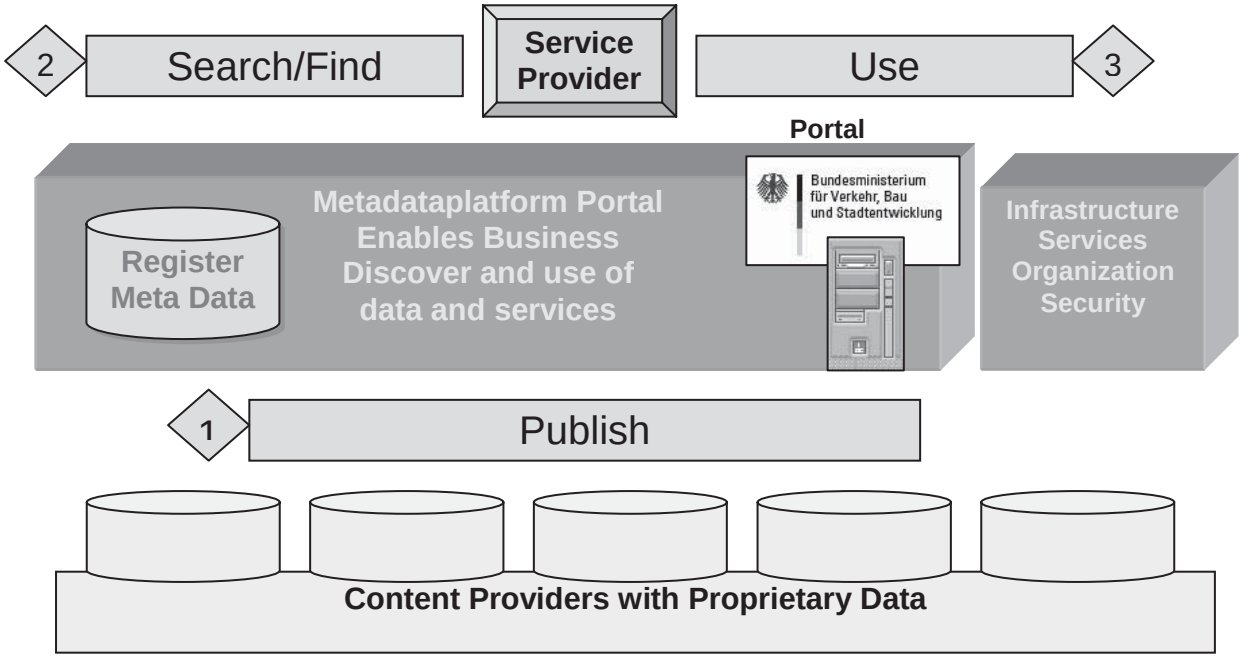
1ère étape : les propriétaires de contenus et les fournisseurs de services s'inscrivent auprès de la banque, décrivent leurs données (type, origine, localisation, rythme de mise à jour, etc.) et en précisent le niveau de qualité.

2ème étape : les fournisseurs de services désireux d'offrir des services à leurs clients s'inscrivent eux aussi et peuvent alors chercher et recueillir les informations dont ils ont besoin.

3ème étape : les fournisseurs de services et les propriétaires de contenus entrent en contact dans les conditions décrites ci-dessus. Aucun fournisseur de services ne peut utiliser les données de propriétaires de contenus sans se plier à des règles communes.

Dans la situation actuelle (sans plate-forme de métadonnées), les fournisseurs de services doivent négocier et conclure un contrat avec tous les propriétaires de contenus.

Figure 9. **plate-forme de métadonnées en tant que portail Internet virtuel**



Légende :

2 Chercher/Trouver

Fournisseur de services

Exploiter 3

Enregistrement des métadonnées

Le portail de la plate-forme permet aux entreprises de rechercher et exploiter des données et des services

Ministère fédéral des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines

Infrastructures Services Organisation Sécurité

1 Publier

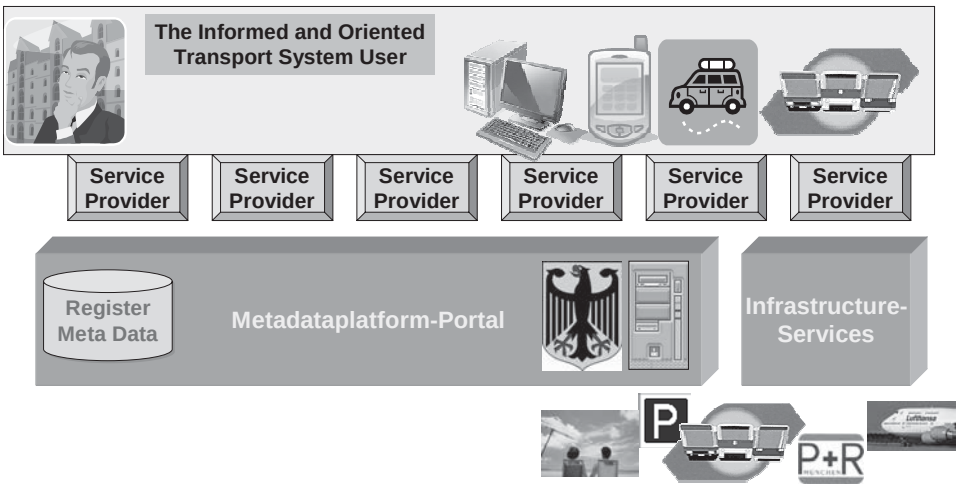
Propriétaires de contenus avec données exclusives

4.2. La plate-forme de métadonnées permet aux propriétaires de contenus et aux fournisseurs de services d'exercer leur activité

La plate-forme de métadonnées a des propriétaires de contenus et des fournisseurs de services comme clients (voir section 4.1). Elle facilite les échanges entre entreprises et a donc pour but d'optimiser les modèles d'activité existants et d'en créer des nouveaux.

Tout doit contribuer à informer et orienter l'utilisateur du système de transport. La facilitation de l'accès aux sources permettra de dynamiser l'information et d'en améliorer la qualité. Il est possible d'inclure également, si la demande existe, des services complémentaires tels que la météo (prévisions comprises), les possibilités de stationnement (localisation, disponibilités et évolution) et les parkings de dissuasion (localisation, disponibilités et évolution). La plate-forme peut fournir aussi des informations sur les horaires et la situation en temps réel des transports publics et pourrait en fournir également sur les horaires des compagnies aériennes et la situation en temps réel des vols et des aéroports.

Figure 10. **Rôle de facilitateur d'activité joué par la plate-forme de métadonnées**



Légende :
Information et orientation de l'utilisateur du système de transport

Fournisseur de services | Fournisseur de …… services

Enregistrement de métadonnées | Portail de la plate-forme de métadonnées | Infrastructures - services

5. ACTIONS FUTURES

5.1. Plate-forme de métadonnées sur le transport routier

L'Institut fédéral des routes (BAst) gère depuis la mi-2008 le projet de plate-forme de métadonnées sur le transport routier. Il a défini plusieurs projets. Il a lancé un appel à manifestation d'intérêts et évalué certaines des offres reçues. Il a aussi conclu quelques contrats en application desquels les travaux ont maintenant démarré. Ces projets sont les suivants :

- Contrôle du projet ;
- Relations publiques ;
- Validation de l'architecture théorique du système ;
- Cadre organisationnel et légal ;
- Réalisation TI ;
- Convertisseurs pour le géoréférencement ;
- Convertisseurs pour les interfaces et protocoles de données ;
- Services pilotes pour la validation du développement du concept ;
- Essais en vraie grandeur.

La mise en œuvre de ces projets pourrait imposer le lancement de projets supplémentaires.

Le Ministère de l'Économie et de la Technologie finance et contrôle également, en collaboration étroite avec le Ministère des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines, un projet appelé « qualité des informations relatives à la circulation ». Des algorithmes et des critères d'évaluation comparative seront définis pour l'ensemble de la chaîne de valeur. Les essais seront réalisés dans les villes de Leipzig, Francfort, Düsseldorf et Nuremberg ainsi que sur des routes du Sud de la Bavière et du Bade-Wurtemberg.

La mise en œuvre et la vérification devraient durer 4 années.

5.2. Plate-forme de métadonnées sur les transports publics

Le Ministère des Transports, de la Construction et des Affaires Urbaines et le Ministère de l'Économie et de la Technologie se partageront les projets de mise en place de la plate-forme de métadonnées sur les transports publics. Les principaux de ces projets sont les suivants :

- Poursuite de la mise au point du système d'information sur les horaires (DELFI) ;
- Poursuite de la mise au point des modules de gestion électronique des tarifs (8 projets en tout) ;
- Lancement du système de diffusion automatique d'informations sur les tarifs des différents opérateurs de transport via Internet (TarifDELFI) ;

- Analyse des régimes de propriété et des droits des usagers ;
- Lancement de modules d'amélioration de la qualité des données relatives aux transports publics ;
- Définition d'un programme de porte à porte et lancement de la mise en œuvre ;
- Orientation à l'intérieur des grandes gares intermodales ;
- Lancement d'un système de communication de protocoles relatifs aux transports publics par Internet ;
- Poursuite de la mise au point de modules destinés à rendre les transports publics plus attrayants pour les personnes handicapées.

La mise en œuvre et la vérification devraient durer 4 années.

LES IMPACTS ÉCONOMIQUES POSSIBLES DES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES ET ORGANISATIONNELLES SUR L'ACCÈS INTERMODAL AUX GRANDS TERMINAUX VOYAGEURS

par

Francisco J. TAPIADOR
Universidad de Castilla-La Mancha

et
Jordi MARTI-HENNEBERG
Universidad de Lleida

Espagne

SOMMAIRE

RÉSUMÉ 455

1. INTRODUCTION 455

2. INTERMODALITÉ ET ACCESSIBILITÉ EN EUROPE 456

3. PROFILAGE DU VOYAGEUR 457

4. FACTEURS SUR LESQUELS LES ITO PEUVENT AVOIR DE L'INFLUENCE 458

   4.1. Effets directs 458
   4.2. Effets induits 459

5. APERÇU QUANTIFIABLE : UN MODÈLE PARAMÉTRIQUE 460

6. RÉSULTATS ET CONCLUSIONS 462

BIBLIOGRAPHIE 463

FIGURES ET TABLEAU 466

Remerciements

Cette étude a été en partie financée par des bourses de recherche -- CGL2006-03611 et PAI06-0101 (innovation et transfert de connaissances) ; les programmes I3 et Ramon y Cajal, et le projet FP-005 Eau, route et rail 2005SGR01089 (Fondation européenne de la science).

RÉSUMÉ

Le présent rapport examine les impacts économiques possibles d'innovations telles que la billetterie intelligente et l'accès instantané aux horaires ferroviaires et à l'information sur les correspondances intermodales. Dans un premier temps, il aborde le rôle qualitatif des innovations technologiques et organisationnelles (ITO) dans le cadre de l'intermodalité. Dans un deuxième temps, il décrit un modèle paramétrique quantitatif simple, qui sert ensuite à analyser les impacts des ITO sur la demande de transport ferroviaire, l'accessibilité et le bien-être des voyageurs dans l'hypothèse d'une rationalité limitée. Sous réserve que le modèle permette de rendre compte des principaux processus à l'œuvre, les résultats montreront les effets possibles des choix qui s'offrent aux pouvoirs publics et des innovations technologiques, à la fois indépendamment et collectivement, ce qui permettra de débattre de leurs avantages et synergies. Une analyse des résultats quantitatifs indique que les effet sont favorables, dans une large mesure non linéaires et susceptibles de se cumuler en raison d'incidences de grande portée, liées, par exemple, à l'économie du changement climatique.

1. INTRODUCTION

Le train à grande vitesse (TGV) ne cesse de s'imposer comme un mode de transport offrant souplesse et commodité, en comparaison, par exemple, avec la voiture particulière, l'autocar et l'avion. Embarquement rapide, possibilité de travailler et/ou de tenir des réunions à bord, centralité de la plupart des gares TGV en Europe, voilà autant d'avantages qui ont favorisé un accroissement du nombre de voyages d'affaires par voie ferroviaire au cours de la dernière décennie. Le TGV sert également aux déplacements domicile-travail dans plusieurs régions d'Europe (notamment en Espagne, où des trains à grande vitesse relient Madrid à Ségovie, Tolède, Guadalajara et Saragosse ; et Barcelone à Lleida et Saragosse). Le marché captif que représente la croissance actuelle du trafic de migrants alternants est alimenté par de nouveaux usagers qui posent des choix rationnels face à l'explosion des prix fonciers dans les centres urbains et qui se déplacent vers des villes satellites situées à une distance raisonnable où la vie est moins chère.

L'expérience montre que la majorité des déplacements hebdomadaires (Figure 1) est attribuable aux cols blancs et aux personnes travaillant dans le secteur tertiaire de pointe. Cette clientèle est attirée par les rabais sur l'achat de titres de transport en grand nombre, les tarifs flexibles et la fiabilité. Un autre marché lié aux déplacements d'affaires, plus limité, est insensible au prix. Les voyageurs occasionnels qui choisissent le train plutôt que l'avion veulent éviter le stress occasionné par les contretemps de plus en plus nombreux qui caractérisent les voyages par avion et préfèrent les gares ferroviaires urbaines situées en plein centre aux terminaux aéroportuaires périphériques qui sont souvent très éloignés du centre-ville. Tous ces facteurs considérés, l'intermodalité influe à l'évidence

sur le choix des usagers réguliers en faveur du train et contribue à limiter l'utilisation de l'automobile à ce que l'on a coutume d'appeler « le dernier kilomètre », c'est-à-dire le trajet qui relie le dernier mode de transport public utilisé au domicile ou au lieu de travail. On s'accorde largement à considérer l'amélioration de l'intermodalité comme l'un des principaux facteurs susceptible de promouvoir l'adoption généralisée des transports publics en Europe.

Il est généralement admis que le succès du modèle intermodal dépend dans une large mesure selon que les transports publics sont perçus comme efficaces ou non et selon le degré de fluidité du transfert modal (UITP, 2003). Dans ce cadre, les innovations technologiques et organisationnelles (ITO) peuvent avoir un impact profond sur l'intermodalité. Les technologies récentes, notamment les téléphones dernier cri permettant d'accéder à l'Internet, jumelées à une information en temps réel sur les horaires et à la possibilité d'acheter des billets à distance à la dernière minute, réduisent les inconvénients du transport ferroviaire. Par conséquent, les ITO améliorent l'efficacité à la fois du côté de l'opérateur ferroviaire et de celui de l'usager.

2. INTERMODALITÉ ET ACCESSIBILITÉ EN EUROPE

L'amélioration de l'intermodalité est l'un des piliers d'une politique privilégiant les transports durables. La généralisation de la voiture particulière dans toute l'Europe tient notamment à ce que ce mode assure un transport de porte à porte malgré les problèmes associés à la congestion routière et au manque de places de stationnement dans la plupart des zones urbaines. Mais l'utilisation de l'automobile engendre les déséconomies suivantes : blessures ou décès consécutifs aux accidents de la route, temps de parcours improductifs résultant d'accidents et de congestion, dépendance à l'égard de sources d'énergie non renouvelables, dommages et autres effets néfastes associés à la pollution de l'environnement (Jakob *et al.*, 2006). L'un des moyens de pallier ces effets serait de promouvoir les voitures hybrides ou électriques. Une autre stratégie consisterait à encourager le transfert modal de la voiture particulière vers les transports publics. L'idée de base serait de persuader les voyageurs de n'utiliser leur voiture que pour le trajet entre leur domicile et les transports publics, plutôt que de se rendre à leur destination finale. On s'accorde de plus en plus à reconnaître que la mobilité durable implique des systèmes de transport interconnectés qui doivent assurer un service porte à porte (Commission Européenne, 1999). À cet égard, une planification judicieuse de l'intermodalité offre un moyen d'accroître la durabilité des systèmes de transport interurbain de voyageurs. Mieux les ressources pourront être mobilisées et coordonnées de façon intégrée, plus le système de transport dans son ensemble y gagnera en durabilité (Commission Européenne, 2001).

Actuellement, les principaux nœuds des réseaux intermodaux européens sont les gares TGV. Si les obstacles inhérents au réseau ferroviaire proprement dit sont liés à des contraintes environnementales ou physiques, telles que la topographie et le volume de trafic ferroviaire, et sont difficiles à surmonter, ceux qui sont attribuables à une intermodalité sous-optimale des gares TGV relèvent en revanche beaucoup plus de la planification. Il a été déjà démontré qu'il existe une hiérarchie bien établie des gares, dont le statut dépend du rôle que chacune joue au sein du réseau régional, et dont certaines sont exposées à de fortes contraintes qui les empêchent de jouer de façon optimale le rôle de véritable nœud intermodal (Tapiador *et al.* 2009). Dans ce contexte, les ITO peuvent aider à réguler les flux de voyageurs.

Une étude approfondie qui a été réalisée par la Task Force sur l'intermodalité dans les transports a mis en évidence un déséquilibre modal dans le système de transport de l'Union Européenne et recenser les obstacles qui empêchent le développement de services de transport intermodaux porte à porte axés sur l'usager. Dans cette étude, l'efficacité des points de correspondance et des réseaux intermodaux a été retenue comme l'un des principaux domaines d'intérêt dans lesquels il conviendrait d'approfondir les recherches sur l'intermodalité. Entrent également en ligne de compte le manque d'informations et l'impossibilité d'étudier comment certains services sont organisés. Différents outils et méthodes d'évaluation des transferts modaux possibles ont été décrits par Tsamboulas *et al.* (2007), y compris des plans d'action complets qui pourraient être utiles aux décideurs.

Par ailleurs, il existe un lien évident entre l'amélioration de l'intermodalité et celle de l'accessibilité, qu'il faut entendre ici comme étant la facilité avec laquelle un voyageur peut atteindre un endroit, une infrastructure, un aménagement ou une possibilité d'emploi spécifique ou, de façon générale, participer à des activités. Plus l'activité est accessible, moins le voyageur aura d'obstacles à franchir ou de frictions à supporter dans ses déplacements pour l'atteindre. Le terme « accessibilité » désigne aussi la facilité avec laquelle une personne handicapée peut utiliser des services de transport. La différence entre les deux acceptions du terme tient au fait que ce que l'on considère en général comme une cause de friction à l'intérieur du système (par exemple, un escalier à un point de correspondance à deux niveaux) peut constituer un obstacle pour une personne handicapée (s'il n'y a pas d'ascenseur).

En économie et politique des transports, l'accessibilité revêt une grande importance économique et sociale, comme l'a reconnu la Perspective européenne de développement spatial (Commission Européenne, 1999), qui affirme la nécessité d'améliorer l'accessibilité dans les régions d'Europe, afin d'améliorer leur position concurrentielle, mais également la compétitivité de l'Europe dans son ensemble. L'accessibilité influe sur l'avantage que confère une situation géographique par rapport à d'autres. En ce qui concerne les États-Unis, Kuby *et al.* (2004) ont examiné l'importance de l'accessibilité (entre autres facteurs) en termes de nombre d'embarquements aux stations du réseau de métro léger, qu'ils ont jugée considérable. C'est pourquoi des estimations de l'accessibilité ont été utilisées pour chiffrer les avantages que les ménages et les entreprises tirent de l'existence et de l'utilisation d'une infrastructure de transport locale. Il est supposé que les régions qui ont un meilleur accès aux points d'approvisionnement de matières premières et aux marchés seront plus productives, plus concurrentielles et plus prospères que celles qui en sont plus éloignées (Spiekermann, 2005).

3. PROFILAGE DU VOYAGEUR

La modélisation des effets des ITO dans les gares TGV nécessite une indication de la composition et du comportement du public voyageur. Le profilage des voyageurs à partir d'enquêtes comme celle qui est décrite par Burckhart *et al.* (2008) pour la liaison Madrid-Barcelone est utile pour alimenter un modèle paramétrique en informations empiriques pour des études de cas (Figure 1). La part modale est un élément important pour quantifier les effets possibles des ITO sur les déplacements. Par exemple, les usagers du métro et du chemin de fer classique ont moins besoin d'informations en temps réel car ils peuvent se fier à des horaires stables et ont en général des habitudes établies. En revanche, les automobilistes et les usagers de l'autobus et du taxi préfèreront peut-être le train aux autres modes de transport possibles s'ils peuvent avoir accès rapidement, à tout moment et n'importe

où, aux horaires, à la billetterie et à l'information d'accès. La proportion de chaque mode dépend de la gare concernée (Figure 2), d'où la difficulté de proposer un quelconque modèle quantitatif global qui pourrait s'appliquer partout. Il faut plutôt élaborer un modèle de type paramétrique qui puisse être adapté et intégrer des données actualisées le cas échéant.

Le motif du déplacement a également son importance dans la construction d'un modèle. Dans l'étude de Burckhart *et al*. (2008), la plupart des parcours étaient liés au travail, avec une majorité de voyages d'affaires (Figure 3). La ventilation modale (Tableau 1) est indispensable pour obtenir des résultats qui seront utiles à la planification, car les effets des ITO sont modulés selon des relations croisées entre le mode de transport concerné et le motif du déplacement.

4. FACTEURS SUR LESQUELS LES ITO PEUVENT AVOIR DE L'INFLUENCE

Les ITO ont des effets directs et induits sur le bien-être ferroviaire. Les effets directs sont ceux qui ont un rapport fonctionnel simple avec les ITO. La fonction proprement dite peut être linéaire ou non linéaire. Les effets induits eux, sont motivés par d'autres variables et/ou découlent de la dynamique interne du modèle.

4.1. Effets directs

4.1.1. Amélioration de l'intermodalité

L'intermodalité est définie par la Commision Économique (2004) comme « une caractéristique d'un système de transport, en vertu de laquelle au moins deux modes différents sont utilisés de manière intégrée pour compléter une chaîne de transport de porte à porte. Les ITO favorisent ces parcours sans rupture en réduisant les temps de correspondance et les incertitudes qui s'y rattachent. Des informations précises sur le stationnement et/ou les possibilités de réserver une place dans un parc de stationnement très fréquenté, la capacité de reprogrammer un déplacement combinant l'utilisation de plusieurs modes de transport (si par exemple une réunion est écourtée), ainsi que de nouveaux outils qui permettent de gérer les retards dus aux encombrements de la circulation, voilà autant d'éléments qui aident les voyageurs à organiser leurs déplacements à partir ou à destination des gares TGV.

4.1.2. Priorités d'action

Les ITO permettent d'accéder à des offres conçues pour combler les creux de la demande. Une tarification intelligente (modulée), qui cible des marchés (le voyageur de dernière minute ou matinal, le retraité ou l'étudiant), créneaux horaires (les trains tardifs) ou saisons (le creux de l'été) spécifiques est maintenant accessible à distance à une large clientèle potentielle.

4.1.3. Informations sur les horaires et la billetterie

L'accès instantané aux horaires concernant plusieurs modes différents aide à concrétiser les projets de voyages. L'information sur les prix incite les consommateurs à faire des choix rationnels quant au mode et au moment de leurs déplacements. Des tarifs flexibles ainsi qu'une interface bien pensée et conviviale facilitent le processus d'achat. La billetterie en ligne et la billetterie intelligente pour les transports publics, des innovations de plus en plus populaires, améliorent le confort des voyageurs. Un exemple de bonne pratique à cet égard nous est donné par le système suisse, où les horaires sont judicieusement coordonnés pour à la fois limiter les temps morts et assurer les correspondances intermodales. Ainsi, par exemple, la correspondance entre train et autocars postaux est coordonnée de façon que les voyageurs puissent atteindre des destinations éloignées sans attente exagérée.

4.1.4. Correspondance intermodale et accessibilité

En ce qui concerne les innovations organisationnelles, il est important d'assurer une transition intermodale en douceur. Indépendamment des impératifs évidents tels que la nécessité d'assurer une accessibilité totale à chaque voyageur, les correspondances doivent être clairement indiquées pour éviter la confusion. Cela s'applique également aux interfaces en ligne.

4.1.5. Émissions de gaz à effets de serre (GES)

L'augmentation du trafic voyageur dans les gares TGV réduit directement la congestion routière et les émissions de carbone. À titre de comparaison, les émissions de CO_2 par habitant associées à un déplacement de 100 kilomètres sont les suivantes : environ 13 kg pour une petite cylindrée, 26 kg pour une grosse cylindrée et 6 kg pour le train. Au niveau international, le chemin de fer permet de réduire sensiblement les émissions de carbone. Le prix actuel par tonne de CO_2 s'établit à environ 12 €.

4.2. Effets induits

4.2.1. Capacité d'accueil d'une gare

La capacité d'accueil d'une gare augmente si les temps d'attente diminuent, car l'accélération du flux de voyageurs permet à un plus grand nombre d'utiliser le même espace à des moments différents. On parvient à une utilisation optimale d'une gare TGV par les voyageurs lorsque ceux-ci peuvent facilement changer de mode sans délai ou précipitation, et également faire des transactions économiques pendant le (bref) temps de correspondance. On évite ainsi l'encombrement, l'inconfort, le stress et les risques, ce qui contribue du même coup à donner du voyage en train une image favorable.

4.2.2. Durée moyenne du séjour en gare

L'allongement du temps passé dans une gare TGV réduit à la fois la qualité de vie ressentie et la productivité. L'effet possible sur le chiffre d'affaires des boutiques, et par conséquent sur les loyers, n'est pas linéaire : alors que les voyageurs, s'ils passent un certain temps libre dans une gare, seront tentés d'y faire des achats, leur comportement est parabolique au-delà d'un certain seuil (qui varie en fonction de la gare TGV). Cet effet vient s'ajouter à l'inconfort d'une longue période d'attente et accentue la tendance à éviter la gare en question à l'avenir. Le partage et la diffusion des impressions négatives des voyageurs engendrent également des déséconomies. C'est un fait avéré que certaines

gares TGV sont considérées comme confortables et conviviales, tandis que d'autres ont la réputation d'être inconfortables, mal aménagées, etc. Une implantation « au milieu de nulle part » ou en périphérie, aggravée par un manque exaspérant d'informations sur les correspondances ou les autres possibilités de transport donne une très mauvaise impression de l'intermodalité dans certaines gares TGV européennes.

5. APERÇU QUANTITATIF : UN MODÈLE PARAMÉTRIQUE

Pour se faire une idée de la contribution possible des ITO à l'économie du transport ferroviaire, il est utile de construire un modèle quantitatif qui prenne en compte les facteurs présentés ci-dessus. D'autres méthodes, comme l'analyse par enveloppement des données (AED), ont été appliquées à la modélisation des transports (par exemple, Tapiador *et al.*, 2008), mais la plupart des techniques mentionnées dans la documentation récente nécessitent des données empiriques, qui ne sont pas toujours disponibles dans ce cas.

Le modèle décrit ici est un modèle dynamique qui simule la structure du problème de façon schématique, afin que les complexités du système ne rendent pas le problème impossible à analyser. L'objectif du modèle est de simuler, et non de prédire, les effets des variations des différents paramètres. Les modèles utilisés pour réaliser ces analyses de sensibilité se sont révélés utiles dans plusieurs autres domaines, notamment le changement climatique. Étant donné que ce modèle ne comprend pas de données empiriques, il a été qualifié de « modèle paramétrisé ». Ses résultats sont des projections qui correspondent à un scénario prescrit et les conclusions qui en découlent doivent être considérées comme des estimations des effets possibles des variations des paramètres.

La Figure 4, qui repose sur la modélisation mathématique du problème, illustre les différentes variables et relations. Le modèle part de l'hypothèse qu'il existe un marché captif (les migrants alternants) ainsi qu'un nouveau marché qu'il reste à attirer. Les ITO influent sur les deux marchés et leurs effets sont modulés par des priorités d'action indépendantes, notamment par des décisions stratégiques prises hors du secteur ferroviaire telles que celles qui répondent à des intérêts d'entreprise dans des modèles conjoints aérien-rail. Le partage modal est considéré comme une caractéristique sociale et constitue par conséquent une variable indépendante dans ce modèle. Il a une incidence directe sur le nouveau marché, en amenant de nouveaux usagers, mais il se fait sentir également sur les émissions de gaz à effet de serre (GES), en contribuant à la réduction de l'utilisation de l'automobile.

L'analyse utilisée dans le modèle se présente sous la forme d'équations différentielles couplées variables dans le temps. Le modèle est appliqué à des périodes annuelles complètes, avec des conditions initiales légèrement différentes, produisant un vaste ensemble de trajectoires. Cette procédure est réputée rendre compte de la sensibilité aux conditions initiales dans des systèmes dynamiques. On fait ensuite la moyenne de l'ensemble ainsi obtenu, qui indique le comportement moyen du système, ce comportement étant la variable utilisée pour dégager les conclusions sur le plan de l'action. La dispersion des membres de l'ensemble est plus faible que la variabilité interne du modèle.

Les variables du modèle sont mises en relation par diverses fonctions linéaires et non linéaires. La courbe effective de chaque fonction est déduite d'observations, pour certaines, ou découle d'une hypothèse lorsqu'il n'est pas possible d'extraire facilement des données empiriques. Ainsi, par exemple, la variable du nouveau marché est modélisée comme une fonction de la fonction linéaire des innovations technologiques avec pour valeur [0.1] et de la fonction linéaire du partage modal, se situant également entre [0.1] modulées par une fonction de variations saisonnières. Les autres variables, telles que les effets de « surpeuplement », sont considérées comme non linéaires et modélisées comme telles. Par conséquent, on utilise une fonction sigmoïde normalisée pour les déséconomies d'agglomération, car on suppose qu'au-delà d'un certain seuil, les effets négatifs se stabilisent.

Les variables d'accessibilité utilisées dans le modèle sont les suivantes : la variable *capacité de la gare*, qui englobe des variables d'accessibilité et d'intermodalité telles l'entropie intermodale et le temps intermodal global (Tapiador *et al.*, 2009) ; le *partage modal* est considérée comme un effet distinct, car il est soumis aux variations de la demande. S'agissant des ITO, l'information sur les horaires et la billetterie ainsi que les possibilités d'achat en ligne sont normalisées dans le modèle. Ces facteurs influent à la fois sur le marché du transport de voyageurs et l'exploitation des gares TGV, en réduisant la confusion et l'encombrement (Lam *et al.* 1999). Cette variable dépend également de la capacité d'accueil de la gare TGV en question ainsi que de la durée moyenne de séjour dans la gare, qui lui-même dépend également des ITO. On estime qu'une réduction de la durée moyenne du séjour des voyageurs dans la gare a pour effet de réduire légèrement les dépenses de ces derniers sur place. Il s'agit là cependant d'une simplification, car les boutiques auraient tendance à réagir à la réduction de durée en adaptant leur offre. Et encore là, l'effet global serait relativement faible dans le cadre de la modélisation interannuelle effectuée.

Les profils saisonniers des marchés nouveaux et captifs sont également pris en compte pour modéliser les périodes de congés et de travail, sans les pauses-déjeuner, qui sont une caractéristique des habitudes estivales des fonctionnaires de l'État espagnol. Les postes fractionnés modifient le comportement du modèle, mais n'ont qu'un effet limité sur les agrégations quotidiennes. Ce profil hebdomadaire est explicitement pris en compte dans le modèle par l'adjonction d'un élément stochastique. Le profil saisonnier est modélisé par segmentation.

Même des modèles aussi simples que celui qui est décrit ici fournissent une information abondante sous forme de graphes de sensibilité, de scénarios et de paramétrisations possibles des variables considérées. Il convient d'analyser les résultats en gardant présent à l'esprit le problème envisagé. Le nœud du problème de la modélisation consiste à maintenir un équilibre délicat entre les effets bénéfiques d'une augmentation de la fréquentation et les déséconomies qui pourraient y être associées.

Parmi les nombreux autres effets possibles qui peuvent être étudiés, on peut citer le couplage entre les changements de phase et les ITO, ainsi que la saturation probable du marché. L'application de cette analyse à des situations réelles exigerait une connaissance précise de l'évolution des variables concernées dans le temps, connaissance que l'on pourrait acquérir par des enquêtes ou des études spécialisées sur des gares TGV clés.

6. RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

Étant donné le caractère stochastique des cycles hebdomadaires et saisonniers, des simulations d'ensemble ont été réalisées pour caractériser le comportement moyen du système. L'utilisation de techniques d'ensemble se justifie pour pallier la sensibilité aux conditions initiales en appliquant un modèle dans de nombreuses conditions initiales légèrement différentes. Étant donné que les systèmes dynamiques non linéaires sont hautement sensibles à ces conditions, on obtiendra ainsi une série de prévisions différentes, indépendamment de la proximité des conditions initiales les unes par rapport aux autres (Tapiador et Gallardo 2006). Les résultats des simulations font alors ressortir l'effet des ITO pour un certain nombre de cycles probables, les valeurs moyennes traduisant la dynamique effective. Les analyses de sensibilité qui font appel à la matrice jacobienne du modèle (linéarisé) peuvent alors être utilisées pour retracer les effets de chaque choix.

Le modèle a été appliqué à plusieurs combinaisons d'utilisations possibles d'ITO. Compte tenu des données d'entrée, les résultats peuvent être considérés comme l'application d'une série de mesures visant à améliorer le confort et le bien-être des voyageurs dans une situation canonique. Les données empiriques indiquent que les différences en ce qui concerne l'accessibilité et la demande de TGV sont étroitement corrélées. Les gares dont l'accessibilité et l'intermodalité sont faibles sont les moins fréquentées, tandis que celles qui offrent de bonnes correspondances accueillent un public voyageur nombreux. La relation n'est toutefois pas simple, car la taille physique de certaines gares TGV a été déterminée en fonction du trafic prévu. Dans le modèle présenté ici, l'accessibilité, l'intermodalité et l'ampleur des impacts des ITO par rapport au coût généralisé du transport sont étroitement liées aux hypothèses posées, mais il est possible d'en tirer certaines conclusions générales. En élaborant les résultats en termes d'action des pouvoirs publics, qualitatifs, plusieurs questions se posent.

La mise en œuvre des technologies de l'information coûte considérablement moins que l'infrastructure ou l'amélioration de l'accessibilité et de l'intermodalité. Les voyageurs qui utilisent ces technologies sont par définition « connectés » et deviennent des « nœuds » d'innovations. Les innovations organisationnelles sont aussi relativement moins coûteuses, mais ont des effets multiplicateurs. Par conséquent, sachant que le modèle présenté ici ne permet pas de chiffrer ces effets, les avantages des ITO pour le transport ferroviaire sont non linéaires. Un euro investi dans les ITO (y compris l'effet de la publicité) devrait produire un effet plus sensible sur la demande que le même euro investi dans d'autres branches du secteur. La Figure 5 illustre le résultat de la simulation pour une année, une fois les ITO mis en œuvre. On observe une croissance légèrement exponentielle de la fréquentation, ce qui est révélateur d'effets cumulatifs.

Toutes choses étant égales par ailleurs, l'effet net d'un accroissement ou d'une amélioration des ITO est positif pour le bien-être. Les incidences sur le partage modal indiquent un effet cumulatif sur l'économie du changement climatique. Des synergies émergent lorsque les clients satisfaits font connaître les avantages du voyage en train. Les éléments de non-linéarité au sein du modèle produisent une rétro-information qui tend à confirmer que l'une des options les plus efficaces serait de favoriser le partage modal. Pour ce faire, un certain nombre de mesures sont possibles : aménager des déposes rapides gratuites ; réduire ou supprimer les frais de stationnement pour les migrants alternants ;

appliquer des tarifs spéciaux pour les voyages d'affaires (par exemple en proposant un billet combiné parking-train). Une autre mesure serait de réserver des espaces de stationnement gratuits aux voitures électriques et de prévoir des postes de charge solaire pour ces véhicules. Ce type d'innovation organisationnelle contribuera à réduire encore les émissions de carbone, à améliorer l'intermodalité et à réduire la congestion routière.

Le modèle ne prend, entre autres, pas en compte les mesures qui profiteraient aux économies urbaines. Il est anormal qu'il y ait, dans des gares, des espaces de stationnement vides, alors que les voitures de migrants alternants encombrent les rues avoisinantes. De telles mesures ne feraient que transférer les coûts aux autorités municipales et aux riverains, avec les risques et les réclamations d'assurance accrues qui s'y rattachent. La réduction de la congestion dans les zones riveraines des gares TGV améliore leur centralité et permet de maîtriser l'embourgeoisement du quartier. Les avantages qu'offrent les ITO pour réduire le stress et l'inconfort des voyageurs, pour promouvoir de nouvelles valeurs (équilibre entre vie de famille et vie professionnelle), et pour accroître la sécurité et la sûreté des personnes (l'argent n'intervient pas dans les transactions téléphoniques, les voyages en train comportent neuf fois moins de risques d'accidents que l'automobile, etc.) montrent l'importance des ITO pour l'avenir du transport interurbain de voyageurs.

BIBLIOGRAPHIE

Burckhart, K., Martí-Henneberg, J. et Tapiador, F.J. 2008. Cambio de hábitos y transformaciones territoriales en los corredores de alta velocidad ferroviaria. Resultados de una encuesta de viajeros en la línea Madrid-Barcelona. *Scripta Nova*, vol. XII, 270.

Commission Européenne, 1999. Task Force « Intermodalité dans les transports ». http://cordis.europa.eu/transport/src/taskforce/home.html

Commission Européenne, 2001. COST 340. Vers un réseau de transports européens intermodal : les leçons de l'histoire. http://www.cordis.lu/cost-transport/src/cost-340.htm

Commission Européenne, 2004. Vers une intermodalité des transports des passagers dans l'Union Européenne. Rapport 1, Dortmund.

Jakob, A., Craig, J.L., Fisher, G., 2006. Transport cost analysis: a case study of the total costs of private and public transport in Auckland. Environmental Science & Policy 9, 55–66.

Kuby, M., Barranda, A., Upchurch, C., 2004. Factors influencing light-rail station boardings in the United States. Transportation Research Part A: Policy and Practice 38 (3), 223–247.

Menéndez, J.M., Coronado, J.M., Guirao, B., Rodríguez, F.J., Ribalaygua, C., Rivas, A. et Ureña, J.M., 2006. *Diseño, dimensión óptima y emplazamiento de estaciones de alta velocidad en ciudades de tamaño pequeño*. Cuadernos de Ingeniería y Territorio, 7.

Lam, W.H.K., Cheung, C.-Y., Lam, C.F., 1999. A study of crowding effects at the Hong Kong light rail transit stations. Transportation Research Part A: Policy and Practice 33 (5), 401–415.

Spiekermann, K., 2005. Transport and accessibility in Europe. Interreg North Sea Programme & North Sea Commission. In: Joint Annual Conference, Vlissingen, 15 juin 2005.

Tapiador, F.J., Mateos, A. et Martí-Henneberg, J. 2008. The Geographical Efficiency of Spain's Regional Airports: a Quantitative Analysis. Journal of Air Transport Management, 14, 205–212.

Tapiador, F.J., Gallardo, C., 2006. Entropy-Based Member Selection in a GCM Ensemble Forecasting. Geophysical Research Letters, vol. 33, L02804.

Tapiador, F.J., Burckhart, K. et Martí-Henneberg. 2009. Characterizing European High-Speed Train Stations using Intermodal Time and Entropy Metrics. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 43, 197–208.

Tsamboulas, D., Vrenken, H., Lekka, A.M., 2007. Assessment of a transport policy potential for intermodal mode shift on a European scale. Transportation Research Part A: Policy and Practice 41 (8), 715–733.

UITP, 1994. Location and design of interchanges – rail, bus and car, Bruxelles.

UITP, 2003. A one-stop approach to mobility: the challenge of integration, Bruxelles.

Vägverket, 2004. Trafik för en attraktiv stad, Stockholm, p. 212.

LÉGENDES DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1. Partage modal à la gare TGV Madrid-Atocha (données de Menéndez *et al.*, 2006)

Figure 2. Partage modal à la gare TGV ; analyse de Burckhart *et al.* 2008

Figure 3. Temps d'accès à la gare TGV ; analyse de Burckhart *et al.* 2008

Figure 4. Vue théorique du modèle quantitatif.

Figure 5. Évolution estimative du bien-être dans un scénario prescrit. L'abscisse indique le jour de l'année qui suit la mise en œuvre des ITO ; l'ordonnée, l'évolution du trafic voyageurs (unités arbitraires).

Tableau 1. Relations croisées entre modes et motifs de déplacement (exprimé en pourcentage, d'après Burckhart *et al.*, 2008)

Figure 1. **Partage modal à la gare TGV Madrid-Atocha (données de Menéndez *et al.* 2006)**

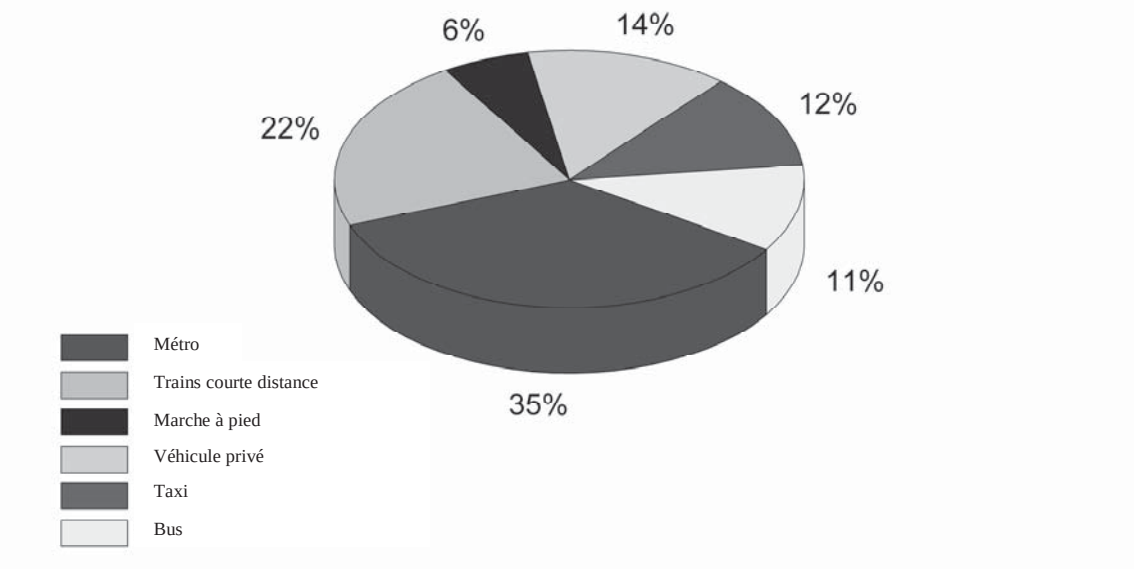


Figure 2. **Partage modal à la gare TGV ; analyse de Burckhart *et al.* 2008**

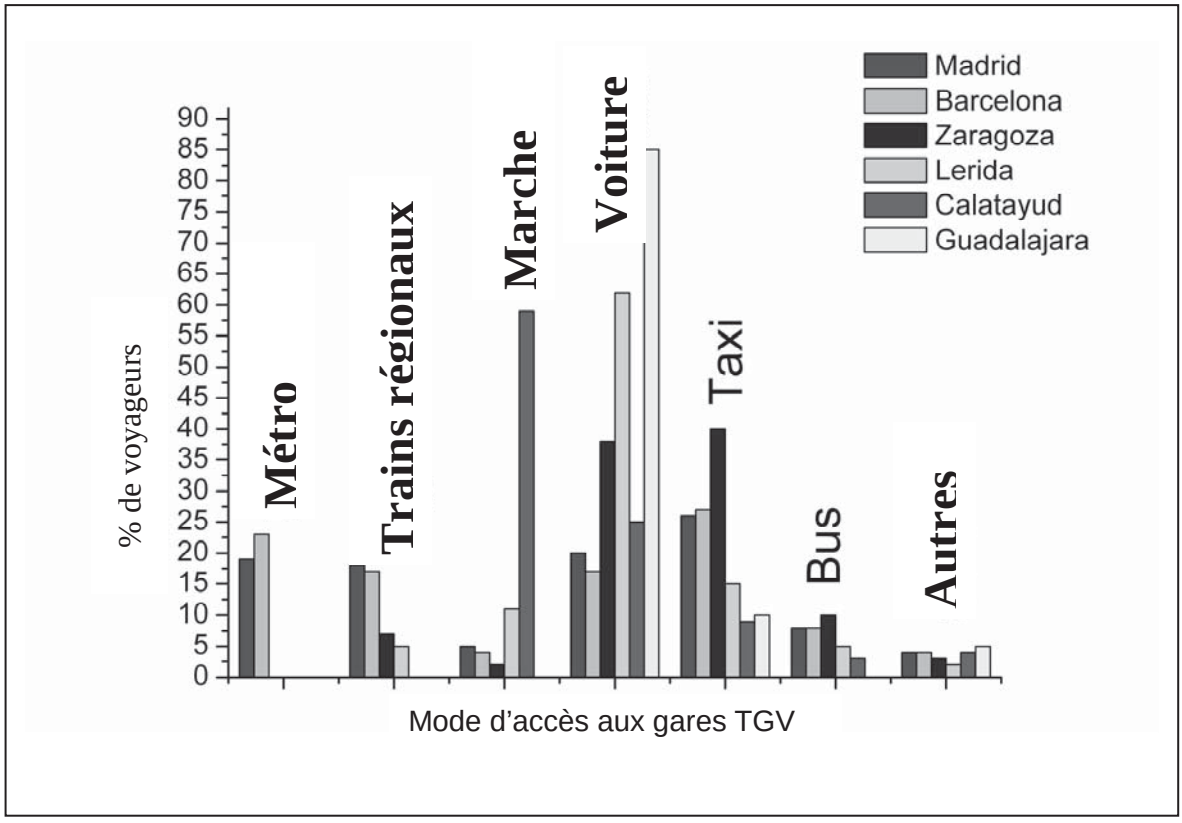


Figure 3. **Temps d'accès à la gare TGV ; analyse de Burckhart *et al.* 2008**

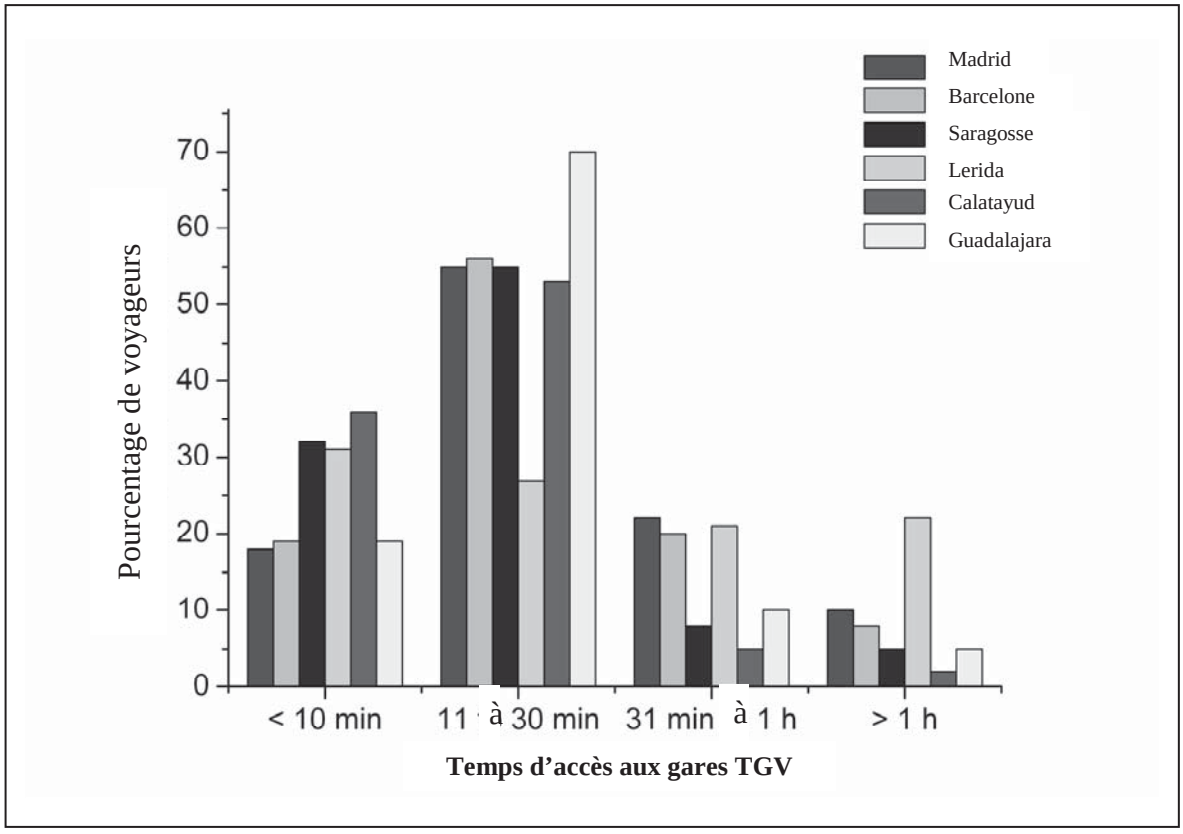
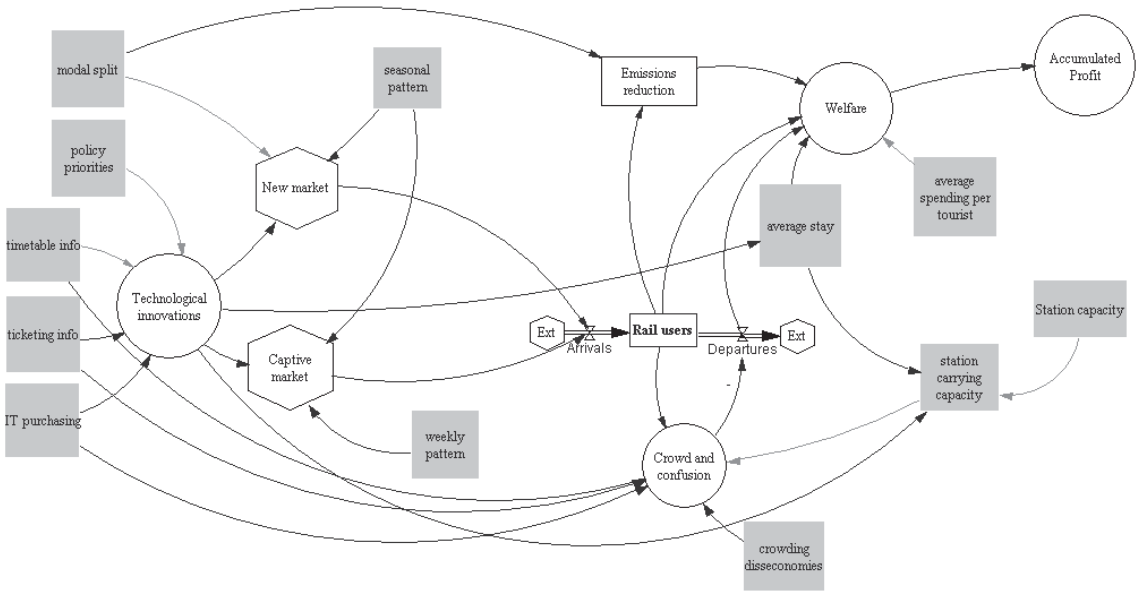


Figure 4. **Vue théorique du modèle quantitatif**



Légende :

partage modal / priorités d'action / information horaires / information billetterie / achats en ligne

Innovations technologiques

Nouveau marché / Marché captif

Variations saisonnières / Variations hebdomadaires

Réduction des émissions

Usagers des chemins de fer

Arrivées Départs

Encombrements et confusion

Déséconomies dues à l'encombrement

Durée moyenne du séjour en gare

Bien-être

Dépenses moyennes par voyageur

Capacité de la gare

Profits cumulatifs

Capacité d'accueil de la gare

Figure 5. **Évolution estimative du bien-être dans un scénario prescrit. L'abscisse indique le jour de l'année qui suit la mise en œuvre des ITO ; l'ordonnée, l'évolution du trafic voyageurs (unités arbitraires)**

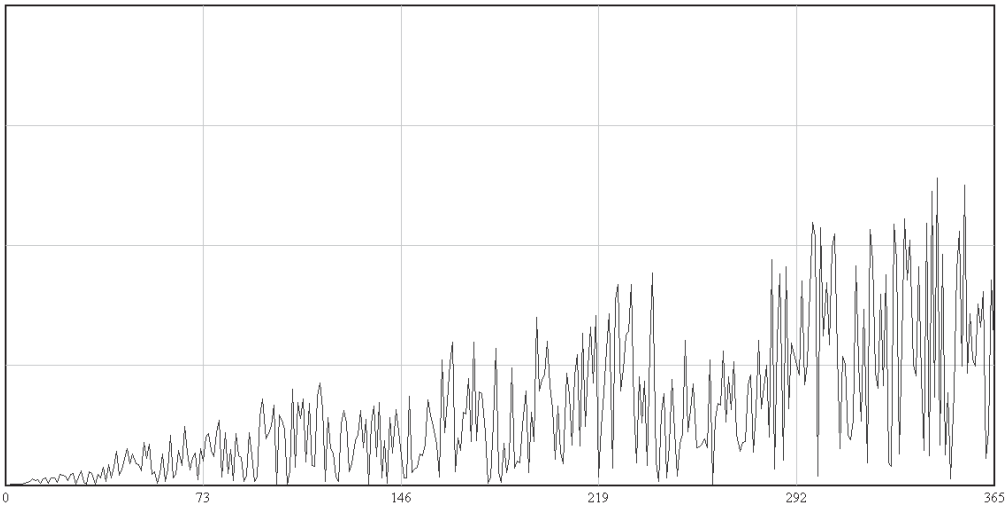


Tableau 1**. Relations croisées entre modes et motifs de déplacement (exprimées en pourcentage, d'après Burckhart *et al.* 2008)**

	Motif du déplacement							
	Travail	**Affaires**	**Tourisme**	**Autres**	**Familial**	**Education**	**Santé**	**Total**
Voiture	7.1	15.7	4.0	1.0	5.3	0.9	0.4	34.5
Taxi	6.3	12.3	3.8	0.8	4.5	0.4	0.3	28.5
Bus	0.9	1.7	1.1	0.3	2.0	0.2	0.2	6.4
Autres	0.7	1.6	0.5	0.2	0.4	0.1	0.0	3.5
Train régional	2.0	2.7	2.0	0.6	3.0	0.2	0.1	10.5
Métro	1.3	2.8	1.7	0.5	2.2	0.3	0.1	8.9
Marche	2.0	2.8	1.0	0.2	1.4	0.2	0.1	7.7
Total	20.3	39.6	14.1	3.5	18.9	2.4	1.2	100

Thème V :

Une mobilité interurbaine durable

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DU TRANSPORT INTERURBAIN DE VOYAGEURS

par

Per KAGESON

Nature Associates
Stockholm
Suède

SOMMAIRE

RÉSUMÉ 479
1. PRÉSENTATION DU PROBLÈME 480
2. CONCURRENCE INTERMODALE 481
3. ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX 482
4. GAZ D'ÉCHAPPEMENT 483
5. BRUIT 484
6. AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET PAYSAGES 485
7. CHANGEMENT CLIMATIQUE 486
8. TRAINS ÉLECTRIQUES 486
9. AVIONS 489
10. VOITURES PARTICULIÈRES 490
11. AUTOCARS DE LIGNE 491
12. ÉMISSIONS INDIRECTES INDUITES PAR LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ 492
13. EFFETS MARGINAUX DE L'AUGMENTATION DE LA DEMANDE DE CARBURANTS FOSSILES 494
14. COEFFICIENTS FUTURS D'ÉMISSION 495
15. TAUX DE REMPLISSAGE 496
16. IMPACT DU TRANSFERT MODAL SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE 497
17. ÉVALUATION DU CO_2 500
18 ANALYSE DE SENSIBILITÉ 500
19. LIBÉRATION DE CAPACITÉS POUR LES TRANSPORTS DE MARCHANDISES – CAS DE LA SUÈDE 502
20. CONCLUSIONS 503
NOTES 505
BIBLIOGRAPHIE 506

RÉSUMÉ

Beaucoup d'États de par le monde investissent dans la grande vitesse ferroviaire. Certains d'entre eux le font, parce qu'ils veulent y voir un moyen important de lutte contre le changement climatique. Le transport interurbain à moyenne distance est particulièrement intéressant dans le contexte environnemental, parce qu'il constitue le seul segment du marché des transports sur lequel l'avion, le train, l'autocar et la voiture se disputent normalement des parts de marché.

