

L'économie de l'investissement dans la grande vitesse ferroviaire

SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS

**Table ronde tenue à New Delhi (Inde)
les 18 et 19 décembre 2013**

Document de référence No. 2013-30

M. John Preston,
Université de Southampton, Royaume-Uni

Décembre 2013

FORUM INTERNATIONAL DES TRANSPORTS

Le Forum International des Transports, lié à l'OCDE, est une organisation inter-gouvernementale comprenant 54 pays membres. Le Forum mène une analyse politique stratégique dans le domaine des transports avec l'ambition d'aider à façonner l'agenda politique mondial des transports, et de veiller à ce qu'il contribue à la croissance économique, la protection de l'environnement, la cohésion sociale et la préservation de la vie humaine et du bien-être. Le Forum International des Transports organise un sommet ministériel annuel avec des décideurs du monde des affaires, des représentants clés de la société civile ainsi que des chercheurs éminents.

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.

Les pays membres du Forum sont les suivants : Albanie, Allemagne, Arménie, Australie, Autriche, Azerbaïdjan, Bélarus, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Canada, Chili, Chine, 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.

Le Centre de Recherche du Forum International des Transports recueille des statistiques et mène des programmes coopératifs de recherche couvrant tous les modes de transport. Ses résultats sont largement disséminés et aident la formulation des politiques dans les pays membres et apporte également des contributions au sommet annuel.

Documents de référence

La série des documents de référence du Forum International des Transports rend les recherches menées par le Centre de Recherche sur les transports ou entreprises à sa demande accessibles aux chercheurs et professionnels du transport. L'objectif est de contribuer tant à la compréhension du secteur des transports qu'à l'élaboration des politiques de transport. Les documents de référence ne sont pas amendés par le Forum International des Transports ; ils ne reflètent que l'opinion de leurs auteurs.

Ils peuvent être téléchargés à l'adresse suivante :

www.internationaltransportforum.org/jtrc/DiscussionPapers/jtrcpapers.html

Le site Web du Forum International des Transports est : www.internationaltransportforum.org

Pour de plus amples renseignements sur les Documents de référence et les autres activités du CCRT, veuillez envoyer un courriel à itf.contact@oecd.org

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

TABLE DE MATIÈRES

RÉSUMÉ	4
1. INTRODUCTION	8
2. OBJECTIFS	10
3. LE RÔLE DES TRANSPORTS FERROVIAIRES À GRANDE VITESSE	11
4. COÛTS ET AVANTAGES DES TRANSPORTS FERROVIAIRES À GRANDE VITESSE	13
4.1 Niveaux de demande.....	17
4.2 Coûts	21
4.3 Avantages.....	22
4.4 Tarification et concurrence	26
5. CONDITIONS DE RENTABILITÉ	29
6. FINANCEMENT	33
7. LE CONTEXTE INDIEN	34
8. CONCLUSIONS	35

RÉSUMÉ

Nées en 1964 avec le Shinkansen Tokaido, les lignes à grande vitesse (LGV), définies ici comme les lignes nouvelles de chemin de fer supportant des vitesses commerciales de 250 km/h ou plus, se sont développées assez lentement ces 50 dernières années, avec un réseau totalisant moins de 22 000 km à la fin 2013. Ces dernières années, en revanche, la croissance du réseau a été rapide. Ayant mis en service sa première LGV en 2007 seulement, la Chine dispose déjà d'un réseau de LGV de près de 10 000 km, et 9 000 km sont en construction (sur un total de 14 000 km en construction dans le monde).

Sur la toile de fond du boom de l'investissement dans les LGV, la table ronde qui s'est tenue à New Delhi en novembre 2013 avait pour objectif de mieux appréhender l'économie de l'investissement dans les LGV, compte tenu du fait que cet essor se produit aussi bien sur des réseaux anciens (France et Japon) que nouveaux (Chine).

Il convient de préciser d'emblée qu'il existe toute une gamme de systèmes de trains à grande vitesse (TGV). Une distinction importante s'établit entre les systèmes essentiellement autonomes (comme le Shinkansen, au Japon) et les systèmes intégrés dans le réseau ferré classique. Les options avec intégration peuvent elles-mêmes se présenter sous différentes formes : transport de voyageurs à grande vitesse sur des voies ferrées classiques (comme le TGV en France), transport classique de voyageurs sur des voies construites pour la grande vitesse (AVE, en Espagne), ou combinaison des services classiques et à grande vitesse, y compris le transport de marchandises, sur des LGV (réseau ICE en Allemagne). Les LGV peuvent accéder au centre-ville, ou s'en approcher, en empruntant les voies classiques (comme en France) ou leurs propres voies (Japon), ou encore desservir principalement des gares situées en périphérie de villes (comme les réseaux autonomes en Chine, au Taïpei chinois et en Corée).

Les premiers réseaux de LGV, au Japon et en France, visaient avant tout deux objectifs liés, centrés sur la capacité (la séparation entre trains lents et trains rapides permet d'accroître la capacité des infrastructures ferroviaires) et la vitesse (le TGV doit pouvoir concurrencer l'avion sur le marché des allers-retours en une journée pour les voyages d'environ 500 km), même si une autre motivation importante était l'encouragement des champions nationaux de l'industrie ferroviaire. L'importance d'autres facteurs est apparue plus récemment : fiabilité des services sur le plan de la durée des trajets (Royaume-Uni), développement économique (Chine, Taïpei chinois), intégration et centralisation politiques (Espagne) et environnement (Royaume-Uni). Les objectifs retenus pour une LGV influent sur la conception du service. Ainsi, lorsque la vitesse est primordiale, la conception privilégie les relations directes entre de grands centres d'affaires distants d'environ 500 km ; dans des circonstances exceptionnelles, il est possible aussi de proposer des trains de nuit sur de beaucoup plus longues distances. Lorsque l'accent est mis sur d'autres facteurs, le TGV peut desservir des gares intermédiaires et permettre le développement d'un marché de migrations journalières à longue distance.

Qu'il s'agisse d'évaluer les LGV *ex ante* ou *ex post*, l'analyse coûts-avantages est l'outil méthodologique prédominant. Les tableaux des incidences doivent être soigneusement compilés pour identifier les groupes concernés (une tâche complexe lorsque le secteur ferroviaire est séparé verticalement et horizontalement) et déterminer le montant des transferts budgétaires et autres (en particulier pour ce qui est de l'évolution des recettes, des coûts, des valeurs foncières et de la taxation indirecte). Si les questions de distribution sont importantes (ce qui est généralement le cas pour les LGV, qui sont parfois taxées

d'investissements « élitistes » en faveur d'un « jouet de riches »), alors les résultats seront présentés sous l'angle des prix de marché plutôt que du coût des ressources, et les incidences sur l'utilisateur, segmentées en fonction des revenus (ou autre variable représentative telle que le but des voyages).

Les données recueillies sur les services de TGV proposés au Royaume-Uni, où l'analyse se fonde sur les prix de marché, laissent penser que les recettes constitueraient 30 % des avantages bruts et les gains de temps réalisés par les usagers du rail (y compris grâce à une meilleure fiabilité), environ 50 %. D'autres sources importantes d'avantages résident dans la moindre saturation des trains et les retombées économiques plus larges (environ 10 % chacune). Les avantages résultant d'une diminution de la congestion routière et d'une amélioration de l'environnement sont relativement mineurs. Ces résultats sont comparables à l'analyse, fondée sur le coût des ressources, menée en Espagne sur les investissements dans la grande vitesse ferroviaire. Les voyageurs d'affaires semblent être les principaux bénéficiaires des investissements dans le TGV, ce qui met en lumière des questions clés telles que l'utilisation du temps passé dans les déplacements professionnels, le niveau de revenu de ces voyageurs et la valeur de leurs gains de temps, ainsi que les perspectives de croissance des déplacements professionnels.

Les sources de trafic à grande vitesse varient d'un réseau à l'autre et en fonction de la définition de la demande induite, mais les données observées sur cinq réseaux à grande vitesse existant en Europe donnent à penser que 30 % environ de la demande de TGV est transférée des transports aériens, 30 % du rail classique et 15 % de la route (voiture, essentiellement), tandis que les 25 % restants constituent une demande induite. Dans les économies en développement, où les marchés du transport aérien intérieur ne sont pas encore parvenus à maturité, le trafic soustrait à l'avion sera plus faible et le trafic induit sera plus élevé. Pour ce qui est de la route, le transfert de trafic en provenance de l'automobile peut être plus faible dans les économies en développement, tandis que le trafic transféré du bus et de l'autocar sera plus élevé.

Une caractéristique des LGV est le montant élevé des dépenses d'équipement requises pour aménager les croisements à niveaux différents, les courbures et les pentes qui sont adaptés à la grande vitesse. Les coûts sont plus lourds lorsque la densité de population est forte, les terrains, onéreux et la topographie, défavorable. Compte tenu de la diversité des sites et des types de systèmes, il n'est pas surprenant que ces coûts puissent varier de moins de 10 millions EUR par km de voie (en Chine) à plus de 100 millions EUR par km (au Royaume-Uni, pour les voies d'accès de la HS1 à Londres). C'est ce niveau élevé des coûts fixes qui autorise à escompter des économies de densité – la baisse des coûts d'exploitation moyens au fur et à mesure de l'augmentation de l'usage des LGV. La vitesse commerciale maximale semble être un facteur majeur du coût d'investissement. En Chine, il semble que si la vitesse prévue passe de 250 à 350 km/h, le coût de l'investissement par km est pratiquement doublé.

Comme le coût de l'investissement, la demande est elle aussi sujette à une forte variabilité d'un réseau à l'autre : de moins de 4 millions de voyageurs par an (Madrid – Séville) à plus de 200 millions (Shinkansen Tokaido et Sanyo). Ces différences sont en grande partie dues à la structuration spatiale du tissu urbain et à la répartition de la population sur le territoire, mais elles peuvent aussi résulter d'autres facteurs : niveau des tarifs (par rapport aux revenus et au rail classique), structure tarifaire (la méthode de la recette unitaire permettant un facteur de charge plus élevé qu'une grille tarifaire standard), emplacement des gares, et obstacles socioculturels freinant les déplacements transfrontaliers entre pays et parfois entre régions. La plupart de ces facteurs peuvent être formulés à l'aide d'un modèle gravitationnel, tandis que le report de trafic en provenance de l'avion (par

exemple) peut s'expliquer à l'aide de courbes logistiques (graphique 1) fondées sur les différences de durée des trajets (ou, mieux, sur les coûts généralisés). Une caractéristique de nombreux marchés du rail à grande vitesse est la croissance à long terme de la demande ; on constate en effet des taux conséquents de croissance annuelle cumulée (plus de 2 % au Japon et de 8 % en Corée) sur de longues périodes (27 ans au Japon et 7 ans en Corée), bien qu'une partie de cette croissance puisse être due à des facteurs externes, tels que la hausse des revenus et l'évolution des structures économiques.

La plupart des LGV doivent affronter la concurrence des autres modes de transport ; à cet égard, une caractéristique nouvelle est l'apparition de concurrents à bas coûts dans les secteurs aérien, routier et maritime. La concurrence intramodale est moins répandue, qu'il s'agisse du rail classique ou d'autres LGV. L'Italie fait exception : la concurrence frontale entre Trenitalia et NTV semble avoir conduit à une réduction des tarifs de 30 %, un accroissement des services de 45 % et une hausse de 30 % de la demande, mais il n'est pas certain que cette concurrence soit durable. Le niveau élevé des redevances d'accès, qui représentent généralement de 25 à 45 % des recettes des opérateurs TGV, peut limiter la capacité de ceux-ci à soutenir la concurrence sur le marché de la grande vitesse ferroviaire.

L'évaluation des LGV donne lieu à deux approches diamétralement opposées de l'utilisation de l'analyse économique : la « paralysie par l'analyse », dont le Royaume-Uni et les États-Unis sont deux exemples récents – malgré une pléthore d'études, le nombre de LGV exploitées y est extrêmement limité – et la méthode « construire et aviser », appliquée par la Chine et l'Espagne, où le réseau de LGV s'est fortement développé récemment, avec de nouveaux prolongements en construction. Par ailleurs, une approche par étapes de la mise en place d'un réseau de LGV permet une participation progressive du secteur privé au financement, tandis qu'un « big bang » suppose un plus grand recours à l'emprunt public.

Un investissement dans une LGV peut être soumis à un test en quatre points. Premièrement, la LGV produira-t-elle un rendement commercial ? Si la réponse est positive, l'argument consistant à présenter le TGV comme un investissement élitiste est sans objet. Les rendements peuvent être réinvestis dans d'autres projets utiles à la collectivité, ou le projet peut être financé et exploité par le secteur privé. Cependant, rares sont les LGV dégagant un rendement financier commercialement acceptable, le Shinkansen Tokaido (Tokyo – Osaka) et le TGV Sud-Est (Paris – Lyon) faisant figure d'exceptions notables. Sur les quatre lignes récentes étudiées en Chine, une seule (Jinan – Qingdao) couvre ses coûts financiers. Il est à noter que ces liaisons commercialement rentables enregistrent un niveau relativement élevé d'utilisation en première année (plus de 20 millions de voyageurs par an).

Deuxièmement, le TGV produit-il un rendement pour la collectivité, sur la base des seuls avantages relatifs au transport ferroviaire ? C'est là le fondement de l'analyse du seuil de rentabilité socioéconomique menée par Gines de Rus, Chris Nash et leurs collègues, qui postule que 9 millions de voyageurs par an pendant la première année d'exploitation constitue généralement le seuil de rentabilité. Il semblerait qu'un grand nombre, mais certainement pas la totalité, des LGV actuelles aient franchi ce seuil. Cette approche repose toutefois sur l'hypothèse d'un seuil égal à 1 pour le ratio avantages/coût. Compte tenu des contraintes pesant sur les budgets, le coût d'opportunité pourrait placer la barre plus haut : le Royaume-Uni retenait, il y a peu encore, un seuil de 2 et l'Allemagne le place à 3. Le seuil devient ainsi plus difficile à franchir, et exige par conséquent un niveau de demande plus élevé ou des avantages compensatoires sur un autre plan que les transports.

Un troisième critère s'impose alors : le TGV produit-il un rendement social, une fois incluses les incidences quantifiées sur d'autres modes de transport (aérien et routier) et les retombées économiques plus larges ? Ces avantages ont joué un rôle important en faveur de

la HS2 au Royaume-Uni, mais leur estimation nécessite une modélisation de l'ensemble des systèmes de transport (et non simplement du rail), et de grandes incertitudes demeurent quant à l'ordre de grandeur des retombées économiques plus larges (en particulier celles qui résultent d'une meilleure connectivité des entreprises entre elles) et au degré d'additionnalité de ces avantages.

Enfin, le TGV dégage-t-il un rendement social si l'on tient compte d'avantages qualitatifs plus généraux ? Par exemple, l'évaluation *ex post* des liaisons Madrid – Séville et Madrid – Barcelone (dont le niveau initial d'utilisation était égal ou inférieur à 5 millions de voyageurs par an) a montré que leur rendement socioéconomique était négatif, et peu susceptible d'être compensé par des retombées économiques plus larges. Ces avantages, pour l'heure non quantifiés, peuvent inclure le rôle du TGV dans la cohésion, le développement technologique et la modernisation économique du pays.

Une grandeur essentielle est le volume de la demande en termes de voyageurs ; le modèle gravitationnel offre une base de départ utile pour établir des prévisions stratégiques à haut niveau, avant de procéder à des estimations plus détaillées par voie de modélisation. Ces critères devraient être appliqués de manière aussi cohérente et rigoureuse pour décider du dernier investissement dans une LGV qu'ils l'ont été pour la première LGV dans un pays donné. Cela laisse entendre que les investissements dans la grande vitesse ferroviaire doivent être envisagés les uns après les autres à l'échelle du réseau, en recensant d'abord les meilleurs projets de LGV puis en planifiant le développement du réseau. Il semble probable que les prolongements de lignes peuvent bénéficier d'économies d'échelle ou de densité, par exemple le prolongement de la LGV au sud de Lyon ou celui de la HS2 au nord de Birmingham. Au contraire, la construction de lignes entièrement nouvelles peut rapidement s'accompagner de déséconomies de gamme, ce qui laisse penser que, en matière d'investissement dans la grande vitesse ferroviaire, une approche par étapes est mieux adaptée qu'un « big bang ».