Le présent rapport calcule l'effet que la construction d'une ligne à grande vitesse reliant entre elles deux grandes villes éloignées de 500 kilomètres l'une de l'autre peut avoir sur les émissions. Il pose en hypothèse que les émissions produites par les véhicules et avions neufs en 2025 peuvent être considérées comme étant représentatives des émissions produites pendant une période d'amortissement des investissements de 50 ans. Les émissions générées par la production marginale de l'électricité consommée par les trains et les véhicules électriques sont estimées égales à 530 grammes en moyenne par kWh sur l'ensemble de la période. Les véhicules routiers sont censés consommer en moyenne 80 pour cent d'énergie d'origine fossile et 20 pour cent d'énergie renouvelable (dont l'efficience en carbone se chiffre à 65 pour cent).

Le trafic qui parcourra la nouvelle ligne après quelques années se composera de déplacements enlevés à hauteur de 20 pour cent à l'avion, de 20 pour cent à la voiture, de 5 pour cent à l'autocar de ligne et de 30 pour cent au train classique, les 25 pour cent restants étant du trafic nouveau induit. L'investissement entraînerait dans une telle hypothèse une réduction nette des émissions de CO_2 d'environ 9 000 tonnes par million de déplacements. Si le nombre annuel de déplacements s'élève à 10 millions, la réduction totale est donc de 90 000 tonnes.

Au prix de 40 € par tonne de CO_2, le gain socioéconomique tiré de la réduction s'élèverait à 3.6 millions €, ce qui est très peu dans le contexte de la grande vitesse ferroviaire. L'analyse de sensibilité révèle que d'autres hypothèses ne changent pas grand chose au résultat. Il faut par ailleurs sans doute tenir compte aussi de l'impact de la construction de la nouvelle ligne sur le changement climatique. Les émissions de CO_2 générées par la construction d'une ligne d'une telle longueur pourraient atteindre plusieurs millions de tonnes.

Il ne se justifie pas d'interdire, pour des raisons environnementales, d'investir dans la grande vitesse ferroviaire, si la réduction des émissions de carbone produites par le trafic contrebalance les émissions produites pendant la construction, mais il est manifestement fallacieux de vouloir faire passer la grande vitesse ferroviaire pour une des solutions au problème du changement climatique. Il ne doit s'envisager d'investir dans des infrastructures génératrices de transfert modal, que si le trafic est suffisant pour couvrir leur coût. Les principaux avantages de la grande vitesse ferroviaire procèdent des gains de temps, du renforcement des capacités et du trafic induit et non de la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

1. PRÉSENTATION DU PROBLÈME

Le transport interurbain de voyageurs progresse rapidement pour répondre à la demande de mobilité émanant des particuliers et des entreprises. La conversion aux modes de transport rapides permet de parcourir annuellement de plus longues distances en un temps limité. L'avion et le train à grande vitesse sont les modes les plus rapides. Quoique la grande vitesse ait des atteintes à l'environnement pour prix, beaucoup de défenseurs de l'environnement affirment, de même que les opérateurs et les organisations représentatives du secteur ferroviaire, que les trains à grande vitesse n'affectent guère l'environnement et devraient être autorisés à devenir un moyen important de lutte contre le changement climatique.

De Rus et Nash (2007) estiment en revanche que les décisions d'investir dans la grande vitesse ferroviaire ne se fondent pas toujours sur une analyse économique solide et qu'en dehors des gains de temps, plusieurs arguments (considérations stratégiques, impact sur l'environnement, développement régional, etc.) ont souvent été avancés sans être suffisamment étayés.

Le transport interurbain sur des distances de 400 à 800 kilomètres est particulièrement intéressant dans le contexte environnemental parce qu'il constitue le seul segment du marché des transports sur lequel l'avion, le train, l'autocar de ligne et la voiture se disputent des parts de marché. Au nombre des facteurs qui dictent le choix modal se rangent le prix, la durée du déplacement, la fréquence, le confort et la sécurité personnelle. Les considérations d'ordre environnemental semblent également jouer un rôle, mais rares sont ceux qui sont prêts à faire des grands sacrifices en termes de coût pour contribuer à améliorer l'environnement.

Le présent rapport tente de déterminer si l'incidence des différents modes de transport sur l'environnement est suffisamment inégale pour justifier l'investissements de fonds publics dans des moyens de transfert modal. Les investissements en infrastructures nouvelles devant habituellement s'amortir sur 40 à 60 ans, le présent rapport se situera dans une perspective à long terme. Il serait manifestement erroné de limiter l'analyse à l'inégalité actuelle de l'impact des voitures, des autocars, des trains et des avions sur l'environnement.

Le rapport distingue les trains rapides des trains à grande vitesse. La vitesse maximale des premiers va de 150 à 200 km/h, tandis que celle des seconds excède 250 km/h, mais les vitesses moyennes des uns et des autres peuvent, pour cause d'état de la voie, être plus faibles.

2. CONCURRENCE INTERMODALE

L'auteur part du point de vue que peu de personnes trouvent acceptable de circuler entre des villes distantes de 400 à 800 kilomètres à moins de 90 à 100 km/h de moyenne, si les infrastructures existantes permettent d'atteindre cette vitesse ou de la dépasser. Les avantages environnementaux que la pratique de vitesses moyennes inférieures à 100 km/h peut générer ne sont donc pas pris en compte dans le présent rapport.

La disposition à payer pour la grande vitesse varie d'un individu à l'autre et dépend étroitement des revenus (ou du paiement du prix par un tiers). Le fait que certains voyageurs préfèrent les trains interurbains lents aux trains rapides ou aux trains à grande vitesse en porte témoignage. Il s'en suit qu'un investissement en infrastructures ferroviaires destinées aux trains à grande vitesse n'aura qu'un effet négligeable, si tant est qu'il en ait un, sur les voyageurs qui préfèrent actuellement les trains locaux (omnibus) aux trains rapides existants. L'effet sera vraisemblablement également faible, sans être toutefois négligeable, sur ceux qui préfèrent se déplacer en voiture parce qu'ils trouvent le déplacement en voiture moins coûteux (plusieurs occupants dans une même voiture) ou ont besoin d'une voiture quand ils arrivent à leur destination.

Le Tableau 1 indique le temps nécessaire pour aller d'un centre-ville à un autre centre-ville en empruntant différents modes de transport. Il est posé en hypothèse qu'un passager aérien passe en moyenne 70 minutes au total au sol pour rejoindre un aéroport et le quitter et doit s'enregistrer 30 minutes plus tôt qu'un voyageur qui se déplace en train. Les passagers qui doivent faire enregistrer des bagages pourraient encore avoir besoin de 10 minutes de plus. Les avions perdent en outre 10 minutes en temps d'attente et de circulation sur le tarmac, tandis les voyageurs qui se déplacent en autocar ou en voiture doivent consacrer 30 minutes de leur temps à un repas rapide si la distance à parcourir est de 600 à 800 kilomètres.

Il ressort clairement du Tableau que les trains classiques peuvent concurrencer l'avion sur des distances qui ne dépassent pas 400 kilomètres. A partir de 600 kilomètres, il faut un train à grande vitesse pour battre l'avion. Le fait que certains optent malgré tout pour l'avion peut s'expliquer par différents facteurs, dont la fréquence des liaisons, le prix et les préférences personnelles. L'avion l'emporte à partir de 800 kilomètres.

Tableau 1. **Durée du trajet de centre-ville à centre-ville accompli par différents modes de transport, compte tenu des temps d'accès, d'attente et (pour les voitures et les autocars sur 600 et 800 kilomètres) d'arrêt pour un repas rapide**

Mode	Vitesse moyenne (km/h)	Distance de centre-ville à centre-ville		
		400 km	500 km	600 km
Voiture	100	4 :00	5 :00	6 :30
Autocar	85	4 :43	5 :53	7 :34
Train rapide	150	2 :40	3 :20	4 :00
TGV	280	1 :26	1 :47	2 :09
Avion	800	2 :20	2 :28	2 :35

Comme la plupart des grandes gares se situent au cœur d'une ville, le train a l'avantage de transporter les voyageurs de centre-ville à centre-ville. Pour tous les voyageurs qui n'ont toutefois pas un centre-ville comme point de départ ou de destination finale, le temps total de déplacement peut être plus court s'ils combinent l'avion avec une voiture de location ou un taxi. La substitution d'un train à grande vitesse à un train rapide peut faire ou ne pas faire la différence pour cette catégorie de voyageurs. La différence en temps de déplacement est de toute façon faible s'il est mesuré de centre-ville à centre-ville.

3. ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

Le transport affecte l'environnement de plusieurs façons différentes. Les paramètres les plus importants dans le contexte du transport interurbain de voyageurs sont les gaz d'échappement (NO_x, SO_x, particules et COV), le bruit et le changement climatique. L'occupation des sols, notamment les nuisances esthétiques et l'effet de barrière, peut aussi avoir son importance.

Le calcul des effets environnementaux des différents modes de transport de voyageurs doit s'effectuer, dans le contexte des investissements en infrastructures et de leur planification, en tenant compte des progrès technologiques qui devraient se produire pendant la période d'amortissement ainsi que de la mise en œuvre progressive de normes environnementales de plus en plus sévères. La meilleure façon de faire serait de calculer le coût des émissions année par année et d'actualiser les coûts futurs. Dans un monde de progrès technique accéléré, le résultat dépend dans une large mesure de la longueur de la période d'amortissement et du choix du taux d'actualisation. La combinaison d'une période longue avec un taux d'actualisation peu élevé (par exemple 60 ans et 2 ou 3 pour cent) donne un poids plus important aux technologies futures respectueuses de l'environnement, tandis qu'un taux d'actualisation élevé, de 4 ou 6 pour cent par exemple, donne des résultats qui sont davantage déterminés par les différences, actuellement assez marquées, entre les modes. La majorité des experts s'attendent à ce que ces différences s'amenuisent au fil du temps et que tous les modes deviennent plus propres et moins gourmands en énergie.

Aucun expert ne peut toutefois dire à quoi les nouveaux véhicules et moteurs ressembleront d'ici 30 ou 50 ans. Ils peuvent au mieux prévoir plus ou moins exactement quelles architectures et quels moteurs seront la norme pour les nouveaux navires et véhicules dans 10 ou 15 ans. Étant donné que les trains et les avions ne sont généralement pas envoyés à la casse avant d'avoir atteint l'âge de 25 ou 30 ans, la plupart de ceux qui seront produits en 2025 par exemple serviront encore en 2045, soit dans 36 ans, mais ne représenteront plus alors qu'une petite partie du parc. La durée de vie des voitures et des autocars est moins longue, mais les voitures récentes peuvent bien, en moyenne, atteindre 15 à 20 ans d'âge avant d'être remplacées. Les véhicules électriques, dont les moteurs et systèmes de transmission sont plus durables, pourraient à l'avenir atteindre un âge encore plus avancé.

Il est possible de tourner le problème posé par la non-prévisibilité des technologies futures et le choix du taux d'actualisation en fondant l'évaluation des performances environnementales à long terme des différents modes sur les technologies qui semblent promises à être les meilleures disponibles en 2025, soit dans 16 ans, et qui, du fait qu'elles devraient dominer le monde des transports au milieu de la période d'amortissement, permettent d'estimer assez valablement l'impact environnemental d'un mode pendant une période de 50 à 60 ans. Cette méthode simplifiée est utilisée dans les chapitres qui suivent pour esquisser les inégalités à long terme de l'impact environnemental par voyageur/kilomètre.

4. GAZ D'ÉCHAPPEMENT

Tous les types de moteur à combustion interne et toutes les centrales électriques qui brûlent des combustibles fossiles ou des biocombustibles produisent des gaz d'échappement. Le volume total admissible des gaz d'échappement émis par les voitures et les autocars a été réduit de façon radicale ces 15 dernières années et continuera à diminuer. Il est donc permis de s'attendre à ce qu'en 2025, les émissions des véhicules neufs soient à ce point réduites que l'impact cumulé de tous les véhicules neufs soit négligeable. Étant donné toutefois que les voitures et les autocars ont une durée de vie de 15 à 20 ans, il faudra attendre 2035 pour que tout le parc soit propre. La part des véhicules routiers électriques et voitures hybrides rechargeables pourrait alors être importante.

L'électricité consommée par les trains et à l'avenir aussi par un nombre croissant de voitures est produite entre autres par des centrales au charbon qui, dans la plupart des pays, sont les plus nombreuses à alimenter le réseau de distribution. Certaines centrales émettent encore des quantités énormes de soufre et de NO_x. Beaucoup de centrales européennes, dont la majorité se situent en Europe orientale, émettent plus de 100 000 tonnes de SO_2 par 800 à 12 000 MW et plusieurs centrales, britanniques en particulier, émettent plus de 20 000 tonnes de NO_x par an (Entec, 2008). Les pires d'entre elles émettent donc plus de 20 grammes de SO_2 et 3 grammes de NO_x par kilowatt/heure produit. Comme ces centrales auront toutefois soit été arrêtées, soit été « nettoyées » d'ici 2025, les émissions réglementaires des centrales électriques auront elles aussi été ramenées à long terme à des niveaux durables.

Il semble donc permis de ne pas tenir compte de ce qu'il restera, le cas échéant, des émissions de gaz d'échappement générées par les véhicules automobiles et la production d'électricité dans une comparaison sur le long terme des différents modes de transport terrestres.

La situation est plus compliquée dans le domaine du transport aérien, parce que les émissions de NO_x produites par les avions sont préoccupantes à long terme, en raison de leur contribution au changement climatique. La question de ces émissions sera donc abordée dans le chapitre traitant des gaz à effet de serre.

5. BRUIT

Les problèmes posés par le bruit des véhicules et autres engins de transport varient selon le lieu et il est donc difficile, sinon impossible, de chiffrer les coûts moyens du bruit imputables aux différents modes. Quelques observations générales n'en restent pas moins possibles. Les déplacements interurbains effectués en voiture ou autocar empruntent généralement des autoroutes ou autres routes rapides qui permettent de circuler à des vitesses égales ou supérieures à 90 km/h. À ces vitesses, le bruit du roulement l'emporte sur le bruit des moteurs, ce qui implique que la conversion des véhicules routiers à l'énergie électrique n'aura guère d'incidence sur les niveaux d'équivalents de bruit. Par ailleurs, les autoroutes et autres grands axes routiers contournent fréquemment les petites villes et autres agglomérations et le nombre de victimes du bruit routier est donc moins élevé que celui des victimes du bruit produit par les lignes de chemin de fer qui, pour des raisons historiques, traversent souvent le cœur des villes. Les nouvelles lignes à grande vitesse évitent toutefois de traverser des petites villes où les TGV ne s'arrêtent de toute façon pas.

Il semble techniquement possible de réduire de 50 pour cent le bruit extérieur des trains et des avions et d'aller plus loin encore en utilisant des revêtements routiers absorbants et en installant des absorbeurs de bruit le long des lignes de chemin de fer. Les murs anti-bruit peuvent réduire fortement l'impact, s'ils sont relativement proches du lieu d'où le bruit émane. Les gens qui en sont plus éloignés seront affectés par le bruit de fond diffus que les barrières ne peuvent pas arrêter. Pour ce qui est du transport aérien, la seule protection possible est d'améliorer l'isolation, des vitrages en particulier.

Le bruit produit par les gros véhicules est moins fort par voyageur/kilomètre qu'un bruit de même intensité produit par un plus petit véhicule. Un train qui peut transporter des centaines de voyageurs génère donc moins de bruit par voyageur/kilomètre que des voitures, alors même qu'ils font beaucoup plus de bruit là où ils passent. Sur les routes, le bruit ambiant est toutefois causé principalement par les camions et la contribution marginale d'une voiture supplémentaire circulant sur une route déjà chargée est faible.

Il faut conclure de ce qui précède que le coût marginal social généré par le bruit de la circulation ne peut pas être pris en compte dans une comparaison généralisée des différents modes. Un transfert d'un mode vers un autre peut, selon le lieu, aggraver ou atténuer l'impact sur la santé humaine.

6. AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET PAYSAGES

L'occupation des sols et l'impact paysager varient dans une large mesure selon le lieu, mais quelques observations générales n'en restent pas moins possibles.

L'avion consomme, pour des raisons évidentes, moins d'espace par passager/kilomètre que les autres modes de transport de voyageurs. Un vol supplémentaire ne cause généralement pas de dommage supplémentaire à ce point de vue, mais l'augmentation du trafic peut quand même, après un certain temps, nécessiter la construction d'une piste supplémentaire ou d'un nouvel aéroport.

Les voitures, autocars et trains classiques qui effectuent du transport interurbain partagent leurs infrastructures avec des véhicules qui rallient d'autres destinations ou, dans une certaine mesure, effectuent du transport local. L'impact marginal sur l'utilisation des sols est en règle générale nul et ce n'est que si la congestion appelle à la mise en place d'infrastructures supplémentaires que l'augmentation du trafic interurbain va faire une différence. Si le renforcement de la capacité s'opère par addition d'une nouvelle voie ou ligne, l'effet marginal exercé sur l'occupation des sols est limité et aucune nouvelle barrière ne voit le jour.

La mise en circulation de trains à grande vitesse requiert la construction de lignes spécialement adaptées à ce type de trains là où il n'en existe pas déjà. La grande vitesse ferroviaire nécessite des courbes à large rayon et des pentes peu accusées[1]. Le rayon de courbure horizontale doit être d'au moins 5.5 kilomètres pour autoriser des vitesses de 300 kilomètres et ne devrait pour bien faire pas être inférieur à 7 kilomètres (UIC, 2008a)[2]. Les lignes à grande vitesse suivent pour cette raison souvent des tracés entièrement nouveaux, même si elles peuvent en partie s'accoler à des lignes existantes ou à des autoroutes. Leur construction mobilise donc des terres supplémentaires et crée des nouvelles barrières.

La construction d'une nouvelle ligne à grande vitesse peut avoir pour effet de libérer de la capacité au bénéfice d'autres types de trains sur les infrastructures préexistantes. Les apôtres de la grande vitesse ferroviaire allèguent souvent que la création de nouveaux corridors permet de transporter davantage de marchandises sur des lignes autrement encombrées et avoir pour effet indirect d'induire un transfert de la route vers le rail qui réduit l'impact environnemental global du transport de marchandises. Cet effet ne peut toutefois se matérialiser que s'il existe une demande latente de transport par chemin de fer qu'un manque de capacité ne permettait précédemment pas de satisfaire.

Le chemin de fer doit, en théorie, à la grande capacité des trains de nécessiter beaucoup moins de terrain que la route pour transporter un nombre donné de voyageurs (à cette restriction près que les autocars ont besoin de moins d'espace que les voitures). Pour pouvoir exploiter pleinement cet avantage, tous les trains doivent toutefois rouler à la même vitesse et s'arrêter dans les mêmes gares, parce que le mélange de trains rapides et de trains lents de même que de trains de voyageurs et de trains de marchandises peut fortement réduire la capacité d'un corridor ferroviaire.

7. CHANGEMENT CLIMATIQUE

La contribution du secteur des transports au changement climatique semble être le seul paramètre environnemental qui soit source de préoccupations majeures à long terme. La suite du présent rapport va donc tenter de déterminer, si le transfert modal d'une partie du trafic interurbain de voyageurs peut être bénéfique au climat. Les paragraphes qui suivent vont donc commencer par faire l'inventaire des données existantes et des hypothèses avancées au sujet de l'efficience énergétique des différents modes pour aborder ensuite la question du calcul de l'effet marginal à court terme sur les émissions de gaz à effet de serre et analyser, enfin, l'impact des taux d'occupation sur les émissions effectives.

Le calcul des émissions de carbone produites de la source à la roue est une entreprise complexe. Dans le présent bref rapport, les émissions, directes et indirectes, produites par le transport par chemin de fer, par route et par air sont calculées du réservoir à la roue pour les voitures diesels et à essence et du combustible à l'électricité pour les trains et les voitures électriques. Il s'en suit qu'il n'est pas tenu compte, pour les carburants routiers et aériens, de leur extraction, de leur raffinage et de leur livraison aux centres de distribution ni, pour l'électricité, de l'extraction du charbon, de son transport jusqu'aux centrales et des pertes subies sur le réseau de transport. Dans les deux cas, ces émissions représentent de 10 à 15 pour cent des émissions de la source à la roue.

8. TRAINS ÉLECTRIQUES

Les trains à passagers rapides d'aujourd'hui circulant à la vitesse moyenne de 150 km/h consomment 0.031 à 0.045 kWh par siège/kilomètre (Lukaszewicz et Andersson, 2006), tandis que les trains à grande vitesse roulant à plus ou moins 250 km/h consomment 0.041 à 0.065 kWh par siège/kilomètre (RSSB, 2007). Le Shinkansen 700 japonais ne consomme pas plus de 0.029 kWh, parce que la largeur des voitures et la longueur des trains permettent d'installer plus de sièges par mètre de longueur et d'arriver à un nombre total de sièges très élevé. Comme l'écartement adopté par de nombreux pays, notamment dans la plus grande partie de l'Europe, ne permet pas le passage de voitures larges capables d'accueillir 2 + 3 voyageurs par rangée, les paragraphes qui suivent traitent des trains à 2 + 2 voyageurs par rangée.

Les trains de voyageurs ont besoin d'énergie pour :

- accélérer jusqu'à atteindre leur vitesse de route ;
- vaincre la résistance à l'avancement ;
- franchir des pentes ;
- alimenter leurs systèmes de contrôle ;
- éclairer, chauffer, rafraîchir et ventiler les voitures.

L'énergie nécessaire pour accélérer jusqu'à atteindre la vitesse de croisière est fonction de la masse et de la vitesse du train. Cette énergie cinétique augmente avec le carré de la vitesse et il en est de même de la résistance aérodynamique, c'est-à-dire de la résistance opposée par l'air au déplacement du train (UIC, 2008b). Un train aura donc besoin de quatre fois plus d'énergie pour rouler à 300 km/h qu'à 150 km/h (toutes autres choses étant égales par ailleurs).

Le secteur ferroviaire s'est engagé à réduire la consommation moyenne d'électricité des différents types de train en investissant dans des nouvelles technologies et en améliorant l'efficience énergétique de ses activités. La CCFE, communauté des chemins de fer et gestionnaires d'infrastructures ferroviaires européens, s'est engagée à réduire les émissions de CO_2 par voyageur et tonne/kilomètre de 30 pour cent entre 1990 et 2020. Les opérateurs vont pour ce faire utiliser des nouvelles technologies ou des technologies améliorées, pratiquer l'« écoconduite », gérer activement leur trafic et rationaliser leurs horaires (UIC, 2008b).

Plusieurs compagnies de chemin de fer ont déjà des réductions de cette ampleur à mettre à leur actif. Au Royaume-Uni, la consommation spécifique d'énergie primaire des transports de voyageurs par chemin de fer a diminué de 25 pour cent entre 1995 et 2006, tandis que la Deutsche Bahn fait état d'une réduction d'un tiers dans les secteurs du transport de marchandises et du transport régional de voyageurs entre 1990 et 2007 (UIC et CCFE, 2008). La consommation d'énergie primaire n'a toutefois absolument pas diminué dans le trafic voyageurs grandes lignes, sans doute parce que sa vitesse moyenne a augmenté.

La consommation par siège/kilomètre est fonction :

- de la longueur du train ;
- du nombre de sièges par mètre de longueur du train ;
- de l'aérodynamisme du train ;
- (de la masse) ;
- de la longueur et du gabarit des tunnels ;
- des vitesses moyenne et de pointe ;
- du nombre d'arrêts et d'accélérations/décélérations motivées par les variations de la vitesse autorisée ;
- de l'efficience des moteurs et du degré de récupération d'énergie au freinage.

La réduction de la résistance à l'avancement est la mesure qui permet le mieux de réduire la consommation d'énergie à grande vitesse. Le nez et la queue des trains doivent être convenablement profilés. Le carénage des bogies, l'élimination ou le masquage des équipements en toiture et l'installation de soufflets d'intercirculation sont d'autres mesures elles aussi importantes. Toutes ces mesures exercent un effet réducteur sur les coûts dès les 150 à 250 km/h et devraient être réclamées par tous les opérateurs attentifs aux coûts et mises en œuvre par tous les constructeurs de matériel ferroviaire. Le fait que la consommation d'énergie augmente considérablement avec la vitesse (toutes autres choses étant égales par ailleurs) donne toutefois à penser que certaines solutions très coûteuses ne sont rentables que sur les trains à grande vitesse.

L'incidence des tunnels sur la résistance aérodynamique est fonction de la largeur du tunnel et est plus nette dans les tunnels à voie unique que dans les tunnels à double voie. Les tunnels peuvent, s'ils représentent 10 pour cent de la longueur d'une ligne à grande vitesse, augmenter la traînée totale de 8 pour cent et la consommation totale d'énergie de 5 pour cent.

Le nombre de sièges par mètre de longueur est un autre facteur d'importance en termes de consommation d'énergie (quelle que soit la vitesse). Le parcours à grande vitesse de distances de moyenne longueur pourrait permettre aux opérateurs de gagner un peu d'espace en remplaçant un service restaurant par la distribution d'encas dans les voitures.

Le Tableau 2 montre que la différence entre la consommation d'énergie des trains interurbains classiques et celle des trains à grande vitesse est très variable. Les trains à grande vitesse sont réputés nécessiter de 9 à 150 pour cent d'énergie en plus par siège/kilomètre.

Tableau 2. **Consommation d'énergie des trains classiques et des trains à grande vitesse annoncée dans les ouvrages spécialisés**

Source	Unité	IC	TGV	Différence (%)
Van Essen *et al*. (2003)	MJ/siègekm	0.22	0.53	+ 141
Kemp (2004)*	Litre/siègekm	46 (225 km/h)	88 (350 km/h)	+ 91
Rail White Paper (UK, 2007)	Énergie/siègekm	200 km/h	350 km/h	+ 90
Kemp 2007 (figure 27)		200 km/h	300 km/h	+ 45
Network Rail (2009)	gCO_2 /siègekm	11.7	12.8	+ 9
Network Rail (2009)**	kWh/siègekm	0.028 (200 km/h)	0.033 (300 km/h)	+ 18
Lukaszewicz et Andersson (2009)***	kWh/siègekm	0.022 (180 km/h) ****	0.027 – 0.031 (250 km/h)	+ 32

* Chiffre approximatif inféré d'un Graphique.
** Trains futurs, Hitachi Super Express vs Alstom AGV (650 voyageurs).
*** Futur train à grande vitesse.
**** Evert Andersson, communication personnelle.

La fourchette est de toute évidence beaucoup trop large. Network Rail (2009) avance que la résistance à l'avancement entre pour 68 pour cent dans l'énergie consommée par un train grandes lignes, tandis que l'inertie et les fonctions de confort en absorbent respectivement 10 et 22 pour cent, deux pourcentages auxquels l'augmentation de la vitesse de desserte d'un service de point à point ne changera pas grand chose. Étant donné que la résistance à l'avancement est dominée à plus de 200 km/h par la traînée, qui augmente à peu près par le carré de la vitesse, il semble raisonnable de penser que le relèvement de la vitesse de 200 à 300 km/h va faire augmenter la consommation d'électricité de 85 pour cent (toutes autres choses étant égales par ailleurs). Ce chiffre est proche de celui de Zängl (1993) qui affirme qu'un ICE allemand consomme 83 pour cent d'énergie en plus par siège/kilomètre à 300 km/h (vitesse constante) qu'à 200 km/h.

L'auteur du présent rapport n'a, dans aucun ouvrage spécialisé, trouvé de courbe du coût marginal des moyens techniques d'amélioration de l'efficience énergétique des trains de voyageurs et a demandé à plusieurs experts, sans recevoir de réponse à sa question, ce qu'il était possible de faire de plus sur les trains à grande vitesse que sur les nouveaux trains classiques. Il semble toutefois vraisemblable que la courbe du coût marginal de la réduction de la traînée soit assez plate[3].

La consommation des trains à grande vitesse ne peut se réduire par rapport à celle des trains rapides classiques que s'ils acceptent de supporter un coût marginal de réduction plus élevé et/ou de s'allonger et d'installer plus de sièges par mètre de longueur, ce qui n'est possible, si les opérateurs

cherchent à maximiser leurs profits, qu'en remplaçant un service restaurant par un service de distribution d'encas à la place dont les voyageurs seraient disposés à se satisfaire là où les temps de parcours sont courts. En ce qui concerne la longueur des trains, les opérateurs peuvent répondre à une demande qui va vers le train à grande vitesse plutôt que le train classique en ajoutant des voitures et/ou en augmentant la fréquence des services.

Partant de ces considérations, la différence entre l'énergie consommée par siège/kilomètre par les futurs trains grandes lignes roulant à 200 km/h, d'une part, et les trains à grande vitesse circulant à 300 km/h, d'autre part, pourrait osciller entre 40 et 50 pour cent, étant entendu que les uns et les autres s'arrêtent dans un même nombre de gares intermédiaires. Le calcul se fonde sur l'hypothèse que la réduction se réalise en rendant les trains à grande vitesse plus longs que les trains classiques, toutes autres choses étant égales par ailleurs. Dans les développements ci-dessous, on posera que les trains susceptibles d'atteindre de telles vitesses rouleront en moyenne à 150 et 250 km/h, compte tenu des limitations de l'infrastructure.

Le transfert d'une partie du trafic d'une ligne existante parcourable à 150 km/h vers une nouvelle ligne à grande vitesse autorisant des vitesses moyennes de l'ordre de 280 km/h fait toutefois augmenter la quantité d'énergie consommée par siège/kilomètres d'au moins 60 pour cent (avec utilisation de technologies modernes dans les deux cas). L'incidence de la traversée de tunnels représentant 10 pour cent de la longueur de la ligne sur la traînée est également prise en compte dans le calcul de l'augmentation de la consommation d'électricité entraînée par la grande vitesse. Dans les calculs ci-après, le nouveau train rapide de 2025 (150 km/h) consomme 0.018 kWh et le train à grande vitesse (280 km/h) 0.029 kWh par siège/kilomètre.

L'incidence de la consommation d'électricité sur les émissions de CO_2 fera l'objet d'un des chapitres suivants.

9. AVIONS

Les avions modernes consomment en moyenne 0.029 à 0.039 litre par siège/kilomètre[4]. La consommation est toutefois beaucoup plus élevée sur les vols courts que sur les vols longs.

L'architecture des fuselages et l'efficience des moteurs devraient s'améliorer nettement et l'utilisation de matériaux composites plus légers se développer au cours des prochaines décennies. « *Clean Sky* » (ciel propre) est un projet de recherche et développement lancé dans le cadre du septième programme-cadre de recherche de la Commission Européenne. Le Conseil consultatif pour la recherche aéronautique en Europe (ACARE) estime que le « verdissage » du transport aérien implique une mise au point de technologies réductrices de l'impact environnemental du transport aérien propres à diminuer de moitié ses émissions de CO_2 et de 80 pour cent ses émissions de NO_x. Les émissions de suie, de vapeur d'eau et de particules devront elles aussi diminuer. Ces objectifs devront être atteints en 2020.

L'Association du transport aérien international (IATA) est beaucoup moins optimiste, mais croit qu'il devrait être possible de réduire la consommation de 1.5 pour cent en moyenne par an jusqu'en 2020[5]. La différence entre les chiffres d'ACARE et de l'IATA peut sans doute s'expliquer, du moins en partie, par le fait qu'ACARE se focalise sur les nouvelles technologies et que les prévisions de l'IATA sont des moyennes valables pour l'ensemble de la flotte.

ATOC (2009) calcule, en se fondant sur le rapport relatif aux responsabilités de l'entreprise établi par Easyjet en 2006, qu'un nouvel Airbus A319 émet quelque 115 g de CO_2 par siège/kilomètre sur un vol de 300 kilomètres et 85 g par siège/kilomètre sur un vol deux fois plus long en consommant respectivement 0.046 et 0.034 litre de kérosène. Boeing allègue que son nouveau 7 E 7 « *Dreamliner* » ne consommera pas plus de 0.017 litre par siège/kilomètre, tandis qu'Airbus prétend que le A380 consommera moins de trois litres par 100 passagers/kilomètre (RSSB, 2007), soit 0.021 litre par siège/kilomètre à 70 pour cent de taux de remplissage. Ces chiffres sont valables pour les vols long-courriers et devraient sans doute être multipliés par 1.5 pour avoir la consommation de carburant des vols courts (RSSB, 2007).

ATOC (2009) avance, en s'appuyant sur une étude réalisée à la demande du *British Committee on Climate Change* (Comité britannique pour le changement climatique), qu'il est possible de réduire de 35 pour cent entre 2006 et 2025 les quantités de CO_2 émises au cours des vols court-courriers pour les ramener à 62 g CO_2 par siège/kilomètre. Ce dernier chiffre correspond à 0.025 litre par siège/kilomètre et est celui qui sera utilisé dans le présent rapport. L'on doit considérer que de passer des jets aux turbopropulseurs réduirait encore la consommation, mais au prix d'une vitesse réduite.

Les avions émettent d'autres gaz et substances qui contribuent au réchauffement climatique, notamment des NO_x, de la vapeur d'eau et des particules qui forment de l'ozone et des traînées de condensation et peuvent contribuer à la formation de cirrus. Pour tenir compte de ces effets, l'impact global du transport aérien est souvent calculé en multipliant le forçage radiatif du CO_2 émis par les avions par un facteur de 1.5-2.5. Le GIEC suggère même, dans une étude plus ancienne (1999), de donner à ce facteur une valeur de 2.7. Le progrès technique permettra toutefois de réduire nettement ces émissions, celles de NO_x plus sans doute que celles de CO_2, d'ici 2025. Il importe aussi de souligner que les avions qui effectuent des vols courts ne volent à haute altitude que pendant une assez petite partie du trajet et n'atteignent souvent pas la troposphère, de sorte qu'il se justifie d'utiliser un facteur relativement peu élevé. Econ (2008) propose de lui donner une valeur de 1.3, mais le présent rapport le fixe au niveau de 1.5.

10. VOITURES PARTICULIÈRES

Les voitures neuves vendues en Europe en 2008 émettent en moyenne 154 grammes de CO_2 par kilomètre lors du cycle d'essais officiel de l'Union Européenne. Les émissions sont sans doute plus importantes sur route, en particulier sur celles qui sont encombrées. Une Directive communautaire dispose que les émissions des voitures neuves de dimensions (masse) moyennes devront être réduites à 130 g/km en 2015 et pourraient être plafonnées à quelque 95 g/km en 2020, ce qui implique que les voitures neuves consommant du carburant fossile, y compris les électriques hybrides, ne devront

émettre en 2025 que 85 g en moyenne en étant conduites dans les conditions prévues par le cycle d'essais européen. Les émissions produites en trafic interurbain pourraient cependant différer quelque peu de celles qui sont enregistrées pendant le cycle d'essais.

La vitesse a un impact marqué sur la consommation, non seulement des trains, mais aussi de tous les autres types de véhicules. Des tests réalisés par l'administration nationale suédoise des routes (modèles de 2001-2002) révèlent qu'à vitesse constante, les émissions sont de 30 pour cent plus importantes à 110 km/h qu'à 70 km/h. Les voitures d'aujourd'hui émettent néanmoins plus pendant la partie urbaine que pendant la partie rurale des essais, mais ceci pourrait changer quand la plupart des voitures seront équipées d'un système d'arrêt/démarrage et d'un système de récupération de l'énergie de freinage. Les hybrides intégraux auront un impact beaucoup plus fort sur la consommation en milieu urbain qu'en rase campagne. A long terme, la différence entre la consommation moyenne enregistrée pendant la partie urbaine, d'une part, et rurale, d'autre part, du cycle d'essais sera vraisemblablement faible.

Il convient en outre de rappeler que la partie rurale du cycle n'amène pas à circuler longuement à des vitesses « autoroutières » et que les voitures modernes de demain seront équipées de régulateurs de vitesse ou d'autres dispositifs qui aideront les conducteurs à stabiliser leur vitesse et éviter les pertes d'efficience inhérentes à la variation de la vitesse. Le présent rapport pose donc en hypothèse qu'en 2025, une voiture neuve moyenne consommant du carburant fossile émettra 105 grammes de CO_2 par kilomètres en circulant sur une autoroute non encombrée où la vitesse est limitée à 120 km/h et où la vitesse moyenne s'élève à 110 km/h. Ce volume excède de 21 grammes par siège/kilomètre, soit de 24 pour cent, le volume maximum que les voitures neuves pourront produire en 2025 pendant le cycle d'essais.

Les hybrides électriques rechargeables et les voitures tout électriques à accumulateurs chargeables depuis le réseau pourraient s'être généralisés en 2025. Si leur traînée aérodynamique et leur résistance à l'avancement sont comparables à celles des voitures de la même génération consommant des carburants fossiles, il est permis de penser que ces véhicules électriques consommeront en moyenne quelque 0.15 kWh par kilomètres en roulant comme le prévoit le cycle d'essais européen (King, 2007 ; Hacker *et al*., 2009). Sur autoroute, la consommation peut monter à 0.19/0.20 kWh par kilomètres. Le présent rapport pose donc en hypothèse que la consommation moyenne s'élève à 0.2 kWh par véhicule/kilomètres, soit 0.04 kWh par siège/kilomètres, en circulation interurbaine. L'incidence de l'électricité tirée du réseau sur les émissions de CO_2 fait l'objet d'un des chapitres suivants.

11. AUTOCARS DE LIGNE

La société britannique Megabus déclare que ses cars Megabus à étage consomment en moyenne 0.577 litre par kilomètres, soit 0.0063 litre par siège/kilomètre, en rencontrant des conditions de circulation vraisemblablement hétérogènes (Megabus ne donne aucune indication à ce sujet)[6]. *Norgens Naturvernforbund* (2008) annonce, en se fondant sur des chiffres fournis par Volvo, que le Volvo 9700 consomme, en moyenne annuelle, 0.28 litre par véhicule/kilomètre, soit 0.0054 litre par siège/kilomètre, pour effectuer du transport interurbain.

Le potentiel d'amélioration à long terme actuel semble tourner autour des 25 pour cent[7], ce qui veut dire qu'un autocar neuf circulant sur autoroute à vitesse plus ou moins constante et en marquant peu d'arrêts consommerait 0.21 litre par véhicule/kilomètre, ou 0.0040 litre par siège/kilomètre, et émettrait 10.5 grammes de CO par siège/kilomètre de moins en 2025. Une conduite écologique permettrait de réduire encore davantage la consommation de carburant, mais il n'en est pas tenu compte dans le présent rapport.

12. ÉMISSIONS INDIRECTES INDUITES PAR LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ

Les études comparatives de l'impact des différents modes fondent souvent leurs calculs sur les émissions moyennes générées par la production de l'électricité consommée par les trains électriques en partant du point de vue qu'ils sont alimentés par cette forme d'énergie. L'hypothèse peut convenir pour qui veut chiffrer l'impact du trafic pendant une année (passée) donnée, mais l'évaluation doit s'appuyer, s'il s'agit d'analyser les conséquences d'investissements réalisés pour faciliter un transfert modal, sur l'impact marginal de l'augmentation ou contraction de la demande sur la production et les émissions.

L'augmentation de la demande d'électricité peut être satisfaite par une augmentation du nombre d'éoliennes ou d'autres moyens de production d'électricité sans dégagement de carbone, mais les centrales au charbon resteront jusque dans un avenir prévisible la forme marginale de production d'électricité dans la plupart des pays et régions, ce qui implique qu'une modification de la demande va normalement faire augmenter ou diminuer la consommation de charbon ou de lignite. L'application à grande échelle de techniques de capture et de stockage du carbone pourrait changer cela à long terme, mais il est à l'heure actuelle impossible de savoir dans quelle mesure ces techniques seront appliquées en 2025, si tant est qu'elles le soient. En l'absence de techniques permettant de capturer et stocker les émissions de toutes les centrales brûlant des combustibles fossiles qui alimentent un réseau de distribution, toute augmentation de la demande va, à court et moyen terme, ralentir le remplacement du charbon par des sources d'électricité plus respectueuses de l'environnement.

Il est dans ce contexte nécessaire aussi de se pencher sur l'incidence d'un recul de la demande d'électricité, qu'il soit induit par une récession ou une amélioration de l'efficience énergétique, sur les émissions de CO_2. A court terme, les centrales dont les coûts variables de production sont les plus élevés seront les premières à fermer leurs portes. Ces centrales sont normalement, et plus spécialement en régime d'échange de droits d'émission, des centrales qui brûlent du lignite ou du charbon. Les éoliennes et les centrales hydroélectriques ne vont pas réduire leur production en situation de recul de la demande. La Directive 2006/32/CE de l'Union Européenne relative à l'efficacité énergétique dans les utilisations finales et aux services énergétiques recommande de multiplier l'effet des amélioration de l'efficience électrique par 2.5 pour calculer la réduction de la consommation d'énergie primaire[8]. Il serait indéniablement très inattendu d'utiliser des valeurs marginales quand la demande diminue et des valeurs moyennes quand elle augmente, mais c'est pourtant ce que les chemins de fer font parfois.

Il ressort clairement de ce qui précède que dans une perspective systémique, un transfert de l'avion, de la voiture et de l'autocar vers le train électrique ferait diminuer la demande de kérosène, de gazole et d'essence et augmenter la demande de charbon et de gaz.

D'aucuns allèguent que la mise en place de systèmes d'échange de droits d'émission de dioxyde de carbone condamne la prise en compte de l'impact marginal à l'obsolescence. Les émissions ne devront pas dépasser le plafond fixé quelles que soient les proportions dans lesquelles la demande d'électricité augmente et cette augmentation aurait pour seul effet de faire augmenter le prix des quotas d'émissions pour cause de rareté. Ce genre d'argumentation serait raisonnable, si le plafonnement avait pour but final de ramener les émissions de carbone des pays de l'Annexe 1 à un niveau inférieur de 80 ou 90 pour cent à celui de 1990. Les plafonds dont il est discuté en Europe et aux États-Unis sont toutefois des objectifs intermédiaires pour 2020 qui ne sont que les premiers pas à franchir sur le long chemin menant à la durabilité.

Si la rareté fait augmenter de beaucoup le prix d'équilibre du carbone, il y a de bonnes raisons de craindre que les responsables politiques révisent leurs plans à long terme actuels. Un prix élevé ou en augmentation rapide peut les faire douter de l'avenir des systèmes de plafonnement et d'échange et les plafonds pourraient être fixés pour la phase suivante à des niveaux plus élevés que ceux auxquels ils se seraient situés avec un prix du carbone moins élevé (WWF, 2009).

L'échange des droits d'émission bute sur une autre difficulté née du fait que le système communautaire d'échange de quotas d'émission s'applique aux émissions de CO_2 générées par la production d'électricité et pas à celles qui sont produites par les voitures et les autocars. Le transport aérien sera inclus dans son champ d'application en 2012. A l'inverse, le système qui doit être mis en œuvre aux États-Unis (projet de loi Waxman-Markey)[9] couvre les émissions imputables non seulement à l'énergie fossile utilisée pour produire de l'électricité, mais aussi aux carburants livrés à tous les modes de transport (approche en amont). Comme toutes les émissions produites par les transports relèvent du système, il ne serait pas inconcevable qu'une augmentation de la demande de carburants routiers ne modifie pas le plafond et il n'y aurait alors pas à se préoccuper des quatre-quatre gros consommateurs de carburant. Il est dans un tel cas toutefois aussi évident qu'un prix élevé empêchera les responsables politiques de demain de s'en tenir à la ligne tracée dans la loi qui veut que les émissions diminuent de 80 pour cent entre 2005 et 2050.

Il n'est en aucun cas permis d'exciper que les systèmes de plafonnement et d'échange réduisent l'impact marginal sur le climat à zéro pour un seul mode de transport (chemin de fer) et le chemin de fer n'aurait, s'il était seul mode en usage, aucune raison d'affirmer que la grande vitesse ferroviaire présente plus d'avantages en termes d'environnement que la route ou le transport aérien, puisque l'effet d'un changement modal serait par définition toujours égal à zéro en termes d'émissions. Il convient donc de conclure que l'effet marginal à long terme sur les gaz à effet de serre est la base de comparaison la plus appropriée des performances environnementales des différents modes de transport.

Les émissions marginales générées par la production d'électricité peuvent varier quelque peu en fonction du combustible utilisé (lignite, charbon ou gaz naturel) comme source marginale. D'autres sources peuvent, dans certains systèmes, se substituer à titre temporaire au charbon, notamment quand la demande est faible ou que les centrales hydroélectriques tournent à plein régime. L'efficience des centrales au charbon utilisées de façon marginale peut aussi varier d'une période et d'un réseau à l'autre.

Une politique d'atténuation du changement climatique ne peut aboutir que si les centrales au charbon sont mises progressivement à l'arrêt ou équipées d'un système de capture et de stockage du carbone. Le présent rapport postule un abandon du lignite d'ici 2025 (ou l'élimination de ses émissions par un système de capture et de stockage). A plus longue échéance, le gaz naturel pourrait

s'être substitué au charbon ou toutes les centrales au charbon être équipées d'un système de capture et de stockage du carbone. Une politique fructueuse d'atténuation du changement climatique visant à réduire les émissions de 80 pour cent d'ici 2050 est une politique qui aura amené à abandonner le charbon (sans système de capture et de stockage du carbone) dès 2035 pour le remplacer par des énergies renouvelables, de l'électricité nucléaire et du gaz naturel qui deviendrait alors le nouveau carburant de production marginal.

La quantification des émissions produites pendant les 50 années sur lesquelles un investissement en nouvelles infrastructures ferroviaires est amorti peut reposer sur l'hypothèse que le combustible marginal de production est du charbon pendant les deux premières décennies et du gaz naturel pendant les trois dernières. Une centrale à condensation brûlant du charbon dont l'efficience de production s'élève à 40 pour cent émet environ 800 grammes de CO_2 par kWh d'électricité produite, tandis qu'une centrale au gaz naturel dont l'efficience monte à 58 pour cent en émet 380 grammes par kWh produit. La moyenne calculée sur l'ensemble de la période se situe donc au niveau de 530 grammes par kWh, un chiffre qui ne tient toutefois pas compte du fait qu'il peut y avoir de bonnes raisons de donner plus de poids aux émissions du futur proche qu'à celles qui seront produites dans 30 ou 40 ans.