1. INTRODUCTION

Le présent document résume les débats menés lors d'une table ronde qui s'est tenue à New Delhi, en Inde, les 18 et 19 décembre 2013. Cette table ronde a été organisée pour, d'une part, examiner les principaux facteurs déterminant le coût des investissements dans les réseaux de transport ferroviaire à grande vitesse et, d'autre part, passer en revue les avantages économiques qu'apportent les services de transport ferroviaire à grande vitesse. Ce résumé rend compte d'une série d'exposés présentés à la table ronde : une étude internationale (Nash, 2013a) et des études nationales concernant la France (Crozet, 2013a), le Japon (Kurosaki, 2013a), la Chine (Wu, 2013a), l'Italie (Croccolo, 2013), le Royaume-Uni (Nash, 2013b) et le Taipei chinois (Chang, 2013). En outre, la table ronde a assisté à une série de présentations sur les perspectives du TGV en Inde, avec des contributions de Singh, Pillai, Goel, Raghuram et Pal (tous, 2013), ainsi qu'à une présentation sur la Corée (Lee, 2012) et à un exposé sur des travaux antérieurs concernant le TGV (Asian Institute of Transport Development, 2007). Le présent rapport rend compte également des propos introductifs tenus par Montek Singh Ahluwalia, de la Commission de planification du gouvernement indien, Mallikarjun Khan, des Chemins de fer indiens, et K.L. Thapar, de l'Institut asiatique pour le développement des transports (Asian Institute of Transport Development).

La suite de cette introduction définit, dans ses grandes lignes, le concept de TGV aux fins de la table ronde et en présente très brièvement l'historique. La section 2 expose les principaux objectifs de la table ronde. La section 3 examine la question des buts essentiels des investissements dans le TGV. Le cœur du présent document se concentre sur les coûts et avantages des TGV (section 4) : demande (section 4.1), coûts (4.2), avantages (4.3), et tarification et concurrence (4.4). Les conditions de la rentabilité financière et sociale du TGV sont examinées à la section 5 et la question du financement, à la section 6. Le contexte indien est abordé à la section 7, et la section 8 présente les conclusions de la table ronde.

Les services de transport ferroviaire à grande vitesse tels que nous les connaissons aujourd'hui datent de la mise en service, en 1964, du Shinkansen sur la ligne Tokaido, suivi par le Direttissima en Italie, en 1977, et par le TGV Sud-Est en France, en 1981 (Nash, 2013a). L'Allemagne a rejoint le monde de la grande vitesse ferroviaire en 1988 avec l'ouverture de la ligne Fulda – Würzburg, tandis que l'Espagne lançait, en 1992, les services de l'AVE entre Madrid et Séville. En Asie, après le Japon, le TGV est arrivé en Corée en 2004 et au Taipei chinois en 2007. En novembre 2013, l'UIC estimait que les réseaux ferroviaires totalisaient dans le monde une longueur de 21 472 km, dont près de 7 400 km en Europe et plus de 13 700 km en Asie. Le développement rapide du TGV en Chine a doté ce pays du plus grand réseau national, avec 9 867 km, suivi par le Japon (2 664 km), l'Espagne (2 515 km) et la France (2 036 km)¹. À l'heure actuelle, 13 964 km de lignes supplémentaires sont en construction, avant tout en Chine (9 081 km), mais aussi en Espagne (1 308 km), au Japon (779 km) et en France (757 km), tandis que l'Arabie Saoudite (550 km) devrait rejoindre ce « club » en 2015.

1. Source : http://www.uic.org/IMG/pdf/20131101_high_speed_lines_in_the_world.pdf

Bien qu'il n'existe pas de définition unique des services de transport ferroviaire à grande vitesse, celle qui est le plus souvent citée figure dans la directive 96/48/CE du Conseil de l'Union européenne (CEC, 1996). Les services de transport ferroviaire à grande vitesse y sont définis comme étant fournis sur des lignes qui sont spécialement construites pour la grande vitesse et équipées pour des vitesses égales ou supérieures à 250 km/h – souvent jusqu'à 350 km/h. Les lignes existantes mais aménagées pour la grande vitesse, équipées pour des vitesses de l'ordre de 200 km/h, sont également considérées comme des lignes à grande vitesse (LGV). Si la table ronde s'intéresse avant tout aux études de cas portant sur des lignes spécialement construites pour la grande vitesse, elle reconnaît que l'option intermédiaire, consistant à aménager des lignes existantes, peut être particulièrement pertinente dans certains pays.

Même lorsque l'infrastructure est spécialement construite pour la grande vitesse, il importe de distinguer les réseaux essentiellement autonomes (comme le Shinkansen, au Japon) des réseaux qui sont intégrés avec le réseau ferré classique. Cette intégration peut se présenter sous plusieurs formes : transport de voyageurs à grande vitesse sur des voies ferrées classiques (comme le TGV en France), transport classique de voyageurs sur des voies construites pour la grande vitesse (AVE, en Espagne), ou combinaison des transports classiques et à grande vitesse, y compris le transport de marchandises, sur des LGV (réseau ICE en Allemagne) (voir aussi Campos *et al.*, 2009). La table ronde note que les LGV visent avant tout à desservir le marché des voyages d'affaires et de loisirs sur de longues distances – au moins 200 km, et souvent beaucoup plus, pour les principales paires origine-destination (500 km semblant constituer la distance habituelle)². Cependant, il est à noter que, lorsqu'il existe des capacités excédentaires, les services régionaux assurant les navettes quotidiennes (reliant généralement des marchés distants de moins de 200 km) peuvent jouer un rôle important. C'est par exemple une caractéristique du HS1 au Royaume-Uni, où les trains de banlieue peuvent, dans le Kent, utiliser les capacités laissées disponibles par les services internationaux.

Une autre distinction importante, en ce qui concerne les TGV, est l'emplacement des gares – en centre-ville ou en périphérie. La question de savoir où construire les gares TGV s'est posée dès la première LGV : le Shinkansen Tokaido a été mis en service en 1964 à partir de la gare de Shin-Osaka, distante d'environ 3 km de la gare centrale d'Osaka. Lorsqu'elles sont situées à distance du centre, les gares TGV peuvent contribuer à l'expansion du quartier central des affaires et à l'implantation de nouveaux quartiers d'affaires : c'est le cas des gares de Lyon Part-Dieu et d'Euralille, en France. La plupart des LGV visent à accéder au cœur des grandes villes qu'elles desservent, mais elles peuvent aussi desservir de plus petites localités sur leur trajet grâce à des gares intermédiaires. En France, citons par exemple Aix, Avignon, Belfort-Montbéliard, Besançon, Le Creusot, Macon-Loché et Valence. Cela permet d'abaisser le coût de la desserte des villes de moins de 100 000 habitants. En France, ces villes ne sont généralement desservies que par trois trains par jour, nombre qui monte à cinq trains par jour pour les villes de 200 000 habitants, et à dix trains ou plus pour les agglomérations plus grandes (Crozet, 2013b). Il existe aussi cependant des LGV dont les gares sont essentiellement situées à la périphérie des villes ; c'est le cas, en particulier, en Chine, au Taïpei chinois et en Corée.