D'autres estimations pourraient être tenues pour plausibles et devraient évidemment être appliquées tant aux trains électriques qu'aux véhicules routiers consommant de l'électricité fournie par le réseau.

13. EFFETS MARGINAUX DE L'AUGMENTATION DE LA DEMANDE DE CARBURANTS FOSSILES

Les carburants sans carbone ou à faible teneur en carbone manquent. Le potentiel global de production de biocarburants de première et seconde générations est de loin inférieur à la demande actuelle de carburants classiques. Il s'en suit qu'une modification de la demande de carburants routiers va se traduire par une augmentation ou une diminution de l'utilisation de carburants fossiles tels que l'essence et le gazole. Le transport aérien dépend encore davantage des carburants dérivés du pétrole. Comme ils sont plus facilement remplaçables dans d'autres applications, les carburants fossiles seront les derniers à être abandonnés en cas de mise en place de systèmes d'échange des droits d'émission (ou de taxation à taux égal).

L'Union Européenne attend toutefois de ses États membres que 10 pour cent de leur demande de carburants routiers soit satisfaite par des biocarburants ou de l'électricité à partir de 2020. La plupart des États membres se conformeront sans doute à cette obligation en contraignant les compagnies pétrolières à ajouter des carburants renouvelables, par exemple du biodiesel et de l'éthanol, au gazole et à l'essence qu'elles distribuent. Comme le taux d'incorporation va sans doute augmenter quelque peu au fil du temps, il est permis de penser que le carburant routier marginal utilisé pendant la période d'amortissement se composera normalement de 20 pour cent de biocarburant et de 80 pour cent d'essence ou de gazole. Les calculs ci-dessous se fondent sur l'hypothèse que les biocarburants réduiront les émissions de la source à la roue de 65 pour cent (soit 0.65 x 0.2 = 0.13). Il n'est pas tenu compte du fait que certaines voitures et certains cars ne consommeront que du biocarburant, parce que l'accent est mis sur l'effet marginal au niveau systémique.

Il est évidemment à craindre, dans une optique climatique, que la raréfaction des produits pétroliers pousse à long terme leur prix à un niveau qui incite à tirer du pétrole de sources non classiques telles que les sables et schistes bitumineux. L'Economist signale d'ailleurs qu'il continue à s'investir beaucoup dans les sables et schistes canadiens malgré les crises financières[10].

Il est toutefois très peu probable que le pétrole non classique arrive à s'imposer dans les pays et les États fédérés qui obligent les compagnies pétrolières à réduire l'intensité globale de carbone de toute leur chaîne de production. Le rabaissement progressif des plafonds prévus par les systèmes d'échange de droits d'émission compliquera également l'accès de ces carburants au marché. Ils ne sont donc pas pris en compte dans le présent rapport.

14. COEFFICIENTS FUTURS D'ÉMISSION

Le Tableau 3 fait la synthèse des conclusions des précédents chapitres du rapport et chiffre les émissions directes et indirectes qui seront produites par les véhicules neufs en 2025.

Tableau 3. **Émissions de CO_2 produites par des véhicules neufs effectuant du transport interurbain en 2025 (en grammes par siège/kilomètre)**

Mode	Émissions
Voiture à moteur à combustion interne	18.3
Voiture électrique	21.2
Autocar de ligne	10.5
Train rapide (150 km/h)	9.5
Train à grande vitesse (280 km/h)	15.4
Avion court-courrier	93.8

Il est surprenant que la voiture classique émet moins que la voiture électrique, mais cela s'explique par la fait qu'elle consomme 20 pour cent de biocarburant. Les émissions monteraient à 21 grammes par siège/kilomètre en cas d'utilisation d'essence ou de gazole purs.

Le lecteur doit considérer que les chiffres ci-dessus et les calculs qui figurent à la suite ignorer les émissions aux aéroports et dans les gares.

15. TAUX DE REMPLISSAGE

La comparaison des différents modes de transport doit tenir compte de l'inégalité de leurs taux de remplissage. A l'heure actuelle, les trains grandes lignes qui ne s'arrêtent pas ou pas souvent en cours de route circulent avec 45 à 70 pour cent en moyenne de leurs sièges occupés et les compagnies aériennes régulières semblent afficher des taux de remplissage de 70 pour cent. Pour ce qui est des trains à grande vitesse, Network Rail (2009) signale que le taux de remplissage de 12 services différents assurés dans quatre pays oscille entre 42 et 88 pour cent, la moyenne se situant donc au niveau de 64 pour cent. Les trains régionaux et les autocars de ligne qui s'arrêtent en beaucoup d'endroits peinent à se remplir sur la totalité du trajet. Leur taux de remplissage excède rarement 50 pour cent (de Rus et Nash, 2007), mais Swebus, concurrent acharné des trains régionaux et rapides, fait quand même état d'un taux de 56 pour cent (2008) pour son service Stockholm-Göteborg.

Les stratégies sont toutefois en train d'évoluer. Les compagnies aériennes bon marché réalisent des taux de remplissage élevés en modulant leurs tarifs, tandis que les compagnies régulières et les opérateurs ferroviaires apprennent petit à petit à améliorer leur tarification en temps réel. Les calculs qui suivent posent en hypothèse qu'en 2025, le taux moyen de remplissage sera de 80 pour cent pour les avions moyen-courriers, 75 pour cent pour les trains à grande vitesse, 65 pour cent pour les trains grandes lignes classiques et 55 pour cent pour les autocars de ligne[11]. Les trains grandes lignes classiques sont censés s'arrêter dans le même nombre de gares intermédiaires que les trains à grande vitesse et leur moindre taux de remplissage s'explique par le fait que les trains à grande vitesse attirent plus de voyageurs qui permettent, non seulement d'augmenter les fréquences (cf. ci-dessus), mais aussi de relever le nombre moyen de voyageurs embarqués.

L'inégalité des taux de remplissage des trains classiques (150 km/h) et des trains à grande vitesse (280 km/h) implique que ces derniers ne consomment que 41 pour cent d'énergie en plus par voyageur/kilomètre alors qu'ils en consomment 60 pour cent de plus par siège/kilomètre.

Dans beaucoup de pays, les cinq sièges d'une voiture particulière ne sont occupés que par 1.2 à 1.5 personne en moyenne. Le taux d'occupation est toutefois plus élevé sur les déplacements à longue distance que sur les déplacements locaux et autres migrations alternantes. Les collègues de bureau se regroupent dans une ou quelques voitures pour rejoindre un lieu de réunion éloigné, tandis que les familles préfèrent souvent la voiture au train ou à l'avion pour leurs déplacements de vacance. Les études de l'incidence de la mise en service de trains à grande vitesse sur l'usage de la voiture font osciller le taux moyen d'occupation des voitures entre 1.5 et 2.2 personnes (CCAP et CNT, 2006 ; Econ 2008a, ATOC, 2009). Le présent rapport pose donc en hypothèse que 2.0 personnes en moyenne voyagent ensemble en voiture pour effectuer des déplacements interurbains (taux d'occupation : 40 pour cent).

Le Tableau 4 chiffre, en tenant compte des taux de remplissage moyen, les émissions qui seront produites par des véhicules neufs effectuant des déplacements interurbains en 2025.

Tableau 4. **Émissions de CO_2 produites par des véhicules neufs effectuant du transport interurbain en 2025 (en grammes par siège/kilomètre)**

Mode	Émissions
Voiture à moteur à combustion interne	45.8
Voiture électrique	53.0
Autocar de ligne	19.1
Train rapide	14.6
Train à grande vitesse	20.6
Avion court-courrier	117.2

16. IMPACT DU TRANSFERT MODAL SUR LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Les décideurs du monde entier investissent des fonds publics dans des nouvelles infrastructures de transport en favorisant, s'ils visent à réduire les émissions de gaz à effet de serre, les chemins de fer et la grande vitesse ferroviaire. Le basculement d'une partie du trafic routier de la voiture vers l'autocar réduirait également les émissions, sans toutefois requérir la construction de nouvelles infrastructures. C'est donc bien du rail qu'il s'agit. L'analyse de l'impact d'investissements réalisés dans le domaine ferroviaire sur les émissions de gaz à effet de serre doit tenir compte du fait que ces investissements peuvent :

- faire diminuer les émissions si du trafic aérien et routier migre vers le rail ;
- faire augmenter les émissions si les trains peuvent circuler à plus grande vitesse ;
- faire augmenter les émissions si l'offre de nouveaux services plus rapides génère du trafic induit ;
- libérer des capacités sur une ligne existante s'il y a construction d'une nouvelle ligne.

Cette possibilité de réduire les émissions en augmentant le trafic marchandises et le trafic voyageurs régional des lignes préexistantes sera abordée dans une partie suivante du rapport.

L'on doit noter que la génération de nouveaux déplacements vient prendre la place en termes de temps et d'argent de dépenses consacrés autrement à d'autres activités que la grande vitesse. L'on ne peut cependant postuler ce qu'auraient été les autres activités et leurs intensités d'émissions. Elles ne sont donc pas considérées.

L'importance relative des trois premiers facteurs varie d'un cas à l'autre. Une ligne à grande vitesse qui remplace une ligne très inefficiente sur laquelle la vitesse moyenne ne dépasse pas 80 km/h générera plus de trafic induit qu'une ligne qui complète ou remplace une ligne existante parcourable à 150 km/h.

La ligne à grande vitesse Madrid-Séville (471 kilomètres) a été empruntée par 5.6 millions de voyageurs en 2000, sept ans après sa mise en service. La part de marché du train est passée de 14 pour cent en 1991 à 54 pour cent tandis que l'avion revenait de 11 à 4 pour cent, la voiture de 60 à 34 pour

cent et les autocars de 15 à 8 pour cent (Nelldal *et al*., 2003). Comme le nombre total de déplacements a dans le même temps augmenté de 5pour cent en moyenne par an, le nombre de déplacements effectués en avion, en voiture et en car a beaucoup moins diminué. Les chiffres donnent à penser que l'ouverture de la nouvelle ligne a généré un fort trafic induit, c'est-à-dire des déplacements qui n'auraient pas été effectués en l'absence de cette ligne. La grande vitesse et des tarifs peu élevés permettent à de nombreux voyageurs d'effectuer des déplacements qu'ils n'auraient pas envisagé de faire précédemment, par exemple pour rendre plus souvent visite à des amis, se rencontrer au lieu de se parler au téléphone ou assister à des matchs de football.

La ligne Madrid-Séville a divisé le temps de parcours par deux en le ramenant de 5 à 2.5 heures (UIC, 2008). Les investissements dans la grande vitesse ferroviaire ne donnent pas toujours de tels résultats. Les lignes à grande vitesse Stockholm-Göteborg (460 kilomètres) et Stockholm-Malmö (615 kilomètres) qui relieront entre elles les trois plus grandes villes du pays devraient réduire les temps de parcours de respectivement 27 et 44 pour cent (en le ramenant par exemple de 2 h 45 à 2 heures sur Stockholm-Göteborg). Une étude commanditée par le Gouvernement suédois (UOH, 2009) conclut néanmoins que l'investissement (construction des deux nouvelles lignes) aurait pour effet :

- d'augmenter le nombre de vkm du rail de 7.7 milliards ;
- de réduire le nombre de pkm de l'avion de 1.6 milliard ;
- de réduire le nombre de vkm de la voiture de 3.1 milliards ; et
- de réduire le nombre de vkm de l'autocar de 0.1 milliard.

Il ressort de ces chiffres que les transferts de trafic représenteront 4.8 milliards de vkm par an et que les lignes à grande vitesse généreront un nouveau trafic interurbain de 2.9 milliards de vkm représentant 38pour cent de l'augmentation totale prévue du trafic voyageurs des chemins de fer. L'ampleur du trafic enlevé à la voiture pourrait cependant être remise en question, parce qu'il est permis de se demander pourquoi tant de gens se laisseraient tenter par la grande vitesse ferroviaire, alors que les trains qui circulent actuellement entre ces trois villes sont déjà nettement plus rapides que la voiture.

Dans une étude réalisée pour le Gouvernement norvégien, VWI (2007) estime que la construction d'une ligne à grande vitesse entre Oslo et Trondheim (464 kilomètres) aurait les effets chiffrés dans le Tableau 5. Il est intéressant de noter que le trafic transféré de la voiture vers le rail est ici minime et que la part du trafic induit est aussi moindre, bien que les gains de temps soient plus importants qu'en Suède.

Tableau 5. **Trafic transféré et induit par la construction d'une ligne à grande vitesse entre Oslo et Trondheim**

	Part du trafic total (%)
Transfert de l'avion vers le train	38
Transfert de la voiture vers le train	7
Transfert de l'autocar vers le train	6
Transfert total	**51**
Trafic induit	26
Augmentation totale du trafic du train	**77**
Trafic voyageurs préexistant	23
Trafic voyageurs total du train	**100**

CCAP et CNT (2006) s'attendent à ce que le trafic enlevé à la voiture, à l'avion et au train classique en vienne à représenter respectivement 47, 9 et 20 pour cent du trafic total de 12 futures lignes à grande vitesse américaines. L'importance du trafic transféré de la voiture s'explique sans doute par le fait que la voiture occupe une position dominante sur le marché des moyennes distances aux États-Unis et que le chemin de fer en est ici et là totalement absent.

Pour calculer l'impact du transfert modal sur les émissions de gaz à effet de serre, il est nécessaire d'estimer la part respective des voitures à moteur à combustion interne et des voitures électriques (tout électriques et hybrides rechargeables). Comme le présent rapport s'intéresse aux émissions produites par les voitures neuves en 2025, l'estimation doit se fonder sur une évaluation de ce que sera à cette date la répartition des ventes de véhicules neufs par type de moteur. Il sera donc supposé que les voitures classiques (y compris les hybrides non rechargeables), les électriques rechargeables et les tout électriques représenteront alors respectivement 40, 40 et 20 pour cent du marché et que les hybrides rechargeables parcourront la moitié de leur kilométrage annuel en étant mues par de l'électricité tirée du réseau et ne pourront, étant donné qu'elles ne peuvent pas stocker beaucoup d'électricité à bord, parcourir qu'un dixième de leurs déplacements interurbains en mode électrique. Comme bon nombre de voitures à accumulateurs seront sans doute utilisées pour effectuer des déplacement locaux et régionaux plutôt qu'à longue distance, (certains ménages auront plus d'une voiture), il semble licite de penser que ces voitures interviendront pour moins de 20pour cent dans la mobilité interurbaine. Le rapport se fonde sur l'hypothèse que le pourcentage se situera au niveau de 10 pour cent, ce qui implique que la part de l'électricité tirée du réseau ne montera qu'à 14 pour cent pour les voitures neuves et que les émissions moyennes s'élèveront à 46.8 grammes par voyageur/kilomètre.

Le Tableau 6 illustre un exemple fictif qui donne une idée de l'impact possible de nouvelles infrastructures ferroviaires sur les émissions de gaz à effet de serre. Il chiffre les émissions produites quelques années après l'inauguration d'une nouvelle ligne à grande vitesse parcourable à 280 km/h au lieu des 150 km/h réalisables sur une ligne existante, en partant de l'hypothèse que le trafic de la ligne à grande vitesse se compose à hauteur de 30 pour cent de transfuges des trains classiques, de 20 pour cent d'anciens passagers des avions, de 20 pour cent d'ex-automobilistes et de 5 pour cent d'anciens usagers des autocars, les 25 pour cent restants se constituant de trafic induit. Le Tableau donne les chiffres obtenus par million de déplacements effectués entre des villes éloignées de 500 kilomètres.

Tableau 6. **Incidence de l'ouverture d'une ligne à grande vitesse de 500 kilomètres remplaçant une ligne existante sur les émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre en tonnes d'équivalent CO_2 par million de déplacements**

	Part du trafic total (%)	**Impact sur les émissions (tonnes CO_{2equiv})**
Transfert de l'avion vers le TGV	20	-9 660
Transfert de la voiture vers le TGV	20	-2 620
Transfert du car vers le TGV	5	+38
Transfert total	**45**	
Trafic induit généré par le TGV	25	+2 575
Augmentation totale du trafic ferroviaire	**70**	
Trafic voyageurs des trains préexistants	30	+900
Trafic voyageurs total des trains	**100**	**-8 767**

Une réduction d'environ 8 000 tonnes par 500 voyages n'a rien d'un progrès notable. L'atténuation du changement climatique n'aurait même pas grand chose à y gagner, si le nombre total de déplacements annuels passait à 10 ou 20 millions.

Les chiffres rassemblés dans le Tableau 6 ont été calculés sans tenir compte du fait que les infrastructures ferroviaires de certains pays peuvent accueillir des trains plus hauts, plus larges ou plus longs que ceux qui circulent habituellement dans d'autres parties du monde. Au Japon et en Scandinavie, l'écartement entre les voies est suffisant pour autoriser le passage de voitures de grande largeur à la différence de ce qui se passe en Grande-Bretagne et sur le reste du continent européen. La réduction de 15 ou 20 pour cent de l'énergie consommée par les trains à grande vitesse ne modifierait toutefois pas grand-chose à la situation.

17. ÉVALUATION DU CO_2

L'incidence positive d'investissements en mesures de promotion du transfert modal sur le changement climatique dépend de la valeur attribuée au carbone.

Le prix du CO_2 trouvera une validité (plus ou moins) mondiale, si les systèmes de plafonnement et d'échange deviennent un moyen privilégié de limitation des émissions de gaz à effet de serre et sont reliés entre eux. La valeur économique d'une réduction nette entraînée par des investissements en mesures de promotion du transfert modal dépend donc du prix futur du carbone. Son prix à long terme pourrait, en fonction de la rigueur des plafonds et du progrès technique, se situer quelque part entre 30 et 80 USD la tonne de CO_2, mais ne devrait vraisemblablement pas dépasser de beaucoup 40 à 50 USD la tonne en 2025. La réduction des émissions dans les proportions indiquées dans le Tableau 6 générerait donc un avantage socioéconomique qui ne devrait pas excéder 7.0 à 8.8 millions USD sur un trafic annuel total de 20 millions de déplacements.

18. ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Une modification de 10 pour cent, en plus ou en moins, de certains des principaux paramètres donne des résultats qui ne diffèrent pas assez de ceux des calculs déjà effectués pour justifier une révision des conclusions. Même la combinaison de plusieurs hypothèses optimistes favorables à la grande vitesse ferroviaire n'y changerait pas grand-chose. La réduction de moitié de l'impact marginal de la consommation d'électricité sur le climat et le relèvement à 30 pour cent du taux de transfert du trafic aérien (avec réduction concomitante de la part de la voiture à 10 pour cent) ne pourraient ensemble pas ramener les émissions à moins de 16 167 tonnes de CO_2 par million de déplacements. Il est insensé de prévoir un taux de transfert du trafic aérien très élevé, parce qu'il ne sera jamais possible d'enlever à l'avion plus de 100 pour cent de son trafic et que la plupart des compagnies aériennes seront capables de conserver 20 à 30 pour cent de leurs clients. Un trafic induit moins

important ferait diminuer quelque peu les émissions, mais ferait aussi disparaître une part importante du marché de la grande vitesse ferroviaire.

La mise entre parenthèses de l'impact de la consommation d'électricité sur le climat (comme le souhaite l'administration suédoise des chemins de fer) ne réduirait pas les émissions par million de déplacements de plus de 16 000 tonnes, si l'avion perd 20 pour cent de son trafic, ou 20 000 tonnes s'il en perd 30 pour cent. La multiplication du chiffre le plus élevé par 10 ou par 20 pour chiffrer la contribution annuelle de la ligne à grande vitesse ne permet pas d'arriver à plus de 0.2 à 0.4 million de tonnes par an.

Le calcul des émissions année par année sur toute la durée d'amortissement de la nouvelle infrastructure et l'actualisation du coût pourraient donner un résultat différent, surtout si le taux d'actualisation est élevé. Les émissions marginales de CO_2 générées par la production d'électricité seront sans doute plus importantes à court terme, mais le prix du carbone sera en revanche plus bas. L'attribution d'un prix d'équilibre au carbone pourrait plaider en faveur d'un taux d'actualisation assez élevé, parce qu'il faut absolument commencer très rapidement à réduire les émissions pour prévenir un réchauffement excessif de la terre. Les avantages environnementaux de la grande vitesse ferroviaire sont, dans de telles conditions, moindres que dans l'exemple évoqué ci-dessus.

Les calculs portent sur les émissions du réservoir à la roue ou de la caténaire à la roue, avec addition des émissions générées par la production d'électricité (et en faisant abstraction des émissions produites par l'extraction du charbon et du gaz et des pertes enregistrées sur le réseau). La prise en compte des émissions de la source à la roue n'aurait pas donné des résultats très différents, même si les émissions de la source au réservoir/de la source à la caténaire étaient deux fois plus importantes pour les carburants que pour l'électricité.

L'impact de la construction d'une nouvelle ligne de chemin de fer sur les émissions à court terme est un paramètre important dont il n'a pas été tenu compte dans les calculs ci-dessus. La construction d'une nouvelle ligne à grande vitesse peut entraîner l'émission de plusieurs millions de tonnes d'équivalent CO_2 (Norges Naturvernforbund, 2008, et Network Rail, 2009) qui ont indéniablement un impact à court terme sur la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, même si elles sont contrebalancées par une réduction de l'ensemble des émissions à long terme. Les investissements dans la grande vitesse ferroviaire risquent donc manifestement d'ajouter aux difficultés que soulève le maintien de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche la température moyenne globale de dépasser de plus de 2 degrés Celsius son niveau d'avant l'industrialisation. Il pourrait, pour le bien du climat, être préférable de moderniser des lignes existantes et de convaincre les gens d'utiliser des moyens modernes de télécommunication au lieu d'investir sans compter pour les faire voyager davantage.

L'auteur du présent rapport a fait de son mieux pour expliciter dans le détail toutes les hypothèses sur lesquelles ses calculs et ses conclusions reposent, laissant ainsi le lecteur libre de modifier ces hypothèses comme il le croit judicieux et d'effectuer ses propres calculs.

19. LIBÉRATION DE CAPACITÉS POUR LES TRANSPORTS DE MARCHANDISES – CAS DE LA SUÈDE

Une ligne à grande vitesse entièrement nouvelle attirera à elle du trafic venant des lignes préexistantes dont les capacités ainsi libérées pourront servir à d'autres types de trains, pour autant évidemment que la demande existe. La situation est souvent complexe et la solution optimale peut varier considérablement selon les circonstances. Le cas de la Suède analysé ci-dessous ne l'est qu'à titre d'exemple.

En Suède, la libération de capacités affectables au transport de marchandises est un des principaux arguments avancés à l'appui de la construction de lignes à grande vitesse entre Stockholm et Göteborg, d'une part, et Malmö, d'autre part. Il est toutefois judicieux, avant d'investir dans ces nouvelles lignes à grande vitesse, de se demander si les problèmes de capacité du transport de marchandises par chemin de fer peuvent être résolus par d'autres moyens moins onéreux. L'amélioration des systèmes de signalisation et l'aménagement de voies d'évitement peuvent augmenter très nettement la capacité du réseau existant (Nilsson et Pydokke, 2009).

La congestion de la ligne Stockholm-Göteborg est due en partie au transport de conteneurs entre le port de Göteborg et l'intérieur du pays. La plus grande partie des marchandises conteneurisées transportées à destination et en provenance de l'agglomération de Stockholm passent par Göteborg bien qu'elles viennent de pays lointains, de Chine par exemple, ou y soient expédiées. Le port de Stockholm investit actuellement dans la construction d'un nouveau terminal à conteneurs, proche de la mer, pour conquérir ce marché. Hutchinson Port Holdings va gérer ce terminal en même temps que celui de Rotterdam.

Une grande partie des marchandises qui entrent en Suède ou en sortent pourraient aussi être transportées sur des courtes distances par mer. L'amélioration à grands frais des infrastructures ferroviaires suédoises n'a guère de sens, tant que les trains de marchandises ne peuvent pas traverser le Danemark pour rejoindre une destination sur le continent européen. La capacité ferroviaire de traversée du Sund et du Fehmarn Belt restera limitée même après l'ouverture du pont sur le Fehmarn Belt (Rödby-Puttgarten) en 2018.

Le transport maritime à courte distance est toutefois handicapé par le fait que l'État taxe tous les navires qui touchent des ports suédois et que les taxes couvrent, non seulement les coûts marginaux à court terme, mais aussi les coûts fixes des infrastructures. Les trains de marchandises acquittent en revanche les redevances d'accès aux infrastructures les plus basses d'Europe, des redevances qui ne couvrent même pas les coûts marginaux à court terme et, *a fortiori*, les coûts de renforcement des infrastructures. La Suède pourrait mettre tous les modes sur un pied d'égalité en leur appliquant les mêmes règles de partage des responsabilités, ce qui implique un relèvement des redevances d'accès dues par les trains et une taxation des poids lourds aux kilomètres parcourus, comme plusieurs États membres de l'Union Européenne l'ont déjà fait ou vont le faire.

L'exemple de la Suède n'est pas transposable à d'autres pays ou régions qui ne se trouvent pas dans des situations identiques. D'autres solutions, telles par exemple qu'une utilisation plus intensive des voies navigables et/ou des oléoducs, pourraient être plus indiquées ailleurs dans le monde. Les mégacamions (*gigaliners*) électriques alimentés par le réseau pourraient s'envisager là où les autoroutes ne sont pas engorgées. L'électrification d'une autoroute ne devrait pas être excessivement coûteuse ou générer de fortes émissions de CO_2.

20. CONCLUSIONS

Il n'y a aucune raison écologique d'interdire d'investir dans la grande vitesse ferroviaire si la réduction des émissions produites par le trafic contrebalance les émissions produites pendant la construction. Les chemins de fer prétendent cependant souvent que les investissements en infrastructures ferroviaires sont porteurs d'avantages environnementaux importants (Banverket, 2008 ; UNIFE, 2008 ; UIC, 2008), mais des études indépendantes constatent que ces avantages ne sont pas si importants que ça (de Rus, 2008 ; WSP et KTH Järnvägsgruppen, 2008 ; Nilsson et Pydokke, 2009). Les conclusions du présent rapport vont dans ce dernier sens.

Les investissements dans la grande vitesse ferroviaire ne sont pas de nature à tempérer de beaucoup le changement climatique et les investissements dans les trains rapides classiques pourraient être nettement plus profitables. Il serait peut-être temps que les ONG actives dans le domaine de l'environnement changent leur fusil d'épaule et cessent de réclamer l'engloutissement de sommes énormes dans la grande vitesse ferroviaire tout en exigeant que la vitesse des véhicules routiers soit plus strictement limitée, que les avions soient conçus pour voler moins vite et que les armateurs fassent naviguer leurs navires plus lentement.

La construction de lignes à grande vitesse coûte très cher, de 9 à 40 millions euros par kilomètres d'après de Rus (2008) et de 12 à 30 millions euros par kilomètre d'après l'UIC (2008). De Rus chiffre le coût moyen à 18 millions euros. De tels coûts semblent bien ne pouvoir être couverts que par des volumes de trafic réellement énormes. Les principaux avantages de la grande vitesse ferroviaire sont à rechercher du côté des gains de temps, du renforcement des capacités et du trafic induit. D'autres avantages macroéconomiques pourraient aussi avoir de l'importance, mais ils sont difficiles à estimer. La grande vitesse ferroviaire a le plus de chances de s'imposer là où les volumes de trafic sont élevés (de Rus et Nash, 2007).

Une nouvelle ligne à grande vitesse ne peut pas se justifier, sauf conditions exceptionnelles (conjonction de coûts de construction peu élevés et de gains de temps considérables), si son trafic est inférieur à 6 millions de voyageurs par an pendant sa première année d'exploitation. Si les coûts de construction et les gains de temps se situent à un niveau normal, le trafic devra probablement atteindre les 9 millions de voyageurs par an (Commission Européenne, 2008).

La conclusion de ce rapport est que dans la majorité des cas, l'investissements dans des lignes à grande vitesse ne réduit pas les émissions de gaz à effet de serre, par rapport à une situation de trafic sans LGV. Dans tous les cas, la réduction est faible et la compensation des émissions de la

construction de la ligne peut prendre des décennies. Cependant, là où il y a un manque de capacités et de forts volumes de trafics et que la construction d'une LGV est justifiée, cela n'augmentera pas les émissions.

Pour de faibles trafics, il est non seulement difficile de justifier l'investissement d'un point de vue économique, mais également d'un point de vue environnemental, car il faut trop de temps pour compenser les émissions de construction de la ligne. Il vaut alors mieux mettre à niveau la ligne existante pour des vitesses plus élevées, ce qui évite les émissions de la construction d'une LGV et celle des trains à grande vitesse.

NOTES

1. Les trains à grande vitesse peuvent toutefois s'accommoder de pentes un peu plus accusées que les trains classiques.

2. Un rayon de courbure de 2.5 kilomètres suffit pour des vitesses égales ou inférieures à 200 km/h (l'idéal se situe au niveau de 3.5 kilomètres).

3. Evert Andersson, Institut royal de technologie, Stockholm, communication personnelle et Network Rail (2009), p. 9.

4. http://sasgroup.net (Airbus A321-200, A319-100, Boeing737-400/500/600/700/800, and MD90).

5. http://sasgroup.net (Airbus A321-200 et A319-100, Boeing 737-400/500/600/700/800 et MD90). *Airlines present climate change proposals to heads of government.* Communiqué de presse du 22 septembre 2009.

6. http://www.megabus.com

7. Edward Jobson, AB Volvo, communication personnelle.

8. 2.5 correspond à une efficience électrique de 40 pour cent normale pour les centrales à condensation au charbon.

9. Loi américaine de 2009 sur l'énergie propre et la sécurité.

10. The Economist, 5 septembre 2009.

11. RSSB le fixe à 60 pour cent pour les services de point à point.

BIBLIOGRAPHIE

ATOC (2009), *Energy Consumption and CO_2 Impacts of High Speed Rail: ATOC analysis for Greengauge 21*. The Association of Train Operating Companies, Londres (by Richard Davies and Leigh Thompson).

Banverket (2008), *Svenska Höghastighetsbanor*. Banverket Rapport 2008-005-30, Borlänge, Suède. (Administration nationale des chemins de fer)

CCAP and CNT (2006), *High Speed Rail and Greenhouse Gas Emissions in the U.S.*. Center for Clean Air Policy, and Center for Neighborhood Technology.

CCC (2008). *Building a low-carbon economy – the UK's contribution to tackling climate change*. The Committee on Climate Change, Londres.

Commission Européenne, Direction générale de la politique régionale (2008), *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects.*

de Rus, G. et Nash C. (2007), *In What Circumstances is Investment in High Speed Rail Worthwhile?* Institute of Transport Studies, University of Leeds. Working Paper 590.

de Rus, G. (2008), *The Economic Effects of High Speed Rail Investment*. Université de Las Palmas et Centre conjoint de recherche OCDE.

ECON (2008a), *Klimaeffekter av højhastighetstog*. Rapport 2008-101, Oslo.

ECON (2008b), *Nytte-kostnadsanalyse av højhastighetstog i Norge*. Rapport 2008-154, Oslo.

Entec (2008), *Evaluation of the Member States' emission inventories 2004-2006 for LCPs under the LCP Directive (2001/80EC)*. Rapport final établi par Entec UK Ltd. Consultancy pour la Commission Européenne, DG Environnement.

GIEC (1999), *L'aviation et l'atmosphère planétaire,* Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge University Press.

Hacker, F., Harthan, R., Matthes, F. et Zimmer, W. (2009), *Environmental impacts and impact on the electricity market of large scale introduction of electric cars in Europe. Critical Review of Literature*. ETC/ACC Technical Paper, European Topic Centre on Air and Climate Change.

Kemp, R. (2004), *Transport energy consumption. A discussion paper*. Lancaster University, 10 septembre 2004.

King, J. (2007), *The King Review of low-carbon cars. Part 1: The potential for CO2 reduction*. Londres.

Lukaszewicz, P. et Andersson, E. (2006), *Energy consumption and related air pollution for Scandinavian electric passenger trains.* Report KTH/AVE 2006:46, KTH Rail Group, Institut Royal de Technologie, Stockholm.

Lukaszewicz, P. et Andersson, E. (2009), *Green Train energy consumption. Estimations on high-speed rail operations*, KTH Rail Group, Institut Royal de Technologie, Stockholm.

Ministère des Transports (2007), *Delivering a Sustainable Railway*. Ministère des transports, Londres.

Nelldal, B.L., Troche, G. et Jansson, K. (2003), *Europakorridoren. Ett bredband för fysiska transporter*. KTH Rail Group, Institut Royal de Technologie, Stockholm

Network Rail (2009), *Comparing environmental impact of conventional and high speed rail*. Londres.

Nilsson, J.E. et Pyddoke, R. (2009), *Höghastighetsjärnvägar – ett klimatpolitiskt stickspår*. Rapport till Expertgruppen för miljöstudier 2009:3. Ministère des Finances, Stockholm.

Norges Naturvernforbund (2008), *Energi- og klimakonsekvenser av modern transportsystemer. Effekter ved bygging av høyhastighetsbaner i Norge*. Rapport 3/2008.

RSSB (2007), *Traction energy metrics*. Rail Safety & Standard Board, Londres (by Roger Kemp).

UIC (2008a), *High speed rail. Fast track to sustainable mobility*. Union Internationale des Chemins de fer, Paris.

UIC (2008b), *Process, Power, people. Energy Efficiency for Railway Managers*. Union Internationale des Chemins de fer, Paris.

UIC and CER (2008), *Rail Transport and Environment. Facts & Figures*, Paris et Bruxelles, novembre.

UNIFE (2008), *More rail = Less* CO_2. The European Rail Industry.

UOH (2009), *Höghastighetsbanor – ett samhällsbygge för stärkt utveckling och konkurrenskraft.* Betänkande av Utredningen om höghastighetsbanor. SOU 2009:74 (Ministère des Entreprises, Stockholm)

van Essen, H., Bello, O., Dings J. et van den Brink R. (2003), *To shift or not to shift, that´s the question*. CE Delft and RIVM.

VWI (2007), *Feasibility Study Concerning High Speed Rail Lines in Norway*, Report Phase 2.
Verkehrswissenschaftliches Institut, Stuttgart

WSP and KTH Järnvägsgruppen (2008), *Höghastighetståg – affärsmässighet och samhällsnytta.* Slutrapport 2008. WSP Analys & Strategi, and KTH Järnvägsgruppen, Stockholm.

WWF (2009), *Auswirkungen von Elektroautos auf den Kraftwerkspark und die CO_2-Emissionen in Deustchland*, Fonds mondial pour la nature, Francfort.

Zängl, W. (1993), *Die Geisterbahn. Das Dilemma der Hochgeschwindigkeitzüge*. Raben Verlag, Münich.

ÉCHANGE DE DROITS D'ÉMISSION DE CO_2 DANS LE TRANSPORT AÉRIEN ANALYSE ÉCONOMIQUE

par

Peter MORRELL

Département du transport aérien
Université de Cranfield
Royaume-Uni

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 513

2. MESURES ENVISAGEABLES DANS LE DOMAINE DE L'AVIATION 514

3. ÉCHANGE DES DROITS D'ÉMISSION ET TRANSPORT AÉRIEN 517

3.1. Fondements de l'application du système communautaire d'échange de quotas d'émission au transport aérien 517
3.2. Parangonnage 519
3.3. Distorsions induites par le système communautaire d'échange de quotas d'émission 521

4. APPLICATION DU SYSTÈME COMMUNAUTAIRE D'ÉCHANGE DE QUOTAS D'ÉMISSION À L'AVIATION 524

4.1. Coût des quotas 524
4.2. Impact sur les tarifs des compagnies aériennes 527
4.3. Élasticité-prix de la demande 530

5. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS 531

NOTES 533

BIBLIOGRAPHIE 534

1. INTRODUCTION

L'impact du transport aérien sur l'environnement, en termes tant de bruit que d'émissions des moteurs, est source de débats sans cesse plus animés portant sur la réduction et les méthodes d'internalisation de ces coûts environnementaux ou, pour le dire autrement, sur l'application du principe du pollueur/payeur.

Le présent rapport se focalise sur les émissions de CO_2 des moteurs d'avion, des émissions qui, non seulement ont des répercussions au niveau local et influent sur les changements climatiques, mais se retrouvent aussi depuis peu au cœur des débats au niveau tant international que régional et local : le protocole de Kyoto traite dans son article 2(1) des mesures à prendre pour limiter et/ou réduire les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports et enjoint dans son article 2(2) les États (développés) visés à l'Annexe I de poursuivre ces objectifs par le canal de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) pour ce qui est du transport aérien international. Le Comité permanent de la protection de l'environnement en aviation (CAEP) de l'OACI a été invité à examiner les propositions d'échange de droits d'émission en complément du rôle joué par l'OACI en matière de fixation de normes internationales pour les émissions des moteurs. Le CAEP a recommandé, avec l'aval de l'OACI, d'instaurer un système ouvert et volontaire d'échange de droits d'émission pour l'aviation civile internationale et d'adresser aux États contractants des directives portant sur l'incorporation du transport aérien international dans leurs systèmes nationaux. Ces directives ont été diffusées, mais aucun système volontaire n'a encore été mis en œuvre à ce jour. Les systèmes nationaux tels que le système d'échange de quotas d'émission de l'Union Européenne ont été accueillis avec faveur, mais ne peuvent entrer en application que si toutes les compagnies aériennes participantes s'y rallient. Le système de l'Union Européenne n'a donc pas reçu le soutien de l'OACI.

Au niveau régional, la proposition d'inclusion de l'aviation dans le champ d'application du système communautaire d'échange de quotas d'émission présentée par la Commission Européenne en 2006 a finalement été adoptée en 2008 après avoir été modifiée de façon à pouvoir être intégrée dans la Directive n° 2008/101/CE publiée en janvier 2009. L'Union Européenne a également fixé des normes de qualité locale de l'air qui affectent les émissions, notamment de NOx, à proximité des aéroports. Il est donc vraisemblable qu'en Europe, l'aviation devra d'ici pas longtemps maîtriser ou payer l'impact local des émissions des moteurs et leur incidence sur les changements climatiques. Cet impact ne s'est amélioré jusqu'ici que lentement sous l'effet de l'application de normes OACI d'émission de NOx progressivement plus sévères aux émissions de NOx produites par les moteurs d'avion pendant les cycles d'atterrissage et de décollage (mais pas en vol). Le transport aérien, tant intérieur qu'international, est également taxé au niveau national, mais ces taxes sont généralement fonction du nombre de passagers et n'incitent pas à réduire les émissions.

Au niveau local, quelques aéroports taxent les émissions et la qualité locale de l'air est devenue une question importante pour les demandes d'extension des aéroports (notamment celui d'Heathrow).

Les principaux polluants émis par les mouvements d'avion (Woodmansey et Patterson, 1994) sont le CO_2, les particules, le SO_2, les NOx et les hydrocarbures. Le premier d'entre eux, à savoir le CO_2, a un coût social unitaire inférieur à celui des autres, mais est émis en beaucoup plus grandes quantités (surtout en vol). Les coûts sociaux représentent les dommages causés à la santé humaine, à la végétation, aux bâtiments et au climat. Ils ont été évalués par Mayeres *et al*. (1996) et Perl *et al.* (1997). Les autres polluants interviennent pour une moindre part dans la masse des émissions, mais ont un coût social unitaire plus élevé. Le CO_2 est estimé avoir la durée de vie la plus longue (50 à 100 ans), devant le méthane (8 à 10 ans) alors que les NOx ne durent pas plus de quelques jours ou semaines. La contribution de l'aviation au réchauffement climatique est amplifiée par les émissions de NOx et de vapeur d'eau dans la haute atmosphère, la vapeur d'eau pouvant entraîner la formation de traînées de condensation et de cirrus (ces effets sont décrits dans l'Annexe 2 du document de travail de la Commission Européenne de 2005). Ces effets sont difficiles à prendre en compte dans un système d'échange de droits d'émission et devront faire l'objet d'autres mesures, dont l'une (normes) est analysée dans le présent rapport.

L'Europe est la région du monde qui aspire le plus à réduire les émissions et aussi celle où presque tous les pays ont signé la convention de Kyoto. L'Union Européenne pousse également à l'inclusion des impacts environnementaux dans l'accord bilatéral Union Européenne/États-Unis sur l'aviation. Les préoccupations se font aussi de plus en plus pressantes dans d'autres régions du monde comme le prouve le programme de travail de l'OACI évoqué ci-dessus.

Le premier chapitre du rapport analyse les mesures envisageables dans le secteur de l'aviation à la lumière des appels à l'engagement d'actions internationales qui ont commencé à s'exprimer après Kyoto. La question est devenue de plus en plus pressante au fil de la préparation de Kyoto 2 qui se tiendra à Copenhague à la fin de 2009. L'échange des droits d'émission y sera examiné à la lumière de l'inclusion du transport aérien dans le système communautaire, en mettant l'accent plus particulièrement sur la méthode d'imputation et les distorsions qu'un tel système régional risque d'engendrer. L'analyse portera ensuite sur l'impact que le système communautaire d'échange de quotas d'émission pourrait avoir en termes de coûts, avant de s'étendre aux stratégies tarifaires envisageables et à leur incidence sur la demande.

2. MESURES ENVISAGEABLES DANS LE DOMAINE DE L'AVIATION

La première mesure envisageable est la limitation ou le plafonnement du nombre de vols. Ce genre de mesure est toutefois presque impossible à mettre en œuvre de façon équitable au niveau international. Les États pourraient la mettre en œuvre aéroport par aéroport, comme cela se fait d'ailleurs déjà pour certains. Les contraintes pesant sur l'utilisation des pistes et les conditions à remplir pour en construire des nouvelles ont pour effet de limiter le nombre de mouvements journaliers et annuels, bien qu'il soit possible de transporter davantage de passagers en utilisant des avions plus grands (et moins gourmands en carburant).

La seconde mesure consiste à renforcer les normes applicables aux nouveaux avions et aux nouveaux moteurs. Le cadre international nécessaire à cet effet existe (OACI), mais les normes existantes ne semblent guère inciter à accélérer la mise en application de technologies de réduction des émissions. Les normes, applicables aux seuls nouveaux avions, ne couvrent que les émissions de NOx, de CO et d'hydrocarbures pendant les cycles d'atterrissage et de décollage, jusque dans ce dernier cas 915 mètres d'altitude. Il s'agit en outre de recommandations qui restent à transposer dans les droits nationaux. Les normes sont définies en des termes qui n'imposent pas une mise à la retraite rapide de certains avions. Le grand problème réside ici dans la durée de vie économique des avions et dans le coût élevé de la réduction des émissions induite par leur mise à la retraite anticipée (Morrell et Dray, 2009).

Il est, en troisième lieu, possible de remplacer les carburants fossiles par des biocarburants de troisième génération qui émettent très peu de gaz à effet de serre. Certaines compagnies aériennes y voient une solution en soi, mais le Groupe sur l'aviation internationale et les changements climatiques (GIACC) créé par l'OACI propose un panier de mesures comprenant les biocarburants et diverses mesures économiques fondées sur le fonctionnement des mécanismes du marché (OACI, 2009).

La quatrième voie possible, celle de la définition d'objectifs volontaires, a été suivie par de nombreuses compagnies aériennes, des groupements de compagnies, des avionneurs et des fabricants de composants (ACARE, 2002, décrit les objectifs fixés pour les nouveaux avions). Les compagnies aériennes se fixent ainsi généralement pour objectif de réduire leur consommation de 1 à 2 pour cent par an, mais ce genre d'engagement ne fait que ralentir l'augmentation des émissions sans contribuer en rien à les plafonner ou réduire, parce que le trafic va augmenter à long terme de 4 à 5 pour cent.

Aucune de ces mesures ne fait appel aux mécanismes du marché pour inciter à réduire les émissions, ni ne donne corps au principe du pollueur/payeur. Cela pourrait se faire en plafonnant les émissions à un niveau donné et en autorisant les compagnies à acheter ou vendre des permis d'émission selon qu'elles dépassent ou n'atteignent pas ce plafond, c'est-à-dire en instaurant un système d'échange de droits d'émission. Les compagnies devront, au-delà de la fraction du quota attribuée gratuitement, acheter des permis au « prix du marché » pour payer la pollution qu'elles causent.

Alors que les États préparent la réunion sur les changements climatiques qui se tiendra à Copenhague (en décembre 2009) sous l'égide de l'ONU, l'IATA, c'est-à-dire l'association mondiale des compagnies aériennes, propose d'inclure dans le texte qui succédera au protocole de Kyoto (IATA, 2009) une clause qui plafonnerait les émissions de l'aviation à l'échelle mondiale plutôt que pays par pays. L'IATA s'engage à coopérer avec l'OACI pour assurer le respect de cette clause. Les compagnies aériennes se verraient octroyer des permis d'émission pour tous les paiements « environnementaux » qu'elles effectueraient sous la forme tant de taxes et de redevances que de versements aux systèmes d'échange de droits d'émission pour prévenir les doubles comptages. Il convient de souligner que plusieurs compagnies assez importantes ne sont pas membres de l'IATA et que l'OACI n'a actuellement pas le pouvoir de faire appliquer un tel système.

L'autre solution est celle de la taxation des carburants ou des émissions. Cette taxation, qui devrait être coordonnée au niveau mondial, serait porteuse d'un signal à long terme permettant d'investir dans la réduction de la consommation de carburant. Le taux de taxation devrait être fixé d'autorité, mais pourrait être réduit en cas de hausse et relevé en cas de baisse des prix de vente du carburant pour renforcer sa force incitatrice. La mise en œuvre devrait se situer au niveau des États, mais il est fort à craindre que le produit des taxes perçues ne soit pas affecté à des projets environnementaux. Le problème serait toutefois de supprimer la clause des accords de trafic aérien qui

interdit toute forme de taxation du carburant. Ces accords servent d'assise aux droits d'exploitation des lignes internationales, mais perdent progressivement de leur importance à mesure que se créent des espaces aériens ouverts tels que l'espace aérien européen.

Les systèmes d'échange de droits d'émission se multiplient depuis la mise en place du système communautaire d'échange de quotas d'émission en 2005 et l'adoption, par sept États du Nord-Est des États-Unis, d'un système comparable plafonnant les émissions de CO_2 à leur niveau de 1990. Plusieurs systèmes non obligatoires ont aussi été mis en place au Royaume-Uni (avec la participation de British Airways) et au Japon. L'Australie et la Nouvelle-Zélande envisagent depuis peu d'instaurer un système de plafonnement et d'échange, afin de limiter le volume des émissions industrielles, y compris celles des transports aériens intérieurs. Ces systèmes sont comparables à celui de l'Union Européenne, à cette différence près qu'ils plafonnent le prix à payer pour le carbone, excluent le transport aérien international de leur champ d'application et allouent, pour les vols intérieurs, les permis aux fournisseurs de carburant plutôt qu'aux compagnies aériennes. La Nouvelle-Zélande laisse aux transports aériens intérieurs un délai de grâce de deux ans avant leur intégration dans le système.

Aux États-Unis, la proposition de loi Waxman-Markey votée à une courte majorité à la Chambre va bientôt être examinée au Sénat. Cette loi vise à instaurer un système de plafonnement et d'échange applicable aux seules sources d'émission terrestres et reporte à 2013 l'application de normes plus strictes aux nouveaux avions.

La mise en place d'un système d'échange de quotas d'émission des moteurs d'avion est à l'étude depuis les années 90 au niveau tant mondial que régional. Le comité CAEP de l'OACI évoqué ci-dessus a réfléchi intensément à la faisabilité d'un système international, mais les réticences des États-Unis et d'autres problèmes donnent à penser qu'un tel système a peu de chances d'être mis en place à l'échelle mondiale dans un avenir prévisible.

L'Europe, qui accordait précédemment la préférence à la taxation des émissions (Commission Européenne, 1999), voit maintenant dans l'échange de quotas d'émission le meilleur moyen de faire avancer les choses et il est aujourd'hui presque certain qu'un système européen s'appliquera au transport aérien à partir de 2012. La Commission Européenne avait publié en 2002 une étude sur les incitants économiques à la réduction des émissions de gaz à effet de serre produites par le transport aérien (CE Delft, 2002) dans laquelle l'analyse se limitait à deux options, à savoir les redevances environnementales et l'incitant type à l'amélioration des performances, un mécanisme fondé sur les émissions par unité produite qui n'a rien à voir avec l'attribution ou l'échange des quotas. La Commission a, dans une étude ultérieure, conclu que le mieux qu'il y ait à faire pour atteindre ses objectifs était :

- d'échanger des quotas d'émission ; et
- de taxer les émissions.

Ces deux mécanismes sont des instruments économiques destinés à internaliser le coût des changements climatiques, mais ils pourraient aussi être structurés de façon à générer une réduction égale des émissions (Commission Européenne, 2005).

Le Service d'audit, d'évaluation et d'enquête du Congrès américain (2009) avance que la taxation des émissions est un instrument économique de réduction des émissions de gaz à effet de serre plus efficace que d'autres, notamment les systèmes de plafonnement et d'échange, parce qu'il établit un meilleur équilibre entre les coûts et les avantages sociaux de la réduction des émissions. Le taux de taxation et le plafond doivent toutefois être fixés au niveau approprié et la taxation de l'aviation doit être internationale. Un système d'échange de droits d'émission peut aussi réduire les émissions en

minimisant les coûts et l'impact sur le PIB. Le plafond peut toutefois, tout comme le taux de taxation, être fixé à un niveau inapproprié, auquel cas la perte d'efficience est plus forte que celle qu'entraîne la fixation du taux de taxation à un niveau inapproprié (Stern, 2006). Les entités telles que les centrales au charbon pour lesquelles la réduction est moins coûteuse vendront des quotas à celles dont les coûts marginaux sociaux sont beaucoup plus élevés, par exemple les compagnies aériennes. Le transport aérien a déjà exploité, étant donné qu'il ne peut utiliser que du kérosène cher, bon nombre des moyens les moins coûteux de réduction des émissions et sera donc vraisemblablement contraint d'acheter ailleurs des droits d'émission pour pouvoir se développer. Ce simple fait démontre combien il importe d'appliquer au transport aérien un système de libre échange des droits d'émission.

Dans une étude de 2005 réalisée pour la Commission Européenne, CE Delft se penche sur les modifications à apporter à la Directive 2003/87/CE pour résoudre le problème de l'impact du transport aérien sur les changements climatiques par le biais de l'échange de quotas d'émission. Il y avance que le système devrait pour bien faire s'appuyer sur les opérateurs d'avions et les quotas être alloués au niveau de l'Union Européenne plutôt que de ses États membres et qu'il serait préférable de limiter le système au CO_2, dans un premier temps du moins. Il s'y penche en outre sur la faisabilité de la limitation du champ d'application aux vols intracommunautaires ainsi que de son extension à tous vols à destination ou en provenance d'aéroports communautaires. Ces réflexions forment, avec diverses recommandations importantes formulées dans l'étude, la base du système adopté.