Une autre question importante recensée par la table ronde, et qui doit être abordée d'emblée, concerne l'approche de la planification des investissements dans les LGV. Le contraste entre les extrêmes est grand entre, d'une part, les réseaux ayant fait l'objet

2. Dunmore et Smith (*in* Asian Institute of Transport and Development, 2007) notent que la distance de freinage moyenne sur les réseaux à grande vitesse est comprise entre 100 et 30 km.

d'analyses *ex ante* relativement succinctes (l'approche « construire et aviser », censée caractériser la Chine et l'Espagne) et, d'autre part, les réseaux qui ne sont pas encore construits mais qui peuvent être décrits comme souffrant d'un excès d'analyse (« la paralysie par l'analyse »), comme c'est peut-être le cas au Royaume-Uni et aux États-Unis (Preston, 2012, et Perl, 2012). Il peut s'agir, en partie, de différences de régimes de planification entre les pays de *common law*, comme le Royaume-Uni, les États-Unis et l'Inde, et les pays de droit civil, comme ceux d'Europe continentale. Le degré optimal d'analyse, tant *ex ante* que *ex post*, est un sujet qui est loin de n'intéresser que les chercheurs. En ce qui concerne l'analyse *ex post*, on pourrait s'attendre à ce que, au moins jusqu'à un certain point, un accroissement des dépenses consacrées aux études analytiques conduise à des prévisions plus précises et donc à des réponses plus robustes aux questions de savoir si et quand il convient d'investir dans la grande vitesse ferroviaire, et contribue donc à déterminer la combinaison optimale en termes d'infrastructure, de services et de prix. Au-delà d'un certain point, cependant, la complexité croissante des approches adoptées ne fait qu'introduire davantage d'erreurs de mesure, ce qui réduit les avantages procurés par une réduction des erreurs de spécification (Alonso, 1968). La table ronde semble d'accord pour dire qu'il peut exister un moyen terme satisfaisant entre ces deux approches de l'analyse *ex ante*, mais note aussi que l'évaluation *ex post* des LGV est particulièrement rare, à l'exception de la France, et qu'une telle évaluation peut être particulièrement importante pour améliorer le cycle de planification.

2. OBJECTIFS

Compte tenu de ce qui précède, l'objectif premier de la table ronde est de parvenir à une meilleure compréhension de l'économie des transports ferroviaires à grande vitesse, ce qui conduit à une série d'objectifs secondaires. Le premier consiste à déterminer à quoi sert le TGV, ce qu'il contribue à améliorer, et ce sur quoi il n'a pas d'incidence, autant de questions qui sont examinées à la section 3.

Deuxièmement, une série d'objectifs concerne la détermination des coûts et avantages du TGV, point qui fait l'objet de la section 4, ainsi que des seuils de rentabilité financière et sociale (section 5). Certaines lignes sont-elles rentables, procurant un rendement commercial de l'investissement ? Le cas échéant, quelles sont les conditions qui rendent cette rentabilité possible ou probable ? Dans le cas contraire, quelles lignes non rentables d'un point de vue commercial sont assorties d'un rendement sur le plan social ? Quelles sont alors les conditions à remplir ? Quelles lignes se sont soldées par une perte nette de bien-être socioéconomique, et existe-t-il des avantages encore non quantifiés qui pourraient compenser ces pertes ? La concurrence (comme celle qui oppose actuellement les opérateurs en Italie) change-t-elle les perspectives en matière de coûts et d'avantages ?

En troisième lieu, outre les questions d'efficacité économique, il existe d'importants enjeux relatifs à l'équité – les effets distributifs des investissements dans les transports ferroviaires à grande vitesse. Il est parfois reproché au TGV d'être un « jouet de riches » – mais qui bénéficie effectivement du soutien public au TGV ?

Enfin, il convient de se placer dans un contexte plus large pour examiner les raisons qui amènent à investir les deniers publics dans le TGV plutôt que dans d'autres infrastructures de transport, notamment le rail classique, la route ou les aéroports. Il se pose en outre la question de la concurrence entre de très lourds investissements dans les transports, comme les LGV, et des investissements dans d'autres domaines, tels que l'éducation, la santé ou le logement. Cette problématique est particulièrement aiguë dans le contexte des pays en développement.

3. LE RÔLE DES TRANSPORTS FERROVIAIRES À GRANDE VITESSE

La grande vitesse ferroviaire répond à des objectifs multiples (tableau 1), mais la justification dominante repose sur le double avantage de la vitesse et de la capacité, qui sont des attributs interdépendants. Capacité et vitesse (contribuant à la concurrence avec le transport aérien) étaient les premiers moteurs de la conception de la toute première LGV, le Shinkansen Tokaido. Avec une vitesse commerciale moyenne (par opposition à la vitesse de pointe) d'environ 250 km/h, une LGV peut placer deux localités distantes de 500 km à moins de deux heures de trajet, et donc offrir la possibilité de faire l'aller-retour en une journée. De plus, le rail se trouve ainsi en mesure de faire concurrence à l'avion pour les déplacements de centre-ville à centre-ville sur des distances de cet ordre et au-delà – par exemple, Paris – Marseille (plus de 750 km) –, représentant le seuil de trois heures de trajet. Cette justification a toutefois fait l'objet de critiques. Crozet (2013b), avec d'autres, notamment Illich (1974), met en évidence le concept de vitesse effective. Ces auteurs adoptent un autre calcul de la vitesse qui tient compte du coût de celle-ci, calculé comme le prix du voyage par km divisé par le salaire horaire moyen.³ Il en résulte qu'un moyen de transport ultra-rapide mais aussi ultra-coûteux, comme le Concorde, a une vitesse effective très faible et a, par conséquent, subi des déboires commerciaux. Une LGV pourrait présenter des caractéristiques semblables si les tarifs étaient fondés sur le plein recouvrement des coûts, en présence de faibles taux de salaire horaire. L'autre grande critique à l'encontre de la vitesse est que, étant donné un budget « durée des déplacements » constant (hypothèse elle-même douteuse), le temps ainsi gagné sera gaspillé sous forme de trajets plus longs au lieu d'être consacré à un accroissement de l'activité économique (Metz, 2008). Un argument contraire affirme que l'augmentation des vitesses et des distances parcourues permet de rapprocher les travailleurs des emplois, ou les entreprises des clients, ce qui accroît non seulement la quantité mais aussi la qualité des activités et élève la productivité.

Comme indiqué, la capacité était l'une des justifications majeures du Shinkansen Tokaido, car la ligne de chemin de fer à voie étroite reliant Tokyo à Osaka était fortement congestionnée. Une nouvelle ligne à écartement standard devait permettre la circulation de matériel roulant plus lourd et, surtout, la séparation entre trains rapides et trains lents ; l'homogénéité des services est en effet un facteur clé pour déterminer la capacité d'une ligne (UIC, 2004). De plus, lorsqu'une priorité est accordée au passage des trains

3. Supposons que la vitesse (s) du Concorde est de 2 000 km/h. Supposons que le billet coûte 12 000 EUR pour parcourir 12 000 km, de sorte que le prix au kilomètre (f) est de 1 EUR ; le salaire horaire moyen (w) est 6 EUR l'heure. La vitesse effective se calcule par la formule $[s^1 + (f/w)]^{-1}$. Dans ce cas (extrême), on arrive à une vitesse d'environ 6 km/h, soit à peine plus que la vitesse de la marche à pied.

rapides, la séparation des types de service peut améliorer la performance des liaisons en termes de fiabilité, facteur qui a joué un rôle important en Italie et au Royaume-Uni (en particulier pour la HS1, qui a remplacé des trains à grande vitesse circulant initialement sur des lignes classiques) (Nash, 2013b). En Chine, il est prévu que la capacité libérée sur le réseau classique sera consacrée au fret.

Le développement des réseaux ferroviaires à grande vitesse répond aussi à des motivations qui ne relèvent pas des transports. Ainsi, la politique de développement technologique peut chercher à promouvoir l'industrie ferroviaire nationale (et son potentiel à l'exportation). Ce facteur était bien présent à la naissance de ce secteur au Japon et en France, et il a conduit à l'émergence de champions nationaux – respectivement Hitachi et Alstom. Le prestige national constitue également une motivation importante, par exemple en Chine, où le développement du réseau à grande vitesse fait partie intégrante des derniers plans quinquennaux, tandis que l'intégration, ou la centralisation, politique est certainement un facteur majeur dans le développement du réseau de LGV en Espagne (Albalade et Bel, 2012 ; Bel, 2012).