CE Delft estime dans cette même étude que la vente aux enchères est la méthode d'attribution des quotas la plus intéressante, parce qu'elle est la plus efficiente, met les nouveaux entrants et les compagnies en place sur un pied d'égalité, favorise les compagnies qui n'attendent pas pour agir et réduit le volume des données à rassembler par les autorités responsables. Elle impose toutefois une charge financière plus lourde aux entreprises du secteur. CE Delft fait du parangonnage son optimum de second rang et du respect servile des droits acquis sa solution la moins intéressante, bien que l'un comme l'autre puisse se combiner avec l'autre méthode.

3. ÉCHANGE DES DROITS D'ÉMISSION ET TRANSPORT AÉRIEN

3.1. Fondements de l'application du système communautaire d'échange de quotas d'émission au transport aérien

Dans la foulée des recommandations formulées à Kyoto, le Comité de la protection de l'environnement en aviation de l'OACI a analysé et évalué plusieurs mécanismes de réduction des émissions du transport aérien, dont notamment les systèmes d'échange de droits d'émission. Son analyse l'a amené à conclure que la taxation du carburant était irréalisable et à recommander la mise en œuvre de systèmes régionaux d'échange de droits d'émission (sous réserve d'accord des pays tiers). Comme rien ne semblait donc réalisable à l'échelle mondiale, l'Union Européenne a choisi d'intégrer le transport aérien dans le champ d'application du système d'échange de quotas d'émission qui s'appliquait depuis 2005 aux autres sources terrestres de pollution.

La Directive « aérienne » de l'Union Européenne a finalement été publiée en janvier 2009 et devrait avoir été transposée dans les droits nationaux avant la fin de cette même année (Conseil et Parlement Européen, 2009). Ses principales dispositions peuvent se résumer comme suit :

- Intégration de l'aviation dans le système existant d'échanges de quotas d'émission de gaz à effet de serre.
- Entrée en application en 2012.
- Extension à tous les vols au départ ou à destination d'un aéroport communautaire.
- Non-application aux petits avions, aux avions militaires, aux vols d'entraînement et de sauvetage.
- Prise en considération du seul CO_2.
- Plafond fixé au niveau de la moyenne des émissions enregistrées en 2004, 2005 et 2006.
- Réduction du plafond à 97 pour cent pour l'année 2012 et à 95 pour cent pour les années 2013 à 2020.
- Allocation des quotas par parangonnage.
- Mise aux enchères de 15 pour cent des quotas.
- Délivrance à titre gratuit de quotas aux compagnies débutantes (qui n'exercent pas d'activités avant 2010) ainsi qu'à celles dont les tonnes-kilomètre payantes (TKP) augmentent de plus de 18 pour cent par an.

Certains points restent encore à finaliser, notamment la méthode de vente aux enchères et la fraction des quotas à mettre aux enchères au fil des années. Le plafond (de base) pour les années 2004 à 2006 sera publié vers la fin de 2009 et les quotas effectivement attribués aux compagnies ne pourront être définis qu'au moment où leurs TKP de 2010 seront connues.

Entre la publication de la première proposition de la Commission Européenne (2006) et l'adoption de la Directive se situe une période d'intense lobbying et d'étude au cours de laquelle le Parlement Européen a vu son rôle se renforcer et pu ainsi imprimer sa marque sur le texte final. Le Parlement a ainsi proposé de ramener à 90 pour cent le plafonnement à 100 pour cent prôné au départ par la Commission Européenne et d'intégrer tous les vols (plutôt que les seuls vols intracommunautaires) dans le système à partir de 2011. Le Groupe des Verts au Parlement Européen réclamait la mise aux enchères de la totalité des quotas, mais le Parlement s'est finalement mis d'accord sur un taux de 25 pour cent. Cette variable cruciale, chiffrée au départ à 15 pour cent pour 2012, restait ouverte pour les années 2013 à 2020, pour lesquelles elle allait sans doute être fixée en tenant compte du traitement réservé à d'autres branches d'activité. Étant donné l'état de l'économie en général, et du secteur aérien en particulier, il ne serait guère étonnant que le taux de mise aux enchères reste quasiment inchangé.

Si l'on prend British Airways comme exemple, 85 pour cent des quelque 16 millions de tonnes de CO_2 produites par ses avions de 2004 à 2006 vaudraient, à un prix de 40 euros par tonne, 544 millions d'euros, ce qui représente 16 euros en moyenne pour chacun de ses passagers dont bon nombre empruntent des vols à longue distance. Cette allocation de quotas à titre gratuit pourrait exercer un effet quelque peu dissuasif sur les nouveaux entrants, mais un fonds sera créé pour ces nouveaux entrants ainsi que pour les compagnies qui progressent de plus de 18 pour cent par an. La Directive dispose que 3 pour cent de l'ensemble des quotas alloués seront réservés à ces compagnies, sans

toutefois que le quota alloué puisse excéder 1 million par compagnie. Étant donné qu'il n'y aura vraisemblablement pas de compagnies susceptibles de vivre une croissance aussi rapide, la totalité ou la plus grande partie de cette réserve ira aux nouveaux entrants dont le trafic ne devra pas dépasser, en fonction de leur programme d'activité et de la longueur des vols opérés, 2 à 5 millions de passagers par an.

3.2. Parangonnage

Les compagnies aériennes peuvent se voir allouer des quotas à titre gratuit, soit sur la base des émissions qu'elles ont produites pendant une ou des années de référence, soit en récompense des efforts qu'elles ont déjà accomplis, sous la forme d'investissements ou d'améliorations de leur mode de fonctionnement, pour réduire leurs émissions. La deuxième formule, celle du parangonnage, pénalise les compagnies moins efficientes que la « moyenne » et privilégie celles qui le sont plus. Cette « moyenne » peut se formuler de plusieurs manières différentes.

Un parangonnage fondé sur un volume de trafic plutôt que des capacités avantage les compagnies qui ont déjà des avions plus efficients ainsi que les compagnies dont l'efficience l'emporte sur celle de leurs concurrents. Elle a donc la faveur des compagnies qui, telles les compagnies bon marché, affichent des taux de remplissage élevés (Frontier Economics, 2006).

Le parangonnage implique le chiffrage d'un indicateur clé de l'efficience, par exemple le nombre de TKP par tonne de CO_2, la fixation du volume maximal global de CO_2 et l'allocation des quotas d'émission de CO_2 sur la base de la proportion des TKP imputable à chaque compagnie. L'application du système communautaire d'échange de quotas d'émission à l'aviation se schématise comme suit :

$$RTK_{total} = \sum_{i=1}^{n} RTK_i \tag{1}$$

$$E_{total} = \sum_{i=1}^{n} E_i \tag{2}$$

$$A_i = \frac{(E_{total})}{RTK_{total}} * RTK_i \tag{3}$$

n = nombre de compagnies participantes

RTK_{total} = nombre total de TKP enregistré par les compagnies participantes pendant l'année de référence (2010)

RTK_i = nombre de TKP réalisées par la compagnie i en 2010

E_{total} = émissions produites par toutes les compagnies pendant la période de référence 2004-2006 (moyenne)

E_i = émissions produites par la compagnie i pendant la période de référence multipliées par 97 pour cent (moins les quantités réservées aux nouveaux entrants et aux compagnies en croissance rapide) la première année et 95 pour cent les années suivantes

A_i = quotas d'émission alloués aux différentes compagnies pendant chacune des années 2012 à 2020.

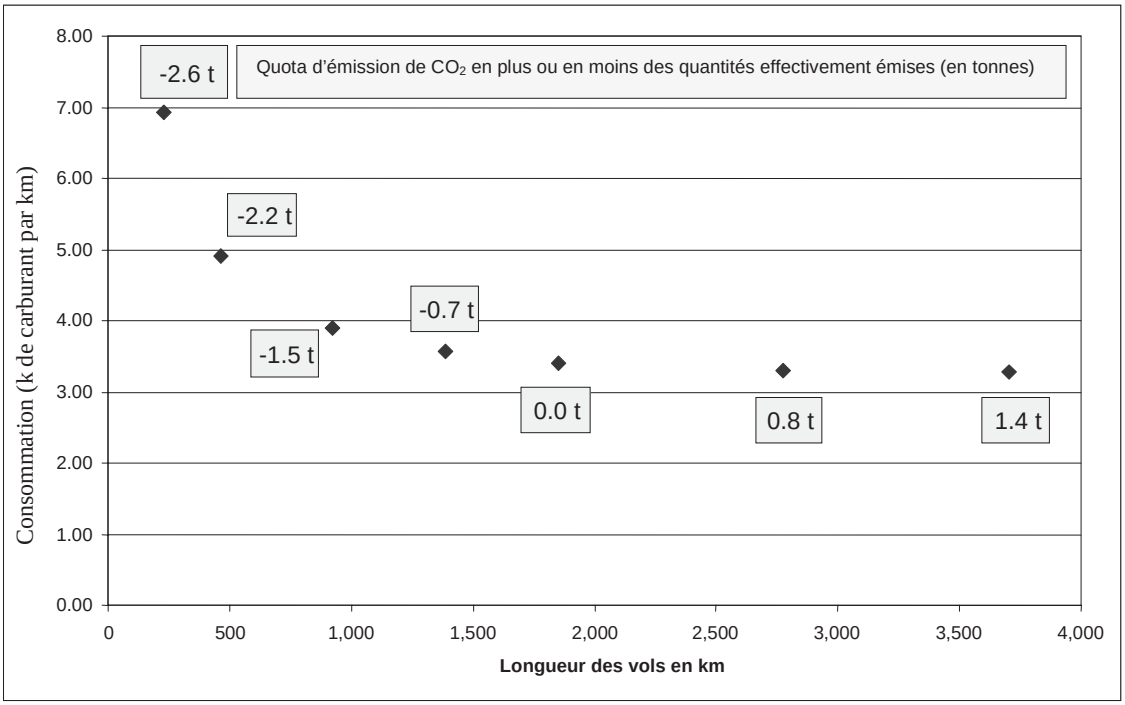
Cette formule pénalise moins les compagnies qui affichent des taux de remplissage élevés et assurent des vols à longue distance et pénalise davantage celles qui desservent des lignes courtes, à moins que, comme Sentance et Pulles (2005) l'avancent, les passagers ne soient dans ce cas tentés d'opter pour des modes de transport moins polluants tels que le rail. D'autres modes de parangonnage pourraient, au prix toutefois d'une complexité accrue, remédier à ce genre de distorsion (Morrell, 2007). Faber *et al.* (2007) analysent d'autres formes de distorsion.

La Figure 1 montre, à titre d'exemple, ce que pourraient être les quotas en cas d'utilisation de la méthode de parangonnage proposée par le système d'échange de l'Union Européenne. La consommation moyenne utilisée comme critère d'allocation (en partant de l'hypothèse que les émissions des années de base et de référence sont identiques) porte sans doute la marque du long courrier, puisque les lignes à destination et en provenance de pays hors Union Européenne sont également prises en compte. En se fondant sur une moyenne de 1 000 nm ou 1 852 kilomètres, les opérateurs d'avions de catégorie identique pourraient obtenir gratuitement un quota d'émission de CO_2 valable pour 1.4 tonne de plus que le tonnage effectivement émis sur les distances supérieures à la moyenne ou pour 2.6 tonnes de moins que la quantité émise. Le même genre de calcul pourrait s'effectuer pour les avions les plus modernes de cette taille (B737-700) et les Airbus comparables (famille des A320). Il convient d'ajouter qu'il n'existe à l'heure actuelle pas d'avions moins gourmands en carburant adaptés aux lignes enregistrant cette densité de trafic.

Si les déficits sont monétarisés au prix de 40 euros par tonne de CO_2, le surcoût supporté par l'opérateur de vols de 230 kilomètres de long s'élèverait à 103 euros par vol, soit moins d'un euro par passager.

L'utilisation des TKP plutôt que des TKM pourrait privilégier les compagnies bon marché au détriment des autres. Les compagnies bon marché donneront la préférence aux TKP, parce qu'elles leur attribuent une fraction des TKP totales prises comme référence pour l'allocation des quotas plus grande qu'aux compagnies régulières dont le taux de remplissage est plus faible. Le coût du quota supplémentaire requis par les compagnies bon marché représenterait toutefois une fraction plus importante du prix moyen de leurs billets. Les compagnies régulières auraient par ailleurs moins de passagers sur lesquels répercuter le coût, mais plus de passagers moins sensibles au prix, et le coût représenterait donc une moindre fraction du prix moyen de leurs billets. Les compagnies régulières offrent moins de sièges et se satisfont d'un taux de remplissage plus faible pour attirer des passagers plus rémunérateurs (moins sensibles au prix).

Figure 1. **Impact du parangonnage sur un vol de B737-400 parcourant une distance moyenne hypothétique de 1 850 kilomètres**



3.3. Distorsions induites par le système communautaire d'échange de quotas d'émission

Les marchés du transport aérien sont, surtout pour les longues distances, souvent desservis sous la forme de vols avec escales. Ils ne peuvent en effet pas toujours être desservis par des vols directs, alors même que ces vols directs peuvent présenter des avantages en termes, entre autres, de prix, d'horaires et d'accès aux programmes de fidélisation de la clientèle. La compagnie communautaire Finnair (Ihamäki, 2009) cite en exemple le marché New York/Delhi :

- New York–Helsinki–Delhi (11 821 kilomètres), ligne desservie par Finnair
- New York–Dubaï–Delhi (13 229 kilomètres), ligne desservie par Emirates Airlines

Les deux compagnies ne proposent pas de vols directs sur ces deux lignes. Le parcours des deux tronçons de la ligne Finnair engendre l'émission de quelque 294 tonnes de CO_2, tandis que les deux vols Emirates en engendrent 326 tonnes. Finnair devrait engager une fraction correspondante du quota qui lui est alloué par le système communautaire d'échange de quotas d'émission, alors que les deux vols Emirates n'entrent pas dans le champ d'application de ce système. A 40 euros par tonne de CO_2, Finnair doit payer 11 740 euros, soit 43 euros par passager.

Il convient de souligner que les tronçons qui composent la ligne New York–Delhi de Finnair ont une longueur plus intéressante sur le plan de la consommation. La quantité de carburant consommée par kilomètre parcouru diminue normalement à mesure que le vol s'allonge et tant qu'il ne dépasse pas les 4 000 à 6 000 kilomètres, distance au-delà de laquelle elle recommence à augmenter du fait que l'emport nécessaire de plus grandes quantités de carburant amène à en consommer davantage (Peeters *et al.,* 2005). L'effet est plus net à l'extrémité inférieure de cette plage de distances sur les vols à très

haut taux de remplissage (fréquents de nos jours). D'aucuns ont calculé que l'opération de vols directs sur cette relation ferait augmenter la quantité totale de carburant consommée de 4 pour cent, même s'il est tenu compte de l'atterrissage et du décollage à l'escale (Green, 2002)[1]. Dans l'exemple évoqué ci-dessus, la quantité de CO_2 émise augmenterait de ce fait de 13 tonnes (+ 4 pour cent), le reste étant dû à l'allongement de la distance parcourue (+ 1 408 kilomètres).

Les Emirates Airlines vont par ailleurs consommer, pour parcourir leur ligne « buissonnière », 32.2 tonnes (3 292 gallons US) de carburéacteur supplémentaires qui leur coûteront, au prix élevé de 4 USD par gallon de la mi-2008, 13 168 USD au total ou 48 USD (34 euros) par passager. Le surcoût dont le système communautaire d'échange de quotas d'émission grève Finnair est donc contrebalancé dans une certaine mesure par le coût du surcroît de carburant consommé par les Emirates, si son prix se maintient au niveau élevé atteint en 2008. D'autres coûts variant en fonction de la durée du vol, tels que les coûts d'entretien des avions et des moteurs, seront aussi plus élevés pour les Emirates.

Il serait possible aussi, et sans doute plus normal, de situer l'aéroport qui accueille le trafic relevant de la sixième liberté dans la partie orientale de l'Union Européenne plutôt que (comme dans l'exemple) dans sa partie centrale. L'aéroport ferait partie de ces aéroports-pivots qui, comme Dubaï, Mumbai, Singapour et Bangkok, peuvent attirer du trafic entre l'Union Européenne et l'Australie, l'Extrême-Orient et, dans une moindre mesure, l'Afrique. Une route qui n'implique pas de long allongement des vols est celle qui relie Londres à Singapour :

- Londres–Singapour (10 851 kilomètres) : en vol British Airways direct ;
- Londres–Dubaï–Singapour (11 304 kilomètres) : vol Emirates Airlines transitant par leur aéroport pivot.

Le B747-400 des Emirates Airlines émet 415 tonnes de CO_2 en parcourant les deux tronçons de la ligne, tandis que celui des British Airways en émet 387. Les Emirates Airlines ne doivent puiser dans leur quota que pour la première partie du trajet qui relève du système communautaire d'échange de quotas d'émission, tandis que British Airways devra imputer les 387 tonnes de CO_2 sur son quota, parce que tout son vol relève du système communautaire. A 40 euros par tonne de CO_2, le système communautaire obligera chaque passager des Emirates, d'une part, et de British Airways, d'autre part, à payer une redevance de respectivement 24 et 43 euros[2]. L'appareil des Emirates consomme 8.9 tonnes de carburant en plus, ce qui annule presque entièrement la différence entre les deux compagnies si le carburéacteur coûte 4 USD par gallon (le coût de cette « sur »consommation se chiffre à 32 USD, soit 23 euros, par passager). Le vol direct est dans ce cas le mode d'exploitation le plus économe en carburant.

Les lignes de grande longueur, notamment celles qui relient l'Union Européenne à l'Australie, pourraient privilégier encore davantage les compagnies de sixième liberté installées hors de l'Union Européenne. Aucune compagnie ne peut toutefois proposer des vols directs sur de telles lignes et l'équation dépend dans une large mesure de l'applicabilité (qui semble aujourd'hui acquise) du système communautaire d'échange de quotas d'émission au premier tronçon parcouru au départ de l'Union Européenne.

Il est permis de se demander si les compagnies communautaires ne pourraient pas surmonter ce handicap en utilisant des aéroports-pivots situés en dehors de l'Union Européenne. Il leur est à l'heure actuelle très difficile d'installer des aéroports-pivots en dehors de l'Union Européenne, parce que les accords de trafic aérien conclus avec des pays tiers ne leur confèrent pas les droits de trafic nécessaires. La plupart des grandes compagnies régulières sont membres d'alliances stratégiques et pourraient donc utiliser de tels aéroports en concluant des accords de partage des codes ou créant des entreprises communes.

Le propos peut s'illustrer par la relation Hambourg–Los Angeles que la Lufthansa dessert aujourd'hui en passant pas son terminal de Francfort. Les vols s'effectuent donc en deux parties, mais peuvent bénéficier des économies d'échelle réalisables en combinant cette relation à d'autres relations passant par Francfort (telles que Berlin–Los Angeles ou Brême–Los Angeles). Un vol Hambourg-Los Angeles direct ne trouve pas de réservoir de passagers très fourni aux deux extrémités de la ligne et a peu de chances d'être rentable. Le vol direct ne pourrait améliorer que marginalement sa viabilité relative en échappant à une partie du coût de la mobilisation du quota induite par l'application du système communautaire d'échange de quotas d'émission du fait qu'il évite un décollage et un atterrissage.

La Lufthansa pourrait organiser avec United Airlines, son principal partenaire américain, un service commun sur, par exemple, Hambourg–Washington DC–Los Angeles dont elle exploiterait elle-même le premier tronçon (relevant du système communautaire d'échange de quotas d'émission) et laisserait le second (échappant à ce système) à United Airlines qui l'exploiterait sous le couvert de son propre code. Le vol Washington DC–Hambourg pourrait être effectué par un avion dont la consommation pourrait passer pour raisonnable, puisqu'il serait alimenté par du trafic Amérique-Hambourg, un trafic que United Airlines peut cependant déjà assurer en échappant au système communautaire d'échange de quotas d'émission et sans avoir besoin de la Lufthansa. Comme la Lufthansa ne pourra pas apporter grand-chose comme trafic au départ de Hambourg, United Airlines ne tirera pas grand profit d'une collaboration avec la compagnie communautaire.

Les compagnies communautaires ne tireraient, tout bien considéré, guère de profit d'un glissement vers des aéroports-pivots extracommunautaires exploités par des compagnies partenaires parce que l'incitant financier net est faible. Elles affaibliraient ainsi leur position stratégique et réduiraient le nombre de vols long-courriers rentables qu'elles peuvent assurer tout en ne réalisant que des économies d'alliance limitées. L'Union Européenne ne réaliserait par ailleurs que des avancées environnementales négligeables, au prix de retombées diplomatiques sérieuses, en voulant taxer les vols extracommunautaires prolongeant des vols effectués au départ ou à destination d'aéroports communautaires.

Étant donné, enfin, que le chemin de fer ne relève pas du système communautaire d'échange de quotas d'émission, il pourrait y avoir distorsion de la concurrence entre l'avion et le rail, dans sa composante plus particulièrement de la grande vitesse ferroviaire (en plus de celle que génèrent d'autres taxes ou aides). Cet impact n'a pas encore fait l'objet de beaucoup de recherche, mais une étude récente de l'incidence de la taxe nationale néerlandaise de 11.25 euros ajoutée au prix des billets d'avion achetés par des passagers européens conclut que l'effet de transfert vers la voiture ou le train est minime (Jorritsma, 2009). Cette taxe a maintenant été supprimée.

4. APPLICATION DU SYSTÈME COMMUNAUTAIRE D'ÉCHANGE DE QUOTAS D'ÉMISSION À L'AVIATION

4.1 Coût des quotas

Le coût final d'acquisition des quotas nécessaires pour la première année de mise en œuvre du système ne sera pas connu avant la fin de 2012, date à laquelle les compagnies auront pour la dernière fois pu les acheter sur le marché. L'allocation initiale à titre gratuit ne pourra pas non plus être estimée avant que les TKP de 2010 ne soient connues.

Le Tableau 1 illustre l'impact que le coût des quotas alloués dans le cadre du système communautaire peut avoir sur les tarifs aériens et les profits. Les premières études réalisées partent de l'hypothèse que le système ne s'appliquera qu'aux seuls vols effectués au départ d'aéroports communautaires. Même si le coût des quotas est intégralement compensé, l'impact ne devrait vraisemblablement pas excéder 5 euros par passager sur les vols intracommunautaires, si le CO_2 est payé au prix relativement élevé actuellement pratiqué sur le marché. Les passagers longue distance paieraient jusqu'à 40 euros dans de telles circonstances, mais aucune partie du coût n'est imputée aux chargeurs de marchandises (cf. ci-après).

La Commission Européenne estime qu'avec un prix de quota de 30 euros, cette augmentation du prix des billets est modeste et que cette conclusion est confirmée par la très faible contraction de la demande prévisible (Commission Européenne, 2006).

Les prix des quotas retenus pour effectuer les calculs sont inférés des prix pratiqués antérieurement sur le marché. Certains spécialistes avancent toutefois que le transport aérien sera, eu égard à son taux de croissance et à la marginalité de son coût de réduction des émissions, un acheteur de quotas. Ce fait pourrait, en se combinant avec un renforcement du régime auquel les sources terrestres d'émissions sont soumises, faire grimper le prix de marché du CO_2 nettement au-delà des 30 à 40 euros évoqués ci-dessus. Le consultant Green Aviation table sur des prix de 30 à 50 euros à l'horizon 2012–2013[3]. Les compagnies aériennes peuvent acheter des droits d'émission de CO_2 bien avant la première année au cours de laquelle elles devront trouver des quotas pour leurs propres émissions (2012). Ces échanges ne se feront donc pas sans perdants et gagnants. Les prix auxquels les quotas européens d'émissions aériennes seront vendus aux enchères n'excéderont vraisemblablement pas les prix de marché ou de vente à terme des quotas européens d'émission, parce que ces quotas d'émissions aériennes ne sont utilisables que par d'autres compagnies aériennes.

Tableau 1. **Synthèse des études antérieures de l'impact de l'application du système communautaire d'échange de quotas à l'aviation**

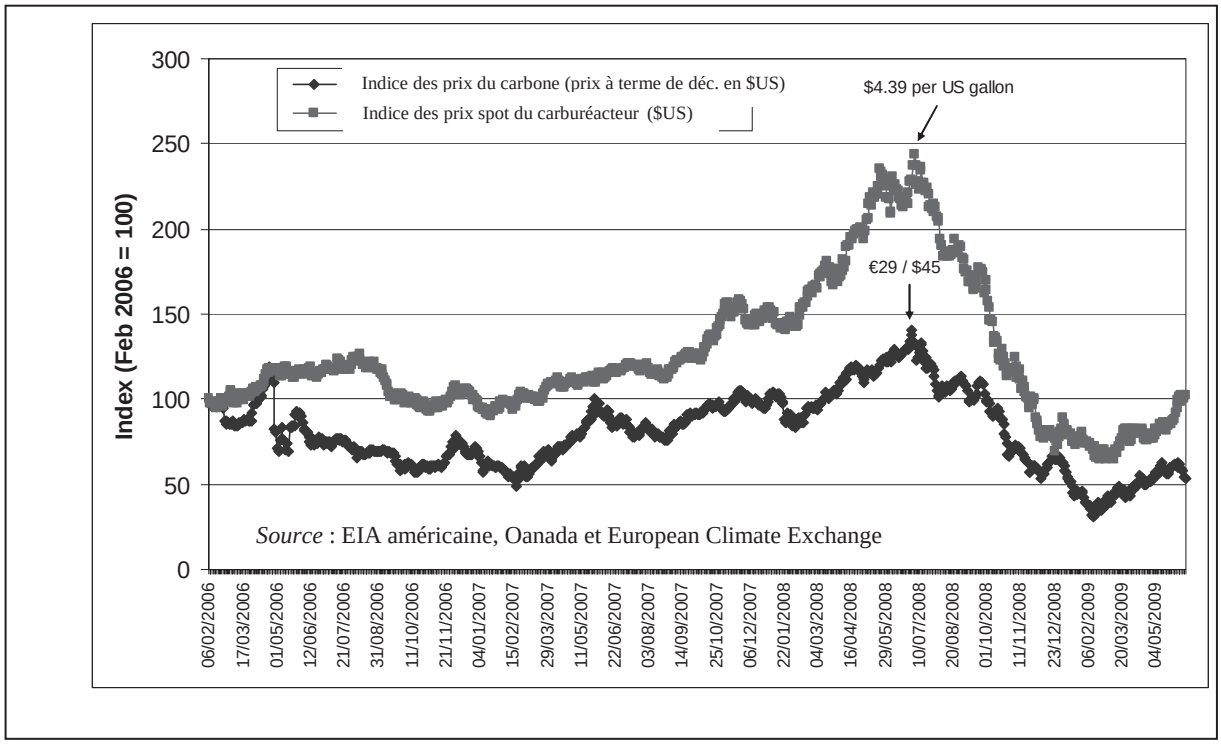
	Court-courrier	Moyen-courrier	Long-courrier
Commission Européenne (2006)[1]			
Impact, en €, sur le prix du billet AR			
Prix du quota : 6 € par tonne	0.90	1.80	7.90
Prix du quota : 30 € par tonne	4.60	9.00	39.60
CE Delft (2005)[1]			
Impact, en €, sur le prix du billet AR[2]			
Prix du quota : 10 € par tonne	0.20	0.40	1.00
Prix du quota : 30 € par tonne	0.70	1.30	2.90
Ernst & Young - York Aviation (2007)			
Impact, en €, sur le prix du billet AR	Bas prix		
Prix du quota : 30 € par tonne	0.80		
Prix moyen, en €, du billet aller	47.44		
Augmentation moyenne du prix du billet	1.7 %		
Évolution de la demande (élasticité -1.5)	-2.6 %		
UK Defra (2008)			
Impact sur le profit des compagnies			
Élasticité – prix 1.1 – 1.3	8 – 18 %		9 - 20 %
Élasticité – prix 0.6 – 0.7			15 – 20 %
Frontier Economics for ALFAA (2006)			
Impact, en €, sur le prix du billet AR	Bas prix	Prix plein	
Prix du quota : 27 € par tonne	2.72		5% du prix moyen
Prix du quota : 40 € par tonne	4.00		8% du prix moyen
Évolution de la demande (élasticité -1.5)			
Prix du quota : 27 € par tonne	-7.5 %	-2.0 %	
Prix du quota : 40 € par tonne	-12.0 %	-3.0 %	
Merrill Lynch (2008)			
Impact, en €, sur le prix du billet AR	Bas prix	Prix plein	
Prix du quota : 30 € par tonne	1.54	3.52	

1. Application du système communautaire de quotas d'émission aux seuls vols partant d'aéroports communautaires.
2. En partant de l'hypothèse que la totalité (100 pour cent) du quota gratuit n'est pas valorisée et traduite en majoration des tarifs.

La Figure 2 montre que la corrélation entre les prix du pétrole et du carbone est assez étroite. Les producteurs d'électricité pèsent lourdement sur le prix de marché du carbone et utilisent, quand le pétrole coûte cher, du charbon « sale » pour lequel ils auront besoin de plus de quotas qu'ils devront sans doute acheter sur le marché. Les compagnies aériennes pourraient par conséquent devoir compter avec une volatilité accrue des coûts cumulés du carburant et des émissions produites par ce carburant, dont elles auront tempéré en partie l'incidence au moyen d'opérations de couverture à terme. Il convient de souligner que les prix du CO_2 indiqués ci-dessus sont ceux qui se pratiquent pour les quotas européens d'émission, des quotas utilisés par des producteurs terrestres d'émissions participant au système que les compagnies aériennes peuvent acheter sur le marché et utiliser. Les compagnies aériennes obtiennent des quotas européens d'émissions aériennes qu'elles sont seules à pouvoir

utiliser. Il y aura donc vraisemblablement un marché spot et un marché à terme pour les quotas européens d'émissions aériennes, mais les transactions et les liquidités y seront beaucoup moins importantes que sur les marchés des quotas européens d'émission et d'autres instruments.

Figure 2. **Prix spot du carburéacteur et prix à terme du carbone (EUA)**



La plupart des études évoquées ci-dessus concluent que pour les compagnies bon marché, l'impact sera plus faible par passager, mais plus sensible en termes de réduction relative du trafic. Ces études arrivent à cette conclusion en utilisant des élasticités similaires et en tenant compte du fait que le surcoût généré par les systèmes d'échange de droits d'émission représente une fraction plus importante du prix moyen des billets de ces compagnies (qui pourrait ne pas dépasser 40 à 50 euros).

Aucune de ces études ne répercute le coût de mobilisation du quota pour un vol sur les chargeurs de marchandises, alors même que ces marchandises représentent une partie appréciable de la charge utile des vols long-courriers. L'analyse de la Commission Européenne (fondée sur CE Delft, 2005) calcule ainsi que l'imputation des 9 422 euros à payer pour un vol long-courrier effectué par un B777-300 aux 235 passagers transportés (340 sièges occupés à 70 pour cent) donne 39.60 euros par passager avec un CO_2 à 30 euros (voir Tableau 1). Ces sommes devraient être doublées puisque le système communautaire s'applique à la fois aux décollages et atterrissages dans les aéroports de l'Union Européenne (ce qui n'affecterait que les vols entre aéroports communautaires et extracommunautaires). Le B777-300 peut toutefois transporter dans ses soutes jusqu'à 25 tonnes (en fonction de la densité du fret) représentant quelque 40 pour cent de sa charge utile. En imputant aux passagers 60 pour cent seulement, au lieu de 100 pour cent, des coûts générés par l'application des systèmes d'échange de droits d'émission, l'impact sur le prix du billet des passagers longue distance

se chiffrerait à 47 euros plutôt qu'à un peu moins de 79 euros. Ce surcoût doit être apprécié à la lumière des majorations pour hausse du prix du carburant qui, en juin 2008, sont montées au niveau record de 218 GBP (275 euros) pour un vol British Airways à longue distance de plus de neuf heures[4].

L'étude de Ernst & Young et York Aviation (2007), réalisée à la demande d'organisations représentatives de tous les milieux du transport aérien, conclut qu'une grande partie des coûts générés par les systèmes d'échange de droits d'émission devrait s'absorber sous la forme d'une réduction des bénéfices concrétisée par un resserrement de la marge d'exploitation des compagnies ramenée de 4 à 2.4 pour cent (à un prix du CO_2 de 30 euros par tonne) en cas de répercussion de quelque 35 pour cent des coûts sur les passagers. Les compagnies bon marché verraient leur marge revenir de 15 à 11.1 pour cent en répercutant 30 pour cent des coûts sur les passagers.

4.2. Impact sur les tarifs des compagnies aériennes

Les coûts dont le système communautaire d'échange de quotas d'émission grève les compagnies peuvent se traduire par une diminution des bénéfices, être répercutés sur les clients sous la forme d'une hausse des tarifs ou déboucher sur une combinaison de ces deux effets. Les compagnies pourraient par contre augmenter leurs bénéfices en compensant la valeur des quotas gratuits (coûts d'opportunité) ou plus que la totalité des coûts encourus. Les études antérieures ne précisent pas toujours si elles incluent ces coûts d'opportunité et il est donc posé en hypothèse qu'elles ne le font pas, sauf indication expresse du contraire.

L'inclusion de la redevance due en application du système d'échange de droits d'émission sous la forme d'une majoration clairement identifiée comme celle du prix du billet pourrait être avantageuse en termes de marketing, parce qu'elle apporterait à certains passagers l'assurance que le pollueur paie (et permettrait à la compagnie d'abandonner son mécanisme de compensation volontaire). Les compagnies extracommunautaires reçoivent dans ce cas un signal plus clair de leurs concurrents et peuvent inclure une redevance similaire en réduisant proportionnellement le prix du billet auquel elle s'ajoute[5].

L'étude d'évaluation de l'impact réalisée par la Commission Européenne considère que les compagnies pourraient compenser la totalité du coût des quotas. Elle fonde cette conclusion sur les hypothèses suivantes de CE Delft (2005) :

- Tous les surcoûts générés par les systèmes d'échange de droits d'émission sont répercutés sur les marchés où ces systèmes s'appliquent.

- Il n'y a pas de péréquation entre les services qui relèvent d'un système d'échange de permis d'émission et ceux qui n'en relèvent pas, parce qu'une telle péréquation conduirait à relever les tarifs sur les marchés qui ne relèvent pas d'un tel système pour compenser les réductions décidées sur ceux qui en relèvent. L'augmentation éventuelle des bénéfices doit rester sans rapport avec le système communautaire d'échange de quotas d'émission.

- En l'absence de données empiriques relatives à la prise en compte ou non-prise en compte des coûts d'opportunité, leur évaluation se fonde sur les deux termes de l'alternative.

IATA (2007) considère que 75 pour cent du coût des quotas seront compensés par une augmentation des tarifs ou la perception d'un supplément CO_2. Merrill Lynch pense que les opérateurs répercuteront la plus grande partie possible du coût des quotas d'émission sur les clients.

UK Defra (2007) estime que le taux de compensation des coûts sera proche des 100 pour cent, mais variera sans doute quelque peu, la plupart du temps de 90 à 120 pour cent, d'un sous-marché aérien à l'autre. Ces conclusions se fondent sur une analyse en grande mesure théorique réalisée par le bureau de consultants Vivid Economics qui fait entrer en ligne de compte la nature de la demande, la concurrence et le degré de propension des compagnies à maximiser leur profit, leur part de marché ou leurs ventes.

Certaines études font une différence entre les vols au départ/à destination d'aéroports encombrés pour lesquels les coûts ne sont pas compensés et les vols au départ/à destination des autres aéroports où tous les coûts seront ajoutés au prix des billets (Oxera, 2003). Frontier Economics (2006) avance que l'impact ne sera pas le même sur les compagnies bon marché et les compagnies régulières en ce sens que les compagnies bon marché ne vont pas compenser tous les surcoûts liés aux systèmes d'échange de permis d'émission par une hausse des tarifs, parce que l'impact de ces systèmes sur les tarifs aériens pratiqués sur les différents marchés dépend dans la pratique de l'élasticité de la demande (et de l'offre) sur le marché en cause. Frontier Economics a calculé que si l'élasticité de la demande était de -0.8 pour les vols court et moyen-courriers des compagnies régulières et de -1.5 pour les compagnies bon marché, la compensation intégrale des 4 euros par passager que coûtent les quotas d'émission ferait reculer la demande de 2 à 3 pour cent pour les compagnies régulières et de 7.5 à 12 pour cent pour les compagnies bon marché. Les compagnies régulières pourraient compenser la totalité des 4 euros par passager sans dommage pour leurs recettes, mais les compagnies bon marché pourraient y perdre 2.5 à 4 pour cent de leurs recettes. Frontier Economics ne prête pas attention dans son analyse aux passagers plus sensibles à l'élasticité des prix transportés par des compagnies telles que British Airways (une grande partie de ses passagers ordinaires de loisirs qui représentaient 58 pour cent de son trafic total en 2007[6]), ni aux passagers moins sensibles aux prix des compagnies bon marché (par exemple les propriétaires étrangers de biens immobiliers).

D'autres études, plus réalistes, partent du principe que les coûts générés par les systèmes d'échange de permis d'émission seront compensés sur certains marchés ou segments de marché. Cette péréquation est le fait de compagnies qui utilisent les gains réalisés sur un marché ou segment de marché où elles occupent une position de force pour soutenir les prix peu élevés qu'elles pratiquent sur d'autres marchés ou segments de marché où la concurrence est plus forte. Les marchés se définissent généralement par paires de villes ou d'aéroports, mais pourraient aussi se composer des différentes catégories de passagers (segments de marché) qui voyagent entre les deux villes d'une même paire et se trouvent souvent rassemblés en passagers de la classe affaires, d'une part, et de la classe économique, d'autre part. Le fret est un autre segment du marché souvent passé sous silence.

Il est souvent dit que les passagers de la classe affaires ne sont pas sensibles à l'élasticité des prix et que les passagers de la classe économique le sont, mais il y a dans chaque catégorie des sous-catégories qui se comportent différemment. Il serait donc permis de s'attendre à ce qu'un relèvement des tarifs de la classe affaires accompagné d'une baisse des tarifs de la classe économique fasse augmenter les recettes, toutes autres choses étant égales par ailleurs. D'aucuns considèrent que cette possibilité a été pleinement exploitée et que les passagers de la classe affaires deviennent plus sensibles à l'élasticité des prix. Les compagnies aériennes tiennent aussi beaucoup à augmenter la proportion des passagers de la classe affaires sur les lignes exposées au jeu de la concurrence, parce qu'ils sont plus « rémunérateurs » (abstraction faite des passagers de première classe). Les compagnies européennes vont dans cette optique vraisemblablement accorder des réductions aux passagers de la classe affaires en transit (qui passent, à l'occasion d'une correspondance, sur un de leurs avions à leur aéroport-pivot), mais pas à ceux qui débarquent d'un vol direct ou embarquent pour un vol direct dans leur aéroport-pivot.

Dans le contexte du système communautaire d'échange de quotas d'émission, l'achat obligatoire de permis d'émission engendrera des surcoûts pour toutes les compagnies (communautaires et extracommunautaires) qui desservent les lignes en cause. Ces surcoûts vont dans un premier temps se traduire par un recul des profits. Toutes les compagnies pourraient répercuter ces surcoûts sur les passagers en relevant leurs tarifs comme elles l'on fait avec les coûts du carburant, mais pourraient préférer, sur des marchés très concurrentiels, les absorber sous la forme d'une contraction des profits ou réduire en compensation d'autres coûts (notamment les coûts de main-d'œuvre). Elles ont, soit dit en passant, beaucoup mieux réussi à réduire les coûts autres que de carburant quand les prix de ce carburant étaient très élevés. La contraction des profits débouche par ailleurs sur l'alourdissement des charges d'emprunt, l'effritement des possibilités d'investissement en achats d'appareils moins gourmands en carburant et l'émergence de produits plus compétitifs. Les compagnies communautaires seraient ainsi moins bien armées pour faire face à la concurrence future des compagnies extracommunautaires qui, non seulement digéreront beaucoup plus facilement leur perte de rentabilité parce que les marchés considérés ne leur procurent qu'une petite partie de leurs recettes totales, mais peuvent en outre répartir beaucoup plus facilement les coûts sur le reste de leur réseau.

Certaines études antérieures parlent de « maximisation du profit » et de « situation d'équilibre », mais il y a vraisemblablement là volonté de simplification excessive, parce que les compagnies aériennes réagissent dans la réalité à de nombreuses modifications de l'offre et de la demande à mesure que la date du départ de leur vol approche. Les compagnies cherchent à court terme à maximiser leurs recettes en maintenant leurs coûts à un niveau plus ou moins inchangé, ce qui revient à dire qu'il y a maximisation dynamique du profit à l'échelle du réseau. Les recettes tirées des différents marchés sont étalées sur plusieurs secteurs de telle sorte que la maximisation du profit ne peut se concevoir qu'à l'échelle du réseau. Les possibilités de subventionnement croisé, qui n'ont rien à voir avec les systèmes d'échange de permis d'émission, sont nombreuses (couverture du déficit des lignes court-courriers de rabattement par les bénéfices réalisés sur les lignes long-courriers).

Le segment du marché sans doute le plus directement visé est celui des passagers de la classe affaires, parce que les recettes marginales générées par la conquête de ces passagers excèdent de loin ses coûts marginaux. Le prix n'est toutefois qu'un des principaux déterminants du choix de ce type de déplacement généralement payé par une entreprise plutôt que par le passager même (Brons *et al.*, 2002). Au nombre des autres déterminants se rangent :

- les programmes de fidélisation de la clientèle ;
- les incitants visant les agents de société et les gestionnaires de la mobilité ;
- les caractéristiques du produit (horaires, niveau de service, fréquence, etc.).

Ces caractéristiques sont difficiles à ajuster à court terme et certaines compagnies peuvent jouir sur ce plan d'un net avantage déjà traduit en termes de part de marché et de rentabilité. Les deux premiers facteurs sont également très importants et procurent au transporteur du cru un avantage intrinsèque qu'un léger ajustement des prix ne semble guère pouvoir entamer (position de British Airways sur les marchés ayant le Royaume-Uni pour origine ou destination). Ceci s'applique aux ventes réalisées sur le marché intérieur et explique pourquoi les ventes de billets « affaires » dépendent beaucoup moins des deux premiers facteurs et sont plus faciles à réaliser sur les marchés adjacents (par exemple, vente en Allemagne de billets British Airways pour des vols en correspondance avec des vols long-courriers à destination ou au départ de Londres). Il s'ensuit que l'élasticité-prix croisée est relativement faible sur les marchés nationaux des vols directs et beaucoup plus forte sur les marchés à escales multiples (vols de rabattement vers un aéroport-pivot).

Il convient cependant de faire entrer les compagnies extracommunautaires également en ligne de compte. Ces compagnies vont essayer de se tailler une place au soleil sur le marché des vols directs à destination/en provenance des aéroports-pivots communautaires, mais ne pourront, pour les raisons évoquées ci-dessus, pas attirer beaucoup de ventes intérieures à elles. La compagnie nationale pourrait aussi défendre ses passagers directs de la classe affaires en imputant à d'autres segments de marché une plus large fraction des coûts afférents à l'application du système d'échange de permis d'émission à ces vols. Les compagnies extracommunautaires ont par ailleurs la faculté de soutenir financièrement tous leurs vols à escales effectués entre leur propre aéroport-pivot et les aéroports-pivots de l'Union Européenne ainsi que tous les vols directs vendus dans leur pays d'établissement, mais ce marché est sans doute très restreint (exemple : Dubaï et Singapour).

4.3. Élasticité-prix de la demande

Certaines études ont déjà cherché à évaluer l'impact des hausses de prix ou des coûts générés par les systèmes d'échange de permis d'émission sur la demande, mais certains chercheurs ont voulu aller plus loin et tenté d'évaluer l'impact sur l'offre et la rentabilité. L'élasticité-prix est déterminée dans les études antérieures par des techniques économétriques portant sur des périodes de temps assez longues faites de phases successives de croissance et de récession. Les estimations font la différence entre les voyages à finalités professionnelles, d'une part, et récréatives, d'autre part, parce qu'il semble normal de penser qu'ils réagissent différemment aux fluctuations de prix. Elles répartissent également souvent les passagers par catégorie (affaires, économique et première), une répartition qui donne une idée des motifs des déplacements qui ne sont pas recensés de façon régulière.

UK Defra (2007) relève les élasticités calculées dans les études antérieures, tandis que Brons *et al*. (2002) tirent d'une analyse de 37 études quelques conclusions importantes quant à l'impact de variables telles que le type de déplacement, la distance et le niveau de revenu sur l'estimation de l'élasticité. Ils ont ainsi constaté que la non-prise en compte des revenus amène à surestimer la sensibilité aux prix et cette conclusion semble confortée par le fait que les compagnies aériennes compensent la hausse du prix des carburants avec plus de rigueur en période de croissance économique soutenue.

Les données rassemblées par Brons *et al.* montrent que les vols long-courriers sont, comme on pouvait s'y attendre, moins sensibles aux prix parce que leurs substituts possibles sont peu nombreux. Defra (2007) avance par contre que rien ne prouve que les vols court et long-courriers ont une élasticité-prix différente.

D'aucuns, dont Defra, estiment que le traitement réservé aux passagers des compagnies bon marché doit différer de celui qui est réservé à ceux qui voyagent à des fins récréatives, mais Frontier Economics (2006) ne partage pas cet avis. Certaines compagnies bon marché transportent jusqu'à 20 pour cent de passagers voyageant à des fins professionnelles alors que les compagnies charters européennes n'en ont presque pas. Les vols bon marché diffèrent des vols court-courriers des compagnies régulières eux aussi empruntés par des passagers voyageant à des fins professionnelles, d'une part, et récréatives, d'autre part, par le fait que la compagnie bon marché na jamais qu'un seul tarif et ne peut donc pas moduler ses prix sur la base de l'inégalité des élasticités-prix mise en lumière par des études antérieures.

L'impact de la majoration des prix induite par les systèmes d'échange de permis d'émission sur la demande varie en fonction de l'élasticité-prix prise en compte dans les calculs. Cet impact a jusqu'ici toujours été estimé faible et insuffisant pour empêcher toute poursuite de l'augmentation des

émissions du transport aérien. Il est pour cette raison absolument nécessaire qu'un système d'échange ouvert permette au transport aérien de financer la réduction des émissions produites par des activités plus polluantes ou l'encourage à se convertir à des technologies alternatives. Anger *et al.* (2008) estiment que la compensation intégrale des quotas de l'aviation contribuerait à réduire ses émissions de 7.5 pour cent par rapport à ce qu'elles seraient sans système d'échange de permis d'émissions.

5. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

L'OACI n'ayant pas pu faire adopter un système mondial d'échange de permis d'émission applicable au transport aérien, l'Union Européenne s'est donné un système qui lui est propre. Ce système ne peut pas imposer la perception de taxes sur les émissions ou le carburant, parce que cela obligerait à renégocier des centaines d'accords aériens internationaux. Le premier système international d'échange de permis d'émission qui entrera donc en application en 2012 couvrira tous les vols effectués au départ ou à destination d'aéroports de l'Union Européenne. La majorité des dispositions d'application du système ont été publiées, mais n'ont pas encore été toutes transposées dans les droits nationaux des États membres. Il reste à décider si la proportion des quotas à mettre aux enchères va augmenter à partir de 2013 et, dans l'affirmative, à quel rythme cette augmentation doit s'opérer.

Il est aujourd'hui possible d'estimer valablement ce que la première année de mise en œuvre impliquera pour les compagnies bien que le volume total des émissions produites par les compagnies aériennes de 2004 à 2006 qui doit servir de référence n'ait pas encore été publié et que le volume de trafic nécessaire pour le parangonnage (2010) ne puisse qu'être pronostiqué.

La plupart des études de l'impact du système communautaire d'échange de quotas d'émission sur les compagnies annoncent une augmentation du coût par passager qui reste modeste, même si toute la valeur de leur quota est intégralement compensée. Ce surcoût est de loin inférieur à ce que coûte la hausse du prix des carburants et pourrait n'avoir qu'un impact limité sur la croissance du trafic aérien. Le taux de compensation de ces coûts et l'identité du segment de marché qui en supporte la charge dépendent de la position occupée par les compagnies dans le cycle de l'activité économique et de leur stratégie tarifaire. Comme beaucoup de compagnies mènent une politique tarifaire de réseau, le rapport entre les coûts et les recettes générées par le réseau a lui aussi son importance. Aucune étude antérieure, ou presque, n'envisage de répercussion des coûts liés aux systèmes d'échange de permis d'émission sur les chargeurs de fret, alors même que le fret peut représenter jusqu'à près de 40 pour cent de la charge utile des vols long-courriers.

Le coût de l'acquisition de quotas aériens ou ordinaires aux enchères ou sur le marché est généralement estimé en tenant compte du sens dans lequel les sources terrestres existantes d'émissions ont fait évoluer le marché. Le renforcement du régime applicable aux sources terrestres d'émissions et l'apparition des compagnies aériennes dans les rangs des acheteurs nets pourraient faire augmenter considérablement ce coût.

Le mode de compensation des coûts générés par les systèmes d'échange de permis d'émission pourrait s'inspirer de la solution adoptée pour la hausse du prix des carburants que les compagnies régulières ont compensée par perception d'un supplément distinct (plusieurs compagnies bon marché

l'ont par contre simplement intégrée dans leurs tarifs). La formule peut plaire à certains passagers en ce qu'elle leur apporte l'assurance que le pollueur paye (et aux compagnies parce qu'elle leur permet de jeter leur mécanisme de compensation volontaire aux oubliettes). Plusieurs études antérieures ont également analysé l'impact que des hausses éventuelles de prix pourraient avoir sur la demande. Comme il fallait s'y attendre, les calculs s'appuient sur un large éventail d'élasticités et les vues divergent quant à l'inégalité de l'impact sur le trafic de loisirs et le trafic d'affaires, les vols long et court-courriers et, enfin, les compagnies bon marché et les autres. Aucune étude ne traite du contexte économique dans lequel les compagnies aériennes se meuvent, ni de l'effet amplificateur que les surcoûts générés par les systèmes d'échange de permis d'émission exercent sur la volonté de réduction des coûts autres que le coût des carburants.

Un système d'allocation des quotas gratuits par voie de parangonnage ne peut que donner naissance à certaines distorsions et le système communautaire tend ainsi à privilégier les compagnies long-courriers et les compagnies bon marché. La couverture régionale du système communautaire pénalise les compagnies qui opèrent à partir d'aéroports-pivots communautaires et privilégie celles dont l'aéroport-pivot se situe en dehors de l'Union Européenne, mais cet impact n'est pas très important. Le coût du surcroît de carburant nécessaire pour effectuer des vols avec escale dans des aéroports-pivots extracommunautaires peut plus que contrebalancer le non-paiement du coût de mise en œuvre d'un système d'échange de permis d'émission et les compagnies communautaires peuvent commercialiser leur service concurrent en arguant de leur meilleur bilan écologique.