Tableau 1. Objectifs des réseaux de LGV

	France	Japon	Chine	Italie	Royaume-Uni	Taipei chinois	Espagne
Vitesse	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Capacité	✓	✓	✓	✓	✓(HS2)	✓	
Fiabilité				✓	✓(HS1)		
Développement éco.			✓		✓	✓	
Environnement					✓(HS2)		
Promotion industrielle	✓	✓	✓				✓
Prestige	✓		✓	✓			✓
Intégration politique			✓				✓

Le développement économique figure également parmi les objectifs importants des LGV. Au Taipei chinois, l'intention majeure était de désenclaver les territoires susceptibles d'aménagement à la périphérie des zones urbaines (Chan, 2013). En Chine, l'investissement dans le réseau à grande vitesse peut être vu comme une forme keynésienne d'amorçage de la pompe, à une époque où les taux de croissance d'autres secteurs de l'économie commençaient à s'essouffler (Wu, 2013a). Au Royaume-Uni, les arguments en faveur de la HS2 (décrite comme un « moteur de croissance ») ont abandonné le terrain des transports pour aborder des avantages économiques plus globaux – accessibilité des bassins d'emplois (promotion des économies d'agglomération) et rapprochement entre entreprises et consommateurs (réduction des imperfections de la concurrence entre secteurs utilisateurs des transports, et encouragement des agglomérations grâce au rapprochement des entreprises). Les arguments reviennent maintenant sur le terrain de la capacité et du potentiel de libération des voies au profit de l'expansion des services de transports, saturés, des banlieues vers les grandes agglomérations du pays.

L'amélioration de l'environnement est considérée comme un autre objectif des LGV. Au Royaume-Uni, par exemple, la politique des transports vise actuellement à créer de la croissance (économique) et à réduire les émissions de CO₂. Des transports ferroviaires

plus rapides supposent toutefois, nécessairement, une plus grande consommation d'énergie et, lorsque l'électricité produite est fortement émettrice de carbone, cela implique donc des émissions de carbone plus élevées que dans le cas du rail classique, bien que cette conséquence puisse être atténuée par une augmentation des coefficients de remplissage et une amélioration de la conception des trains. De plus, la construction des LGV peut être elle-même émettrice de carbone. Ainsi, Booz Allen Hamilton (2007) estime que la prise en compte des travaux de construction accroît de quelque 35 % les émissions de CO₂ résultant de l'exploitation du TGV dans le contexte britannique. Kageson (2009) conclut que, même si l'investissement dans la grande vitesse ferroviaire réduit probablement, dans la plupart des cas, les gaz à effet de serre émis par le trafic par comparaison avec l'absence de LGV, ce gain est faible, et il peut s'écouler des décennies avant qu'il n'arrive à compenser les émissions dégagées par la construction. Lorsque que le TGV capte un grand nombre de voyageurs au détriment des transports aériens et routiers, il est possible que cela conduise à une amélioration nette de l'environnement, du moins pour ce qui concerne les émissions de CO₂. Mais c'est probablement l'inverse qui se produit lorsque ce report est limité.

La combinaison perçue des avantages des LGV, sur le plan des transports et dans les autres domaines, peut aider à fixer des objectifs pour le développement des TGV. Ainsi, le Livre blanc sur les transports publié en 2011 par la Commission européenne (European Commission, 2011) fixe pour objectifs l'achèvement du réseau ferroviaire transeuropéen à grande vitesse d'ici à 2050 et le triplement, d'ici à 2030, de la longueur du réseau à grande vitesse existant⁴. En outre, selon la Commission, la majeure partie des transports de voyageurs à moyenne distance devraient s'effectuer par le train (la moyenne distance étant définie comme les déplacements interurbains de moins de 1 000 km) d'ici à 2050. La base objective sur laquelle reposent ces objectifs n'est toutefois pas très claire.

4. COÛTS ET AVANTAGES DES TRANSPORTS FERROVIAIRES À GRANDE VITESSE

Le tableau 2 présente un schéma simplifié de l'analyse coûts-avantages des investissements dans les LGV. Les premiers réseaux de TGV, au Japon et en France, ont été créés sous l'égide des opérateurs ferroviaires nationaux, publics et verticalement intégrés, mais avec une comptabilité séparée des autres activités de l'État. Le schéma ci-dessous suppose un opérateur ferroviaire unique et une agence publique unique, étant entendu que la réalité est plus complexe. Si le marché ferroviaire est verticalement et horizontalement séparé (comme au Royaume-Uni), un schéma plus morcelé, et donc plus complexe, sera nécessaire. Au Japon, il est à noter que la séparation verticale, concrétisée par la Shinkansen Holding Corporation (SHC), a été de courte durée (1987-1991), les lignes antérieures à 1987 ayant été restituées aux opérateurs ferroviaires, même si les nouvelles lignes de Shinkansen dont on n'attend pas de rentabilité commerciale ont été conçues dans le cadre d'une séparation verticale. En Europe, depuis la directive 91/440/CEE, la séparation verticale (sinon en termes de propriété, du moins

4. En novembre 2013, d'après l'UIC, 2 565 km de LGV étaient en construction en Europe, et 8 321 km supplémentaires étaient prévus. Si toutes ces lignes sont effectivement construites, le réseau atteindrait 18 264 km – une augmentation de 148 %.

en termes d'organisation) est devenue la norme. Dans certains pays, il peut être nécessaire d'opérer une distinction entre l'administration centrale et les collectivités locales. Par exemple, au Japon, depuis 1996, les autorités centrales et régionales doivent se partager, dans un rapport de 2:1, la charge financière des nouveaux projets non commerciaux destinés à promouvoir le développement régional (Kurosaki, 2013b). Avec l'expansion des réseaux de TGV, les collectivités régionales seront probablement appelées à jouer un plus grand rôle dans le développement de la grande vitesse ferroviaire, un phénomène qui est déjà apparent en France.

Tableau 2. **Coûts et avantages des transports ferroviaires à grande vitesse**

Groupe concerné	Coûts	Avantages
Opérateur ferroviaire	Coûts de construction Coûts d'exploitation	Hausse des recettes d'exploitation Hausse des autres recettes (dotations et subventions)
Usagers des TGV	Hausse (nette) des tarifs	Trajets plus rapides Meilleure fiabilité des services Voyages plus confortables (Baisse des taxes indirectes)
Autres usagers des transports		Diminution de la congestion dans les transports ferroviaires, routiers et aériens concurrents.
Autres opérateurs de transport	Baisse des recettes	Baisse des coûts d'exploitation Baisse des dépenses d'équipement
État	(dotations et subventions) (pertes fiscales indirectes)	
Population	Bruit et vibrations Emprise foncière Intrusion visuelle Prix virtuel des fonds publics	Réduction des émissions de CO ₂ Baisse du nombre d'accidents Autres avantages économiques généraux

Notes : entre parenthèses : transferts budgétaires entre l'État et les autres groupes. Les recettes comportent également des transferts qui doivent être pris en compte.

Pour les opérateurs ferroviaires, les coûts se rapportent principalement à la construction et à l'exploitation. Pour un opérateur ferroviaire intégré horizontalement, les coûts d'exploitation incluent les ajustements apportés aux services de transport classiques. Un opérateur ferroviaire peut recevoir un soutien de l'État sous forme de dotations en capital et, moins souvent, de subventions d'exploitation, bien qu'il s'agisse là de transferts pécuniaires (par conséquent sans effet direct sur le PIB, le bien-être ou les résultats de l'analyse coûts-avantages)⁵. Si l'opérateur appartient à l'État, le soutien peut prendre la forme d'une annulation de dettes héritées du passé. Lorsqu'il s'agit d'un soutien général au système ferroviaire, il est difficile de déterminer la part à attribuer aux LGV, qui dépend des conventions comptables.

5. Cela étant, les dotations et subventions ont un effet indirect en termes de coûts de collecte et d'administration, de coûts d'opportunité et de coûts de distorsion (en rapport, notamment, avec l'impôt sur le revenu), ce qui laisse penser que le prix virtuel des fonds publics est supérieur à 1. Par exemple, un prix virtuel de 1.2 indique que, pour 1 GBP de subvention, la perte sèche pour l'économie est de 0.2 GBP.

Les avantages pour les opérateurs ferroviaires prennent essentiellement la forme d'une augmentation des recettes tarifaires, mais éventuellement aussi d'autres sources de recettes, en particulier des activités commerciales à l'intérieur et aux abords des gares TGV. Il convient toutefois de faire preuve de prudence dans le traitement des recettes tarifaires (Sugden, 1972). Celles-ci constituent un transfert entre les usagers des trains et les opérateurs mais, si l'on s'intéresse aux incidences distributives des LGV, ces transferts doivent être mis en évidence. De plus, les recettes engrangées par le TGV aux dépens des autres modes sont aussi des transferts et devraient être considérées comme tels, au même titre que la baisse des coûts d'exploitation et les avantages pour les usagers de ces autres modes. Les recettes ferroviaires sont généralement exprimées comme l'accroissement net par rapport au réseau classique, compte tenu des baisses de coûts d'exploitation du réseau classique (et l'incidence sur les avantages pour les voyageurs). Pour les autres modes (air, route, autocars), l'hypothèse habituelle est qu'il s'agit de marchés parfaitement concurrentiels et que le surcroît de recettes procurées par le TGV aux dépens de ces modes reflète l'allègement des coûts d'équipement et d'exploitation de ces autres modes, et l'absence d'incidence sur les avantages pour leurs usagers. Une hypothèse similaire s'applique aux recettes induites. Une autre approche consiste à estimer directement les baisses de coûts des autres modes ou l'augmentation du soutien public à ces modes lorsqu'ils relèvent de l'État (par exemple, Alitalia).

On peut prévoir que les usagers des TGV vont acquitter des tarifs plus élevés que pour les trains classiques et, aussi, qu'une part substantielle des usagers des trains classiques vont se reporter sur les TGV. Les tarifs du TGV seront en outre, selon toute probabilité, plus élevés que les tarifs des autocars. Ils peuvent être inférieurs aux tarifs des transports aériens (sauf peut-être en présence de compagnies à bas coûts) et plus faibles aussi que les coûts supportés par les automobilistes lorsque les autoroutes à péage constituent la norme. Les comparaisons intermodales peuvent toutefois être biaisées par les taxes indirectes. En particulier, les déplacements motorisés sont généralement plus lourdement taxés que les déplacements en train, tandis que dans certains pays (dont l'Inde, qui perçoit une taxe sur le kérosène), les transports aériens sont également taxés davantage.

Les usagers des TGV bénéficient d'une amélioration de la fiabilité, de la vitesse et du confort des services de transport et, en dépit d'une augmentation probable des frais encourus, le coût généralisé des déplacements diminue, tant pour les usagers venant d'autres modes que pour les nouveaux usagers ; la variation des avantages qui en résulte est souvent estimée par la règle de la moitié⁶, bien que des techniques d'estimation plus précises (comme l'intégration numérique ou directe) soient préférables.

À un niveau global, on peut prévoir que les autres usagers des transports vont bénéficier d'avantages, résultant en grande partie de la diminution de la congestion. Sur le réseau ferroviaire classique, où il existe une demande latente, les capacités libérées peuvent permettre d'améliorer les services régionaux et de banlieue, d'accroître les fréquences et de réduire la saturation. Des sillons peuvent également être libérés pour le fret. Cependant, lorsqu'une part importante de la demande de transports ferroviaires classiques se reporte sur le TGV, cela entraîne une baisse de la fréquence des services

6. Supposons que GC_1 soit le coût généralisé des déplacements avant le TGV et GC_2 après le TGV. Dans le cas d'une amélioration des transports, on s'attendrait à ce que $GC_1 > GC_2$. Supposons en outre que Q_1 soit le volume des déplacements avant le TGV et Q_2 après le TGV. En cas d'amélioration des transports, $Q_2 > Q_1$. Sur la base d'une courbe de demande linéaire, les avantages pour les usagers sont $Q_1 (GC_1 - GC_2) + \frac{1}{2}(Q_2 - Q_1) (GC_1 - GC_2)$. Cette formule peut être réécrite sous la forme $\frac{1}{2} (GC_1 - GC_2) (Q_1 + Q_2)$ (Jones, 1977).

classiques, qui peut éventuellement enclencher une spirale de déclin. Les gares intermédiaires, en particulier, peuvent subir une réduction des services, comme cela s'est produit initialement à Arras et Dijon, en France. Sur le réseau routier, les encombrements peuvent diminuer suite à un report modal sur les transports ferroviaires, tant classiques qu'à grande vitesse. Pour les transports aériens, on peut s'attendre à une réduction des services aériens qui sont en concurrence directe avec le TGV, au détriment des passagers aériens restants. Cependant, en présence d'aéroports-pivots congestionnés, la diminution des services court et moyen courrier libère des créneaux pour les vols long courrier. Lorsque les créneaux d'aéroport ne sont pas attribués sur la base des mécanismes de marché, cela peut même conduire à des gains commerciaux. De plus, le TGV peut venir compléter les services aériens, lorsqu'un aéroport-pivot est connecté au réseau à grande vitesse – comme c'est le cas à Amsterdam, Francfort et Paris (Charles de Gaulle) –, ce qui peut en outre contribuer à réduire la congestion de ces aéroports côté ville. Dans certaines circonstances, on peut classer au rang des avantages les dépenses évitées sur les réseaux de transport aérien et routier par suite des investissements dans les LGV. La question, ici, est de savoir si l'analyse se concentre sur le réseau ferroviaire, ou sur le système de transport dans son ensemble. Si l'analyse préliminaire peut être centrée sur le réseau ferroviaire, il est néanmoins judicieux de faire porter l'analyse plus détaillée sur l'ensemble du système de transport.

Quant aux États, une incidence négative est à prévoir lorsque des dotations et subventions sont requises et que les recettes fiscales indirectes diminuent, par suite d'un report de trafic d'un réseau routier (et parfois aérien, comme en Inde) lourdement taxé vers un réseau ferroviaire moins taxé.

Les coûts et avantages pour la société dans son ensemble se répartissent en trois catégories. Sur le plan de l'environnement, les avantages résident dans la baisse des émissions de carbone et autres polluants atmosphériques, mais il peut se poser, sur le trajet des LGV, des problèmes relatifs au bruit et aux vibrations, à l'emprise foncière (incidence sur la biodiversité et les cours d'eau), aux barrières créées par les lignes et aux nuisances esthétiques. La principale incidence sociale concerne la réduction probable du nombre d'accidents de la route par suite du report du trafic sur le TGV, lequel possède un excellent bilan en matière de sécurité. Bien que certains de ces avantages profitent aux usagers des transports, on peut considérer qu'ils sont en majorité au bénéfice de l'ensemble de la population. Enfin, un élément clé des retombées économiques est qu'elles devraient être additionnelles. Les modifications structurelles de l'activité économique peuvent être non pas créatrices d'avantages mais redistributives, bien que cette redistribution puisse présenter des avantages quand elle conduit à un développement économique mieux équilibré entre les régions. L'évolution de la valeur des biens fonciers peut elle aussi être redistributive plutôt qu'additionnelle, lorsque les prix des biens fonciers augmentent aux abords des LGV au détriment de ceux des biens plus éloignés. De plus, ces changements de valeur peuvent être une simple manifestation en aval de l'évolution du coût généralisé des déplacements et donc de la modification de l'accessibilité ; les inclure reviendrait donc à les compter deux fois, à moins que la LGV ait réduit les imperfections sur le marché foncier. Une autre incidence économique est le prix virtuel des fonds publics, qui se produit en grande partie à cause des distorsions induites dans l'économie de la fiscalité, en particulier des revenus. Au Royaume-Uni, cette perte sèche pour l'économie pourrait représenter 20 % du soutien public, tandis qu'en France (où la fiscalité est plus lourde), elle pourrait avoisiner 30 %.

Dans l'élaboration du tableau coûts-avantages, il importe de reconnaître les transferts, surtout si les effets distributifs constituent une préoccupation, et d'éviter le double comptage (Mohring, 1993, entre autres).

4.1 Niveaux de demande

Dans toute analyse coûts-avantages, un facteur clé est le niveau de la demande de transports à grande vitesse. Une question qui se pose ici est l'unité qu'il convient d'utiliser. L'unité la plus courante est le nombre de voyageurs par an, mais elle ne tient pas compte de la longueur des trajets : le nombre de voyageurs-kilomètres par an serait alors un meilleur critère. Kurosaki (*op.cit.*) estime que la densité du trafic (nombre de voyageurs-km divisé par la longueur du trajet) est la mesure clé pour un trajet donné.

Le tableau 3 résume les données présentées à la table ronde au sujet de la demande de 34 services, ou groupes de services, de transport ferroviaire à grande vitesse à différentes dates ; la croissance de la demande au fil du temps est présentée pour cinq services, ce qui donne un total de 39 observations. La demande annuelle moyenne pour ces 39 observations s'élève à 29.2 millions, mais avec un écart-type de 37.1 millions, ce qui souligne la nature hautement variable de la demande de transports ferroviaires à grande vitesse. Le niveau le plus élevé de demande annuelle atteignait, en 2011, 207 millions sur les lignes Tokaido et Sanyo (Japon), prises ensemble, contre 128 millions enregistrés en 1984. Le niveau le plus faible se chiffre à 4 millions, pour l'AVE Madrid – Séville (Nash, 2013c).