NOTES

1. L'économie serait beaucoup plus importante si les avions long-courriers étaient conçus pour un rayon d'action maximum de 7 500 kilomètres, parce que l'utilisation de structures plus légères en réduirait la masse.

2. Le calcul se fonde sur l'hypothèse que les deux B747-400 sont identiques et transportent 360 passagers.

3. Site *www.greenaviation.org* consulté le 24 juin 2009.

4. Communiqué de presse de British Airways du 29 mai 2008.

5. …comme cela avait été le cas avec les suppléments pour cause de hausse du coût du carburant.

6. British Investor Day 2008, *www.bashares.com*.

BIBLIOGRAPHIE

ACARE, 2002. Agenda stratégique de recherche, Volume 2: *The challenge of the environment*. octobre, *www.acare4europe.org*.

Anger, A., Allen, P., Rubin, J, Köhler, J., 2008. *Air Transport in the European Union Emissions Trading Scheme*. Étude pour le projet Omega, décembre.

Brons, M., Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. 2002. *Price elasticities of demand for passenger air travel: a meta-analysis*. Journal of Air Transport Management 2.

CE Delft, 2002. *Economic incentives to mitigate greenhouse gas emissions from air transport in Europe*. Étude réalisée pour la Commission Européenne, DG TREN, juillet.

CE Delft, 2005. *Giving wings to emission trading*. Étude réalisée pour la Commission Européenne, DG TREN, juillet, 51-122.

Commission Européenne, 1999. *Air transport and the environment: towards meeting the challenges of sustainable development*. COM(1999) 640 final, 1er décembre.

Commission Européenne, 2005. Document de travail SEC(2005) 1184, 27 septembre.

Commission Européenne, 2006. Document de travail SEC(2006) 1684, 20 décembre.

Ernst & Young, York Aviation, 2007. *Analysis of the EC proposal to include aviation activities in the Emissions Trading Scheme*. 1er juin

Faber, J., Vreede, G. et Lee, D., 2007. *The impacts of the use of different benchmarking methodologies on the initial allocation of Emissions Trading Scheme permits to airlines*. Final Report to DfT and the Environment Agency, Royaume-Uni, juillet.

Frontier Economics, 2006. *Economic consideration of extending the EU ETS to include aviation*. Report for ELFAA, mars, 67-74.

GAO, 2009. *Aviation and Climate Change*. Report to Congressional Committees. Service d'audit, d'évaluation et d'enquête du Congrès américain, GAO-09-554, juin.

Green, J.E., 2002. *The Aeronautical Journal 106*, février.

Ihamäki, K., 2009. *EU ETS: how ready are the airlines?* Presentation to GreenAviation Airline ETS Masterclass, Londres, 1er juin.

International Air Transport Association (IATA), 2007. *Financial impact of extending the EU ETS to airlines*. 9 janvier, *www.iata.org/economics*.

IATA (2009). *Fact sheet: Global sectoral approach to addressing aviation CO_2 emissions*. www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/emissions-approach.htm, site consulté le 23 juin 2009.

Jorritsma, P. (2009). *Substitution opportunities of High Speed Train for air transport*. Aerlines, www.aerlines.nl/ 28 juillet.

Mayeres, I., Ochelen, S., Proost, S., 1996. *The marginal external costs of urban transport*. Transportation Research Part 1D, 111-130.

Merrill Lynch, 2008. *Aviation in EU ETS; an incentive for efficiency*. 8 September.

Morrell, P., 2007. *An evaluation of possible EU air transport emissions trading scheme allocation methods*. Energy Policy 35, 5562-5570.

Morrell, P. Dray, L., 2009. *Environmental aspects of fleet turnover, retirement and life cycle*. Part of UK Omega Project, Final Report, mars.

Oxera (2003). *Assessment of the financial impact on airlines of integration into the EU greenhouse gas emissions trading scheme*.

OACI (2009). Le GIACC élabore un plan d'action pour s'attaquer aux émissions de l'aviation internationale, Communiqué de presse de l'OACI PIO 07/09, 3 juin.

Parlement Européen et Conseil, 2009. Directive 2008/101/CE du Parlement Européen et du Conseil du 19 novembre 2008 modifiant la Directive 2003/87/CE afin d'intégrer les activités aériennes dans le système communautaire d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre.

Peeters, P.M., Middel, J. et Hoolhorst, A., 2005. *Fuel efficiency of commercial aircraft: an overview of historical and future trends*. NLR-CR-2005-669, National Aerospace Research Laboratory NLR, novembre.

Perl, A., Patterson, J., Perez, M., 1997. *Pricing aircraft emissions at Lyon-Satolas Airport.* Transportation Research 2D, 89-105.

Sentance, A., Pulles, H., 2005. *The initial allocation of permits at the beginning of each year (benchmarked allocation).* Discussion paper for Working Group 5 of the Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP), ICAO CAEP 5 – WG5 WP5-5/3.

Stern, N. (2006). *The economics of climate change: the Stern Review*. HM Treasury, Londres.

UK Defra, 2007. *A study to estimate ticket price changes for aviation in the EU ETS*. A report for the UK Department for Environment, Food and Rural Affairs Defra) and the Department for Transport, novembre. Londres.

UK Defra, 2008. *A study to estimate the impacts of emissions trading on profits in aviation*. A report for the UK Department for Environment, Food and Rural Affairs Defra) and the Department for Transport, janvier, Londres.

Woodmansey, B.G., Patterson, J.G., 1994. *New Methodology for Modelling Annual-Aircraft Emissions at Airports*. Journal of Transportation Engineering, 120, 339-357.

CONTRIBUTION DE L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE À LA GOUVERNANCE DES POLITIQUES DES TRANSPORTS

par

Rodrigo JILIBERTO

TAU Consultora Ambiental
Madrid – Santiago de Chili - Bogota
Espagne – Chili - Colombie

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 541

2. EES, UN CONCEPT QUI ÉVOLUE ET PROGRESSE 544

3. GOUVERNANCE ET EES 548

4. UNE RÉINTERPRÉTATION DANS L'EES DANS L'OPTIQUE DES INSTITUTIONS ET DE LA GOUVERNANCE 551

5. LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE DES DÉCISIONS STRATÉGIQUES 554

5.1. La dimension environnementale substantive des décisions stratégiques 556
5.2. La dimension environnementale procédurale des décisions stratégiques 560
5.3. La dimension environnementale délibérative des décisions stratégiques 561

6. LA GOUVERNANCE ET LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE DES DÉCISIONS STRATÉGIQUES EN MATIÈRE DE TRANSPORT 562

7. CONCLUSIONS 569

BIBLIOGRAPHIE 572

1. INTRODUCTION

L'évaluation environnementale stratégique (EES), expression qui définit une pratique visant à intégrer la dimension environnementale dans les décisions stratégiques, comme dans les politiques, plans et programmes, a déjà une histoire raisonnablement longue. Selon Dalal-Clayton et Sadler, la phase d'institutionnalisation de cet instrument commence au début des années 90, et l'on peut dire que son utilisation prend de l'extension à l'échelle internationale à partir de 2001 (Dalal-Clayton, Sadler, 2005).

Les premiers ouvrages et numéros spéciaux de revues internationales consacrés à ce sujet datent de la première moitié des années 90. A n'en pas douter, l'approbation de la Directive européenne 2001/42/CEE relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement, plus connue sous l'appellation de « Directive sur l'évaluation environnementale stratégique », pose un jalon, car elle oblige les 27 États membres de l'Union Européenne à soumettre de très nombreux plans et programmes à la procédure d'EES (UE, 2001).

Parallèlement à cette évolution générale, l'application de l'EES aux politiques, plans et programmes de transports a également fait preuve de dynamisme. Il y a déjà plus d'une décennie, en 1998, la Conférence Européenne des Ministres des Transports (CEMT) publie un premier ouvrage sur le thème de l'EES et les transports (CEMT, 1998).

En 1999, l'OCDE et la CEMT ont organisé une conférence conjointe sur l'EES, qui a donné lieu à la publication intitulée « L'évaluation environnementale stratégique dans le secteur des transports » (CEMT, 2000). Il s'agit d'une révision partielle de l'ouvrage antérieur, complétée des conclusions de la conférence susmentionnée. Dans ces mêmes années, l'Agence Européenne pour l'Environnement faisait connaître les résultats de l'évaluation des RTE (acronyme de réseaux de transport européens) (AEE, 1998), initiative pertinente à l'époque pour comprendre ce que l'EES pouvait apporter à un effort stratégique européen tel celui des RTE. En 2000, la Commission Européenne rend publics les résultats d'une étude concernant l'application de l'EES dans le domaine spécifique des transports (CE, 2000) et, en 2001, elle diffuse une autre étude sur l'application de l'EES aux corridors de transport (CE, 2001).

En prolongement des efforts déployés en la matière, en 2001, un atelier important s'est tenu en Finlande, sous les auspices du Ministère de l'Environnement de ce pays. Intitulé « Planification des transports : l'évaluation environnementale stratégique/intégrée influence-t-elle la prise de décision ? », il témoignait du souci que manifestait déjà la communauté des experts en EES à propos de l'efficacité de cet instrument (Furman, Hildén, 2001).

Dans le même temps, de nombreuses EES différentes ont été appliquées à des plans de transport et à des initiatives spécifiques, tels les corridors, dont des travaux publiés rendent compte (CE, 2001 ; Ministère finlandais de l'Environnement, 2001). C'est en 2002 que paraît le premier ouvrage exclusivement consacré à la problématique des EES, de la planification des transports et de l'affectation des terres (Fischer, 2002).

Nous pouvons affirmer *a posteriori* que la pratique des EES dans le domaine des transports s'est généralisée, non seulement en Europe, mais aussi dans les pays de l'OCDE, ainsi qu'en Asie, et partiellement en Amérique latine (Banque Mondiale, 2006). Ce mouvement s'est accompagné d'une multiplication des expériences pratiques concernant la mise en œuvre d'EES dans le secteur des transports (Dalal-Clayton et Sadler 2005), et de la parution de différents manuels particulièrement axés sur la question (CE, 2005 ; Ministère des Transports, 2004).

Vers le commencement du nouveau millénaire, donc, les premiers travaux sur l'EES et les transports laissent place à une réflexion qui évalue l'intérêt, la singularité et la faisabilité de l'application de ce nouvel outil dans la formulation de la politique des transports, et qui confirme l'appréciation favorable concernant son utilité et sa pertinence en tant qu'instrument d'aide à la décision dans ce secteur.

Cette première évaluation positive donne une impulsion à l'application plus large de l'EES dans la conception de plans et de programmes de transports : ainsi se développent de riches moyens d'analyse qui s'adaptent progressivement aux caractéristiques du rapport entre planification des transports et environnement pour ce qui est de la typologie des principaux effets des transports sur l'environnement, des échelles auxquelles se situe la planification, de la diversité des modèles de planification et de la typologie des décisions stratégiques en matière de transports. Les travaux ultérieurs, plutôt que de s'appesantir sur une réflexion à propos de ce qui fait l'originalité de l'EES dans la prise de décision en politique des transports, visent à faciliter l'usage de cet instrument et à promouvoir sa mise en œuvre par la diffusion d'études de cas ou l'élaboration de manuels.

L'usage relativement répandu de l'EES dans le secteur des transports ne signifie cependant pas que cette procédure soit dénuée de contradictions ou d'ambigüités, puisque le débat se poursuit sur des aspects de l'EES aussi essentiels que la définition de ses objectifs fondamentaux, comme en témoignent les travaux publiés (Dalal-Clayton et Sadler, 2005) et la communauté internationale des experts en ce domaine (Wallington *et al*., 2007, 2008).

C'est pourquoi son application dans le secteur des transports ne va pas non plus sans problèmes, et parfois de fond, étant donné que ce qui fait débat vaut aussi bien dans le cas de l'aménagement du territoire que dans celui d'un plan de transport. Il est probable que l'expérience pratique de l'EES d'ores et déjà acquise dans le secteur des transports, et celle qui le sera dans les prochaines années, seront à l'avenir jugées à la lumière des solutions apportées aux problèmes conceptuels que pose encore l'EES, ainsi qu'en fonction de ce que l'on en apprendra dans les prochaines années, car il est peut-être trop tôt pour dire si les pratiques sont satisfaisantes ou laissent encore à désirer.

Cela étant, il n'y a peut-être pas lieu d'approfondir ici l'analyse des diverses méthodologies proposées pour l'EES des décisions concernant les transports, de leurs phases et étapes respectives, ou de l'appareil analytique utilisé dans d'innombrables EES spécifiques, notamment l'application du système d'information géographique (SIG), le recours à des groupes d'experts, l'articulation avec l'aménagement du territoire, et les modélisations des systèmes de transport. En effet, la pratique a clairement établi qu'il est possible de mener à bien une procédure d'EES d'un plan ou d'un programme de transports.

En revanche, il peut s'avérer plus révélateur de s'interroger sur le résultat de ces pratiques, c'est-à-dire sur la contribution de l'EES à l'amélioration concrète des politiques des transports. Ce qui nous amène à aborder deux questions étroitement liées. La première est celle de l'efficacité de l'instrument, déjà posée lors de l'atelier susmentionné qui s'est tenu en Finlande en 2001, c'est-à-dire celle de savoir si cet instrument est capable, comme on le suppose, d'influencer les processus décisionnels. La seconde renvoie à la clarification de questions conceptuelles de fond sur la nature et

les objectifs ultimes de l'EES, car de la réponse à cette question dépendent, en fin de compte, le type de contribution attendue de l'EES pour améliorer la décision stratégique et son efficacité. Autrement dit, il est inintéressant de s'interroger sur l'efficacité de l'EES pour améliorer ou influencer les décisions stratégiques, si le sens ultime de cette influence, défini par la nature et les objectifs de l'instrument, est encore en discussion.

L'expérience pratique de l'EES fait ressortir clairement, de même que diverses études (Ministère finlandais de l'Environnement, 2001 ; CE, 2009), que l'EES exerce toujours une influence sur le processus de décision. Il apparaît presque inconcevable qu'il en aille autrement, puisqu'en mettant en marche un processus d'évaluation qui interagit avec le processus central de décision, ce dernier est modifié par le simple acte formel consistant à l'évaluer.

L'EES n'en est pas efficace pour autant. Pour savoir si le degré d'influence atteint est ou non celui que l'on recherche, l'objectif visé doit être clair, or le débat n'est pas clos à ce sujet. C'est si vrai que l'on trouve fréquemment dans la littérature des affirmations telles que l'EES correspond bien à l'image d'une famille d'instruments en évolution (Banque Mondiale, 2005, p. 1), ou qu'« il ne s'agit pas d'une approche unique et invariable mais d'une gamme d'approches qui font appel à tout un éventail d'outils » (OCDE, 2007, p. 19), ou encore, plus explicitement selon Sadler, que l'on entend par EES un processus ou une approche générique qui englobe une panoplie d'instruments lesquels, bien que pouvant porter des noms différents et présenter des caractéristiques diverses, se trouvent fonctionnellement liés par l'objectif commun de prendre en compte des considérations environnementales aux plus hauts niveaux décisionnels (Sadler, 2008, p. 14). Tous ces auteurs signalent par ailleurs que l'on ne connaît pas encore suffisamment la nature ou les objectifs de l'EES pour savoir si elle porte ses fruits.

En tout état de cause, l'objectif ultime vers lequel tend l'EES est de contribuer à améliorer l'état de l'environnement et, dans nombre de cas déjà, de parvenir à ce que les décisions stratégiques et relatives aux transports soient conformes au principe du développement durable (Partidário, 2007; Wallington *et al.*, 2007). Ce qui oblige à poursuivre les recherches à travers la pratique, et au-delà, pour établir un cadre théorique et conceptuel qui confère de la solidité au rôle de l'EES dans les politiques publiques. C'est ainsi qu'il deviendra possible d'en dire davantage sur sa contribution à l'amélioration des politiques publiques, hormis que c'est une « panoplie d'instruments appliqués à ces politiques publiques ».

En ce sens, nous nous proposons dans cet article d'offrir un cadre de référence pour l'EES permettant de clarifier en quoi cet instrument peut améliorer les politiques publiques en général, et les politiques des transports en particulier. Cela suppose, à l'évidence, de mieux en intégrer la dimension environnementale et celle du développement durable, mais aussi de renforcer la gouvernance des politiques publiques, notamment dans le secteur des transports.

2. EES, UN CONCEPT QUI ÉVOLUE ET PROGRESSE

Les travaux publiés dans ce domaine insistent beaucoup sur l'absence de définition précise de l'EES et de ses objectifs. (Brown, Therivel, 2000 ; Banque Mondiale, 2005 ; Dalal-Clayton et Sadler, 2005 ; Wallington *et al*., 2007). En raison de ce flou, dans les faits, l'évaluation prend des formes très diverses, ce qui a amené à la considérer comme une « famille d'instruments en évolution ».

En conséquence, les auteurs proposent différents schémas de classification des EES effectuées en pratique selon les objectifs, les approches et les techniques retenus (Partidário, 2000 ; Dalal-Clayton et Sadler, 2005 ; Sadler, 2008 ; Bina, 2008) ou des systèmes conceptuels destinés à classer les différents types d'EES (Wallington *et al.*, 2008).

Ce processus d'évolution conceptuelle, amorcé au milieu des années 90, a ceci de remarquable qu'il se poursuit. C'est-à-dire que l'évolution conceptuelle de l'EES, de même que les systèmes et modèles qui visent à classifier ses applications diverses, changent au fil du temps, continuent à évoluer. Même les chercheurs qui ont proposé des définitions et des schémas suggèrent, après un certain temps, des définitions et des approches différentes : citons par exemple la modification de la typologie des EES avancée par Dalal-Clayton et Sadler en 2005, puis modifiée par Sadler en 2008 (Dalal-Clayton et Sadler, 2005 ; Sadler, 2008).

Il ressort de ce qui précède, d'une part, qu'il est difficile d'opérer une synthèse conceptuelle de la pratique complexe de l'EES et, d'autre part, qu'il est urgent de conceptualiser cette pratique pour lui donner du sens. Or, ce qu'il est intéressant de constater, ce n'est pas seulement qu'il s'est produit une évolution et une diversification, mais aussi qu'il y a eu progrès. Autrement dit, l'évolution observée suit un axe, une orientation donnés.

Les premières définitions de l'EES étaient étroitement liées aux concepts de l'étude d'impact sur l'environnement (EIE) des projets (Dalal-Clayton et Sadler, 2005 ; Bina, 2007). Ainsi que nous l'avons signalé dans un autre article (Jiliberto, 2007), nombre de définitions initiales de l'EES (Therivel *et al.*, 1992 ; Therivel et Partidário, 1996), par exemple celle de Sadler et Verheem fréquemment citée dans les travaux publiés, plaçaient au cœur de l'EES la prise en compte des conséquences des décisions pour l'environnement : l'évaluation environnementale stratégique, selon ces auteurs, est le processus systémique d'étude et de prévision des conséquences écologiques des initiatives proposées à un niveau décisionnel élevé ; ce processus vise à intégrer dès le départ les critères environnementaux comme éléments de décision dans tous les secteurs et à tous les niveaux de planification, en y accordant la même importance qu'aux critères économiques et sociaux. (Sadler et Verheem, 1996).

Le conséquentialisme positiviste de l'EES s'est érodé avec le temps[1]. Par exemple, il est intéressant de voir comment évolue la pensée de certains auteurs, tel Verheem : celui-ci soutenait dans un premier temps, en 1996, que l'EES avait pour objet d'anticiper les conséquences environnementales des décisions, pour ensuite affirmer, en l'an 2000, que le rôle de l'EES consistait à donner plus de poids aux thèmes environnementaux dans les décisions stratégiques (Verheem et Yonk,

2000), puis faire observer, en 2005, que l'EES est un outil destiné à prendre en compte les considérations environnementales dans les politiques, les plans et les programmes dès les premiers stades du processus décisionnel (Ahmed, Mercier, Verheem, 2005).

La même évolution est décelable chez d'autres auteurs dont les travaux sont largement diffusés auprès de la communauté des spécialistes de l'EES, notamment Partidário, qui a fait valoir très tôt, dès 1996, avec Therivel, que l'objectif de l'EES était d'intégrer les effets environnementaux dans les politiques, plans et programmes (Partidário et Therivel, 1996). Cet auteur soutient actuellement que l'EES est un instrument d'évaluation d'impact de nature stratégique, ayant pour objectif de faciliter l'intégration des questions d'environnement dans l'évaluation des possibilités et des risques associés aux actions stratégiques engagées dans un cadre inspiré du principe du développement durable (Partidário, 2007, p. 12), en prônant l'élaboration d'une EES qu'elle qualifie de stratégique.

L'essentiel, dans cette évolution, tient au fait que l'EES est moins axée qu'auparavant sur la notion d'impact environnemental, et adopte désormais comme idées centrales des concepts beaucoup plus souples et vagues, tels les effets environnementaux, les thèmes environnementaux, les aspects environnementaux, etc. Cette tendance fait d'abord ressortir qu'il est difficile d'appliquer un concept issu du conséquentialisme positiviste dans l'évaluation environnementale des politiques, plans et programmes. Par ailleurs, la pratique révèle une autre difficulté : celle de ne pas connaître assez bien les conséquences des décisions pour centrer sur elles l'amélioration de la conception de l'EES. A cet égard, Bina est très instructif dans son appréciation de l'évolution du modèle de l'EES, précisant qu'un aspect important de ce changement est le recul de l'importance de la prévision et de l'évaluation des incidences au profit d'un éventail d'activités (Bina 2008, p. 114).

Cela sous-entend un tournant majeur dans la rationalité sur laquelle repose l'évaluation, puisqu'il n'est plus possible de la baser strictement sur une rationalité substantive, objective et étayée par la connaissance des conséquences matérielles probables des décisions.

Les définitions ultérieures ont de plus en plus mis l'accent sur le fait que l'objectif de l'EES n'est pas exclusivement ou primordialement de prendre en compte les conséquences des décisions dans les processus décisionnels, mais plutôt d'améliorer les processus eux-mêmes, bien entendu du point de vue de l'environnement (Brown et Therivel, 2000; Jiliberto, 2002 et 2004a, 2004b ; Caratti *et al.*, 2004 ; Bina, 2007 ; PNUD, 2004). La définition de la Banque Mondiale est significative en ce sens : pour cette institution, l'EES est une approche participative visant à placer les aspects environnementaux et sociaux au cœur du processus décisionnel, et à exercer une influence sur les processus de planification du développement, de prise de décision et de mise en œuvre à un niveau stratégique (Mercier, 2004 ; Banque Mondiale, 2005).

Cette évolution conceptuelle montre que l'EES n'est plus comprise comme étant surtout un instrument dont la fonction principale serait de fournir des informations techniquement étayées concernant les conséquences environnementales matérielles de la décision (Bina, 2007). A l'évidence, ce n'est pas par hasard : cela s'explique par la dysfonctionnalité qu'a impliqué la transposition d'un bagage technique et procédural, efficace mais simple, comme celui de l'évaluation environnementale des projets, à l'évaluation des entités socio-politico-techniques complexes que sont les politiques, les plans et les programmes.

Cette première rupture a eu pour effet de faire surgir une forte tendance méthodologique qui entend centrer l'EES sur le processus de décision (Caratti, *et al*., 2004 ; Partidário, 2007 ; Kornov, Thissen, 2000), en y voyant davantage un instrument d'interaction stratégique et volontariste avec le processus décisionnel qu'un moyen d'informer les décideurs sur ses conséquences environnementales, en général négatives (Bina, 2007, 2008).

De la rupture avec la rationalité substantive, positiviste et conséquentialiste de l'EES a résulté la proposition de fonder l'évaluation sur une rationalité procédurale. S'il n'est pas possible d'améliorer la décision en fonction de ses conséquences positivement identifiées, on peut alors le faire en améliorant la procédure de son élaboration. La rationalité substantive en tant que fondement de l'évaluation est remplacée par une rationalité procédurale. C'était, à la base, ce que proposait délibérément le projet de recherche européen ANSEA (Caratti *et al*., 2004 ; Dalkmann *et al*., 2004).

La rigueur conceptuelle, l'abondant matériel empirique apporté par la proposition d'axer l'EES sur le processus décisionnel et l'absence dans la littérature de remise en cause ou de critique invoquant de solides arguments (Nilsson *et al*., 2009) n'ont pas concrètement empêché que la conception classique de l'EES centrée sur les incidences environnementales reste dominante dans la pratique en ce domaine, surtout en raison du message ambigu qu'a fait passer la législation récente en la matière, laquelle n'évolue pas au même rythme que le débat conceptuel. Par ailleurs, il ne faut pas négliger l'influence exercée par l'inertie méthodologique et les pratiques culturelles, tant en matière d'évaluation environnementale que de planification, dont les modifications s'opèrent lentement, ni non plus la nécessité de vérifier l'efficacité des nouvelles orientations dans la pratique.

Cela ne veut pas dire pas pour autant que l'évolution de l'EES n'obéit pas à un ordre, qu'elle ne suit pas une orientation ; il ne s'agit pas d'une prolifération pure et simple de contenus possibles. La première étape de changement consiste à dépasser le paradigme de l'évaluation conséquentialiste privilégiant les effets positifs et le produit de la décision, pour parvenir à une évaluation axée sur le processus décisionnel et sur l'amélioration de sa qualité du point de vue de l'environnement.

Mais le changement ne s'arrête pas là. L'EES axée sur le processus de décision, qui résulte du choix de placer ce processus au cœur de l'EES, a obligé à pénétrer dans le monde complexe de la théorie de la décision et de l'analyse des politiques, car il fallait répondre à la question de savoir jusqu'à quel point la prise de décisions stratégiques pouvait être cohérente avec les méthodologies d'évaluation environnementale fondées, en dernier ressort, sur des critères de rationalité objective ou procédurale. Il s'avérait particulièrement décisif de le savoir, dès lors que d'après la théorie de la décision et l'analyse des politiques, ce n'était pas le cas, faute d'un modèle rationnel de prise de décision dans le domaine des politiques publiques, où prévalaient plutôt des modèles et des logiques sans rapport avec le modèle rationnel substantif archétypique (Kornov, Thissen, 2000 ; Dalkmann, Nilssen, 2001).

Les résultats de cette recherche théorique et de la pratique de l'EES proprement dite ont fait prendre une nouvelle orientation aux travaux de définition des concepts à la base de l'EES. Ce tournant est motivé par la conviction grandissante que le modèle d'évaluation environnementale stratégique, même quand il est centré sur la décision, s'appuie sur un paradigme de rationalité technique (objective ou procédurale) qui ne peut être concilié avec la nature décisionnelle des processus de décision stratégiques.

L'axe fondamental du raisonnement suivi est que le modèle d'EES basé sur l'impact environnemental, tout autant que le modèle centré sur le processus décisionnel, présupposent certaines propriétés de rationalité qui font défaut au processus de décision : la rationalité substantive, au sens de la concordance des fins et des moyens ; la rationalité procédurale, au sens où il faut franchir une série

rationnellement étayée d'étapes ; et un sujet rationnel, c'est-à-dire une entité identifiable qui assume ces rationalités (Wallington *et al*., 2008 ; Banque Mondiale, 2005). La vaste expérience acquise en matière d'analyse des politiques et une bonne part de la pratique de l'EES confirmeraient l'affirmation selon laquelle ces conditions ne sont pas remplies (Kornov et Thissen, 2000).

Les deux modèles d'EES reposent, en dernière instance, sur l'hypothèse selon laquelle un simple apport d'information technico-rationnelle infléchirait le processus de décision dans la bonne direction, du point de vue de l'environnement (Bina, 2008). Cette manière de voir serait réductrice, étant donné la véritable nature des processus de décision stratégiques, lesquels non seulement s'inscrivent dans des contextes complexes, mais sont aussi sujets à un haut degré d'incertitude, à des conflits de valeurs, à des rapports de pouvoir dans la plupart des cas asymétriques et à des négociations, ou dépendent de réseaux et de la culture politique, sans oublier le jeu de forces politiques qui s'établit entre les acteurs du schème d'évaluation.

Parallèlement à cette évolution conceptuelle, la pratique de l'EES a permis de cerner progressivement le rôle important du contexte pour la qualité des résultats obtenus dans un processus d'EES. En 2001 déjà, dans le cadre de l'atelier susmentionné tenu en Finlande, une série de facteurs contextuels, dont dépendait l'efficacité de l'influence de l'EES sur les processus de décision, ont été systématisés. Il s'en dégageait, à l'évidence, que le succès de l'EES était très tributaire du contexte dans lequel elle s'inscrivait. Ultérieurement, la réflexion a été poussée plus avant par plusieurs chercheurs dans ce sens (Hilding-Rydeviky Bjarnadóttir**,** 2007 ; Wallington *et al*., 2008 ; Fischer, 2005). Ce fait est manifeste aussi dans les manuels d'EES qui attirent l'attention de façon persistante sur la singularité présumée de chaque EES, déterminée par un contexte hypothétique particulier (Jiliberto et Bonilla, 2009 ; Wallington *et al*., 2007 ; Ahmed, Mercier, Verheem, 2005 ; Verheem, 2000), qui réclame de la souplesse au stade de la conception.

Dans cette réflexion, le contexte s'entend au sens large et va du type, de l'échelle et de la fonction de la décision évaluée jusqu'à la tradition délibérative ou plus technocratique de la planification elle-même, en passant par le cadre politique et institutionnel et ses priorités, l'architecture du pouvoir et ses règles, et la culture en matière de planification.

Le souci du contexte renvoie à la caractéristique singulière de l'EES pour laquelle, à la différence de beaucoup d'autres instruments d'aide à la formulation des politiques publiques, l'importance des facteurs contextuels est si grande que ceux-ci déterminent en fait le devenir possible de chaque EES en tant qu'instrument d'aide à la formulation d'une décision stratégique. En conséquence, les facteurs contextuels cessent d'être le contexte de l'EES pour devenir des éléments de l'EES.

Une explication très sensée de l'importance que revêt le contexte dans l'application de l'EES est la suivante : la dysfonctionnalité que suppose l'utilisation de modèles d'évaluation technico-rationnels dans des contextes décisionnels qui ne se comportent pas selon la même logique apparaît comme une surdétermination du contexte. Il s'agit simplement de la non-congruence entre le milieu auquel on applique l'instrument et l'instrument lui-même.

Aux yeux de l'évaluateur qui juge son instrument approprié, cette dysfonctionnalité ne semble pas imputable au fait que l'instrument soit mal adapté, mais à une caractéristique « confuse » du contexte, qui rend l'application complexe. En fait, les logiques de décision qui valent pour le contexte ne sont pas rationnelles, et elles l'emportent sur la volonté de rationalisation inhérente au modèle d'évaluation technico-rationnel, d'où l'impossibilité d'adopter un modèle universel type.

Il importe de prendre sérieusement en considération ces deux réflexions qui se font jour dans les dernières études publiées sur l'EES, car il serait très erroné de penser que l'EES pourrait modifier les logiques de décision prédominantes dans les processus de formulation des politiques publiques. Il est plutôt nécessaire de penser et repenser l'instrument, pour l'adapter avec créativité à l'environnement dans lequel intervient son application, et d'en réinterpréter la fonction.

Le nouveau tour qu'a pris le débat sur l'EES amène donc à penser que les modèles d'EES, tant celui qui est fondé sur la notion d'impact que celui qui est centré sur la décision, s'appuient sur un paradigme d'évaluation technico-rationnelle (rationalité substantive ou procédurale) qu'il faudrait dépasser pour que l'évaluation soit opérante et efficace. Il ne serait plus question de se borner à passer d'une évaluation de produit à une évaluation de processus : il faudrait aller au-delà du modèle d'évaluation technico-rationnel, destiné par essence à mettre des informations rationnellement fondées au service de la décision. Et, si l'on se veut cohérent avec l'analyse effectuée, il s'agit de proposer un instrument conforme aux logiques de décision qui sont celles de l'environnement dans lequel il s'applique.

3. GOUVERNANCE ET EES

A ce stade, nous pouvons nous demander quel est le rapport entre l'EES et la gouvernance, et que peut apporter cet instrument à la gouvernance des politiques des transports.

La gouvernance est une notion relativement nouvelle, en général diversement interprétée, c'est pourquoi nous nous devons de présenter une référence minimale pour pouvoir en parler. Les Nations Unies en donnent la définition suivante : « La gouvernance est le système de valeurs, de politiques et d'institutions par lequel une société gère ses affaires économiques, politiques et sociales au travers de diverses interactions au sein de l'État, de la société civile et du secteur privé et entre ceux-ci. C'est la manière dont s'organise la société pour prendre et mettre en œuvre des décisions – parvenir à une entente mutuelle, à un accord et à une action. Elle englobe les mécanismes et les processus permettant aux citoyens et aux groupes d'organiser leurs intérêts, d'accorder leurs différences et d'exercer leurs droits et obligations légaux. Il s'agit des règles, des institutions et des pratiques qui fixent des limites et fournissent des incitants aux individus, aux organisations et aux entreprises. La gouvernance, en ce compris ses dimensions sociale, politique et économique, fonctionne à chaque niveau d'entreprise humaine, que ce soit dans le foyer, dans le village, dans la ville, dans le pays, dans la région ou dans le monde » (PNUD, 2000).

Une autre définition, plus concise, et directement liée à notre problématique, est la suivante : la gouvernance traite des interactions entre les pouvoirs publics et les autres organisations sociales, des rapports que ceux-ci entretiennent avec la société civile, et de la façon dont les décisions sont prises dans un monde complexe. La gouvernance est donc un processus par lequel les sociétés ou les organisations prennent leurs décisions importantes, désignent les acteurs qu'elles associent au processus et définissent comment rendre des comptes (Graham, Amos, Plumptre, 2003).

La manière dont les groupes humains prennent leurs décisions stratégiques sur l'orientation du développement et les rôles qui incombent à chacun dans cette évolution, ainsi que les modalités d'exécution de ces décisions et de la reddition de comptes les concernant se trouvent au cœur de la gouvernance. L'une de ses composantes essentielles est sans doute la prise de décisions sur les aspects stratégiques du développement de chaque groupe humain.

De ce point de vue, on peut dire que l'EES est au cœur de la gouvernance de nos sociétés d'aujourd'hui, en particulier de la gouvernance des politiques publiques, et bien entendu de la gouvernance des politiques des transports. Et ce, simplement parce que l'EES est un outil d'aide à la décision stratégique dont l'objectif ultime est de tenir compte comme il convient, dans la prise de décisions stratégiques, des valeurs écologiques de la société à un moment donné (Jiliberto, 2002).

Autrement dit, d'une part, le centre de gravité de l'EES est le même que celui de la gouvernance, à savoir la décision stratégique. De l'autre, le propos de l'EES est tout à fait cohérent avec les principes d'une bonne gouvernance. En effet, l'EES contribue à renforcer la légitimité des décisions stratégiques et élargit l'éventail des participants, elle favorise une vision stratégique en ce qui concerne la reconnaissance des valeurs écologiques de la société, et elle sert à améliorer la qualité des décisions elles-mêmes, ainsi que la reddition de comptes, tout en respectant le cadre juridique en vigueur et l'égalité de toutes les parties en cas de différend, autant de principes admis comme étant ceux d'une bonne gouvernance (PNUD, 2000). Comme le signale le Livre Blanc consacré à la gouvernance européenne : « Cinq principes sont à la base d'une bonne gouvernance et des changements proposés dans le présent Livre Blanc : ouverture, participation, responsabilité, efficacité et cohérence » (CE, 2001). L'EES peut contribuer de façon spécifique au respect de chacun de ces principes.

Assurément, l'EES n'est pas la gouvernance tout entière, car en dépit de tendre vers la prise en compte d'un ensemble de valeurs plus large que celui des valeurs écologiques dans la perspective d'un développement durable, elle se cantonne en principe au domaine de l'environnement. Mais surtout, son apport pour améliorer les pratiques de gouvernance se centre sur le moment de l'évaluation de la décision, ce qui l'enrichit beaucoup.

L'EES est propice à une bonne gouvernance, parce qu'elle met systématiquement en question la qualité des décisions stratégiques du point de vue de l'environnement. Cela suppose par exemple de se demander en quoi consistent les enjeux stratégiques. Cette démarche permet également de scruter les décisions concernant les transports pour vérifier qu'elles apportent une contribution effective à la mise en œuvre d'un modèle de transport durable, ou qu'elles envisagent différentes solutions stratégiques, telles la gestion de la demande, les incitations en faveur des transports publics et les modes de transport non motorisés. Elle conduit aussi à s'interroger sur la façon dont l'EES promeut l'intermodalité ou la capacité de coordonner la planification des transports, l'urbanisme et l'aménagement du territoire.

L'EES stimule l'ouverture des processus décisionnels stratégiques en direction d'une série d'acteurs de la collectivité traditionnellement écartés de la prise de décision, en associant systématiquement des instances de participation de la société civile au processus d'évaluation.

S'agissant des politiques des transports, il en va de même, encore qu'il faille tenir compte de la complexité particulière de la gouvernance de ces politiques, qui met en jeu un réseau dense d'intérêts, d'institutions, de politiques sectorielles et de processus.

L'EES peut contribuer à renforcer la gouvernance des politiques publiques, et ce potentiel n'est pas sans rapport avec la manière dont elle est interprétée et de appliquée, comme nous l'avons vu dans les sections précédentes.

A cet égard, l'expérience acquise est ambigüe ou ambivalente, faute d'évaluation précise dans ce sens. Néanmoins, la trop grande importance du contexte dans l'application de l'EES, comme je le disais plus haut, donne plutôt à penser qu'il est difficile de faire cadrer correctement l'EES avec les processus où agit la gouvernance des politiques sectorielles.

Les modèles technico-rationnels d'évaluation environnementale stratégique généralement mis en œuvre jusqu'à ce jour, légèrement différents les uns des autres, n'aident pas à exploiter le potentiel de gouvernance dont l'EES est porteuse. Ils obligent en effet les acteurs essentiels de la procédure – le promoteur de la politique, du plan ou du programme soumis à évaluation, d'un côté, et l'autorité compétente en matière d'environnement, de l'autre – à adopter dès le départ des positionnements stratégiques opposés, ce qui fait obstacle, bien entendu, à la création d'un espace de dialogue, quel qu'il soit, susceptible de favoriser les processus de gouvernance sectorielle.

Or, c'est justement le fondement technico-rationnel présumé de l'évaluation qui en est responsable, parce qu'il tient pour acquis que l'évaluation repose sur une base « objective » et qu'elle ne peut donc rien dévoiler de plus. Les parties se retranchent alors d'emblée dans leurs positions, devant la menace d'une « information objective divulguée » qui pourrait aller à l'encontre de leurs intérêts.

C'est ainsi que chacune des parties se sent *a priori* menacée par des arguments par hypothèse technico-objectifs, et donc irréfutables, que l'autre partie pourrait faire valoir. Il s'ensuit, avant même que le processus ne s'amorce, des prises de position stratégiques clairement opposées à la logique de la bonne gouvernance.

Le phénomène est aggravé précisément par l'absence de fondement technico-rationnel solide de l'évaluation, carence qui laisse évidemment une grande marge discrétionnaire. Un bon exemple à cet égard est le résultat de l'application de la Directive européenne sur l'EES, qui a placé au centre de la procédure un rapport environnemental ayant pour objectif essentiel de produire des informations soi-disant « objectives et techniquement fondées » sur les éventuels impacts environnementaux des plans et programmes évalués (CE, 2001).

L'expérience acquise en matière d'EES montre que les éventuels impacts sur l'environnement des plans et des programmes évalués ont peu à peu cessé de se trouver au cœur de l'EES à cause de réelles difficultés techniques rencontrées (Bina 2007). A ce propos, il est justifié d'accorder une attention particulière à la conclusion à laquelle est arrivée la Commission Européenne, lorsqu'elle a évalué l'application de la Directive européenne sur l'EES : elle a qualifié de problème clé l'absence de méthodologie pour la prévision des impacts (CE, 2009). C'est pourquoi l'exigence normative qui impose de centrer la procédure sur un scénario hypothétique objectivement difficile à réaliser augmente, pour chacune des parties, le risque de voir l'autre partie avancer, durant le processus d'EES, des arguments arbitraires sur lesquels il serait difficile de trancher dans un débat « raisonné », ce qui favorise le positionnement stratégique et la méfiance, au lieu d'encourager le dialogue et la coopération.

4. UNE RÉINTERPRETATION DE L'EES DANS L'OPTIQUE DES INSTITUTIONS ET DE LA GOUVERNANCE

De même que la critique du modèle d'EES axé sur la notion d'impact environnemental a placé au cœur de l'évaluation le processus décisionnel, dont l'amélioration devenait alors l'objectif de l'EES, la critique des modèles technico-rationnels d'EES déplace à nouveau le centre de gravité de l'évaluation, lequel n'est autre de ce point de vue que le dialogue et la négociation (Wallington *et al*., 2007).

L'évolution conceptuelle de l'EES a obéi à une logique quasiment scolaire. Les premiers modèles d'EES se fondent sur une rationalité, que la théorie de la décision qualifierait de substantive, et qui est propre au concept économique de choix rationnel (Dalkmann, Nilsson, 2001).L'EES a pour objet de renseigner sur les conséquences environnementales des différentes options pour pouvoir, en fonction de cette information, adapter de manière optimale les moyens aux finalités voulues.

S'il s'avère que cet ajustement est « techniquement » impossible, le modèle proposé est celui d'une EES axée sur la décision, dont la rationalité est fondamentalement procédurale (Simon, 1987). Dans l'impossibilité de trouver une solution optimale, ce qu'il faut améliorer, c'est le processus à l'origine de la solution, quelle qu'elle soit (Dalkmann *et al*., 2004).

Lorsque les limites des deux approches sont mises en évidence par les anticorps que produisent les approches technico-rationnelles dans un contexte décisionnel ne cadrant pas avec ces modèles de rationalité, il est proposé d'adopter des démarches d'EES faisant ressortir que cet instrument contribue à améliorer la prise de décision à condition de cibler des aspects tels que la délibération, le dialogue, la négociation, la coopération, les institutions et la gouvernance (Wallington *et al.*, 2007 ; Bina, 2007 ; Banque Mondiale, 2005). Autrement dit, il est proposé de passer d'une EES fondée sur une rationalité substantive ou procédurale à une EES basée sur une rationalité délibérative (Habermas, 1997). Au sens de cette rationalité proposée, la décision est bonne, parce qu'elle est le fruit d'un processus de délibération, dès lors qu'il a été impossible de l'améliorer sur la base d'informations objectives et/ou de prescriptions procédurales.

Les logiques de la délibération, du dialogue et de la négociation sont beaucoup plus proches des modèles de rationalité qui régissent les processus de décision stratégiques. Ainsi, l'EES pourrait s'emboîter avec davantage de fluidité dans le processus ou objet évalué, ce qui permettrait effectivement d'influer sur les processus de décision stratégiques.

Cependant, dès que l'EES est dépourvue de contenus substantifs ou procéduraux, il se produit un vide au regard de ce que l'on vise à obtenir grâce à elle, de façon spécifique ou substantive. S'il ne s'agit plus d'incorporer des informations sur les conséquences des différentes politiques envisageables, ni d'améliorer le processus de conception et de sélection de ces politiques, que vise donc l'EES ? A l'évidence, on ne saurait affirmer que la mise en place d'un mécanisme de dialogue entraînera quelque chose de précis hormis le fait même que le dialogue s'établisse. L'objectif de l'EES serait-il donc de dialoguer sur la prise en compte de la dimension environnementale dans les décisions stratégiques, sans que le résultat concret de ce processus de dialogue ait quelque importance ?

Ceux qui ont soutenu avec insistance qu'un changement était nécessaire dans l'EES pour s'orienter vers plus de délibération (Wallington *et al.*, 2007) répondent en fait à cette question en arguant que l'objectif ultime de l'EES serait plutôt d'induire un processus d'apprentissage permettant qu'une rationalité écologique imprègne peu à peu les processus décisionnels stratégiques (Bina, 2007).

Autrement dit, les EES, prises isolément, ne viseraient pas d'objectif précis quant aux outils à mettre en œuvre, mais le processus entendu comme un tout aurait pour finalité de catalyser un apprentissage de gouvernance, dont l'objet serait l'ensemble socio-institutionnel au sens large dans lequel sont prises les décisions stratégiques d'une société. Chaque EES est singulière ; elle a tout au plus un méta-objectif.

Cette solution du dilemme posé par la finalité de l'EES dans un modèle délibératif soulève deux problèmes évidents. Le premier concerne la nécessité de démontrer que, pour atteindre ce méta-objectif, il n'y a pas de meilleur instrument susceptible d'agir directement sur la sous-représentation supposée de la rationalité écologique dans les processus décisionnels stratégiques. On voit mal comment défendre, du point de vue de l'efficacité des politiques publiques, l'idée de ne pas utiliser un instrument agissant directement dans le sens de l'objectif visé – par exemple la formation des agents dans les entités responsables de ces décisions – si l'on veut introduire des logiques de rationalité écologique dans les processus de prise de décisions stratégiques.

Le second problème que pose cette solution apportée au dilemme de la finalité d'un modèle délibératif d'EES est le suivant : il faut prouver que l'activité délibérative est efficace en soi pour élever le degré de rationalité écologique dans les processus décisionnels stratégiques. Là aussi, il est discutable, dans l'optique des politiques publiques, de miser sur un instrument dont l'efficacité pour atteindre le méta-objectif est pratiquement indéterminée.

Tout ceci donne à penser que, même s'il est logique de faire valoir qu'un modèle délibératif d'EES, tout comme un modèle technico-rationnel, que le modèle soit de nature substantive ou procédurale, aide à introduire une rationalité écologique présumée dans le processus décisionnel stratégique, il faut entendre par là qu'il s'agit d'un sous-produit, d'une externalité positive générée par le processus tendant vers un résultat positif substantif, lequel doit être obtenu directement et parfaitement vérifiable à chaque application de l'instrument d'EES.

Pour approcher la définition de la finalité de l'EES dans un modèle délibératif, il faut simplement revenir à l'objectif premier de cet instrument : intégrer la dimension environnementale dans les décisions stratégiques. Les approches rationnelles substantive ou procédurale d'EES cernent immédiatement la dimension environnementale présumée des décisions stratégiques, et précisent ainsi clairement l'objectif substantif que chaque EES vise directement ; c'est ainsi que ce qu'elles font ressortir comme étant la dimension environnementale stratégique reste incorporé à la décision.

La pratique a justement montré que l'EES est peu efficace pour atteindre ces objectifs, c'est précisément pourquoi l'EES a évolué vers un modèle délibératif. Or, ce que la nécessité de se tourner vers un modèle délibératif met en doute, ce n'est pas tant le contenu substantif lui-même de l'intégration de la dimension environnementale dans les décisions stratégiques, que la manière de procéder. En principe, une approche technico-rationnelle ne ferait pas cas de la logique du contexte politique dans lequel ces décisions sont prises.

Toutefois, cela ne veut pas dire *a priori* que ce que les modèles technico-rationnels présentent comme étant la dimension environnementale des décisions stratégiques ne le soit pas, en définitive. Mieux encore, il est tout à fait logique de penser que, quelle que soit la dimension environnementale des décisions stratégiques, elle ne peut être exprimée autrement qu'en termes technico-rationnels.

La difficulté vient exclusivement de ce qu'il est inimaginable, étant donné la rationalité qui prime dans la prise de décisions stratégiques, de recourir à une procédure qui intègre cette dimension environnementale au moyen d'un processus d'évaluation dans lequel les aspects technico-rationnels l'emportent sur les aspects délibératifs, car la logique de ce contexte est précisément celle de la négociation où se manifestent de nombreux discours et intérêts divers, qui reposent tous sur un fondement technico-rationnel.

Il n'est donc pas question de dire que le discours technico-rationnel n'ait pas sa place dans une EES. Ce qui ne saurait arriver, c'est que la dimension environnementale soit prise en compte en postulant qu'il n'existe qu'un seul discours technico-rationnel valable. C'est pourquoi il importe de prendre la délibération comme axe, non pas du contenu de l'EES, mais de sa rationalité. Si l'on suit le modèle délibératif d'EES, on peut affirmer qu'il est rationnel, et donc bon, de faire entrer en ligne de compte dans une décision stratégique la dimension environnementale qui découle du dialogue non conditionné où s'expriment divers discours technico-rationnels sur la dimension environnementale stratégique de la décision en question.

Par conséquent, les EES basées sur un modèle délibératif n'ont pas de méta-objectif, mais un but très concret et vérifiable, à savoir celui de parvenir à un consensus sur ce que les acteurs clés entendent, techniquement et rationnellement, par intégration de la dimension environnementale à la décision.

C'est ce qui explique que la dimension environnementale d'une décision stratégique soit par nature indéterminée. Mais la possibilité de la définir dans un processus réglé de dialogue et de négociation ne l'est pas.

L'EES serait en fait un mécanisme institutionnel servant à élucider la responsabilité qui revient aux pouvoirs publics qui prennent les décisions stratégiques au regard de ce qui constitue généralement la mission confiée aux institutions, à savoir conserver et protéger l'environnement, et promouvoir le développement durable.

Étant donné que cette responsabilité est manifestement complexe et diffuse, et surtout qu'elle incombe en dernier ressort aux institutions, car sa définition confère des compétences institutionnelles concrètes, le mécanisme par lequel elle se précise et devient un élément des rouages institutionnels de la gestion de l'environnement est tout aussi complexe. Il est régi, en premier lieu, par une logique délibérative sur laquelle repose l'agencement institutionnel de nos sociétés et, en deuxième lieu, par une délibération techniquement et rationnellement étayée, autre pilier de l'architecture institutionnelle moderne (Faludi, 1987).

L'objectif institutionnel de l'EES consisterait ainsi à délimiter, au cas par cas, la responsabilité qui revient à chaque décision stratégique évaluée dans la défense du principe constitutionnel de protection de l'environnement et de promotion du développement durable. C'est un objectif clair et vérifiable au cas par cas. Pour l'atteindre, on définit un mécanisme institutionnel réglé, s'appuyant sur le dialogue et la négociation, qui doit donner un résultat techniquement et rationnellement fondé,

c'est-à-dire non arbitraire, et renseigner le décideur sur ce que représente, dans son cas concret, la dimension environnementale de sa décision, lui permettant ainsi d'assumer sa responsabilité institutionnelle.

Cette manière de voir l'EES est liée, plus que toute autre, à la notion de gouvernance, et se transforme en un mécanisme de promotion des principes de bonne gouvernance, dans la mesure où elle encourage des pratiques de dialogue, de transparence, de recherche du consensus, de respect mutuel, et favorise en définitive la construction de visions communes sur la viabilité des décisions sectorielles clés.

5. LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE DES DÉCISIONS STRATÉGIQUES

En tout état de cause, la dimension environnementale des décisions stratégiques reste la pierre angulaire de l'EES. Cependant, comme nous l'avons déjà signalé, elle ne s'explique pas forcément par une représentation technico-rationnelle unique que l'on pourrait de ce fait qualifier d'objective, ce qui amène à envisager un modèle d'EES délibératif.