Tableau 3. **Données relatives à la demande de transports ferroviaires à grande vitesse**

Source	Ligne ou paire de villes	Demande (millions par an)	Année
Nash, 2013c (Table 3.2)	TGV Sud-Est	19.2	1987 *
	TGV Atlantique	29	1995 *
	TGV Nord	20	1994
	TGV Connexion IdF	16.6	2000 *
	TGV Rhône-Alpes	18.5	1995
	TGV Méditerranée	20.4	2001
	Madrid – Séville	3.6	1998 *
	Madrid – Barcelone	5.4	2009
	Tokyo – Osaka	80	1970 *
	Séoul – Busan	28	2010 *
NAO (2012) (<i>in</i> Nash, 2013c)	HS1 International	9.7	2011
	HS1 Domestic	8.4	2011
Kurosaki, 2013b (tableau 2 et déductions à partir du tableau 5 ⁷)	Tokaido et Sanyo	128.3 (207.4)	1984 (2011)
	Tohoku	24.1 (76.1)	1984 (2011)
	Joetsu	11.3 (34.8)	1984 (2011)
Wu (2013b)	Hefei – Nanjing	21.3	2012
	Beijing – Tianjin	21.0	2012
	Qingdao – Jinan	28.0	2012
	Shi – Tai	22.6	2012
	Hefei – Wuhan	11.0	2012
	Coastal HSL	15.1	2012
	Wuhan – Guangzhou	19.7	2012
	Zhengzhou – Xian	5.8	2012
	Chengdu –Duijiangyan	4.7	2012
	Shanghai –Nanjing	29.2	2012
	Shanghai – Hangzhou	28.3	2012
	Nanchang – Jiujiang	30.2	2012
	Changchun – Jilin	8.4	2012
	Hainan East Circle	6.4	2012
	Beijing – Shanghai	24.8	2012
	Croccolo et Violi, 2013b	Réseau TGV italien	Plus de 12.1
Chan, 2013 Jun, 2013	LGV Taipei chinois	36.6	Moyenne 2007-2013
	G-Line (Gyeongbu)	22.2 (39.1)	2004 (2011)
	H-Line (Honam)	4.2 (7.3)	2004 (2011)

* Demande d'équilibre à environ six ans de la mise en service.

Certaines données permettent de conclure à une forte croissance. Au Japon, trois groupes de lignes semblent avoir enregistré une forte croissance de la demande entre 1984 et 2011, à 94 %, soit un taux de croissance annuel composé de 2.5 %. En Corée, la demande a progressé de 76 % entre 2004 et 2011, soit un taux de croissance annuel composé de 8.4 %⁸. Les données de Chan (2013) pour le TGV du Taipei chinois indiquent un usage annuel moyen, depuis l'ouverture, en 2007, d'environ 37 millions, mais les données sur l'usage actuel se chiffrent à 45 millions de voyages par an. Les questions qui

7. Informations fournies par Fumio Kurosaki, 25 février 2013.

8. Les données sur la Corée sont exprimées en nombre de voyages par jour, multiplié par 365 pour obtenir le total annuel.

se posent ici sont les suivantes : dans quelle mesure cette croissance de la demande aurait-elle eu lieu de toute façon (par exemple, sous l'effet de l'accroissement de la population, de la hausse des revenus ou de l'évolution structurelle de l'économie) ? Et à quel degré cette croissance a-t-elle été stimulée par le TGV (par exemple, en raison de l'évolution de l'affectation des sols et des types d'activité). Une autre question est celle de savoir à quel moment la demande atteint son point d' « équilibre ». Les LGV ont une courbe de montée en charge semblable à celle de tout autre produit. Nash (2013c) estime que cette phase de lancement dure environ six ans. C'est là une durée beaucoup plus longue que les 2.5 ans posés par Preston et Dargay (2005) pour les nouveaux services ferroviaires interurbains ; c'est un domaine qui mériterait d'être étudié plus avant au fur et à mesure de la disponibilité de nouvelles données sur le transport ferroviaire à grande vitesse.

Wu (2013b) présente des données sur la fréquentation d'une quinzaine de LGV en Chine ; il est à noter toutefois que celles-ci se fondent sur la densité du trafic, et non sur le nombre de voyageurs lui-même, ce qui revient à sous-estimer la fréquentation lorsqu'il existe un trafic intermédiaire substantiel. La demande moyenne, sur ces lignes, se chiffre à 18.4 millions (quelque 36 % de moins que la moyenne globale sur l'ensemble des pays), mais l'écart-type est aussi bien moindre (8.9 millions). La demande de transports à grande vitesse en Chine est freinée par le prix des billets, relativement élevé par rapport aux revenus (partant, les LGV ont une « vitesse effective » assez faible) et au rail classique (souvent le triple). Il est à noter que, au tableau 3, certaines des lignes chinoises sont des tronçons de réseaux plus vastes : on peut prévoir que la demande sera plus élevée lorsque le réseau aura été achevé.

Les variations de la demande de transport ferroviaire à grande vitesse peuvent s'expliquer par le modèle gravitationnel standard, qui est utilisé dans ce contexte par SDG (2004) et SNCF (Crozet, *op. cit.*). Il se formule comme suit :

$$T_{ij} = K A_i A_j R_{ij}^{-\varepsilon}$$

où :

T_{ij} est le nombre de trajets (en TGV) entre les zones i et j

$A_{i(j)}$ mesure l'attractivité de la zone i (j)

R_{ij} mesure la répulsion entre les zones i et j

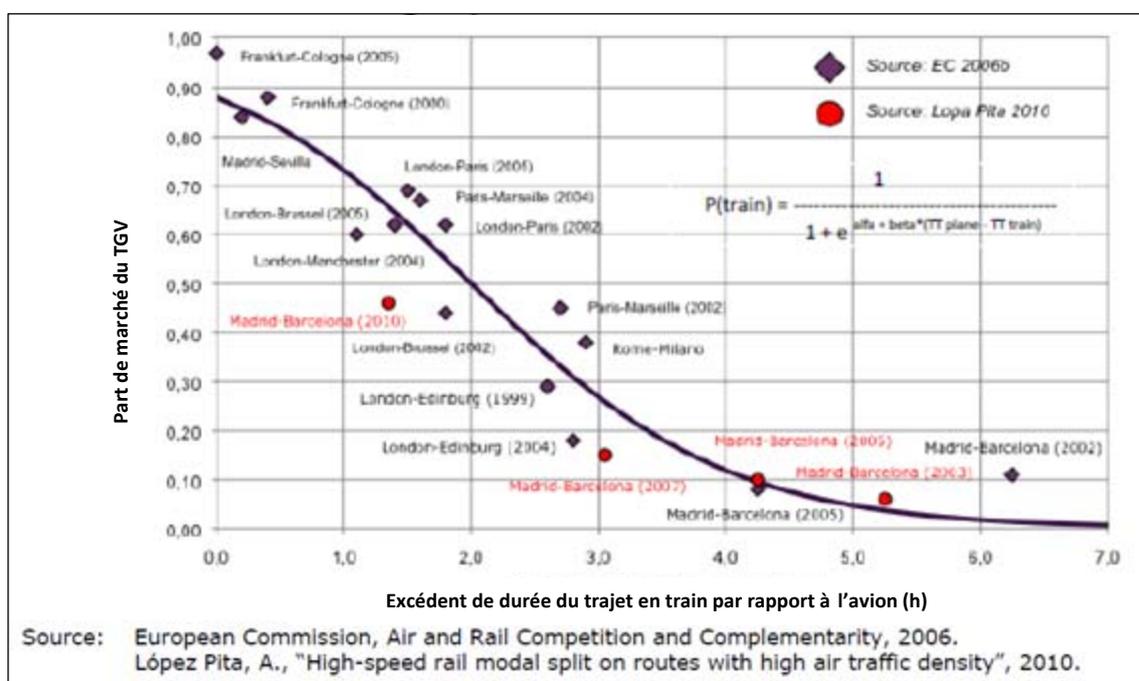
ε est l'élasticité de la demande vis-à-vis du facteur de répulsion

et K est une constante.