Nonobstant, cela n'empêche pas de faire une proposition concernant la nature particulière de cette dimension environnementale, bien que dans le contexte du discours élaboré jusqu'ici, elle ne puisse pas se comprendre autrement que comme une approche ayant pour seul mérite de structurer une définition de la dimension environnementale des décisions stratégiques afin d'en débattre.

Pour commencer, il convient de préciser que l'on entend par « dimension environnementale d'une décision au moment de son évaluation environnementale » tout aspect important pour l'environnement au moment de prendre la décision.

Les aspects en question ne doivent pas nécessairement concerner l'environnement en substance, d'une part. Par exemple, l'examen de diverses solutions envisageables est important pour l'environnement, bien que l'on ne puisse pas considérer qu'il touche à la substance même de l'environnement. D'autre part, tous les aspects écologiques d'une décision ne sont pas forcément importants à l'heure de son évaluation environnementale : seuls importent ceux qui font partie de la décision au moment de son évaluation. Par exemple, les systèmes de gestion de l'environnement qu'il est possible de reprendre d'un projet ne font pas partie de son évaluation environnementale.

En d'autres termes, la dimension environnementale d'une décision dont l'évaluation est en cours n'est pas une caractéristique universellement objective de la décision, elle représente plutôt des aspects qui en relèvent, mais qui sont fonction du stade auquel se trouve le processus décisionnel, dans le cas présent celui de son évaluation.

Par ailleurs, l'EES devrait se focaliser sur la dimension environnementale stratégique des décisions stratégiques (Bina, 2007; Partidário, 2007). Ce qui relève du stratégique dans l'EES ne tient pas au fait d'évaluer des décisions stratégiques, mais au ciblage des aspects stratégiques de la décision évaluée (Jiliberto, 2007).

Ce qui précède est cohérent avec la nature stratégique de la décision évaluée, mais aussi avec le moment du processus décisionnel où s'effectue l'évaluation, lequel se situe généralement au début de la longue succession des étapes, depuis les stades stratégiques jusqu'à celui où ce qui a été stratégiquement décidé se transforme en intervention effective susceptible de produire un effet concret sur l'environnement.

A ce stade précoce, la ventilation des données disponibles est peu détaillée, raison pour laquelle il n'est pas approprié de cibler l'EES sur la dimension environnementale « non stratégique » de la décision. Dans une large mesure, c'est de là que viennent les carences de l'EES en matière de prévision des impacts (CE, 2009).

Enfin, cette ventilation peu détaillée s'explique par la nature *ex ante* de l'EES, qui doit commencer pour ainsi dire avant la préfiguration de la décision, ce qui empêche de se polariser sur des aspects opérationnels ou de conception, ainsi que sur les effets environnementaux à terme.

La dimension environnementale des décisions stratégiques, à l'instar du processus même d'évaluation environnementale, est singulière et complexe ; de plus, elle est nécessairement différente de celle qui est en jeu dans l'évaluation de l'impact des projets sur l'environnement.

Pour décrire cette singularité, et la complexité qui l'accompagne, on peut la qualifier de tridimensionnelle. La dimension environnementale des décisions stratégiques est tridimensionnelle, parce que le processus d'évaluation l'est aussi, comme nous l'avons expliqué jusqu'ici : il a une dimension substantive, une dimension procédurale et une dimension délibérative.

Prenons, en premier lieu, la dimension substantive. Elle est liée à la façon dont l'évaluation tient compte de la conséquence de la décision pour l'« état des choses » que cette décision vise à gérer. La dimension substantive a donc à voir avec les attentes que suscite l'évaluation en ce qui concerne les moyens d'améliorer cet état environnemental des choses. La plupart du temps, cette dimension de l'EES était traitée de manière conséquentialiste positiviste, à savoir en utilisant le concept d'impact ou d'effet sur l'environnement comme dans l'évaluation des incidences des projets sur l'environnement (Union Européenne, 2001).

En deuxième lieu, il y a la dimension procédurale. C'est une nouvelle dimension d'évaluation qui apparaît avec l'EES, parce qu'il s'agit d'une évaluation de processus *ex ante*. L'EES n'est pas face à un produit à évaluer, mais devant un processus auquel elle est appelée à contribuer. De ce fait, les aspects procéduraux du processus de décision deviennent des éléments importants de l'évaluation en raison de la portée environnementale qui est la leur (Caratti, *et al*., 2004). L'EES ne se penche pas seulement sur les aspects conséquentiels substantifs de la décision, mais aussi sur la façon dont elle se construit et la portée de celle-ci en termes d'environnement. Des aspects exclusivement liés aux instruments utilisés, tels l'information retenue, les options envisagées ou la définition des objectifs, deviennent partie intégrante de la dimension environnementale de la décision évaluée.

En troisième lieu, citons la dimension délibérative : elle est nouvelle et vient de l'indétermination structurelle des deux dimensions qui précèdent, ainsi que du contexte politique et institutionnel dans lequel s'inscrit l'évaluation. Étant donné que l'évaluation a une fonction institutionnelle dans un contexte de diversité des discours technico-rationnels sur les dimensions substantive et procédurale de la décision évaluée, sa dimension environnementale est finalement celle qui découlera du processus de délibération non conditionnée que l'EES permet. Par conséquent, sa contribution à la gouvernance de l'environnement et de la durabilité des politiques dépendra de la qualité des processus délibératifs.

Selon les derniers faits nouveaux intervenus concernant l'EES, celle-ci devrait dans tous les cas aborder ces trois dimensions, et s'interroger sur la manière dont il convient de rendre compte de chacune d'elles.

5.1. La dimension environnementale substantive des décisions stratégiques

La dimension substantive est sans doute la plus controversée, car elle est liée à des convictions profondes concernant la contribution que pourrait apporter l'EES pour que la décision améliore l'« état environnemental des choses » que la décision vise à gérer. Aussi mérite-t-elle que l'on s'y arrête. Il va sans dire qu'il n'y a pas de consensus formel sur la qualification de « substantive » de cette dimension, car il s'agit d'une classification ad hoc.

Dans la Directive européenne sur l'EES, il est évident que la dimension substantive est donnée par le concept d'impact, dès lors que l'on cherche en l'utilisant à améliorer/conserver, moyennant la décision, l'« état environnemental des choses » que cette décision vise à gérer (Union Européenne, 2001). Comme il est affirmé plus haut, cette approche pourrait être attribuée au conséquentialisme positiviste. Les effets positifs que la décision entraîne concrètement sur l'environnement étant connus d'avance, on parvient à une décision qui améliore l'« état environnemental des choses » qu'elle est censée gérer.

Dans la proposition d''EES stratégique' avancée par Partidário, par exemple, c'est l'apport de l'EES à la construction de la décision, à la définition des stratégies relevant de la politique, qui est substantif : c'est pour cela que l'EES contribue à forger une décision susceptible d'améliorer l'« état environnemental des choses » qu'elle est censée gérer (Partidário, 2007). En aidant à définir de nouvelles stratégies décisionnelles plus durables, on parvient à une décision qui améliore l'« état environnemental des choses » qu'elle vise à gérer. En l'occurrence, l'apport de l'EES ne repose sur aucune sorte de conséquentialisme.

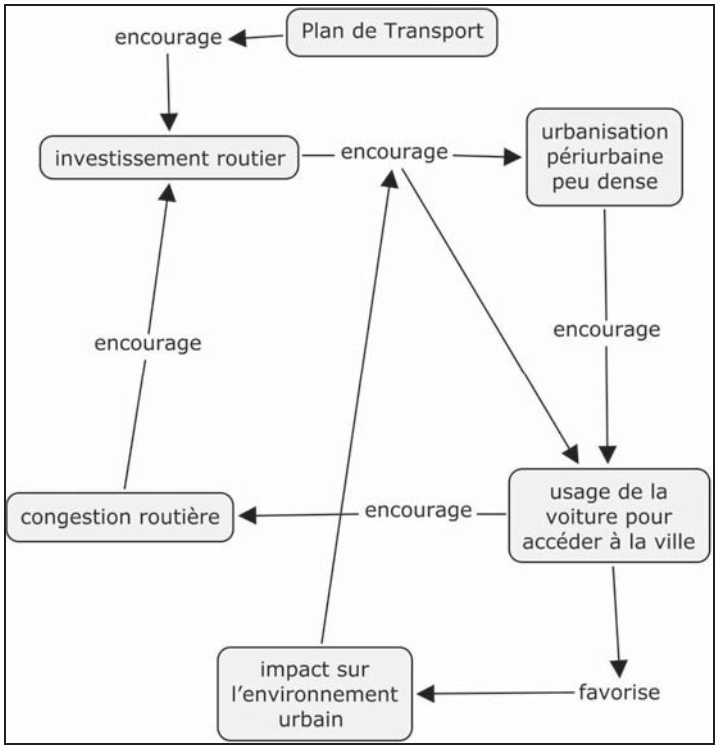
Dans le cas, par exemple, de la proposition implicite qui se dégage d'un manuel d'EES établi par le Ministère de l'Environnement et du Tourisme de l'Afrique du Sud, on attend de l'EES qu'elle contribue à l'amélioration, moyennant la décision, de l'« état environnemental des choses » que la décision est censée gérer, et ce en aidant à repérer des opportunités et des contraintes à une échelle stratégique en matière de durabilité, ainsi qu'en vérifiant que les unes et les autres, de même que d'autres recommandations, sont prises en compte dans les lignes d'action considérées (Audouin, Lochner, 2000). Là non plus, l'apport de l'EES ne repose sur aucun type de conséquentialisme.

Dans le cadre du projet de recherche européen ANSEA, un modèle d'EES procédurale a été proposé à partir d'une critique radicale de l'idée selon laquelle le concept d'impact pourrait être l'axe de la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques (Caratti *et al*., 2004 ; Dalkman *et al*., 2004). Cette proposition procédurale n'envisageait pas explicitement comment une EES conçue sur la base de ces hypothèses améliorerait l'« état environnemental des choses » que la décision évaluée était censée gérer. Cela ne signifiait pas que cette dimension fût absente, vu qu'il était sous-entendu que l'application même de critères procéduraux importants pour l'environnement amènerait la décision à générer d'elle-même une solution améliorant ou conservant cet « état environnemental des choses ». Dans ce cas non plus, la contribution de l'EES ne repose sur aucune sorte de conséquentialisme.

Ultérieurement, une partie de l'équipe du projet ANSEA a établi une proposition en vue d'une relecture de la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques, en offrant une description systémique de cette dimension (Jiliberto, 2007). Dans cette approche de la dimension environnementale substantive, la question pertinente à se poser n'est pas celle de savoir si les activités sectorielles que suppose une décision stratégique, notamment construire des voies ou transporter des voyageurs et des marchandises, vont produire un impact plus ou moins grand sur l'environnement à l'avenir, mais celle de savoir si la politique, le plan ou le programme rend compte du **patron structurel** qui explique le mode de production et de reproduction du profil environnemental du secteur considéré comme un tout.

Au centre de ce patron, qualifié de systémique parce qu'il est récursif, se trouvent ce que l'on appelle des dynamiques environnementales sectorielles. Une dynamique environnementale sectorielle dans l'univers fictif de la planification des transports serait, par exemple, le dénommé cercle vicieux des infrastructures. Pour le décrire sommairement, l'investissement dans les routes qui facilitent l'accès aux zones périurbaines dans les villes métropolitaines encourage une urbanisation à faible densité, laquelle incite à utiliser la voiture particulière, ce qui produit, d'une part, des incidences sur l'environnement urbain en raison de l'augmentation du trafic intra-urbain et, d'autre part, la congestion et la saturation des infrastructures de voirie, qui de nouveau induisent à en construire d'autres ou à accroître la capacité de celles qui existent déjà : ceci a pour effet de favoriser encore l'urbanisation de l'espace périurbain, et ainsi, un nouveau cycle s'enclenche (Figure 1).

Figure 1. **Dynamique environnementale sectorielle 1**

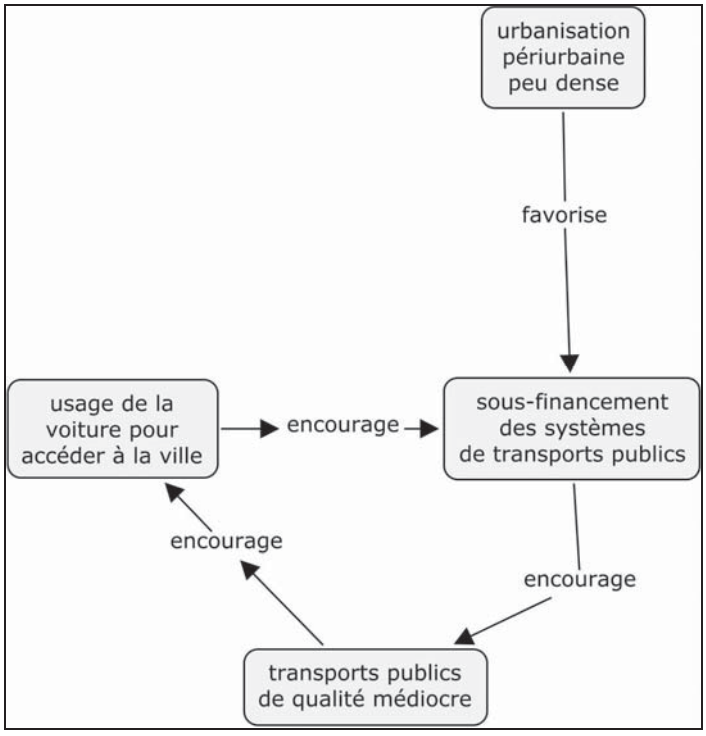


Source : Jiliberto et Bonilla, 2009.

Ce Graphique met en évidence que l'effet stratégique d'une décision stratégique dans le domaine des transports est systémique, indépendamment de l'échelle à laquelle se situe la décision, de son contexte, de l'information disponible, entre autres.

Toutefois, une dynamique environnementale sectorielle n'est pas totalement coupée des autres éléments de la politique sectorielle ; il existe au contraire des interactions entre elle et un grand nombre de ces éléments. Une deuxième dynamique opérant dans ce même d'action des pouvoirs publics, que l'on peut définir comme étant celle de la faiblesse des transports publics, aide à clarifier cette facette de la question. On peut la décrire schématiquement comme suit : des territoires suburbains à faible densité de population entraînent un sous-financement des systèmes de transports publics, d'où une prestation de services de faible qualité qui encourage l'usage de la voiture, lequel à son tour favorise le sous-financement des transports en commun. Cette dynamique est illustrée par la Figure 2.

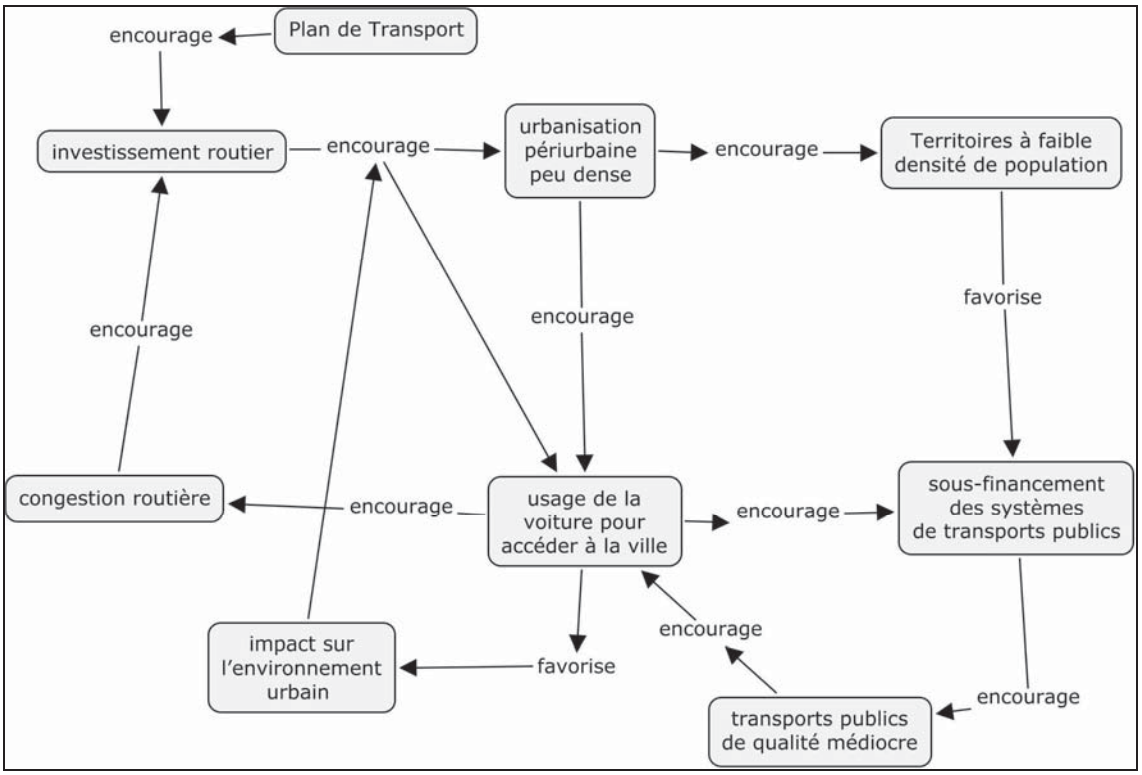
Figure 2. **Dynamique environnementale sectorielle 2**



Source : Jiliberto et Bonilla, 2009.

Ces deux dynamiques environnementales sectorielles agissent l'une sur l'autre et donnent lieu à une entité plus complexe, que nous appelons système environnemental sectoriel. La Figure 3 présente une version simplifiée du système environnemental sectoriel à prendre en compte dans la planification des transports, résultat de la fusion des dynamiques environnementales sectorielles 1 et 2.

Figure 3. **Système environnemental sectoriel**



Source : Jiliberto et Bonilla, 2009.

Dans la Figure 3 est représenté ce que l'on propose d'entendre par « dimension environnementale substantive » du plan ou du programme en cours d'évaluation, système initialement constitué par des dynamiques environnementales sectorielles, que l'on peut qualifier de plus complexe. C'est pourquoi la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques est de nature systémique, or il est essentiel de la comprendre pour évaluer la portée environnementale des aspects stratégiques que la décision cherche à mettre en avant. En l'occurrence, la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques relève du conséquentialisme, car la compréhension et l'analyse de la conséquence que la décision entraîne dans le comportement du patron systémique décrit déterminent la contribution que l'EES est censée apporter à la décision. Il ne s'agit pas de prendre pour référence les conséquences environnementales matérielles que la décision produit en fin de compte, mais de se référer au patron stratégique de leur reproduction, assimilable à un conséquentialisme stratégique.

Il convient de noter que la compréhension de ce patron structurel est utile en outre pour prendre les devants et concevoir différentes politiques envisageables, et durables du point de vue de l'environnement. En ce sens, ce patron est un outil qui cadre bien avec d'autres propositions d'EES, par exemple celle de Partidário (Partidário, 2007).

En définitive, la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques sous-entend l'adhésion implicite ou explicite, dans toute EES, à un modèle mental permettant de préciser de quelle façon l'EES peut concrètement entraîner une amélioration de l'« état environnemental des choses » que la décision évaluée cherche à gérer. Même dans les modèles purement délibératifs, cette amélioration que l'EES est susceptible de procurer est transposée dans un processus social

d'apprentissage qui, en aidant à intégrer la rationalité écologique dans la prise de décisions, devrait favoriser des décisions écologiquement viables (Bina, 2007, 2008).

Pour une bonne part, le processus d'EES consiste à éclaircir les hypothèses sur lesquelles se fonde cette dimension environnementale substantive de la décision évaluée. Bien entendu, il n'y a pas à cet égard de modèle universel, notamment en raison de l'influence persistante de ce que Bina appelle l'"*impact assessment mindset*" (mentalité d'évaluation des impacts) (Bina, 2007), qui détermine puissamment la possibilité d'un échange conceptuel ouvert. Cela se doit aussi à la diversité des situations d'évaluation : un plan de transport stratégique est très différent d'un plan de corridor de transport ou d'un plan routier. Les différences de contenu, d'échelle, d'information disponible et de tant d'autres facteurs rendent très difficile l'uniformisation de la manière d'aborder la dimension environnementale substantive de la décision.

5.2. La dimension environnementale procédurale des décisions stratégiques

La possibilité de décrire la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques, même si ce n'est pas sous une forme de validité universelle, n'enlève rien à la nécessité de caractériser leur dimension environnementale procédurale. En effet, ainsi qu'il est signalé plus haut, l'EES se trouve devant un processus et non devant un produit, c'est pourquoi elle peut et doit contribuer à améliorer la qualité de la décision du point de vue de l'environnement en cherchant à parfaire les procédures en cause.

En général, ce sont des améliorations liées au respect des codes de bonnes pratiques en matière de prise de décisions stratégiques, du moins dans le sens indiqué par l'état de l'art. La Directive européenne sur l'EES (Union Européenne, 2001) elle-même est un bon exemple de recommandations procédurales, en ce qu'elle associe l'EES à la réalisation des plans ou programmes évalués dans le respect des conditions requises suivantes :

- évaluer les incidences notables possibles sur l'environnement ;
- indiquer, décrire et évaluer les autres solutions réalistes compte tenu de critères communs et environnementaux ;
- mener des consultations avec d'autres administrations et les acteurs sociaux concernés ;
- utiliser les informations environnementales pertinentes ;
- fixer des objectifs de protection de l'environnement ;
- définir les actions correctrices ;
- définir un système de suivi.

Curieusement, l'un des aspects les mieux évalués dans une récente évaluation de l'application de la Directive européenne d'EES, effectuée par la Commission Européenne elle-même, sont les progrès en matière de procédure et de planification (Union Européenne, 2009).

Le projet de recherche européen ANSEA présente une description très détaillée des critères à prendre en compte en matière de procédure pour prendre les décisions susceptibles d'améliorer le processus décisionnel du point de vue de l'environnement (Caratti *et al*., 2004).

La dimension environnementale procédurale des décisions stratégiques n'est guère débattue et retient peu l'attention, bien que nombre d'approches de l'EES comportent des critères de procédure. C'est peut-être dû, en partie, au fait qu'il existe un certain consensus sur ce qu'il est bon de faire en matière de prise de décisions stratégiques, ce qui aide à admettre comme une évidence que l'EES est propice à la prise en compte de bonnes pratiques décisionnelles dans les processus évalués.

Cette absence de discussion et de préoccupation à ce sujet s'expliquerait aussi par la prééminence du conséquentialisme positiviste dans l'évaluation environnementale, ou de la dimension environnementale substantive, qui étaye toute la contribution que l'EES peut apporter aux processus décisionnels stratégiques en ce qui concerne la prise en considération d'informations sur les conséquences écologiques hypothétiques. De ce fait, l'EES se focalise sur la dimension substantive des effets, et néglige les aspects procéduraux du processus de décision.

Cette situation a ceci de regrettable qu'elle n'a pas permis à l'EES d'approfondir l'analyse environnementale des processus décisionnels stratégiques, en ne critiquant que les processus entachés de sérieuses faiblesses méthodologiques ou techniques généralisées, d'où une distorsion dans l'examen de leur dimension environnementale.

L'expérience de nombre de ceux qui ont mis l'EES en pratique, et de l'auteur lui-même, montre qu'un pourcentage très élevé des faiblesses environnementales des politiques, plans et programmes ne tiennent pas à la prise en compte ou non de leurs conséquences environnementales, ni même à des aspects environnementaux de quelque type que ce soit, mais à des processus décisionnels mal structurés et de qualité médiocre, qui empêchent de porter un regard stratégique sur la dimension environnementale du domaine couvert par la politique en cause.

Il ne suffit pas, dans l'EES, de compter sur une bonne description de la dimension environnementale substantive de la décision évaluée : il faut de la clarté dans les procédures et les méthodologies du processus de décision, car c'est la condition pour que cette dimension substantive soit non seulement prise en considération, mais aussi bien comprise.

On peut affirmer que les critères de procédure, qui cristallisent la dimension environnementale procédurale de l'EES, favorisent l'intégration de la dimension environnementale substantive dans la prise de décision. Un bon exemple de la façon dont cette idée s'articule est repris dans le manuel d'EES publié par la Commission Économique des Nations Unies pour l'Amérique latine et les Caraïbes (Jiliberto et Bonilla, 2009).

L'EES doit donc toujours se demander quelles sont les considérations procédurales pertinentes dans ce processus de décision pour bien tenir compte de ce que l'on considère important du point de vue substantif.

5.3. La dimension environnementale délibérative des décisions stratégiques

Enfin, la dimension environnementale délibérative des décisions stratégiques donne corps à la reconnaissance de la pluralité et de la diversité des lectures possibles des dimensions substantive et procédurale, outre qu'elle permet de prendre acte d'un cadre politique et institutionnel qui n'obéit pas

à des logiques et des discours technico-rationnels. C'est pourquoi la dimension délibérative représente l'ouverture de l'EES à l'indétermination, et amène à miser sur la gouvernance pour en faire le pivot de l'intégration de la dimension environnementale dans les décisions stratégiques.

Dans ce domaine, les travaux sont rares jusqu'ici, notamment parce que cette dimension découle, comme nous l'avons déjà expliqué, d'une pratique de l'EES qui voit le jour actuellement. Comme nous le postulons dans cet article, l'EES a notamment pour fonction de dégager un consensus institutionnel sur la responsabilité diffuse des décisions stratégiques concernant la conservation et l'amélioration de l'environnement. Pour l'essentiel, ce sont les dimensions environnementales substantive et procédurale de la décision évaluée qui doivent faire l'objet d'une convergence de vues. Ces dimensions devraient être au cœur de ce processus de dialogue et de négociation.

L'EES devrait toujours rendre compte, graduellement et avec souplesse, de la triple dimension environnementale des décisions stratégiques.

6. LA GOUVERNANCE ET LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE DES DÉCISIONS STRATÉGIQUES EN MATIÈRE DE TRANSPORT

Cette lecture institutionnelle, délibérative et stratégique de l'EES offre sans doute une possibilité réelle de contribuer à une gouvernance des politiques de transports respectueuse de l'environnement. Tout d'abord en raison de la nature délibérative même qui a été conférée à l'instrument, et qui le place au cœur des processus et des logiques de gouvernance. Ensuite parce qu'elle centre la délibération concernant la responsabilité qui revient aux décisions stratégiques sur les facettes stratégiques de la protection et de la conservation de l'environnement, précisément là où se trouve la pierre angulaire de la gouvernance, à savoir dans les aspects structurels de la vie collective.

Une lecture délibérative de l'EES favorise donc ce processus. Cependant, le dialogue et la négociation ont besoin que le contenu environnemental soit compris et accepté par les parties en présence. Or, ce n'est pas encore le cas dans les décisions stratégiques relatives aux transports.

Les décisions stratégiques concernant les transports sont incontestablement très diverses. Le manuel BEACON d'EES dans les transports de la Commission Européenne en donne une classification en fonction des possibilités, afin de faciliter une systématisation de l'évaluation stratégique. Il définit d'abord les décisions qui relèvent des politiques, puis les décisions que l'on peut catégoriser comme étant à l'échelle des plans, des corridors et des réseaux de transport, et enfin les décisions relatives aux programmes (CE, 2005). D'autres démarches de classification adoptent un schéma similaire (Fischer, 2006), mais on peut trouver, parmi elles, tout un éventail de situations différentes.

La matérialité des choix possibles envisagés diffère notablement selon l'échelle de décision. Par exemple, dans les décisions de politique, les options concernent le partage modal, la gestion de la demande de transport ou la tarification, entre autres. A l'échelle des corridors ou des réseaux de transport, les options peuvent être plus détaillées et rattachées à des itinéraires de substitution ou à des caractéristiques de conception.

Dans les modèles d'EES axés sur l'impact environnemental, il en résulte des descriptions très nettement différentes, selon l'échelle retenue, de l'effet de la décision sur l'environnement en tant qu'entité matérielle concrète. Les différents choix possibles à l'échelle des politiques, et parfois à l'échelle des plans, peuvent difficilement se rapporter à l'environnement concret, ce qui est plus plausible au niveau des programmes et de certains plans.

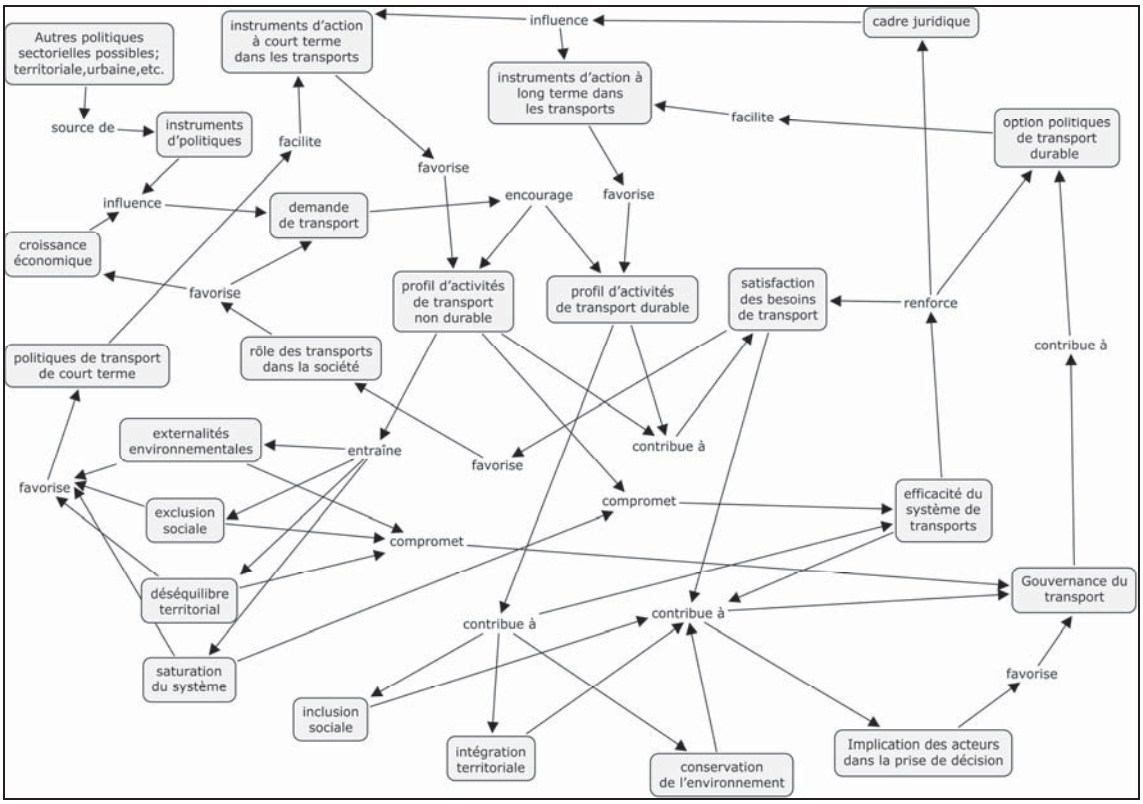
En conséquence, sur le plan méthodologique, on ne peut pas formuler de discours universel définissant la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques de transport, dès lors qu'en dernière instance, la nature de l'effet est très variable, et ne laisse aucune possibilité de normalisation. Ainsi, l'apport à cet égard des manuels d'EES appliquées aux transports se cantonne à l'énumération, aussi longue que possible, des motifs pour lesquels telle ou telle EES particulière a revêtu de l'importance du point de vue de l'environnement, que ce soit en raison de l'objectif visé, de l'effet environnemental examiné, des indicateurs utilisés ou de la méthodologie appliquée (CE, 2005 ; Ministère des Transports, 2004).

Cette impossibilité rend difficile à l'extrême l'élaboration d'une terminologie commune relative à la dimension environnementale substantive des décisions de transport, terminologie qui faciliterait le dialogue, la négociation et, en définitive, la gouvernance écologique des décisions sectorielles clés. Avant de pouvoir établir cette terminologie, la dimension environnementale des décisions stratégiques de transport s'est diluée dans une foule d'aspects singuliers, tels que les indicateurs, l'utilisation de systèmes d'information géographique, et toute une série de caractéristiques méthodologiques et techniques secondaires posées comme hypothèses. Même les efforts visant à systématiser cet ensemble de liens de causalité, à ancrer la dimension environnementale des décisions dans des éléments concrètement liés à l'environnement, n'échappent pas à la tendance à construire des matrices permettant d'ordonner cet ensemble où se dilue la dimension environnementale des décisions de transport (Fischer, 2006).

Pour que l'EES puisse contribuer à la gouvernance écologique des politiques des transports, il est indispensable de dépasser ce paradigme qui submerge la dimension environnementale substantive des décisions de transport dans un déluge de particularités. C'est seulement à travers un langage commun et généralisable sur le contenu substantif de cette dimension environnementale que peut se nouer un dialogue constructif, capable de faire naître des points de vue partagés sur les défis stratégiques que la société doit relever en matière de durabilité du système de transports, et renforcer ainsi la gouvernance écologique du secteur. Sans quoi l'EES sera le plus souvent considérée comme une exigence bureaucratique, dont les difficultés pourraient servir de prétexte pour consolider des facteurs de pression et de conflit.

Afin de dépasser ce paradigme, on trouvera ci-après une contribution à la conception d'un cadre général de lecture de la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques de transport. Il s'agit, bien entendu, de proposer une méta-lecture, qui reste à préciser dans le cas particulier de chaque décision.

Figure 4. **Dimension environnementale substantive des décisions stratégiques de transport**



Source : élaboration de l'auteur.

Le diagramme présenté dans la Figure 4 est une proposition générique d'explication de la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques de transport, étant entendu qu'il s'agit de leur dimension substantive *stratégique*. Autrement dit, il part de l'hypothèse selon laquelle l'EES est axée sur les aspects stratégiques de la décision, et non sur ses aspects opérationnels. Ce n'est pas un choix arbitraire car, dans une décision stratégique, ce qui est décidé dans une optique permanente, c'est son noyau stratégique. Les aspects opérationnels jouent, à l'évidence, un rôle fonctionnel, mais beaucoup plus souple, et ils pourraient varier considérablement à l'avenir, en fonction du comportement de multiples variables du contexte dans lequel la politique est conçue.

Le postulat retenu est que toute décision stratégique en matière de transport a un contenu stratégique environnemental dont la Figure 4 donne une forme générique à titre d'exemple.

Ce diagramme reproduit en fait une démarche d'analyse, suivie pour décrire la situation des politiques publiques à laquelle répond une décision stratégique de transport quelle qu'elle soit, après avoir pris en compte ses aspects environnementaux. C'est une lecture des choses reposant sur divers présupposés qu'il convient de préciser :

Le schéma ci-dessus ne dépeint pas les relations matérielles que génère un système de transports pour assurer la prestation de services, mais les éléments et les rapports du contexte général du point de vue environnemental, c'est-à-dire du système concret des transports compte tenu des possibilités d'action des pouvoirs publics, du cadre institutionnel, des acteurs concernés et des externalités

environnementales en présence, entre autres, autant de facteurs qui font partie de cette réalité de l'action publique découlant de la prestation de ces services de transport, et qui déterminent la manière de procéder.

Il ne s'agit pas d'une description « objective » mais heuristique de ce que l'on entend dépeindre, dont il n'y a probablement pas de description universelle. En tout état de cause, la fonction de ce diagramme n'est pas de donner un schéma plus ou moins universel ou général, mais plutôt de clarifier une approche, une logique analytique.

Le schéma représente la situation des politiques publiques du moment, que les décisions stratégiques de transport sont appelées à régler, dans la mesure où tout scénario d'action des pouvoirs publics ne peut être que contingent. On présume en outre que le scénario des politiques des transports doit nécessairement, à l'heure actuelle, remplacer un modèle non durable par celui du transport durable. Ceci n'est pas vrai dans tous les cas, mais il faudra tabler au départ sur l'hypothèse d'une politique durable.

Le diagramme entend expliciter comment la dimension environnementale de la décision stratégique découle d'un patron systématique d'articulation des éléments du système entre eux, sans se limiter aux éléments efficaces, à savoir ceux qui produisent des effets matériellement sensibles.

Ce n'est pas un cas particulier que ce diagramme expose, mais une structure analytique générique dont il faut définir les spécifications à chaque décision. Il s'agit d'un ordre logique d'analyse, d'une structure d'analyse qui, appliquée à un cas concret, peut faire ressortir la dimension environnementale d'une politique des transports à un moment donné. Après avoir caractérisé cet ordre analytique dans un cas déterminé, on pourra dire que ce diagramme décrit une situation.

La Figure 4 cherche à montrer comment le profil environnemental du domaine d'action qui englobe une décision de transport est le résultat d'un patron structurel qui se rétro-alimente. Aussi, la question environnementale substantive sous-jacente à toute décision stratégique concernant les transports est-elle la suivante : quel est l'état actuel de ce patron structurel, et comment la décision évaluée va-t-elle le modifier ? Placée dans le contexte précis de cette Figure, la réponse à cette question dira si la décision favorise ou non une modification du patron dans le sens du transport durable.

Plusieurs éléments composent le schéma de la Figure 4. Chacun d'eux est un agrégat qui peut être désagrégé pour obtenir beaucoup de composantes. La fonction spécifique de chaque élément doit être concrètement définie lors de l'analyse de chaque décision. Les rapports spécifiques entre les éléments proposés dans le diagramme ne sont pas universels non plus, mais relèvent d'un discours générique expliquant comment appréhender de façon systémique ou structurelle la dimension environnementale dans le domaine des politiques des transports. C'est pourquoi, dans le cas concret de chaque décision, il faut replacer les choses dans cette perspective particulière de l'action publique.

La signification de chaque élément est aisément compréhensible, car ils sont tous mentionnés en langage courant, sauf deux peut-être, qu'il convient d'expliquer pour faciliter la compréhension du schéma. L'un concerne les activités de transport ayant un profil de durabilité ou de non-durabilité. C'est une expression abstraite globale des modalités particulières de prestation de services d'une combinaison d'activités de transport, qui recouvre toutes sortes d'activités associées au transport ou à son cycle de vie, depuis la construction d'infrastructures jusqu'au transport de voyageurs et de marchandises par différents modes, la logistique, etc. Cet élément repose sur l'hypothèse simple selon laquelle il est possible de trouver dans chaque situation concrète, en partant de la politique des transports elle-même, de propositions internationales ou de l'état de l'art, une combinaison de ces

activités qui constituent ensemble un modèle durable dans ce cas concret, et un autre ensemble correspondant à un modèle non durable, généralement considéré comme étant le modèle tendanciel des transports.

L'autre groupe d'éléments à élucider est celui des politiques et instruments de court et de long terme. Ces éléments renvoient à la possibilité de définir un ensemble de politiques et d'instruments capables de provoquer des évolutions structurelles vers la durabilité de l'activité de transport (intermodalité, gestion de la demande, modération du trafic, incitations à utiliser les transports publics, internalisation des coûts sociaux des transports, notamment), ainsi qu'un autre ensemble qui tend à renforcer le modèle tendanciel des transports, parce qu'il apporte plutôt des réponses de court terme (solutions à la congestion du trafic ou aux problèmes de stationnement, investissement dans un seul mode, subventionnement de l'usage de la voiture particulière, entre autres).

La description de base que propose ce diagramme est la suivante :

Que les activités de transport soient la construction de voies ou le transport de voyageurs et de marchandises, elles peuvent avoir un profil environnemental de durabilité ou de non-durabilité et, selon le cas, leurs effets concrets seront différents : conservation de l'environnement ou production d'externalités, intégration ou désintégration territoriale, etc.

Ces deux types d'activités de transport répondent aux besoins de transport et, dans le même temps, donnent plus de poids aux transports dans la société. Le modèle non durable entraîne toutefois la saturation du système, ce qui nuit à son efficacité.

Les pressions qu'entraînent les effets non voulus des activités de transport dont le profil n'est pas durable favorisent des politiques de transport de court terme, visant à surmonter diverses situations d'urgence. Ceci amène à recourir à des instruments d'action immédiate, produisant rapidement des résultats, ce qui rétro-alimente les activités de transport ayant un profil de non-durabilité.

En revanche, les activités de transport au profil durable sont source d'externalités écologiques, territoriales et sociales positives, qui contribuent à la bonne gouvernance des politiques des transports, et ceci œuvre dans le sens du long terme. Il s'ensuit l'utilisation d'instruments à long terme, qui encouragent eux aussi les activités ayant un profil durable. Par ailleurs, ces effets positifs favorisent l'implication des acteurs du secteur, ce qui consolide la gouvernance sectorielle.

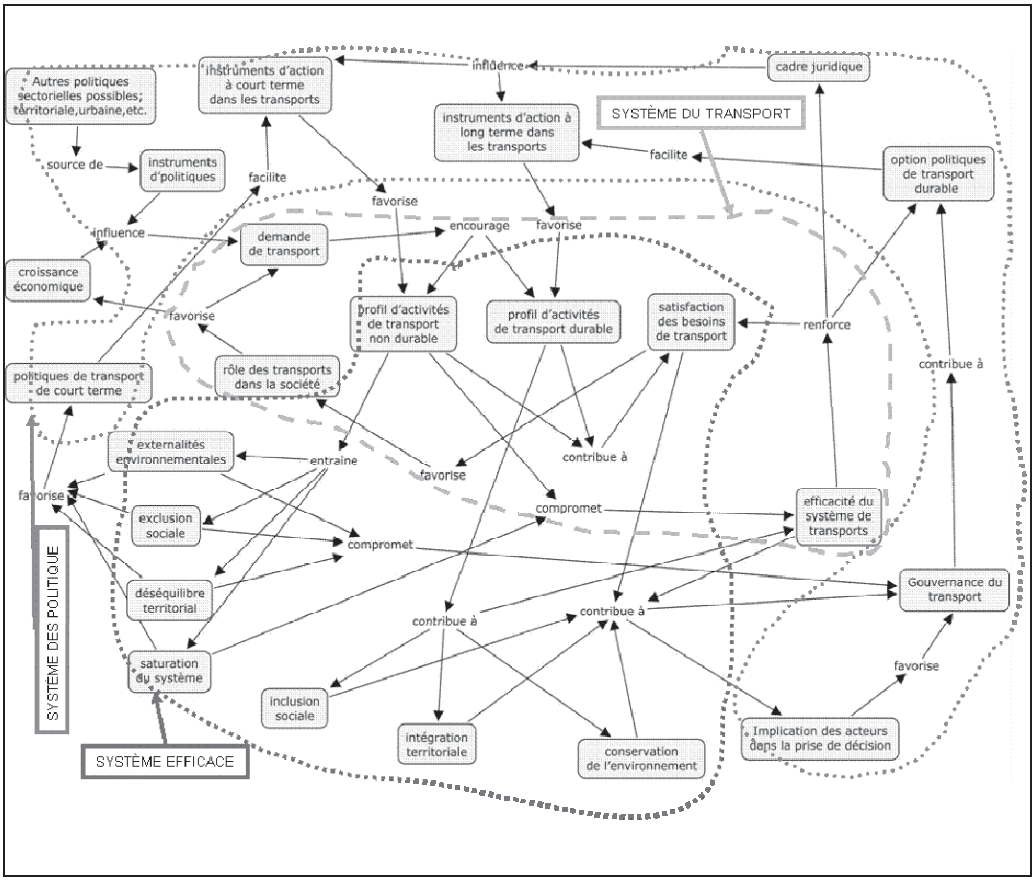
De plus, chaque type d'activité de transport a des effets sur le système de transports proprement dit. D'une part, les activités de transport dont le profil n'est pas durable réduisent l'efficacité du système de transports, d'où une moindre satisfaction des besoins de mobilité. En conséquence, le rôle des transports dans la société diminue, et ceux-ci contribuent moins à la croissance économique. Ces conséquences se répercutent sur la demande de transport, qui influe sur les deux types d'activités de transport, durable et non durable. D'autre part, les activités de transport ayant un profil de durabilité favorisent l'efficacité du système de transports, et en fin de compte la demande, selon un modèle de durabilité.

Les politiques envisageables peuvent, comme nous venons de le voir, soutenir tel ou tel type d'activité de transport, les plus durables ou les moins durables. Elles le font à travers l'emploi de certains instruments ou la manière d'utiliser le même instrument. L'investissement en infrastructures est l'un d'eux : s'il sert surtout à construire des autoroutes rapides, il favorise les activités de transport non durables, mais s'il est destiné à équilibrer la répartition modale d'un système à un moment donné, il rend les activités plus conformes au principe du transport durable. Les outils de la politique sont par ailleurs soumis aux conditions qu'impose le cadre juridique, raffermi à son tour par l'efficacité du

système. Chaque typologie d'instruments renforce un type d'activité de transport, durable ou non durable, et réalimente l'usage des mêmes instruments. Les choix possibles en matière de politiques à long terme sont quant à eux confortés par la gouvernance du secteur, elle-même consolidée par les externalités positives du système ou affaiblie par les externalités négatives, de même qu'elle est renforcée par l'efficacité du système de transports. C'est ainsi que la bonne gouvernance favorise les politiques à long terme et, lorsque la boucle est bouclée, en tire profit.

Enfin, d'autres politiques sectorielles utilisent des instruments pour concrétiser leurs solutions stratégiques envisageables, qui influencent la demande de transport et, plus directement, les activités de transport aussi.

Figure 5. **Sous-systèmes de la dimension environnementale des décisions stratégiques de transport**



Source : élaboration de l'auteur.

Comme le montre la Figure 5 ci-dessus, le système pensé pour décrire le contexte créé par les politiques publiques du moment, qui englobe la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques de transport, peut se subdiviser *grosso modo* en trois sous-systèmes qui se superposent, d'où la possibilité qu'un même élément se trouve dans deux sous-systèmes différents.

L'un des sous-systèmes est le système de transports proprement dit, qui est placé au cœur du système. Il s'agit d'une description simplifiée de la boucle de rétro-alimentation constituée par ces éléments. Cette boucle part de la demande de transport qui est réalimentée par le fonctionnement du système lui-même.

Le deuxième sous-système, composé des éléments qui entraînent une action concrète et effective du point de vue des services de transport, ainsi que sur les plans environnemental, social et territorial, est le système efficace.

Le troisième sous-système, enfin, est celui des politiques publiques : il englobe tous les éléments liés aux politiques et aux institutions qui ont de l'importance pour le système.

Cette classification entend montrer que la description des politiques publiques à un moment donné est pertinente pour décrire la dimension environnementale substantive d'une décision stratégique de transport, si elle associe de manière ouverte des éléments qui appartiennent, dans le cas qui nous occupe, à trois domaines d'analyse, et que cette association permet de comprendre ce qui est en jeu du point de vue de l'environnement sur le plan stratégique dans chaque décision concrète de façon substantive.

Pour chaque décision stratégique concernant les transports, cette description doit être replacée dans son contexte. Il faudra définir dans tous les cas les sous-éléments spécifiques de chacun des éléments indiqués et en établir les rapports particuliers, car rien de ce qui figure dans les deux Figure 4 et 5 n'est permanent. C'est la méthode systémique et transversale utilisée pour comprendre la dimension environnementale substantive des décisions stratégiques qui l'est, ce qui implique un système efficace dans lequel s'expliquent les répercussions matérielles de l'action publique, et le système des politiques publiques qui détermine le fonctionnement de l'autre sous-système, lequel se trouve être, pour ainsi dire, le moteur du système efficace.

La décision évaluée elle-même peut avoir des effets sur un ou plusieurs de ces éléments, c'est pourquoi la description du système considéré comme un tout doit être adaptée, afin de pouvoir cerner l'influence que la nouvelle décision exercera sur le système. Cette décision peut être la mise en œuvre d'un plan national de transport, et il est possible, naturellement, de prendre la Figure 4 comme base pour dépeindre la situation du plan comme un tout du point de vue de l'action publique, puisque les plans de transport ont généralement une ambition globalisatrice. Toutefois, il peut s'agir d'un plan associé aux services de logistique des transports seulement. Il faut alors que chaque élément s'adapte à la réalité de la politique et à la portée d'un plan logistique pour les services de transport. Ou bien la décision peut concerner un corridor de transport, auquel cas la description doit renvoyer au système de transports dans lequel s'insère le corridor, pour comprendre la situation du point de vue de l'action publique et en déduire la dimension environnementale substantive.

Nous ne prétendons pas, comme nous l'avons déjà précisé, que ce soit la seule description du contexte général qui permette de comprendre la dimension environnementale substantive des décisions en matière de transport, mais nous soutenons que seule une description de cette nature permet de situer la dimension environnementale substantive des décisions concernant les transports dans le contexte stratégique qui intéresse en principe l'EES.

Nous affirmons en outre que l'élaboration d'une terminologie stratégique propre à la dimension environnementale substantive des décisions concernant les transports est un préalable incontournable, si l'on veut établir un dialogue y une négociation constructive dans le cadre de l'EES qui renforcera effectivement la gouvernance écologique de la politique des transports.

La dimension environnementale substantive est, comme indiqué plus haut, la plus complexe des trois composantes de la dimension environnementale des décisions stratégiques expliquée dans le chapitre précédent : c'est la raison pour laquelle nous y avons consacré une réflexion approfondie. La dimension procédurale nécessiterait évidemment une réflexion tout aussi poussée, encore qu'à première vue, elle semble moins controversée, ainsi que nous l'avons déjà précisé, et que ce soit peut-être une tâche moins prioritaire. En ce qui concerne les processus délibératifs et ceux qui renforcent la gouvernance, il importe également de produire un discours commun sur la portée et le contenu spécifique de cette dimension procédurale. A cet égard, des progrès ont été accomplis (Caratti *et al*., 2004), mais il est incontestablement nécessaire d'y réfléchir davantage, notamment pour ce qui a trait à son application dans le contexte d'un modèle délibératif d'EES.

7. CONCLUSIONS

L'EES peut déjà s'appuyer sur une grande expérience, également dans le domaine des politiques, des plans et des programmes de transport. L'une des caractéristiques les plus visibles de cette expérience est sa diversité théorique, méthodologique et pratique. Jusqu'ici, on pense que c'est un trait distinctif de l'EES. Néanmoins, cette caractéristique peut aussi révéler une dysfonctionnalité entre le modèle théorique d'évaluation et le contexte dans lequel elle est effectuée, entre un modèle fondé sur des hypothèses technico-rationnelles et un contexte politique et institutionnel régi par des logiques politiques, qui sont loin du paradigme de la rationalité substantive.

Elle expliquerait l'évolution rapide de la conceptualisation même de l'instrument, qui est passée d'une vision très technique, axée sur la notion d'impact environnemental, à celle d'une EES centrée sur la décision, pour déboucher sur une conception plus délibérative, basée sur les processus de dialogue et de négociation qui se font jour actuellement. En d'autres termes, cette dysfonctionnalité génère une pulsion cognitive qui ouvre à l'EES de nouveaux horizons.

Cette réflexion conceptuelle n'a cependant pas été transposée mécaniquement dans la pratique de l'EES, qui reste liée à l'"*impact assessment mindset"*, en partie à cause de la façon dont l'EES a pris forme dans la législation, mais en partie aussi parce que toute nouveauté a besoin de temps pour passer du stade conceptuel à celui de la réalisation.

L'EES est au cœur de la gouvernance des politiques sectorielles, et en particulier des politiques des transports, car elle est liée à la gestion des décisions stratégiques d'une communauté, aux moyens de les améliorer et de les mettre davantage en accord avec ses valeurs et ses objectifs.

Cependant, les modèles technico-rationnels ne favorisent pas l'exploitation de toutes les potentialités de gouvernance de l'EES. Dès lors qu'ils présupposent qu'une entité aussi complexe et diffuse que la dimension environnementale des décisions stratégiques a un fondement « objectif », ils encouragent le positionnement stratégique des acteurs clés, et le dialogue s'en ressent en termes d'ouverture et de transparence.

Tant pour faire avancer la gouvernance écologique que pour accroître la cohérence de l'EES elle-même, il est indispensable de progresser vers l'adoption de modèles d'EES plus délibératifs, comme le propose dernièrement la littérature. Un modèle délibératif d'EES part du principe que les

contextes politiques et institutionnels dans lesquels s'applique l'EES sont des espaces de dialogue et de négociation où s'expriment des discours technico-rationnels divers. C'est d'autant plus vrai dans le cas de l'EES, car l'on ne saurait affirmer qu'il existe un seul et unique discours technico-rationnel possible sur la nature de la dimension environnementale d'une décision stratégique.

Par conséquent, même si l'EES doit toujours avoir un fondement technico-rationnel, celui-ci doit être défini par un processus de négociation et de dialogue, en confrontant les divers discours possibles sur un même thème.

Par ailleurs, dans un modèle délibératif d'EES, la fonction ou l'objectif de l'EES devrait se comprendre en termes de gouvernance et d'institutions. L'EES aurait, à la base, une fonction sur le plan institutionnel consistant à préciser un volet technique et confus des politiques publiques, à définir son rôle dans l'application du principe constitutionnel qui veut que soient assurées la protection et la conservation de l'environnement ainsi que la promotion du développement durable. Bien que le contenu technico-rationnel de la dimension environnementale d'une décision stratégique soit *a priori* indéterminé, ce qui est certain dans l'EES, c'est la possibilité d'en préciser le sens au cas par cas dans chaque EES, et de lui conférer ainsi un caractère officiel.

Le modèle délibératif d'EES ne nie pas qu'il faille disposer d'une description technico-rationnelle de la dimension environnementale des décisions stratégiques, il postule qu'il n'y en a pas qu'une, unique et universelle. Il est donc justifié et nécessaire de continuer à réfléchir sur ce qu'implique la prise en compte de la dimension environnementale dans les décisions stratégiques. A cet effet, ce modèle propose de la considérer comme étant une entité complexe, composée simultanément de trois dimensions : la substantive, la procédurale et la délibérative.

La dimension substantive est peut-être la plus complexe des trois, car elle est liée à l'interprétation de l'apport de l'EES à l'amélioration de l'« état environnemental des choses » que la décision évaluée est censée gérer. Pour l'exprimer simplement, la dimension substantive répond à la question suivante : pourquoi l'EES est-elle bonne pour l'environnement ? D'aucuns diront que c'est parce qu'elle réduit les impacts au minimum ; d'autres allègueront qu'en améliorant du point de vue environnemental le processus de décision, elle donnera lieu à une proposition plus respectueuse de l'environnement ; et d'autres enfin feront valoir que c'est parce qu'elle contribue de manière diffuse à introduire une rationalité écologique dans les processus décisionnels, ce qui, tôt ou tard, aboutira à des propositions plus écologiquement viables.

La création d'un discours commun sur cette dimension environnementale substantive est nécessaire pour renforcer la cohérence dans l'application de l'EES et pour faire évoluer les processus de gouvernance environnementale sectorielle.

S'agissant des politiques des transports et des décisions stratégiques qui s'y rattachent, qu'elles concernent des politiques, des plans ou des programmes, il est proposé de comprendre cette dimension environnementale substantive d'un point de vue stratégique et systémique. En l'occurrence, ce qu'apporte l'EES à l'« état environnemental des choses » tient au fait qu'elle facilite l'intériorisation, dans la décision évaluée, du patron structurel qui rend compte du profil environnemental du contexte général de l'action publique où cette décision s'inscrit. L'EES place au cœur de l'évaluation une description systémique et structurelle de la situation dans laquelle se trouve la décision évaluée du point de vue des politiques publiques, et cherche à déterminer si la décision favorise ou non un patron de durabilité des transports, bien entendu si le transport durable est une ligne directrice pour les pouvoirs publics. De plus, elle le fait à une échelle stratégique, qui lui est donnée par la description systémique réalisée, et non à l'échelle des transformations matérielles effectives que la décision pourrait entraîner, celles-ci n'étant pas la finalité de l'EES.

NOTE

1. Aux fins du présent article, on entend par conséquentialisme positiviste l'analyse partant de l'idée selon laquelle il n'a de sens d'évaluer les conséquences des décisions ou des actes que sous l'angle de leurs conséquences positives, c'est-à-dire matériellement sensibles.

BIBLIOGRAPHIE

AEE (1998). Agence Européenne de l'Environnement. *Spatial and Ecological Assessment of the TEN: Demonstration of Indicators and GIS Methods*. Environmental Issues Series no. 11. Copenhague.

Ahmed K., Mercier J.R., Vermeem R. (2005). *Strategic Environmental Assessment-Concept and Practice*. Environment Strategy Nº 14. Département de l'Environnement. Banque Mondiale. Washington.

Audouin M. et Lochner P. Editors (2000). *SEA in South Africa - Guideline Document*. CSIR and the Department of Environmental Affairs and Tourism (DEAT), Pretoria.

Banque Mondiale (2005). *Integrating environmental considerations in Policy formulation. Lessons from Polict-Based Sea experience*. Département de l'environnement. Banque Mondiale. Washington D.C.

Banque Mondiale (2006). *Environmental Impact Assessment Regulations and Strategic Environmental Assessment Requirements. Practices and lessons learned in East and Southeast Asia*. Département du développement social et environnemental. Banque Mondiale. Washington D.C.

Bina O. (2007). *A critical review of the dominant lines of argumentation on the need for strategic environmental assessment*. Environmental Impact Assessment Review 27.

Bina O. (2008). *Strategic Environmental Assessment. In Inovation in Environmental Policy? Integrating environment for sustainability*. (Dir. de publ., Jordan A. et Lenschow, Edwar Elgar Publishing Ltd, Cheltenham, Royaume-Uni.

Brown AL et Therivel R, (2000). *Principles to guide strategic environmental assessment methodology*, in Impact Assessment and Project Appraisal Volume 18, n° 3, septembre 2000, pp.183-190.

Caratti P., Dalkmann H. et Jiliberto R. (2004). *Analysing Strategic Environmental Assessment*, Edwar Elgar Publisher, Cheltenham, Royaume-Uni.

CE (2000). Commission Européenne. DG Environnement. *Strategic Environmental Assessment in the Transport Sector: An overview of legislation and practice in EU Member States*. Bruxelles.

CE (2001). Commission Européenne. DG Environnement. *Strategic Environmental Assessment of Transport Corridors: Lesson learned compared the methods of five Member States*. Bruxelles.

CE (2001). Gouvernance européenne - Un Livre Blanc. Bruxelles.

CE (2005). Commission Européenne. DG Énergie et Transports. BEACON. SEA Manual. Bruxelles.

CE (2009). Commission Européenne. DG Environnement. *Study concerning the report on the application and effectiveness of the SEA Directive (2001/42/CE). Final Report.* Bruxelles.

CEMT (1998). Conférence Européenne des Ministres des Transports. *L'évaluation environnementale stratégique dans le secteur des transports*. Service des publications de l'OCDE. Paris, France.

CEMT (2000). Conférence Européenne des Ministres des Transports. *L'évaluation environnementale stratégique dans le secteur des transports*. Service des publications de l'OCDE. Paris, France.

Dalal-Clayton et Sadler B. (2205). *Strategic Environmental Assessment, a source book and reference guide to international experience*. Earthscan. Londres, Royaume-Uni.

Dalkmann H, Nilsson M. (2001). *Decision making and strategic environmental assessment*. Journal of Environmental Assessment Policy and Management (3).

Dalkmann H., Bongart D. et Jiliberto R, (2004). *Analytical strategic environmental assessment (ANSEA) developing a new approach to SEA, Environmental Impact Assessment Review 24(4).*

Faludi A. (1987). *A decision centred view of environmental planning*. Pergamon Press. Exeter. Royaume-Uni.

Fischer, T.B. (2005). *Having an impact? – Context elements for effective SEA application in transport policy, plan and programme making*, Journal of Environmental Assessment Policy and Management.

Fischer, T.B. (2006). *SEA and transport planning: towards a generic framework for evaluating practice and developing guidance, Impact Assessment and Project Appraisal, 24 (3).*

Fisher T.B. (2002). *Strategic Environmental Assessment in Transport and Land-use Planning*. Earthscan, Londres.

Furman E., Hildén M., Dir. de publ. (2001). *Transport Planning: does the influences of strategic environmental assessment/integrated assessment reach decision making?* Final Report of a workshop. Ministère finlandais de l'Environnement. Helsinki.

Graham J., Amos B., Plumptre T. (2003). *Principes de bonne gouvernance au 21ème siècle*. Précis de politique No.15. Institute On Governance, Ottawa, Canada.

Habermas J. (2003). *Teoría de la acción comunicativa, Racionalidad de la acción y racionalización social* (Théorie de l'agir communicationnel : Tome 1 : rationalité de l'agir et rationalisation de la société). Taurus. Espagne.

Hilding-Rydevik T., Bjarnadóttir H. (2007). *Context awareness and sensitivity in SEA implementation.* Environmental Impact Assessment Review 27 (2007).

Jiliberto R, (2002). *Decision related Environment Values as object of analysis of Strategic Environment Assessment, in Impact Assessment and Project Appraisal* (IAPA), volume 20, n° 1, March 2002, pages 61-70, Royaume-Uni.

Jiliberto R, Bonilla M., (2009). *Guía de Evaluación Ambiental Estratégica*. Commission économique des Nations Unies pour l'Amérique latine et les Caraïbes (CEPALC). Santiago de Chile.

Jiliberto R. (2004). *Setting the ground for a new SEA approach*, in Caratti P., Dalkmann H. y Jiliberto R., Analysing Strategic Environmental Assessment, Edward Elgar Publisher, Cheltenham, Royaume-Uni.

Jiliberto R. (2007). *The need to transform the environmental assessment paradigm*. Journal of Environmental Assessment Policy and Management. Vol.9 Nº 2, juin 2007.

Kornov L. et Thissen W. (2000). *Rationality in decision- and policy-making: implications for strategic environmental assessment*, in Impact Assessment and Project Appraisal, volume 18, n° 3, septembre 2000.

Mercier J., Ahmed K. (2004). *EIA and SEA at the World Bank*. Rapport présenté dans Proceedings of the 8th Intergovernmental Policy Forum on Environmental Assessment, Vancouver, Canada.

Ministère des Transports (2004). *TAG Unit 2.11: Strategic Environmental Assessment for Transport Plans and Programmes*, Royaume-Uni.

Nilsson M., Wiklund H., Finnveden G., Jonsson D., Lundberg K., Tyskeng S., Wallgren O. (2009). *Analytical framework and tool kit for SEA follow-up*. Environmental Impact Assessment Review 29.

OCDE (2007). *Lignes directrices et ouvrages de référence du CAD - L'évaluation environnementale stratégique : Guide de bonnes pratiques dans le domaine de la coopération pour le développement*. Service des publications de l'OCDE. Paris, France.

Partidário M. (2007). *Strategic Environmental Assessment Good Practices Guide*. Agence portugaise de l'environnement. Lisbonne.

Partidário M., Clark R., Dir. de publ. (2000). *Perspectives on Strategic Environmental Assessment*, Boca Raton, FL: CRC-Lewis.

PNUD (2000). *Strategy Note on Governance for Human development* (Note stratégique du PNUD sur la gouvernance pour le développement humain). Programme des Nations Unies pour le Développement. PNUD.

PNUD (2004). *UNDP Environmental Mainstreaming Strategy*. Programme des Nations Unies pour le Développement. Bureau des politiques de développement. PNUD.

Sadler B. (2008). *International Trends and Developments* in SEA Process and Practice. In Elvis W.K. Au, LAM Kin Che, ZHU Tan, Partidário M., Dir. de publ., International Experience on Strategic Environmental Assessment. Center of Strategic Environmental Assessment for China, the Chinese University of Hong Kong, Hong Kong Institute of Environmental Impact Assessment, Research Centre for Strategic Environmental Assessment, Nankai University. Beijing, Chine.

Sadler, B., Verheem R. (1996). *Strategic Environmental Assessment - Status, Challenges and Future Directions*. Ministère du Logement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement des Pays-Bas. La Haye, Pays-Bas.

Scott P., Marsden P. (2003). *Development of Strategic Environmental Assessment (SEA) Methodologies for Plans and Programmes in Ireland* (2001-DS-EEP-2/5), préparé pour l'Environmental Protection Agency par ERM Environmental Resources Management Ireland Limited. Wexford, Irlande.

Simon H. (1997). *Administrative Behaviour* (Free Press, New York).

Therivel, R. et Partidário, M. (1996). *The practice of strategic environmental assessment*. Earthscan.

Therivel, R., Wilson, E., Thompson, S., Heaney, D., Pritchard, D. (1992). *Strategic environmental assessment*. Earthscan.

UE (2001). Directive n° 2001/42/CE du Parlement Européen et du Conseil relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement. Bruxelles. Belgique.

Verheem R., Tonk J. (2000). *Strategic environmental assessment: one concept multiple forms*, in Impact Assessment and Project Appraisal Volume 18, n° 3, septembre 2000, pp. 177-182.

Wallington T, Bina O., Thissen W. (2007). *Theorising strategic environmental assessment; Fresh perspectives and future challenges*. Environmental impact Assessment Review 27 (2007).

Wallington T, Bina O., Thissen W. (2008). *Strategic environmental assessment Theory and Research: an analysis of discourse*. In Handbook of Strategic Environmental Assessment (Dir. de publ. : Sadler, B., Aschermann, R., Dusik, J.,Fishcer, T.B., Partidário, M. et Verheem, R.)

L'EES CHANGE-T-ELLE LA DONNE ? COMMENT L'EES PEUT-ELLE PESER SUR LES DÉCISIONS D'INVESTISSEMENT DANS LES INFRASTRUCTURES

par

Maria R. Partidário
IST
PORTUGAL

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 581

2. LE RÔLE DE L'EES EN FAVEUR DE PROCESSUS DÉCISIONNELS PLUS DURABLES ET RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT 582

3. DANS QUELLES CONDITIONS L'EES DEVIENT-IL UN OUTIL STRATÉGIQUE ? 584

4. QUAND L'EES DEVIENT INOPPORTUNE – EXPÉRIENCE NÉGATIVES AU NIVEAU DE LA GOUVERNANCE ET DES PROCESSUS DÉCISIONNELS 586

5. UN EXEMPLE QUI ILLUSTRE LA CAPACITÉ DE L'EES À PESER SUR LES DÉCISIONS 588

6. CONCLUSIONS 593

RÉFÉRENCES 595

1. INTRODUCTION

L'évaluation environnementale stratégique (EES) traverse actuellement une période de turbulence. Mise en place initialement pour mieux intégrer les considérations d'environnement dans la prise de décision en matière de développement et combler les lacunes des EIE qui ne permettent pas de faire face à la complexité des cadres de décisions contextuels sur lesquels s'appuient les projets de développement, elle a été au fil du temps interprétée de multiples façons, qui se traduisent aujourd'hui par divers modèles et applications.

Les différences d'interprétation de l'EES que l'on trouve actuellement tiennent peut-être à trois aspects importants pour la présente réflexion : a) l'attitude politique vis-à-vis des différentes formes d'interférences environnementales dans les processus décisionnels ; b) l'émergence d'une culture de la prise de décision stratégique, qui de par sa signification et son positionnement dans les différents modèles de prise de décision, anticipe et se démarque de la culture de décisions axée sur les projets ; c) la rattachement de l'EES à différentes disciplines qui l'ont déclinée en fonction de leurs contextes professionnels.

Certains auteurs considèrent que cette diversité en dit long sur le potentiel de l'EES, et constitue l'un de ses principaux atouts qu'il faut encourager. Quelques-uns estiment toutefois que cette multiplicité détourne l'EES de son but principal qui est d'étendre l'EIE à tous les niveaux du processus décisionnel. D'autres encore pensent que cela fait partie des difficultés croissantes de l'EES et que les connaissances et expériences accumulées devraient la faire évoluer pour en faire un instrument mature, efficace et pleinement opérationnel dont les fonctions et les formes seront cohérentes et clairement définies.

L'auteur a étudié pendant de nombreuses années ces différentes interprétations de l'EES et montré qu'il ne s'agissait pas de réinventer l'EIE sous la forme d'une EES. La nécessité d'envisager l'EES dans une optique stratégique a été suggérée à plusieurs occasions (Partidário, 1999, 2000, 2005a et b, 2006, 2007, 2008). Cela signifie que l'EES ne doit pas être une EIE-bis donnant lieu à des études pour évaluer l'impact des politiques, des plans et des programmes. Au contraire, l'EES doit être le reflet d'une façon fondamentalement nouvelle d'appréhender les processus de développement stratégique, en instaurant une relation avec le processus décisionnel, dans une démarche originale et constructive, centrée sur les aspects stratégiques des décisions à prendre. Cette interprétation stratégique de l'EES est également défendue par plusieurs collègues (Kornov et Thissen, 2000 ; Wallington, 2002 ; Bina, 2003 ; Nooteboom, 2006 ; Cherp *et al.*, 2007 ; Wallington, Bina et Thissen, 2007), chacun raisonnant dans le cadre de son savoir, et avec ses raisons, professionnels, et proposant des pistes pour appréhender l'EES selon différents modèles théoriques.

La présente réflexion étudie le rôle stratégique que peut jouer l'EES en faveur de processus décisionnels plus durables et respectueux de l'environnement et comment faire pour y parvenir. Elle passe en revue les conditions nécessaires pour assurer ce rôle et également les situations dans lesquels cela ne peut se faire, lorsque ces conditions sont absentes ou que toutes ne sont pas réunies. Le

document présente un cas d'EES pour la prise de décision stratégique concernant l'emplacement du nouvel aéroport international de Lisbonne, en étudiant comment l'EES a modifié les décisions d'aménagement d'infrastructures et les conditions qui ont fait que cela a été possible.

2. LE RÔLE DE L'EES EN FAVEUR DE PROCESSUS DÉCISIONNELS PLUS DURABLES ET RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT

L'EES est un outil d'aide à la décision dont la mission était, à l'origine, d'intégrer les préoccupations environnementales et sociales en amont des processus décisionnels, de façon à améliorer le contexte décisionnel de l'action publique et de la planification aux fins de l'établissement des EIE des projets envisagés. Il apparaît clairement que le rôle de l'EES en faveur de processus décisionnels plus durables et respectueux de l'environnement a marqué la genèse de cet instrument. Mais ce rôle mobilisateur peut revêtir diverses formes, selon les priorités des sociétés, les cultures politiques et organisationnelles, les connaissances dont on dispose et les méthodes utilisées pour le promouvoir. D'où la diversité des interprétations de la façon dont l'EES doit exercer et remplir la mission qu'on attend d'elle.

Au fil des ans, plusieurs formes d'EES ont vu le jour, fondées pour la plupart sur les approches des EIE de projets, d'autres sur des systèmes de science de la décision et de prise de décisions ou encore sur des approches d'aménagement de l'espace (Dalal-Clayton et Sadler, 2005). Tous ceux qui connaissent bien les différentes approches et méthodes de prise de décisions et de planification appliquées dans le monde, n'auront aucun mal à comprendre que les EES se déclinent sous différentes formes selon les systèmes dans lesquels elles se situent.

La Directive européenne 2001/42/CE, dite communément Directive EES est souvent considérée comme l'approche standard de l'EES au plan mondial (sachant que la section de la loi chinoise sur l'EIE concernant l'EES du Plan rejoint également cette Directive qui a été l'un des premiers cadre juridique mis en place dans le monde), mais elle ne représente que l'une des interprétations possibles de l'EES. Elle apparaît, dans l'ensemble, comme une forme d'EES relativement limitée dès lors que l'on conçoit l'EES comme un instrument stratégique. La Directive européenne vise en priorité les plans et programmes « qui définissent le cadre dans lequel la mise en œuvre des projets (nécessitant une EIE) pourra être autorisée à l'avenir » (art.3, n.2, (a)), ce qui détermine une certaine culture décisionnelle face aux projets. Dans la pratique, la mise en œuvre des prescriptions de la Directive correspond pratiquement à une EIE élargie.

Les autres interprétations plus stratégiques de l'EES ont évolué vers une évaluation intervenant très en amont dans la conception et la mise en forme des stratégies. Cela implique de laisser les EES et les stratégies se façonner mutuellement, en travaillant sur la perception des problèmes et la configuration des mesures de façon à répondre aux problèmes en souplesse, l'EES aidant les décideurs et les planificateurs à formuler et peser les différentes options stratégiques, et à faciliter ensuite la prise de décision en choisissant et en appliquant les stratégies qui tiennent le mieux compte des priorités en matière d'environnement et de durabilité.

Si l'approche stratégique de l'EES permet d'étudier dans quelle mesure l'EES peut influer sur les contextes décisionnels et la formulation des initiatives stratégique, qu'il s'agisse de mesures, plans ou programmes, de nombreuses autres approches privilégient plutôt une attitude rationaliste constant à envisager l'EES comme une série standard d'activités, inspirée du processus d'EIE et centrée sur la préparation d'un report d'EES dont l'objectif ultime est d'informer et de valider une décision finale.

Le concept d'environnement n'est pas non plus étranger au développement d'autres types d'instruments qui peuvent entrer en concurrence avec l'EES. Le terme « environnement » étant souvent utilisé au sens étroit pour ne désigner que des réalités liées à la terre, l'étude d'impact intégrée (PNUE, 2005 et 2009) de même que les évaluations de l'impact sur la durabilité (Pope *et al*., 2004 ; Gibson *et al*., 2005) se sont développées en tant qu'instruments permettant d'établir un lien entre les systèmes sociaux, physico-écologiques et économiques. Les évaluations intégrées ou les études d'impact sur la durabilité sont toutefois utilisées à tous les niveaux, des projets jusqu'aux décisions publiques de tous ordres.

Les approches institutionnelles de l'EES gagnent également du terrain depuis peu (Ahmed et Sanchez-Triana, 2008) et s'inspirent très largement des principes et pratiques d'apprentissage institutionnels et organisationnels, pour répondre aux priorités de renforcement des capacités, les évaluations pouvant s'inscrire dans une logique de projet ou dans une logique plus stratégique.

Ce que l'on veut montrer ici, comme on l'a déjà fait à plusieurs occasions, est que, pour être efficace et répondre aux besoins de la prise de décisions, les EES doivent offrir une certaine souplesse et ne peuvent pas être réduites en une séquence d'activités standard comme dans les EIE. Le concept de cadre d'activité, qui permet d'assurer la souplesse, la diversité et l'adaptabilité de l'EES aux processus décisionnels, a déjà été proposé (Partidário, 2005b). L'EES peut aider les décideurs à repérer les options satisfaisantes en termes de durabilité, à examiner les risques des mesures stratégiques proposées et les possibilités qu'elles recèlent, tout en donnant des indications précoces sur les effets cumulés, synergiques et indirects et sur les impacts à grande échelle. Pour ce faire, l'EES doit toutefois comprendre la complexité des processus stratégiques et en tenir compte, et apporter des éléments d'appréciation pragmatiques au moment voulu.

Le rôle principal des EES est, semble-t-il, de plus en plus de faciliter la prise de décisions en y associant les principaux acteurs, en favorisant le dialogue pour une meilleure compréhension mutuelle et en inscrivant l'examen des options envisageables dans une perspective à long terme et à grande échelle. Compte tenu de la complexité de la prise de décisions stratégique, l'EES ne peut se réduire à une simple évaluation technique, et à ses implications pour les options proposées ; elle doit au contraire s'inscrire dans le contexte de la prise de décisions stratégique de façon à influencer la performance du processus décisionnel (Partidário, 2005a). L'EES n'entend pas contrôler les décisions, elle entend plutôt montrer les avantages d'une vision globale des questions environnementales pour un processus décisionnel durable.

3. DANS QUELLES CONDITIONS L'EES DEVIENT-IL UN OUTIL STRATÉGIQUE ?

Un modèle à vision stratégique a été proposé pour l'EES dans Partidário (2006). Ce modèle a ensuite été transformé en orientations pour l'EES, pour satisfaire aux prescriptions de la Directive européenne, et publié par l'Agence portugaise de l'environnement (Partidário, 2007a). Depuis, la méthodologie exposée dans ce document a été généralement suivie au Portugal, même si tous les principes et conditions de réussite énoncés n'ont pas été toujours respectés.

L'approche à vision stratégique est conçue comme un instrument axé sur la décision, qui suit la dynamique du processus décisionnel en se concentrant sur l'évaluation des processus stratégiques, plutôt que celle de plans ou de programmes. Elle a pour objectif d'intégrer les considérations environnementales dans un souci de durabilité, en faisant de l'**EES un outil stratégique au service des processus visant la durabilité**. Une EES axée sur la décision offre une grande souplesse et s'adapte aux divers processus décisionnels, chacun étant conçu comme un ensemble d'éléments clés qu'il convient de positionner de façon stratégique pour permettre à l'EES de jouer son rôle d'aide à la décision et de produire une valeur ajoutée (Partidário, 2000).

Ce concept, et la méthodologie qui s'y rapporte, représente une approche originale par rapport aux pratiques classiques d'EES. Le modèle d'EES à vision stratégique (Partidário, 2008) fait intervenir plusieurs démarches, notamment :

- ✓ Mener une réflexion stratégique, plutôt qu'une réflexion au niveau d'un projet.
- ✓ Travailler sur les processus, pas sur les résultats.
- ✓ Assurer et favoriser l'engagement précoce et participation des collectivités à la planification ; utiliser et développer les compétences en matière de communication.
- ✓ Recourir au dialogue, à la persuasion et à la négociation, en tant que techniques, tout au long du processus.
- ✓ Se concentrer sur les objectifs à long terme et sur la stratégie qui permettra de les atteindre.
- ✓ Se situer dans une optique à long terme, mais prendre des mesures à court terme pour réaliser certaines priorités.
- ✓ Être stratégique mais pas descriptif -- utiliser des groupes thématiques (**Facteurs critiques pour la prise de décisions** (FCD)), et établir des diagnostics rapides et précis.
- ✓ Appliquer un système d'explication globale intégré -- les FCD sont des éléments solidaires.
- ✓ Adopter une vision large de la durabilité.
- ✓ Envisager l'évaluation de façon très ciblée et pragmatique.
- ✓ Plutôt que d'anticiper les impacts, contribuer à la réflexion sur les voies de la durabilité.
- ✓ Faciliter la prise de décisions – assurer la souplesse et la continuité du processus, suivre le cycle décisionnel.
- ✓ Changer la terminologie pour adopter une terminologie à vision stratégique.

Dans ce modèle, l'EES a pour but d'aider à comprendre un problème pour le traiter correctement, et à trouver des options durables, viables et respectueuses de l'environnement pour atteindre les objectifs visés. Elle s'appuie sur des processus décisionnels, la production de connaissances, des réseaux d'acteurs, une coopération intersectorielle et une bonne gouvernance. L'approche adoptée met en valeur trois principales fonctions de l'EES :

1. L'**intégration** des questions d'environnement et de durabilité dans les processus stratégiques ;
2. L'**évaluation** des risques et possibilités liés aux options stratégiques ;
3. La **validation** de l'évaluation des processus stratégiques et des résultats.

Elle propose en outre un cadre général pour mener à bien la mission stratégique :

- ✓ Établir un cadre de gouvernance institutionnelle et de participation, et reconnaître les différentes perspectives.
- ✓ Mettre en place un cadre stratégique de référence (CSR) -- travailler pour un avenir durable en visant des objectifs de développement et établir une évaluation de référence.
- ✓ Définir les facteurs critiques de décision (FCD) -- classement des priorités, définition des groupes thématiques (*clusters*) en fonction des principaux aspects stratégiques identifiés, des facteurs environnementaux pertinents (FE) et du cadre général fixé par le CSR.
- ✓ Analyser les tendances, et non les moments. Le contexte stratégique est défini d'après l'analyse des tendances. L'analyse doit être dynamique et non statique.
- ✓ Effecteur des études sectorielles pour analyser les FCD, et l'évaluation, pour apporter les informations nécessaires aux décideurs.
- ✓ Analyser les stratégies et évaluer les options stratégiques pour différents scénarios.
- ✓ Étudier les options réalistes qui pourraient permettre des choix et les classer par ordre de priorité en anticipant/évitant les risques et en passant en revue les opportunités offertes.
- ✓ Établir autant de notes, commentaires et courts rapports thématiques que nécessaire, en fonction des opportunités créées par les fenêtres de décision.
- ✓ Proposer des orientations pour ouvrir des pistes, éviter le modèle d'atténuation des effets environnementaux.
- ✓ Appuyer énergiquement le cycle de vie de la stratégie à toutes les étapes : conception, évaluation, suivi -- intégration dans le processus stratégique de prise de décisions.

Un nouveau lexique a été proposé pour l'EES dans (Partidário, 2007) pour renforcer l'orientation stratégique des études d'impact.

Tableau 1. **Nouveau lexique proposé pour inscrire l'EES dans une réflexion stratégique**

Terminologie utilisée dans le modèle à stratégique d'EES :	Terminologie classique
Facteurs critiques (*clusters*)	Balayage
Fenêtres de décision (dans le processus stratégique)	Phases de planification
Questions stratégiques Moteurs du changement Données contextuelles	Situation de référence
Options stratégiques	Alternatives
Opportunités et risques	Impacts
Orientations (planification, gestion)	Mesures d'atténuation

Donc que faut-il attendre de l'EES en tant qu'approche stratégique ? Quelles sont les conditions nécessaires à la réussite stratégique de l'EES?

Ce que l'on vient de montrer est que, pour mieux fonctionner au plan stratégique, l'EES doit assurer un ensemble de fonctions et revêtir une forme particulière. L'accent est mis sur le rôle stratégique de l'EES qui doit influer sur la prise de décision en introduisant au cœur des décisions stratégiques une vision générale des problèmes environnementaux pour aider à identifier les voies de la durabilité. Cela signifie que les EES doivent envisager de façon stratégique pourquoi l'action est nécessaire, qui doit y participer, ce qu'il faut prendre en considération et quand influer sur la prise de décisions.

4. QUAND L'EES DEVIENT INOPPORTUNE - EXPÉRIENCES NÉGATIVES AU NIVEAU DE LA GOUVERNANCE ET DES PROCESSUS DÉCISIONNELS

Pour apporter une aide à la décision, l'EES doit cibler les priorités et problèmes en jeu et apporter une valeur ajoutée. La prise de décisions doit voir en l'EES une alliée, une démarche dont elle peut tirer profit, et pas uniquement une perte de temps. On a déjà évoqué le rôle de l'EES en faveur de l'intégration des considérations environnementales et sociales dans les processus décisionnels, en reconnaissant qu'il peut s'exercer de multiples façons. Trois types de démarches peuvent être identifiés :

L'approche marginale : l'EES devient un but en soi, en d'autres termes, l'EES est effectuée dans le cadre d'études de référence destinées à analyser et diagnostiquer des problèmes environnementaux et sociaux et à évaluer les effets de propositions, en suivant une série d'étapes données débouchant sur la rédaction d'un gros rapport official. Il s'agit en général de préparer des études destinées à donner la meilleure image possible de la situation et de contextualiser la décision en termes environnementaux et sociaux. Les résultats de telles EES ne présentent souvent guère d'intérêt pour la prise de décisions : certes un gros travail a été fait, demandant beaucoup d'efforts, de ressources et de temps, mais il n'a pas été ciblé sur les véritables questions pouvant intéresser la prise de décisions.

L'**approche disciplinaire** : l'EES sert essentiellement de mécanisme de contrôle de l'application de la législation en vigueur et des autres prescriptions applicables. Dans ce cas, les dispositions prévues par la législation constituent la feuille de route de l'EES. L'important est de répondre à chaque point de la législation, et il arrive même que certains adjectifs ou expressions utilisés dans la législation soient repris pour désigner officiellement l'un ou l'autre type d'EES. Par exemple au Royaume-Uni les « *Appropriate Assessments* » (évaluations appropriées) sont devenus un type d'EES en réponse aux dispositions de la Directive Habitats, uniquement parce qu'on y trouve l'expression "... fait l'objet d'une évaluation appropriée...", et que des orientations ont été publiées. On peut se demander s'il existe d'autres types d'EES qui ne seraient pas appropriées !

L'approche constructive : les aspects intéressant la prise de décisions deviennent les éléments centraux de l'EES dont le seul but est alors de faire évoluer les stratégies en cherchant à renforcer de façon constructive l'intégration des considérations environnementales et de durabilité. Il s'agit en l'occurrence de comprendre et d'analyser les besoins et priorités et d'élaborer une EES répondant

spécifiquement aux besoins de la prise de décisions. L'EES doit dans ce cas être suffisamment informe pour s'adapter à chaque cas. Elle doit être flexible, mobile, centrée sur les aspects qui apportent une valeur ajoutée au processus décisionnel et qui permettront de prendre des décisions plus écologiques et durables. L'EES cherche à identifier un petit nombre de thèmes déterminants pour la prise de décisions, passe en revue les différentes options stratégiques qui peuvent conduire, chacune à sa façon, sur la voie de la durabilité. Les conclusions de l'EES sont intégrées dans le processus décisionnel ; plusieurs résultats intermédiaires sont produits aux différentes étapes du cycle au moment où ils peuvent être utiles et influer sur la prise de décisions.

Ces trois types de démarches ne sont pas que théoriques. Elles ont été définies à partir de l'expérience acquise en matière d'EES. Un examen systématique de la pratique des EES à travers le monde montrerait que les approches marginales et disciplinaires sont dans l'ensemble les plus répandues. L'approche constructive semble retenir l'attention depuis quelque temps, mais les exemples sont plus rares. On aura souvent tendance à combiner ces différentes approches, en particulier lorsque l'objectif est d'utiliser l'EES pour étayer la décision le plus solidement possible (c'est l'approche constructive), mais en même temps de se conformer aux prescriptions légales, notamment celles de la Directive européenne et du droit national qui en découle (on rejoint là l'approche disciplinaire).

Du fait que les approches marginale et disciplinaire sont les plus répandues, l'application de l'EES dans le cadre d'une approche constructive est souvent décevante. L'EES, en effet, est encore très souvent considérée comme une EIE mise en œuvre au niveau supérieur du processus décisionnel -- celui des politiques, plans et programmes --, avec toutes les contraintes et limites qui caractérisent la pratique des EIE depuis plus de 40 ans. L'EES va alors de plus en plus dans le sens des intentions des décideurs. Elle met surtout l'accent sur des descriptions de référence très détaillées et n'apporte guère d'éclairage analytique, et encore moins d'avis en bonne et due forme, de nature à appuyer le processus décisionnel. Elle ne propose qu'une vue à court terme des effets et est centrée sur la production de rapports, et devient un processus « industriel » nécessaire pour obtenir des permis. Autant de caractéristiques qui vont à l'encontre de ce que l'EES devrait être. Les autres motifs de déception sont les suivants :

En ce qui concerne la gouvernance :

-- la participation et la diversité de points de vue sont limitées -- les évaluations ont un caractère institutionnel ou suivent une orientation unique ; les institutions environnementales publiques y jouent souvent le rôle principal lorsque l'EES est prescrite par la loi.

-- l'influence sur le processus de décision est limitée ; le processus de décision et le processus d'EES se déroulent de façon parallèle, sans point de convergence, d'où des tensions ; les effets bénéfiques pour l'environnement et la société s'en trouvent, en bout de ligne, limités.

-- en Europe, le fait que les prescriptions légales soient centrées sur l'évaluation des effets, les mesures d'atténuation et la production d'un rapport environnemental détermine une forte similitude avec une EIE ; l'évaluation se trouve donc imprégnée de la culture de projet correspondante, ce qui en bout de ligne influence beaucoup les attentes des autorités quant à la structure et aux résultats détaillés de l'EES.

S'agissant du processus de décision :

-- aux niveaux de la décision stratégique, l'EES est considérée comme le maillon faible du dispositif environnemental. Les politiques, plans et programmes seront mis en œuvre conformément aux intentions et objectifs initiaux, et le rapport environnemental ne servira que de « caution » permettant de se conformer aux prescriptions légales.

-- les prescriptions légales relatives à la démonstration des effets concernant les mesures d'atténuation empêchent l'EES d'être plus constructive, novatrice et pleinement adaptée à la situation.

-- l'expérience montre que l'EES est souvent centrée sur la production et la remise d'un rapport environnemental. Cela limite les possibilités de travailler sur plusieurs rapports plus brefs, dont l'objectif serait non pas de démontrer les impacts d'un projet, mais plutôt de recueillir de l'information décisionnelle utile pour pouvoir envisager des pistes stratégiques devant permettre d'éviter des problèmes à l'avenir. L'EES devrait appuyer la prise de décisions, et non la compliquer.

5. UN EXEMPLE QUI ILLUSTRE LA CAPACITÉ DE L'EES À PESER SUR LES DÉCISIONS

L'évolution du projet du nouvel aéroport international de Lisbonne donne un bon exemple de l'influence stratégique que l'EES peut exercer sur le processus décisionnel. Après 40 ans de multiples tentatives et de débats houleux sur les différents sites possibles, un choix a finalement été fait à cet égard. Mais les pouvoirs publics devaient par la suite revenir brusquement sur cette décision pour des considérations stratégiques concernant d'autres enjeux pertinents et à plus long terme qui n'avaient pas été jusque là prises en compte de façon systématique et transparente. Ainsi, une meilleure option, qui n'avait jamais été envisagée auparavant, a été finalement trouvée et retenue pour des motifs politiques. L'EES a ainsi contribué à infléchir une décision prise au terme d'une quarantaine d'années de débats, et ce en moins d'un an.

L'aéroport de Lisbonne occupe son emplacement actuel (Lisbonne-Portela) depuis 1942. Construit à l'origine à la périphérie de la capitale portugaise, il s'est retrouvé cerné par l'expansion urbaine des décennies qui ont suivi. Sa relocalisation a été envisagée pour la première fois en 1969. On avait à l'époque recensé cinq sites possibles, tous situés sur la rive Sud du Tage. Une première étude, achevée en 1971, préconisait d'arrêter le choix sur une zone de plus de 6 500 ha située à une quarantaine de kilomètres au Sud de Lisbonne, à Rio Frio, où l'on envisageait de construire un aéroport à quatre pistes parallèles. La situation économique et politique du Portugal a toutefois évolué sensiblement dans les années 70, à la suite du premier choc pétrolier et de la transformation politique du pays. L'aéroport n'était plus une priorité nationale et tout le processus a été interrompu.

La question a refait surface en 1982 et une étude approfondie a été lancée pour analyser 12 sites possibles. L'étude a retenu un nouveau site plus adapté, situé à Ota, à 40 kilomètres au Nord de Lisbonne, sur la rive droite du Tage, en face de Rio Frio, qui avait été retenu auparavant. Là encore le processus a été ralenti pour des raisons politiques, mais il a été relancé en 1990 avec l'adhésion du Portugal à la Communauté Européenne.

Au cours des huit années qui ont suivi, plusieurs études ont été consacrées à ces deux sites, notamment pour en déterminer la faisabilité économique et opérationnelle. Enfin, en 1998-1999, les deux sites d'Ota et de Rio Frio ont fait l'objet d'études d'impact environnemental dans une optique axée strictement sur le projet. Là encore, c'est le site d'Ota qui a été retenu pour la construction du nouvel aéroport de Lisbonne, car il semblait répondre à la fois aux objectifs environnementaux et aux impératifs économiques. Les pouvoirs publics ont justifié leur décision par la sensibilité naturelle du site de Rio Frio, où le projet aurait impliqué la destruction de plus de 50 000 chênes-liège, une espèce protégée au Portugal, et par le fait que Rio Frio occupe un corridor écologique entre le Tage et le Sado.

Mais le dossier ne s'est pas clos pour autant. Un débat national s'est engagé sur les coûts élevés de la construction d'un aéroport sur le site d'Ota, en raison de problèmes environnementaux essentiellement liés à la complexité hydrologique et topographique du site. Dans le même temps, le développement touristique et urbain sur la rive Sud du fleuve pesait de plus en plus sur la sensibilité écologique de la région, qui avait été épargnée par le choix du site de Rio Frio auparavant. L'agglomération lisbonnaise, dans un rayon de 50 kilomètres, était en train de se transformer, ce qui n'a pas manqué d'aviver les préoccupations écologiques. Malgré le vaste débat, la décision a été maintenue et en 2005, le Gouvernement a pris la décision finale de construire l'aéroport à Ota. La conception détaillée du projet s'est poursuivie et l'EES a été entreprise.

Cependant, cette décision ne faisait pas l'unanimité, en particulier dans le secteur des entreprises. Ainsi, au cours du premier semestre 2007, alors que l'EES était à mi-parcours, une étude parrainée par la Confédération de l'industrie portugaise (CIP) (IDAD, 2007) a quadrillé la région avoisinante de Lisbonne dans un rayon de 50 kilomètres, pour y trouver des sites stratégiques possibles. Au lieu d'identifier d'abord les sites et de vérifier ensuite s'ils répondaient aux besoins, cette étude consistait à rechercher les meilleurs emplacements dans une optique stratégique, selon divers critères : correspondances internationales, développement régional de l'agglomération de Lisbonne, utilité pour le tourisme et le développement industriel, sensibilité écologique, caractéristiques physiques et infrastructures, population et mobilité.

L'objectif de l'étude de la CIP était de démontrer qu'il était possible de trouver de nouveaux sites, en s'appuyant sur les mêmes hypothèses, mais en utilisant de nouveaux outils technologiques et des données environnementales récentes, et non de déterminer si la décision prise auparavant était juste ou non (Coutinho et Partidário, 2008). C'était la première fois qu'une telle enquête territoriale était menée. Avec l'aide du SIG, les auteurs de l'étude de la CIP ont ainsi trouvé un nouveau site -- Campo de Tiro de Alcochete (CTA), un champ de tir de l'armée qui n'avait jamais été envisagé dans les études antérieures. Le choix de ce site, qui s'appuie sur une recherche accélérée réalisée en trois mois, devait permettre d'éviter bon nombre des problèmes qui ont été relevés pour le site d'Ota, en particulier ceux qui sont liés à une charge économique plus importante et qui pourraient porter atteinte à la faisabilité à long terme du projet.

Une fois l'étude achevée, elle a été remise au Gouvernement et mise à la disposition du public sur l'Internet une semaine plus tard, dès que le Gouvernement a eu annoncé la suspension de sa décision antérieure. L'étude a été réalisée dans une stricte confidentialité (Coutinho et Partidário, 2008) pour éviter les fuites dans la presse et des pressions politiques supplémentaires. Mais une fois l'étude

achevée, la transparence des résultats a été totale. Le rapport était centré sur les quelques facteurs sur lesquels reposait la décision antérieure. Il était rédigé dans un langage accessible et la méthodologie utilisée évitait les modèles complexes, pour s'appuyer sur des approches techniques simples, ce qui a favorisé une compréhension rapide des résultats de l'étude dans la population en général.

Une semaine après la remise du rapport de la CIP, le Ministre des Travaux Publics a annoncé au Parlement que la décision concernant le site d'Ota était suspendue et que ce site et celui de CTA feraient l'objet d'une étude comparative stratégique. Au cours du processus, des négociations ont eu lieu au niveau le plus élevé, auxquelles ont participé le Président de la République, le Premier Ministre et l'Armée de l'air portugaise. De nouveaux enjeux stratégiques sont ainsi venus s'ajouter à la table des négociations, et la décision antérieure a été remise en question par une nouvelle logique stratégique.

Le Gouvernement a chargé le Laboratoire national de génie civil (LNEC) d'élaborer une évaluation comparative stratégique des sites d'Ota et de CTA (Figure 1). Cette tâche a été confiée à une équipe composée de plus de 50 experts, dont près d'une quarantaine travaillait sous la coordination du Président du LNEC, avec un double mandat : d'une part, vérifier la faisabilité technique (du point de vue des caractéristiques physiques et de l'ingénierie) du site de CTA pour la construction d'un aéroport international, et d'autre part, effectuer une évaluation comparative des sites d'Ota et de CTA, sur la base d'objectifs stratégiques concernant le rôle de l'aéroport international dans le développement durable de la région de Lisbonne, et du Portugal au niveau mondial.

Le LNEC a adopté une méthode d'évaluation stratégique (LNEC, 2007) qui devait tenir compte des impératifs suivants : 1) le Gouvernement voulait des résultats dans un délai de six mois ; 2) on disposait d'une information détaillée sur les caractéristiques de conception du projet d'Ota, et sur l'emplacement proprement, mais pas sur l'autre site possible de CTA, ni d'aucune autre étude ; 3) l'intention du Gouvernement se bornait à recueillir l'information nécessaire pour étayer une décision sur le meilleur choix stratégique entre les deux sites possibles. L'étude devait fournir les raisons permettant de justifier la nécessité de revenir, ou non, sur la décision prise auparavant.

Le LNEC a retenu les services de l'auteur en qualité de consultant pour le pilotage méthodologique de l'étude. La méthodologie globale a été conçue pour fonctionner dans une optique stratégique et fournir des réponses à bref délai. Il n'était pas possible de consacrer beaucoup de temps aux études de référence. Nous disposions seulement de six mois pour formuler un avis à l'intention du Gouvernement. Nous avons alors adopté pour l'EES une approche très pragmatique et ciblée. À partir de la méthodologie d'EES à vision stratégique (Partidário, 2007a), nous avons construit un cadre d'évaluation s'articulant autour de sept facteurs critiques de décision (CFD) :

1. Sécurité de la navigation et du transport aériens.
2. Ressources naturelles et risques.
3. Conservation de la biodiversité et de la nature.
4. Accessibilité.
5. Aménagement de l'espace.
6. Compétitivité socio-économique.
7. Faisabilité financière.

La prise en compte de ces FCD reposait sur des critères d'évaluation et indicateurs environnementaux, sociaux et économiques spécifiques. L'étude comprenait également une analyse coûts-avantages dont certains indicateurs recoupaient ceux de l'EES, mais qui a finalement abouti à la

conclusion que les deux sites étaient équivalents du point de vue économique. L'équipe s'est réunie à de nombreuses reprises, en plénière et en petits groupes thématiques, ce qui a favorisé une très bonne interaction et au final une assez bonne intégration des résultats.

Cette étude a finalement privilégié le site de CTA, qui présentait des avantages comparatifs par rapport à celui d'Ota. Cet avis a été adopté par le Gouvernement, qui a radicalement modifié sa position. La décision finale a été prise au cours du second semestre 2007.

Au cours des discussions qui ont suivi, le premier facteur critique -- la sécurité de la navigation et du transport aériens -- a été retenu comme le facteur déterminant dans la décision du Gouvernement, ce qui apparaissait plutôt paradoxal, étant donné que cet aspect faisait l'objet d'une des principales critiques visant le site d'Ota, mais il n'avait jamais été pris en compte ou intégré au processus décisionnel auparavant !

Comment alors l'EES a-t-elle pesé sur ce processus ? Comment a-t-elle changé la donne ?

Premièrement, l'ensemble de l'évaluation a été ramené à quelques facteurs clés de décision, et il a été très clairement indiqué aux experts de cibler leur réflexion et de s'en tenir aux aspects essentiels, nécessaires pour procéder à l'évaluation comparative. L'ensemble de l'évaluation reposait sur sept facteurs critiques de décision. Les résultats ont été présentés selon ce cadre, qui était très facile à appréhender et à diffuser.

Deuxièmement, le point d'intervention de l'EES n'était pas sans importance. L'initiative prise par la CIP de chercher un meilleur emplacement et qui a permis d'identifier un nouveau site possible -- CTA -- pour la construction d'un aéroport, a créé la possibilité politique d'utiliser l'EES dans une optique stratégique. Les résultats de l'étude sur le site de CTA ont laissé entrevoir au Gouvernement une issue possible au conflit qui l'opposait à l'opinion publique et qui le soumettait à une pression considérable.

Troisièmement, les résultats des études de la CIP et du LNEC aboutissaient à une conclusion analogue, alors que les deux études et institutions étaient totalement indépendantes les unes des autres. En effet, la CIP est une ONG privée, qui représente les intérêts de longue date du secteur privé, tandis que le LNEC, de son côté, est une institution de recherche publique qui a reçu du Gouvernement le mandat de réaliser des évaluations techniques robustes. Aucune pression ou influence n'a été exercée sur l'étude du LNEC pour qu'elle rejoigne les résultats de celle de la CIP. Bien au contraire, les médias et les autres composantes de la société civile n'ont pas été avares de commentaires spéculatifs dans un sens comme dans l'autre : ou bien l'étude du LNEC cherchait à rejoindre les résultats de celle de la CIP, ou bien elle visait à justifier les décisions antérieures du Gouvernement.

Quatrièmement, l'EES a été réalisée dans une optique de développement durable. Tous les aspects, physiques et écologiques, sociaux et culturels, ainsi qu'économiques, institutionnels et politiques ont été rassemblés dans le but de concilier les différents intérêts dans la mesure du possible. Des lignes directrices ont été élaborées pour guider la suite de la démarche. Bon nombre des principes d'évaluation de l'impact sur l'environnement ont été respectés (IAIA, 1999) : transparence, rigueur scientifique, systématicité, utilité, praticité. Les critères de bonne pratique en matière d'EES (IAIA, 2002) ont également été respectés : intégration, recherche de la durabilité, ciblage et transparence.

L'approche méthodologique reposait sur les prémices suivantes :

1. L'objet de l'évaluation était clairement défini : ce n'était pas l'infrastructure aéroportuaire qui devait être évaluée, mais son emplacement stratégique eu égard au développement national et régional global.
2. L'évaluation devait être menée de manière pragmatique et s'articuler sur les sept facteurs critiques de décision mentionnés. L'équipe a été incitée à s'abstenir de disserter longuement sur ses domaines de compétence, mais à concentrer plutôt ses efforts sur les indicateurs explicatifs qui pourraient révéler les aspects critiques. Elle a également été invitée à présenter des données disponibles aussi robustes que possible, dans les délais prescrits.
3. Une place très importante a été faite à l'interdisciplinarité au sein de l'équipe. Les travaux de chaque groupe ont été suivis attentivement. Les échanges entre eux ont été fréquents.
4. On a veillé de plusieurs façons à conserver une optique à long terme, notamment en élaborant des scénarios, qui ont joué à cet égard un rôle très important. Ils ont déterminé les débats stratégiques qui ont influé sur de nombreux choix faits tout au long du processus en ce qui concerne l'objectif et la plausibilité de l'aéroport.
5. Des lignes directrices ont été élaborées pour orienter les actions futures, plutôt que des mesures d'atténuation, qui laisseraient supposer qu'il n'y aurait pas d'autres possibilités que de mettre en œuvre des mesures supplémentaires afin de limiter au minimum les effets inévitables, physiques ou politiques.
6. Bien que volumineux (près d'un millier de pages au total) et faisant appel à des méthodes complexes (à l'égard de nombreux thèmes différents dont le traitement nécessitait un recours à la modélisation et à des calculs poussés), le rapport final se présentait sous une forme simple et de compréhension facile. Les conclusions finales, présentées au regard des sept facteurs critiques de décision, étaient très faciles à appréhender pour les pouvoirs publics et à diffuser auprès de la population en général pour que celle-ci accepte la volte-face du Gouvernement.
7. Les experts ont attribué au cours de l'évaluation différents coefficients de pondération aux indicateurs utilisés, mais le coefficient était le même pour les facteurs de décision. Cela a suscité dans l'opinion certaines critiques à l'annonce des résultats : le secteur des entreprises voulait que l'on accorde plus d'importance à la compétitivité économique, les ONG environnementales à la biodiversité, et les municipalités à l'aménagement du territoire. Il était donc judicieux de ne pas faire de différence de pondération, car il aurait alors été impossible de répondre à toutes ces préoccupations.

Ce projet a été effectivement une occasion politique d'utiliser l'EES et d'en démontrer l'utilité dans le processus de décision stratégique. Le Gouvernement a ainsi obtenu, à l'expiration de la période de six mois impartie, un avis clair qui lui a permis de justifier facilement son changement de décision. Même le Premier Ministre a évoqué les facteurs critiques de décision dans son discours :

> Commentant la décision... relative au site du *Champ de tir d'Alcochete* (CTA), le **Premier Ministre a expliqué aujourd'hui** qu'elle s'appuyait sur « **quatre des sept facteurs critiques de décision** » retenus dans le rapport du LNEC : sécurité, efficacité et capacité de transport aérien ; durabilité des ressources naturelles ; compatibilité du développement économique et évaluation financière. Il a souligné que « **le rapport était très clair** » et que ses conclusions indiquaient que les deux sites étaient à la fois viables et durables, mais que **le choix** du CTA était privilégié par le Gouvernement pour des raisons de sécurité et d'exploitation… c'est en outre un site qui est sûr du point de vue environnemental » (Público, **10.01.2008** - *http://economia.publico.clix.pt/noticia.aspx?id=1316214)*

Mais cette démarche ne va bien sûr pas sans inconvénients. Bien qu'elle ait pu déboucher sur des conclusions intégrées et assez robustes, elle comportait des volets qui se situaient à diverses échelles et embrassait un large éventail de perspectives possibles. Elle comprenait des études à vocation stratégique ainsi que des études ciblées sur les sites proprement dits, ce qui a brouillé quelque peu la différence entre horizons à long terme et à court terme, et entre les différentes échelles, d'où une grande confusion eu égard aux résultats attendus, étant donné que certains aspects de l'étude penchaient davantage vers une analyse de type EIE. Par ailleurs, l'étude n'a peut-être pas suffisamment pris en compte certains aspects qui nécessitaient une perspective plus large, tandis qu'elle contenait dans le même temps une information trop abondante sur des aspects détaillés qui n'étaient pas essentiels.

Autre problème, la diversité d'échelles et la surabondance de détails ont engendré des attentes divergentes et des malentendus entre le public et les institutions quant à l'échelle et à la portée réelle de l'analyse. La pression créée par les médias a exacerbé les réactions de l'opinion et a été à l'origine de plusieurs attentes, scénarios et fausses alertes qui ont vicié la perception de la robustesse de l'étude et de la légitimité de ses conclusions. On a finalement commencé à croire qu'il s'agissait davantage d'une construction sociale et politique et d'une diversion orchestrée par le Gouvernement, ce qui est tout à fait absurde, surtout quand on se souvient des réticences initiales de ce dernier à accepter un nouveau site aéroportuaire.

L'ensemble du processus décisionnel a été affaibli par les tensions suscitées au fil du temps, en particulier au cours des 10 à 20 dernières années. Il est ainsi devenu nécessaire d'élaborer des études complexes en peu de temps, ce qui a également généré des tensions au sein des équipes. En raison de la sensibilité exacerbée du dossier, la confidentialité de l'étude a dû être encore plus rigoureusement protégée, ce qui n'a guère favorisé l'adhésion du public et des institutions au cours du processus.

Malgré tout, une fois passée la première onde de choc consécutive au changement soudain de décision, le public semble en général accepter le nouveau choix. Certes, les municipalités faisant partie de la zone d'influence d'Ota ont exprimé leur mécontentement, tout comme d'autres groupes de la société, tels les environnementalistes, qui ne voulaient de toute façon pas l'aéroport. Mais, malgré le débat houleux que ce projet a suscité, la majorité de la population, à en juger par les résultats des consultations menées auprès d'elle, estime que le nouveau site est mieux adapté, notamment du point de vue de la sécurité, qui est l'un des facteurs critiques pris en compte dans l'étude. Comme on pouvait s'y attendre et comme nous l'avons vu ici, c'est également la sécurité que le Ministère des Travaux Publics a retenue comme principal argument pour justifier la décision du Gouvernement.

6. CONCLUSIONS

La question à laquelle j'ai été invitée à répondre dans le présent document était la suivante : est-ce que l'EES change la donne ? Ma réponse est simple : oui, c'est possible ! Mais pour cela, l'EES doit éviter les travers de l'EIE : les multiples difficultés qu'elle pose, le gaspillage de temps et de ressources qu'elle occasionne, son manque d'efficacité, caractéristiques d'une usine à gaz imposée par des institutions environnementales intransigeantes. Pour que l'EES puisse changer la donne, elle doit rompre avec la pratique de l'EIE et devenir un outil stratégique à part entière destiné à faciliter le processus de décision.

Comme cela a été préconisé ici et en d'autres occasions, l'EES doit être un instrument réclamé par les décideurs. Il faut trouver le moyen de l'intégrer au cœur du processus de décision de façon qu'elle y apporte une contribution utile et pratique, efficiente et rentable.

La place de l'EES dans le projet du nouvel aéroport international de Lisbonne illustre très bien l'utilité des approches stratégiques en matière d'évaluation environnementale. Elle a effectivement changé la donne. Et voici pourquoi :

1. L'EES a été très précisément ciblée sur la décision qui devait être prise. Cette décision qui a été soumise à l'EES ne consistait pas à déterminer s'il était justifié ou non de construire un nouvel aéroport, mais plutôt à trouver le bon emplacement et comment procéder. De nombreuses critiques ont été adressées à cette EES, notamment de la part des ONG environnementales, au motif qu'elle ne remettait pas en question la nécessité de l'aéroport. Mais il convient ici de préciser deux choses. D'abord, la décision consistait à déterminer le meilleur site stratégique pour l'aéroport, et non la nécessité de ce dernier. Ensuite, une partie des arguments invoqués dans le débat stratégique sur l'emplacement le plus plausible, ainsi que de nombreuses consultations menées auprès des parties prenantes, ont démontré que le nouvel aéroport était effectivement nécessaire.

2. L'EES a été très précisément centrée sur les facteurs critiques susceptibles d'influer sur le processus de décision. Sept facteurs critiques de décision ont été recensés, et reconnus comme importants par les décideurs et les autres parties prenantes, ce qui a permis d'élaborer des études beaucoup plus structurées qui ont contribuées à l'EES. Les résultats ont été clairs et sont allés à l'essentiel. Nous ne disposions que de six mois pour réaliser l'étude et nous ne pouvions nous permettre de consacrer du temps à des questions marginales. L'essentiel de la documentation recueillie a été regroupé dans des annexes et la substance de l'évaluation a été concentrée dans le corps du rapport. Il a été ainsi plus facile pour les décideurs de justifier leur décision.

3. La méthodologie adoptée pour la recherche d'un site, qui a été élaborée dans le cadre de l'étude de la CIP, a consisté en un quadrillage stratégique du territoire entourant Lisbonne dans un rayon de 50 kilomètres. Plusieurs critères ont été retenus au cours de cette première étape, notamment économiques, infrastructurels, sociaux et écologiques, combinant plusieurs facteurs pertinents pour l'action publique et caractéristiques physiques. Cela ne s'était encore jamais fait.

4. Enfin, autre raison qui explique la réussite du processus, les résultats de l'EES répondaient aux préoccupations du grand public ainsi qu'à bon nombre des questions qui avaient été soulevées au fil des années. Ces préoccupations étaient très exactement liées aux facteurs critiques de décision qui ont été retenus. Certes, l'EES n'a pas permis de résoudre tous les problèmes, et les opinions continuent de diverger même quant à la nécessité d'un nouvel aéroport. Mais les tensions se sont sensiblement atténuées et si ce n'était de la crise économique mondiale, on pourrait dire que la décision prise est maintenant généralement bien acceptée.

La robustesse des conclusions des études stratégiques, auxquelles ont été associées les parties prenantes, a permis à la fois de produire des preuves à l'appui de la décision et de favoriser l'adhésion de la société. Mais surtout, le succès de l'EES dépend de la mise en place de mécanismes de communication plus proches des responsables politiques, qui s'intéressent relativement peu aux aspects analytiques et technocratiques de l'évaluation environnementale. C'est en ajustant le discours et en émettant les bons messages sur une courte période, de façon très précise et cohérente, que l'on pourra intégrer davantage l'EES au cœur du processus décisionnel.

RÉFÉRENCES

Ahmed, K. et Sánchez-Triana, E. (Eds). 2008. *Strategic environmental assessment for policies: an instrument for good governance*. Banque Mondiale.

Bina, O 2007 A critical review of the dominant lines of argumentation on the need for strategic environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 27, 585–606.

Cherp, A.; Watt, A. et Vinichenko, V. 2007. SEA and strategy formation theories – from three Ps to five Ps. *Environmental Impact Assessment Review* 27 (2007) 624–644.

Coutinho, M. et Partidário, M.R. 2008 The new Lisbon international airport: the history of a decision-making process, Proceedings of the *28th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment*, Perth.

Dalal Clayton D. B. et Sadler B. 1998. *Strategic Environmental Assessment and Developing Countries*, IIED, Londres.

Gibson, R. B., Hassan, S., Holtz, S., Tansey, J. et Whitelaw, G. (2005) *Sustainability Assessment: Criteria, Processes and Applications*, 240pp, Earthscan Publications, Londres.

IAIA (International Association for Impact Assessment) 2002 *SEA performance criteria*, Special Publication Series no.1 (www.iaia.org).

IAIA et IEA (Institute of Environmental Assessment) 1999 *Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice* (www.iaia.org).

IDAD 2007 *Localizações Alternativas para o Novo Aeroporto de Lisboa*, EEP 04.07-07/17, Aveiro,.

Kørnøv, L. And Thissen, W.A.H., 2000. Rationality in decision – and policy-making: implications for strategic environmental assessment, *Impact Assessment and Project Appraisal*, vol.18, nº3. Beech Tree Publishing, Royaume-Uni, 191-200.

LNEC, 2007: *Avaliação Ambiental Estratégica do Estudo para Análise Técnica Comparada das Alternativas de Localização do Novo Aeroporto de Lisboa na Zona da Ota e na zona do Campo de Tiro de Alcochete* – Relatório Ambiental, LNEC, Lisbone.

Nooteboom, S.. 2006. *Adaptive networks. The governance for sustainable development.* Université Erasmus de Rotterdam / DHV.

Partidário, M.R., 1999, Strategic Environmental Assessment - principles and potential, ch 4, in Petts, Judith (Ed.), *Handbook on Environmental Impact Assessment*, Blackwell, Londres: 60-73.

Partidário, M.R., 2000. Elements of Strategic Environmental Assessment, *Environmental Impact Assessment Review*, 20 (2000): 647-663.

Partidário, M.R., 2001. What makes an SEA an SEA?. *21st Annual Conference of the International Association for Impact Assessment*, Cartagena, Colombie.

Partidário, M.R., 2004. Designing SEA to fit decision-making. *24th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment*, Vancouver, Canada.

Partidário, M R 2005a Future challenges of strategic environmental assessment. *III Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*, Pamplona: Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental.

Partidário, M R 2005b The contribution of strategic impact assessment to planning evaluation. In *Accounting for Non-market Values in Planning Evaluation*, eds. D Miller and D Patassini, ch. 9, pp. 153–164. Aldershot: Ashgate Publishing.

Partidário, M.R., 2006. Metodologia de base estratégica para AAE – uma proposta, *Proceedings of the National Conference on Impact Assessment*. APAI, 18-20 octobre.

Partidário, M.R. 2007. Scales and associated data – what is enough for SEA needs?, *Environmental Impact Assessment Review*, 27: 460-478.

Partidário, M.R. 2007a: *Strategic Environmental Assessment Good Practice Guidance – methodological guidance*. Agência Portuguesa do Ambiente. Lisbonne (http://www.iambiente.pt/portal/page?_pageid=73,426033&_dad=portal&_schema=PORTAL&not_c_qry=boui=15473913).

Partidário, M.R. 2008. Strategic-based model for SEA based on Critical Factors for Decision Making (CFD). *Proceedings of the 28th Annual Conference of the International Association for Impact Assessment*, Perth.

PNUE, 2005. *Integrated Assessment and Planning for Sustainable Development: Key features, steps, and tools*. PNUE/SEC, Genève.

PNUE 2009 *Integrated Assessment: Guidance for mainstreaming sustainability into policymaking*. PNUE.

Pope, J., Annandale, D. et Morrison-Saunders, A. (2004) Conceptualising sustainability assessment, *Environmental Impact Assessment Review*, 24: 595-616.

Wallington, T., 2002. *Civic Environmental Pragmatism – a dialogical framework for Strategic Environmental Assessment*, PhD Thesis. Murdoch University, Murdoch, Australie.

Wallington, T., Bina, O. et Thissen, W. 2007. Theorising strategic environmental assessment: Fresh perspectives and future challenges. *Environmental Impact Assessment Review* 27 (2007) 569-584.

SESSION FINALE

SOMMAIRE

1. LE PANEL DE LA SESSION FINALE 601

2. CONCLUSIONS PAR FRANCESC ROBUSTÉ : MOBILITÉ DURABLE - RECHERCHE ET POLITIQUE 606

2.1 Durabilité 606
2.2. Configuration spatiales 607
2.3. Décisions stratégiques ou opérationnelles 607
2.4. Efficience 608
2.5. Temps-vitesse 609
2.6. Tarification 610
2.7. Déréglementation 610
2.8. Décarbonisation 611
2.9. Innovation-avenir 611
2.10. Recherche et politiques 612

1. LE PANEL DE LA SESSION FINALE

Lors de la session finale du Symposium, un débat en panel s'est déroulé entre **Mme Cristina Narbona Ruiz,** Ambassadeur auprès de l'OCDE, **M. Paolo Costa**, Président de l'autorité portuaire de Venise, et **M. Chris Nash**, professeur à l'Université de Leeds, sous la présidence de **M. Francesc Robusté**. Les principaux points examinés sont résumés ci-après, suivis des remarques de conclusion formulées par M. Francesc Robusté.

Mme Cristina Narbona Ruiz a insisté sur l'importance du rôle de l'OCDE en ce qui concerne l'élaboration du nouveau modèle économique nécessaire pour faire face à la crise économique actuelle.

1. **La durabilité est la priorité incontournable des changements qu'il faut apporter au modèle économique** :

   - Nous sommes confrontés à une crise de paradigme : « la croissance économique à tout prix » se traduit dans les faits par des avantages pour une minorité à court terme, mais des risques et des effets pernicieux à moyen et à long terme pour la majorité des citoyens et les écosystèmes.

   - Par durabilité, il faut entendre progrès pérenne pour tous les citoyens de la planète. Elle exige de l'intelligence et le sens des responsabilités, surtout dans les pays les plus prospères.

   - Nous devons progresser vers une « nouvelle rationalité économique », qui suppose l'internalisation des coûts environnementaux et sociaux, une analyse approfondie à long terme, la cohérence des politiques, et le respect de principes de « bonne gouvernance » dans les sphères publique et privée.

2. **L'OCDE participe à ce changement de paradigme, sa nouvelle maxime en témoigne : « Vers une économie mondiale plus forte, plus saine, plus juste ».**

   - Les travaux de l'OCDE sur la durabilité ont de vastes ramifications, mais sont relativement peu connus. Des comités s'y consacrent, et il en résulte des publications périodiques sur la politique d'environnement, le changement climatique, l'eau, la biodiversité, les déchets, l'énergie, etc., ainsi que sur les transports, domaine dans lequel elles sont élaborées en collaboration avec le Forum International des Transports. L'OCDE mène actuellement aussi des travaux sur des indicateurs de progrès que ne se limitent pas à mesurer le produit intérieur brut (PIB).

   - La « Stratégie pour une croissance verte » de l'OCDE est également un moyen de surmonter la crise, d'éviter de se borner à revenir en arrière.

- Les principaux messages de l'OCDE sur le changement climatique touchant les transports sont les suivants :

  - Le coût de l'action visant à réduire les émissions est bien moindre que celui de l'inaction.

  - Plus nous tardons à agir, plus lourd sera le coût des mesures à prendre.

  - La première priorité doit être de supprimer progressivement les subventions aux combustibles fossiles (mesure approuvée par le G20, en réponse à une proposition avancée par l'OCDE et l'Agence Internationale de l'Énergie, qui exige l'établissement de rapports à intervalles réguliers sur le respect des décisions prises à cet égard).

  - Parmi les autres mesures à prendre figurent la mise en place de marchés du carbone (dont les résultats seront d'autant plus efficaces que les pays et les secteurs seront nombreux à y participer), de taxes sur le CO_2, de réglementations et d'aides publiques à la recherche, au développement et à l'innovation (RDI) sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, ainsi que l'action des pouvoirs publics en faveur du reboisement. Dans le même temps, l'information et la sensibilisation des citoyens ont une importance considérable.

3. **D'autres réflexions sur la mobilité durable se dégagent des échanges de vues sur la « Stratégie pour une croissance verte »** :

   - La durabilité ne se cantonne pas à la notion d'« économie faiblement carbonée ». L'utilisation des terres et des ressources naturelles doit être réorientée, afin de favoriser la biodiversité, la conservation et la restauration.

   - Les nouvelles technologies sont essentielles mais insuffisantes. Il faut recentrer l'action sur la demande, afin de réduire les besoins de mobilité, d'où il ressort que les TIC ont un grand rôle à jouer dans les nouvelles approches en matière d'urbanisme et d'aménagement foncier.

   - Toute analyse des incidences des transports doit tenir compte du cycle complet de la production, de l'utilisation des infrastructures et des moyens de transport, et non uniquement du bilan de CO_2. Il faut par exemple accorder une attention particulière aux études géologiques et aux effets sur la biodiversité.

   - Les véhicules et les transports publics moins polluants doivent être accessibles aux citoyens à faible revenu.

   - La mobilité durable de demain passe par la naissance d'une culture nouvelle qui mette l'accent sur la valeur d'usage des moyens de transport (le service rendu) plutôt que sur leur possession ; autrement dit, il faut progresser vers l'« économie de la fonctionnalité ».

L'intervention de **M. Paolo Costa** était axée sur trois grandes questions liées à l'investissement dans le train à grande vitesse.

1) Pourquoi la politique de l'Union Européenne a-t-elle privilégié le train à grande vitesse ?

- Au milieu des années 70, la Communauté Économique Européenne a commencé à réfléchir à la création d'une politique européenne commune en matière d'infrastructures pour étayer matériellement l'instauration du marché intérieur commun et de ses quatre libertés. La politique adoptée entendait favoriser la construction ou l'amélioration des infrastructures transfrontières.

- Au milieu des années 80, l'industrie a adhéré résolument au consensus politique qui se dégageait sur la conception d'une politique commune en matière d'infrastructures, assortie d'un partage des compétences entre l'Union Européenne et les États membres, inscrite dans le Traité de Maastricht (titre XII, articles 128-129 dans la version d'origine) sous le nom de « réseaux transeuropéens ».

- Cette politique visait à concrétiser l'intégration économique, la croissance et la cohésion sociale. Dans un premier temps, ces réseaux concernaient les autoroutes, les chemins de fer et les lignes ferroviaires à grande vitesse. Le train à grande vitesse a été retenu pour reproduire les expériences japonaise et française, et pour répondre à la demande croissante d'interconnexions plus rapides et plus fiables entre les principales villes européennes. Au départ, les transports aérien et maritime n'étaient pas pris en compte dans cette politique commune.

- Le rapport de Jacques Delors sur la croissance et la cohésion a ajouté deux nouvelles raisons d'investir dans les réseaux transeuropéens de transport (RTE-T), et en particulier dans le rail grande vitesse : stimuler le développement technologique et renforcer la compétitivité. c'est ainsi que 15 projets transfrontières prioritaires ont été retenus pour la mise en œuvre, la plupart d'entre eux étant des liaisons ferroviaires à grande vitesse.

- En 2001, le Livre Blanc sur la politique européenne des transports a formulé un autre objectif à réaliser grâce aux RTE-T : la décarbonisation, en investissant dans les chemins de fer pour modifier la répartition modale du transport de marchandises et de voyageurs. Concernant le transport de personnes, le train à grande vitesse était jugé constituer le principal moyen de remplacer les transports routier et aérien sur les moyennes et longues distances.

- L'élargissement de l'UE a conduit à revoir les RTE-T, en y ajoutant de nouveaux projets prioritaires qui devaient être exécutés et financés rapidement. L'Union Européenne, les États membres et le secteur privé ont investi à ce jour 130 milliards d'euros dans les RTE-T, et leur coût total est estimé à 345 milliards d'euros d'ici à 2020.

2) Les trains à grande vitesse assurent-ils un transport durable ?

La deuxième question à approfondir est celle de savoir si les projets ferroviaires à grande vitesse sont la bonne solution en termes de durabilité tant économique qu'écologique, et si la Communauté Européenne devrait poursuivre cette politique au lieu de s'orienter vers d'autres possibilités. *A priori,*

la réponse peut être affirmative si, de façon coordonnée avec d'autres objectifs de la politique des transports de l'Union Européenne, le rail à grande vitesse induit une nouvelle répartition modale appropriée en attirant du trafic au détriment des modes routier et aérien. Par conséquent :

- L'essentiel, dans la perspective de la décarbonisation, est que les gaz à effet de serre émis durant la phase de construction d'une ligne grande vitesse soient compensés par des émissions évitées du fait de l'exploitation de services sur cette ligne. L'ampleur des émissions ainsi évitées est difficile à évaluer, parce que les prévisions de trafic et les externalités positives doivent être soigneusement chiffrées.

- Il faut tenir compte, en particulier, des effets de réseau, en se gardant de ne considérer que les retombées d'un investissement dans une ligne grande vitesse sur les services de cette seule ligne quand elle fait partie d'un réseau grande vitesse. L'évaluation doit porter sur l'ensemble du réseau multimodal concerné, et prendre en compte des effets tels que la capacité libérée dans le réseau ferré classique par la mise en service d'une nouvelle ligne grande vitesse.

- Les effets indirects sont extrêmement difficiles à mesurer, et nombre d'évaluations récentes en ont fait abstraction. C'est regrettable, car ils peuvent quand même se révéler importants.

3) Les nœuds de transport, facilitateurs de la co-modalité

La troisième question que soulèvent la politique des RTE-T et le développement du rail à grande vitesse concerne le rôle des nœuds interurbains multimodaux de transport de voyageurs (ports, gares et aéroports), en tant que piliers de la durabilité :

- L'essentiel est qu'une amélioration de l'accessibilité des réseaux ferroviaires à grande vitesse par la desserte routière et aérienne via des plates-formes multimodales renforce la compétitivité du rail lequel, de ce fait, attirera davantage de trafic, d'où une réduction des émissions de gaz à effet de serre. On en a pour exemple la gare de trains à grande vitesse à l'aéroport de Venise, et son importance pour l'environnement et la compétitivité des services ferroviaires.

M. Chris Nash, a insisté sur les points suivants :

- La réduction des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports nécessite un changement radical ; pour une large part, le développement de carburants à faible émission de carbone, tels les biocarburants de deuxième génération, ou un accroissement considérable de la production électronucléaire seront déterminants, et il faudra beaucoup de temps pour que ces évolutions se concrétisent.

- Le rail à grande vitesse, et les transports publics en général, ne contribuent que faiblement à la réduction des émissions de CO_2 et, par extension, les politiques relatives aux RTE-T ne peuvent apporter qu'une contribution marginale au volet environnemental du développement durable. En outre, le trafic acheminé par les trains à grande vitesse est détourné des chemins de fer classiques auxquels sont associées de moindres émissions de gaz à effet de serre.

- Il manque des liaisons au réseau de lignes ferroviaires à grande vitesse, et les construire produirait des effets de réseau bénéfiques. Cela étant, de nombreux projets de RTE-T jusqu'ici définis ne concernent pas le « réseau de base », mais sont plutôt dictés par des priorités nationales.

- Le rôle de l'Union Européenne est considérable parce qu'elle est le moteur d'une démarche internationale en matière d'élaboration des politiques des transports, et que c'est un facteur essentiel pour le fret, compte tenu de ses caractéristiques :

  - une grande partie du transport de marchandises est international et sur de longues distances.
  - Le fret peut passer de la route au rail.
  - Le trafic généré par l'investissement dans de nouvelles infrastructures est relativement faible dans le cas du transport de marchandises.

- Dans le cadre des RTE-T, le trafic marchandises devrait donc bénéficier d'une haute priorité.

- Les projets ferroviaires à grande vitesse sont financés dans une large mesure par les fonds de cohésion de l'Union Européenne. Or, le financement de mégaprojets est-il le moyen le plus efficace de promouvoir la cohésion? Le rail à grande vitesse est adapté pour la desserte de marchés à très forte densité de population, alors que la modernisation des chemins de fer classiques pourrait donner de meilleurs résultats dans l'ensemble. En Europe, le réseau ferroviaire de lignes à grande vitesse se caractérise par des coûts élevés, un faible degré d'interopérabilité et une grande complexité technique. Parallèlement, il reste à trouver une approche cohérente en matière de tarification de l'utilisation des infrastructures. Les politiques axées sur la récupération des coûts par l'application de lourdes redevances d'accès ne manquent pas d'entraîner une utilisation des infrastructures disponibles qui n'est pas optimale du point de vue de la collectivité, et la modération de ces redevances pourrait faire plus pour la cohésion que l'investissement dans d'autres mégaprojets.

- Pour contribuer sensiblement à la durabilité du système de transports européen, la panoplie de réformes devrait notamment viser à modérer les redevances d'utilisation des infrastructures ferroviaires, à moderniser certaines liaisons ferroviaires et à promouvoir la tarification routière pour maîtriser la demande, tout en internalisant davantage les coûts de la protection de l'environnement et de la congestion.

2. CONCLUSIONS PAR FRANCESC ROBUSTÉ

UNIVERSITÉ DE CATALONIA ET CENIT
BARCELONE
ESPAGNE

MOBILITÉ DURABLE – RECHERCHE ET POLITIQUE

Le Symposium de Madrid a permis de brosser un large panorama des thèmes touchant à l'avenir du transport interurbain de voyageurs. Ce document récapitule dix grands domaines abordés par les participants dans leurs rapports et durant les débats qui s'en sont suivis.

2.1. Durabilité

Nous sommes confrontés à des enjeux stratégiques qui font de la durabilité une condition nécessaire au développement économique. A cet égard, nous devrions accorder la priorité aux énergies renouvelables ainsi qu'aux activités à haute efficacité énergétique et à faibles émissions. De plus, il est très improbable que nous revenions à des politiques de laisser-faire, et la croissance économique future sera plus modérée.

Il est de plus en plus nécessaire de mesurer les progrès accomplis autrement qu'au moyen du PIB (produit intérieur brut), en complétant les indicateurs des services et de la production de biens par des indices du bien-être et du capital humain. En outre, sur le plan des aspects sociaux de la mobilité, nous devons garantir le respect du droit de la population à l'accessibilité.

Dans les années 70, l'augmentation des capacités, qui s'accompagnait d'une progression de la productivité routière, était la solution qui allait de soi pour répondre à une demande toujours croissante d'infrastructures. Or, le message ainsi donné au public ne lui faisait pas prendre conscience de la nécessité de changer d'habitudes. Cette façon de voir deviendra moins répandue dans les pays développés en raison de la sensibilisation à l'environnement. Néanmoins, l'avènement d'un nouveau paradigme devra passer par un changement des mentalités, pour privilégier la gestion et l'optimisation de la demande au lieu de développer les infrastructures plus avant. Dans ce processus de mutation, les STI joueront très vraisemblablement un rôle majeur.

2.2. Configurations spatiales

Nous assistons, de même, à des évolutions des aspects économiques mêmes de la géographie : la configuration du territoire économique du 21ème siècle est en cours de transformation, voire de « redéfinition ». Les coûts de transport déterminent encore la répartition géographique des activités économiques. En outre, nous ne sommes pas encore face à « la mort de la distance » ni ne vivons dans un « monde plat ». La proximité reste très importante. Cela étant, la géographie en général change d'échelle, et la proximité, de locale (quartiers, collectivités locales) passe à mondiale.

Les rendements croissants ont pour effet d'agglomérer les villes en pôles. Nombre de grandes villes changent de nature et deviennent polycentriques (avec plusieurs centres d'affaires secondaires), après avoir fonctionné autour d'un seul quartier central d'affaires. La tendance générale semble être à la « ville des villes », c'est-à-dire un réseau de villes mises en concurrence, mais aussi mises en coordination. Il est probable que nous allions vers la « com-pération » (compétition-coopération) entre « mégapoles » ainsi qu'entre modes de transport.

Entre la desserte spatiale et la masse critique de la demande, un arbitrage s'impose quand il s'agit de définir un réseau de transport public tel que celui des lignes à grande vitesse (LGV, sur lesquelles les trains roulent habituellement à plus de 250 km/h). De ce fait, les slogans changent : au lieu de dire qu'« aucune capitale de province ne se trouvera à plus de 3 heures de la capitale du pays », on annoncera qu'« aucune grande ville de province de plus de X milliers d'habitants ne se trouvera à plus de Y minutes d'une gare de TGV ».

2.3. Décisions stratégiques ou opérationnelles

Les modèles de planification des infrastructures qui se veulent « au service de la demande » deviennent de plus en plus complexes et dynamiques en même temps, et nécessitent un grand nombre de données d'observation des comportements – les recherches se poursuivent encore dans ce domaine – tout autant qu'ils nécessitent des modélisateurs et des administrateurs très qualifiés.

Certains responsables régionaux de la planification des infrastructures proposent des modèles en la matière bâtis sur le principe de la « maîtrise de la demande » (appelés aussi « modèles de l'offre »), dans lesquels les infrastructures de transport « donnent forme » au territoire économique. On a besoin de quantifier des « modèles de l'offre » de transport qui vont au delà de la demande. Les décisions d'investissements peuvent certes structurer le territoire et favoriser la cohésion sociale, mais elles doivent aussi obéir à une logique économique, c'est-à-dire prendre en compte la masse critique de la demande (liée aux coûts d'investissement et d'exploitation) et le moment opportun pour la phase de mise en œuvre.

L'expérience montre que certains particuliers tout autant que certaines administrations prennent des décisions stratégiques sans considération de la rationalité économique. Alors que tous les investissements publics devraient faire l'objet d'analyses coûts-avantages (ACA), certains projets de transport spécifiques, tels les trains à grande vitesse (TGV), peuvent présenter des « qualités implicites » qui, aux yeux des usagers, l'emportent sur des considérations de temps, de coût, de confort, de fiabilité, etc., à l'instar de l'art ou de l'éducation, notamment, quand il est question de les financer sur des budgets publics. Au cours du Symposium, après avoir reconnu que la rationalité économique est nécessaire, des participants ont soulevé la question de savoir si elle doit primer dans tous les investissements en infrastructures de transport. A cet égard, certains participants ont cité des

propositions stratégiques concernant le développement de l'Union Européenne, notamment eu égard à la nécessité des réseaux transeuropéens de transport (RTE-T) ou des « évaluations environnementales stratégiques ».

Certaines décisions relatives au déploiement du réseau de TGV sont d'ordre stratégique plutôt qu'opérationnel, et devraient prendre en compte toutes les conséquences des projets pour toutes les parties prenantes concernées (usagers, non-usagers, opérateurs, modes en concurrence, industrie, société, etc.). De plus, les ACA devraient être complétées par des analyses de tableaux d'entrées-sorties et des analyses multicritères, comme celles que décrivent les orientations pour l'évaluation des projets ferroviaires *RAILPAG* (Commission Européenne et Banque Européenne d'Investissement, www.railpag.org).

Nous avons besoin d'une nouvelle méthodologie d'évaluation quantitative des décisions stratégiques. Par exemple, la plupart des méthodes d'analyse multicritères se fondent (implicitement ou explicitement) sur une fonction d'utilité qui crée une hiérarchisation des choix possibles [par définition, la fonction d'utilité est un mappage sur un espace à n-dimensions avec des attributs sur un segment (0.1)]. Cela étant, certaines méthodes, comme celles de type ELECTRE, définissent des relations de « surclassement » associées à des seuils, qui amènent par exemple à décider : « *nous n'exécutons pas ce projet s'il ne correspond pas à un minimum de demande ou s'il correspond à un maximum d'impacts ou de coûts environnementaux* » ; ces méthodes se prêtent donc mieux que d'autres à la prise décisions stratégiques efficaces.

2.4. Efficience

La réduction au minimum des « coûts sociaux » (incluant les coûts, le temps et les valeurs monétaires pour les externalités) des modes de transport pourrait avantager les modes plus rapides auxquels sont associées des valeurs plus élevées du gain de temps (cf. section 5, Temps–Vitesse). De plus, il convient d'utiliser le coût marginal à court terme pour la tarification, mais le coût marginal à long terme pour rendre compte de l'investissement ; ceci est particulièrement important dans le cas du train à grande vitesse (TGV), des réseaux ferrés classiques et du transport maritime. Une approche rationnelle devrait en outre faire le lien entre l'investissement, la demande et la fixation des prix, dans la mesure où les prix généralisés sont fonction des coûts, du temps et des décisions des pouvoirs publics en matière d'investissement et de tarification.

Les chemins de fer sont devenus des monopoles nationaux verticalement intégrés, mais laissant place à une certaine concurrence au niveau des liaisons. La question de la concurrence « sur les rails » (la tendance qui prévaut dans les politiques actuelles) ou « pour les rails » est délicate, d'autant plus si la capacité est insuffisante ou si des effets de réseau interviennent.

Une restructuration des chemins de fer s'impose (à l'image des compagnies aériennes à bas coûts il y a une vingtaine d'années), et elle devrait se faire sous l'impulsion du pouvoir politique et de la fonction publique. Sinon, à moins que les administrations conçoivent des incitations à l'efficience (qui pourraient consister en des durées de concession plus courtes, l'octroi de *bonus* et de *malus*, etc.), ce processus d'ajustement sera excessivement difficile.

Les financements publics ne sauraient être consentis sans procéder à des ACA, en raison du coût d'opportunité de ces financements. Les réseaux de TGV peuvent être rentables à long terme, mais la question est celle de savoir s'ils le sont aujourd'hui. Leur faisabilité exige un volume de trafic minimum de 6 millions de voyageurs dans la première année de service. Ce seuil de la demande peut

être plus élevé si les coûts unitaires sont supérieurs et pour des corridors plus longs (il peut atteindre 9 ou 12 millions de voyageurs la première année) – cf. section 3. Décisions stratégiques ou opérationnelles).

Les lignes à grande vitesse sont intéressantes pour desservir de moyennes distances (150-600 kilomètres), sous réserve que le terrain s'y prête matériellement, que la construction et l'exploitation soient efficientes (pour garantir de faibles coûts unitaires), et que la demande soit importante sur le corridor concerné. Cependant, des variables autres que la capacité, le coût ou la demande d'infrastructure conditionnent aussi l'efficience. Par exemple, un projet de promotion du fret ferroviaire auquel participe la Commission Européenne, FERRMED (www.ferrmed.com), définit certains « Standards » qui impliquent une véritable reconfiguration technique.

Les « obligations de service public » (OSP) instaurées en Europe pourraient entamer la rentabilité du système, mais leur finalité est de servir des objectifs à caractère social.

Les automobilistes s'acquittent de leurs coûts externes dans les heures creuses, mais non dans les heures de pointe. Un participant s'est interrogé sur la possibilité de moins subventionner les déplacements domicile-travail, dans la mesure où les migrants alternants trouvent de plus en plus une compensation aux coûts de leurs déplacements pendulaires dans les prix du foncier et la taille du ménage (ce qui correspond à une meilleure qualité de vie).

Si l'optimum de Pareto est un dosage de tarification et de réglementation, la tarification est toutefois un instrument puissant pour réguler la demande qui permet, dans les périodes où les ressources publiques sont de plus en plus sollicitées, d'améliorer l'efficience du système et de générer des recettes.

2.5. Temps–vitesse

La demande de vitesse est directement corrélée au PIB et au bien-être individuel, et elle continue d'augmenter. Nous sommes tous de plus en plus soucieux et désireux de réduire le temps que nous passons à nous déplacer, de manière à pouvoir réaliser plus de tâches et d'activités grâce au gain de temps ainsi obtenu.

« La plupart des gens ne savent pas où aller, mais ils veulent s'y rendre aussi vite que possible ». Nous nous trouvons face à une situation où « les déplacements sont plus longs, plus rapides et plus fréquents, et les séjours plus brefs » ; autrement dit, il y a une sorte de « promiscuité » dans les schémas de mobilité. Toutefois, cette attitude « immature » est remise en question par l'émergence récente des tendances qui font l'éloge de la lenteur, par la philosophie taoïste, ainsi que par l'émergence de comportements conformes à des principes d'écomobilité.

Les auteurs des communications présentées ont soulevé la question de savoir si nous avons besoin de modes plus rapides. La vitesse entraîne des coûts : économiques (par exemple le Concorde), sociaux (les accidents) et environnementaux (les émissions et le changement climatique). De surcroît, elle a des effets non linéaires, mais tout en ayant une fonction de proximité linéaire, puisqu'elle permet de vaincre la distance (cf. section 1. Durabilité).

2.6. Tarification

Les voies à péage modulé en fonction du nombre de passagers dans la voiture ainsi que d'autres systèmes de « tarification de la valeur » permettent à certains pays d'adopter une tarification routière de façon partielle. Bien que le thème du transport de marchandises n'ait pas fait partie des sujets abordés à l'occasion de ce Symposium, l'instauration de l'*Eurovignette* (peut-être après la récession économique actuelle) doit être considérée dans une optique globale. Le secteur du transport de marchandises a besoin du soutien des institutions et des consommateurs pour répercuter le surcoût sur le secteur manufacturier (étant donné que l'insuffisance de revenus imposera probablement des limites à l'application du principe de « neutralité fiscale »). Par conséquent, nous devons appliquer progressivement la tarification routière aux véhicules légers, etc.

En conséquence, il est utile que la politique européenne adopte un « modèle » cohérent, harmonisé et stable de financement et d'exploitation des infrastructures, à condition qu'il soit fondé sur des principes scientifiques. Les systèmes de tarification génèrent des recettes qui peuvent bénéficier à l'ensemble de la collectivité, mais il importe de bien tenir compte de leur acceptabilité sociale, car l'augmentation de leur rentabilité va de pair avec un risque d'impopularité.

Il existe également la possibilité d'optimiser les revenus dans les services assurés par des modes de transport public à longue distance, comme cela a été fait avec succès dans le secteur du transport aérien.

Dans certains pays européens, les redevances d'accès prélevées sur des services de TGV sont très élevées ; or, la probabilité d'ouverture à la concurrence est d'autant plus mince que ces redevances sont lourdes (cf. section 7. Déréglementation).

2.7. Déréglementation

Si l'invention du chemin de fer avait été plus récente, ce mode aurait sans doute trouvé naturellement sa place dans le système de transports, et il aurait été doté des « chromosomes » appropriés pour fonctionner au même titre que des services axés sur le marché et à l'écoute du client. Sauter des étapes est certes possible (ce qui supposerait l'adhésion à la doctrine des modèles à bas coûts), mais en l'état actuel des choses, le poids du politique reste considérable. Comme l'a affirmé un participant, l'expression d'un marché dit « libre » ne peut pas s'appliquer au chemin de fer.

Il est plus simple de réguler les services de cars interurbains que de le faire pour les services ferroviaires ou les autobus urbains. De fait, on peut considérer que la difficulté, dans la déréglementation des autobus, est en partie liée à la déréglementation des chemins de fer. Certains participants évoquent le problème de la « défaillance généralisée des pouvoirs publics », et ce à propos de la déréglementation des transports publics. La protection dont le ferroviaire a bénéficié pendant longtemps a freiné l'évolution d'autres modes plus souples. La flexibilité, parfois avantageuse à court terme, peut devenir un inconvénient à la longue : c'est l'opposition des vertus de la rigidité à celles de la souplesse.

La mise en adjudication par appel d'offres ne paraît pas être l'option privilégiée sur le marché européen des services de cars à longue distance (services de transport de voyageurs réguliers et programmés, sur des distances supérieures à 50 kilomètres, dont les horaires sont publiés et qui sont accessibles à tous). La déréglementation a fait ses preuves, et les marchés sont toujours, semble-t-il, suffisamment concurrentiels, tant dans une perspective intermodale qu'intramodale.

Bien que la Directive 2007/58 rende librement accessible le marché des services internationaux avec cabotage sur les marchés intérieurs à compter du 1er janvier 2010, les opérateurs privés continueront d'envisager la situation sous l'angle financier et d'exiger des conditions cadres sûres pour leur investissement.

2.8. Décarbonisation

Le principe de la décarbonisation devrait s'appliquer à tous les modes de transport. Le secteur ferroviaire continue de faire valoir que l'investissement dans ses infrastructures sera très avantageux pour l'environnement. Mais ces avantages ne sont pas significatifs dans les faits. Des participants au Symposium ont allégué qu'en réalité, du point de vue des émissions, il peut être beaucoup plus bénéfique d'investir dans les trains express classiques que dans le TGV.

L'évaluation environnementale stratégique (EES) est une pratique qui vise à intégrer les aspects environnementaux dans les décisions stratégiques. La portée de la « Stratégie pour une croissance verte » est plus vaste que celle d'une « Économie sobre en carbone » ; par ailleurs, il reste à évaluer certains coûts d'opportunité « oubliés », notamment ceux de la perte de biodiversité.

2.9. Innovation–avenir

L'innovation technologique dans les transports semble avoir longtemps été lente à se manifester, entravée surtout par le comportement des acteurs concernés, ainsi que par l'absence de déréglementation et d'action en faveur de la concurrence. Les usagers éclairés du système de transports vont réclamer des systèmes d'information exhaustifs en temps réel, ainsi que des réponses efficaces des pouvoirs publics aux incidents et présentant des prévisions vraisemblables. En fait, il est probable que les administrations futures garantiront à leurs citoyens des services de mobilité.

A l'avenir, nous pouvons espérer que les problèmes que posent aujourd'hui les émissions et l'énergie seront en partie résolus. Mais d'autres externalités, notamment les problèmes de sécurité et de congestion, persisteront tant qu'il y aura des déplacements.

Bien que l'on connaisse de très longue date la notion d'intermodalité, son application doit être stimulée. Les gares de TGV devraient être envisagées comme des points de correspondance des transports collectifs assurant la diffusion d'informations sur le fonctionnement et offrant des débouchés économiques. L'interconnexion du TGV et des aéroports pivots peut ouvrir la voie à une accessibilité nouvelle qui aura probablement des retombées sur les aéroports régionaux.

Dans certains pays, des voies dédiées au trafic poids lourds peuvent être mises en service sur certains axes, à condition que la demande soit forte et que les coûts environnementaux de cette séparation de l'offre de transport ne soient pas excessifs. Ces voies exclusivement réservées aux poids lourds pourraient favoriser l'exploitation de « *mégacamions* » (cf. section 1. Durabilité).

La concurrence sera probablement régulée par des régimes de réglementation « intelligents » qui amélioreront l'efficience, donneront des incitations aux bonnes performances et garantiront la cohésion sociale et territoriale ainsi que le respect des obligations de service public (OSP). Le besoin d'innovation dans les procédures et la gestion du système se fait vivement sentir : dans ce domaine également, les STI peuvent avoir un rôle important à jouer.

Le train à lévitation magnétique (MAGLEV) peut amplifier l'effet des systèmes de TGV, parce qu'il roule à plus grande vitesse encore, mais ses performances en matière d'émissions de CO_2 représentent un tiers de celles du TGV. Il est improbable qu'il se généralise en Europe en raison des investissements massifs récemment consacrés au TGV : la mise en œuvre concrète des changements technologiques obéit aussi à des règles de faisabilité fondées sur l'ACA.

2.10. Recherche et politiques

Entre les décisions politiques et les résultats de la recherche, les questions urgentes prennent souvent le pas sur des aspects plus fondamentaux. Il est cependant indispensable d'intensifier les échanges entre chercheurs, responsables politiques et professionnels, pour que les chercheurs puissent s'attaquer à l'étude des thèmes essentiels que les responsables politiques veulent traiter, et pour que les décisions politiques puissent être étayées par des résultats scientifiques.

L'impression générale est que l'administration civile doit bien étudier ses dossiers concernant le secteur des transports : « les responsables politiques doivent faire preuve de courage », ont déclaré des participants (plusieurs mesures originales et d'avant-garde ont été soulignées tout autant qu'ont été mentionnés les responsables politiques), et le secteur de la mobilité est très conditionné par le secteur public (du moins en Europe). Les fonctionnaires doivent recevoir la formation appropriée sur les nouveautés que la recherche apporte, de manière à pouvoir apprécier à leur juste valeur et demander des modèles plus complexes afin, peut-on l'espérer, d'accroître la fiabilité (et ceci avec des données correctes).

Malgré l'aversion que la tarification a suscitée dans un premier temps, il est démontré que c'est un mécanisme efficace pour réguler la demande et dégager des ressources financières, notamment dans des périodes de durcissement probable des contraintes budgétaires.

Un « modèle » de mise à disposition des infrastructures de transport et de gestion des services cohérent, harmonisé, stable et reposant sur des bases scientifiques pourrait contribuer à clarifier les « règles du jeu » pour les opérateurs privés et pour les différents pays. Dans ce cadre, on pourrait concevoir des formules de PPP en définissant, à l'aide de règles quantitatives, des situations véritablement avantageuses pour tous.

Une évolution des mentalités s'impose à l'égard de la gestion des infrastructures et de la croissance durable, et elle doit faire intervenir un enrichissement des connaissances par la formation à tous les niveaux. La crise que nous traversons et la capacité excédentaire actuelle des infrastructures nous offrent une chance à saisir d'imaginer une « feuille de route » pour opérer en douceur ce changement extrêmement important.

Enfin, la recherche et l'innovation doivent s'intensifier, et donner lieu à un brassage d'idées fécond entre économistes, ingénieurs, géographes, démographes, sociologues, psychologues, écologistes, aménageurs, etc., car leurs méthodes d'analyse sont souvent complémentaires. La Recherche-Développement-Investissement dans les transports sera profitable aux régions, villes et entreprises compétitives, tout comme elle permettra de mieux utiliser les ressources publiques. Or, à présent, certains pays consacrent un faible pourcentage de leurs investissements en infrastructures de transport à la R-D-I avec à la clé des résultats fructueux.

ÉGALEMENT DISPONIBLES

Biocarburants : Lier les politiques de soutien aux bilans énergétiques et environnementaux. Série FIT – Table Ronde 138ème (2008)
(75 2008 02 2 P1) ISBN 978-92-82-10181-0

Pétrole et transports : La fin des carburants à prix abordable ? Série FIT – Table Ronde 139ème (2008)
(74 2008 03 2 P1) ISBN 978-92-821-10251-0

Bénéfices économiques élargis du secteur des transports : Instruments d'investissement et d'évaluation macro-, méso- et micro-économiques. Série FIT – Table Ronde 140ème (2008)
(74 2008 04 2 P1) ISBN 978-92-821-0184-1

17ème Symposium International sur l'économie des transports et la politique – Tirer parti de la mondialisation : Contribution du secteur des transports et enjeux politiques (2008)
(74 2008 01 2 P) ISBN 978-92-821-0169-8

Privatisation et réglementation des systèmes de transports publics urbains. Série FIT – Table Ronde 141ème (2008)
(74 2008 06 2 P1) ISBN 978-92-821-0201-5

Le coût et l'efficacité des mesures visant à réduire les émissions des véhicules. Série FIT – Table Ronde 142ème (2008)
(74 2009 01 2 P1) ISBN 978-92-821-0214-5

Concurrence entre les ports et les liaisons terrestres avec l'arrière-pays. Série FIT – Table Ronde 143ème (2009)
(74 2009 02 2 P1) ISBN 978-92-821-0226-8

Terrorisme et transport international : Pour une politique de sécurité fondée sur le risque. Série FIT – Table Ronde 144ème (2009)
(74 2009 03 2 P1) ISBN 978-92-821-0233-6

Concurrence et interactions entre aéroports, services de transports aériens et ferroviaires. Série FIT – Table Ronde 145ème (2009)
(74 2009 05 2 P1) ISBN 978-92-821-0247-3

Intégration et concurrence entre le transport et les activités logistiques. Série FIT – Table Ronde 146ème (2010)
(74 2010 01 2 P1) ISBN 978-92-821-0263-3

Vous pourrez recevoir par email des informations sur les nouvelles publications de l'OCDE en vous inscrivant sur www.oecd.org/OECDdirect
Vous pourrez les commander directement sur www.oecd.org/bookshop
Vous trouverez des informations complémentaires sur le FIT sur www.internationaltransportforum.org

ÉDITIONS OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(74 2010 02 2 P) ISBN 978-92-821-0269-5 – n° 57350 2010

Les perspectives du transport interurbain de personnes

Rapprocher les citoyens



La croissance économique, les échanges et la concentration des populations dans de grandes cités vont intensifier la demande pour des services de transports interurbains. La nécessité de contenir effectivement les impacts environnementaux des transports s'en trouvera renforcée. Notre capacité à répondre à la demande de transports dépendra de l'habileté avec laquelle nous innoverons, nous relèverons le défi de la congestion et nous améliorerons la qualité des services de transports. Les innovations technologiques et réglementaires dessineront le futur des transports.

Le Symposium a rassemblé des experts éminents de la recherche en transports du monde entier pour se pencher sur l'avenir des transports interurbains de personnes. Un premier ensemble de rapports analyse les déterminants de la demande pour de tels transports et en tire des conclusions sur le futur devenir de cette demande. Les autres rapports abordent les questions de politique des transports qui sont déterminantes à cet égard : où investir dans les lignes ferroviaires à grande vitesse, comment réglementer pour s'assurer de l'efficacité des services de transports, comment assigner les infrastructures de transport à différents types d'usagers et comment contenir l'empreinte environnementale des transports en agissant sur la répartition modale et l'amélioration de ces mêmes performances modales.

www.internationaltransportforum.org

éditions OCDE
www.oecd.org/editions

(74 2010 02 2 P) ISBN 978-92-821-0269-5

9 789282 102695