Le modèle gravitationnel peut être spécifique à un mode ou s'appliquer à tous les transports ; dans ce dernier cas, on utilise ensuite un modèle à répartition modale (habituellement sur la base d'un modèle logit) pour déterminer les parts attribuables au TGV (voir aussi le graphique 1). L'attraction est normalement mesurée en fonction de la population mais, idéalement, il faudrait également tenir compte des revenus (PIB des villes concernées, ou une mesure équivalente). Le degré de répulsion se fonde habituellement sur la distance ou la durée des trajets, mais devrait, idéalement, reposer sur un coût généralisé qui intègre les frais encourus et les niveaux de revenus. Le niveau de demande relativement faible qu'on observe à ce jour en Chine à l'égard du TGV peut

refléter les bas revenus et les tarifs élevés, mais peut-être aussi le fait que ces services sont nouveaux et que la demande n'a pas encore eu le temps de monter en puissance. Un autre facteur est l'emplacement des gares, souvent à l'extérieur des villes, dans des zones dont l'aménagement est prévu. Les frontières nationales et régionales peuvent avoir un important effet de restriction de la demande. C'est là une partie de l'explication du niveau de demande constaté, au Royaume-Uni, sur les services internationaux qui empruntent HS1, la liaison avec le tunnel sous la Manche : il est en effet inférieur de 30 % aux prévisions, même les plus récentes, et les dispositifs de sécurité à la frontière empêchent la desserte potentielle de gares intermédiaires. En Espagne, la forte autonomie des régions peut expliquer, en partie, le niveau relativement modeste de l'utilisation de l'AVE, bien que la structure spatiale des villes et la répartition de la population sur le territoire soient des facteurs plus probables.

Graphique 1. **Parts de marché TGV/Avion**
(Crozet 2013b)



La courbe logistique typique présentée au graphique 1 explique la répartition des parts de marché entre le rail et l'avion sur la base de l'excédent du temps de parcours en train par rapport à l'avion : le seuil clé semble ainsi se situer à deux heures (correspondant à une durée absolue du trajet en train d'environ trois heures, qui permet un aller-retour en une journée). L'une des principales valeurs aberrantes est la liaison Madrid – Barcelone (2010), qui se situe au-dessous de la courbe après la mise en service du TGV. Sur cette liaison, d'autres facteurs peuvent jouer un rôle important, comme la concurrence des services aériens en termes de fréquence et de prix.

Le graphique 1 se réfère aux voyages de jour. Pour les voyages de nuit, le seuil peut se situer à environ dix heures. Certaines paires origine-destination peuvent se ranger dans cette fourchette, par exemple New Delhi – Chennai (2 176 km par le Chennai Rajdhani Express) et Beijing – Hong Kong (2 475 km), mais le coût énorme de la construction d'une LGV ne se justifierait que s'il y circulait aussi un important trafic de jour. Ce marché hypothétique engendrerait un second pic, à droite du graphique. Pour

les durées de voyage intermédiaires, les voyageurs peuvent préférer le train de nuit sur voie classique (comme cela semble être le cas en Chine) ou l'avion.

Il importe de noter que la répartition des parts de marché entre le train et l'avion est également fonction du niveau et, surtout, de la structure des tarifs. Lorsque les opérateurs de TGV appliquent des techniques d'optimisation de la recette unitaire (comme Eurostar et la SNCF), la méthode de remplissage tend à accroître la part de marché tout en maintenant le tarif moyen à un niveau élevé, sur la base d'une discrimination par les prix, avec la possibilité d'élever non seulement le rendement commercial pour l'opérateur mais aussi les avantages pour les usagers.

4.2 Coûts

Nash (2013b) met en évidence la large fourchette des coûts de construction des LGV (tableau 4) ; les coûts les plus faibles sont observés en France, en Espagne et en Chine (bien que certaines lignes, sur la façade maritime orientale de la Chine, aient été construites sur d'onéreux viaducs), et les coûts les plus élevés, au Taïpei chinois et au Royaume-Uni.

Tableau 4. **Coûts de construction par km, nouvelles LGV**
(millions d'euros, prix de 2005)

Belgique	16.1
France	4.7 – 18.8
Allemagne	15.0 – 28.8
Italie	25.5
Japon	20.0 – 30.9
Corée	34.2
Espagne	7.8 – 20.0
Taïpei chinois	39.5

Source : Campos, de Rus et Barron, 2009 (*in* Nash, 2013c)

Si l'on traite les données du tableau 4 comme douze observations indépendantes, on arrive à un coût moyen de près de 22 millions EUR par kilomètre, avec un écart-type de 10 millions EUR. Nash fait remarquer que les coûts les plus faibles sont obtenus sur les LGV réservées au trafic voyageurs, comme en France et en Espagne : des pentes allant jusqu'à 3.5 % y sont en effet autorisées alors que, sur les lignes à trafic mixte, les pentes sont normalement limitées à 1.5 %.

Les données d'autres sources sont, elles aussi, hétérogènes. NAO (2012) indique que, au Royaume-Uni, le coût réel de la construction de la HS1 (hors aménagement des gares et construction d'un dépôt) s'est élevé à 25.9 millions GBP (31 millions EUR) pour la phase 1, mais à 96.9 millions GBP (117 millions EUR) pour la phase 2, qui comprenait 21.5 km de tunnel sur une ligne de 39 km. Le coût de construction global de la HS1 (y compris les gares et le dépôt) s'est monté à 54.5 millions GBP (66 millions EUR) par kilomètre.

À l'autre extrême, Wu (2013b, Appendice 2) rend compte des coûts de construction des LGV en Chine. Pour les douze tronçons où la vitesse maximale est de 250 km/h, il

obtient un coût moyen de construction de 8.8 millions EUR par kilomètre (aux prix de 2010).⁹ Pour les dix tronçons conçus pour une vitesse maximale de 350 km/h, le coût moyen de construction est de 16.5 millions EUR, soit près de 90 % de plus.¹⁰ Wu note que la répartition des coûts, entre infrastructure, superstructure et terrains ou autres coûts, est généralement de 60:20:20, et que le coût des gares rajoute 10 % à 30 % au total.

Outre la vitesse commerciale maximale et la pente (deux facteurs qui sont liés), un autre déterminant clé du coût est la densité de population. Ce facteur a une incidence non seulement sur le coût des terrains, mais aussi sur les besoins de ponts, viaducs et tunnels. La topographie est elle aussi importante : les coûts sont plus élevés lorsqu'il y a du relief (comme au Taïpei chinois, où plus de 76 % de la ligne est en altitude et 14 % en tunnel). Nash (*op. cit.*) note que l'accès au centre-ville est une question essentielle. Lorsque cet accès est possible grâce à une emprise ferroviaire existante, comme en France, le coût d'une LGV peut être relativement faible. L'un des moyens de libérer l'accès pour les TGV consiste à faire circuler les trains classiques en souterrain, comme c'est le cas du RER à Paris, de Crossrail à Londres ou des S-Bahn en Allemagne. S'il est nécessaire de créer une nouvelle emprise, comme pour la HS1 au Royaume-Uni, le coût d'une LGV sera d'autant plus élevé.

En ce qui concerne les coûts d'exploitation, les TGV sont plus onéreux que les trains classiques du point de vue de la consommation d'énergie et de la maintenance, mais la grande vitesse entraîne un taux élevé d'utilisation du matériel roulant et du personnel nécessaire, ce qui compense ces coûts. Il peut y avoir des arbitrages entre coûts de construction et coûts d'exploitation. Par rapport à une voie ballastée classique, une voie rigide sur dalle de béton représente un coût de construction plus élevé, mais un coût de maintenance plus faible et une intensité de carbone supérieure (Lee *et al.*, 2008).

Une question importante est de savoir dans quelle mesure les coûts de construction des LGV augmentent au fil du temps. D'une part, compte tenu des économies résultant de l'expérience et des progrès technologiques, on pourrait s'attendre à une diminution des coûts au cours du temps. Mais, d'autre part, le relèvement des normes réglementaires en matière de sécurité et d'environnement peut laisser prévoir une augmentation des coûts. En outre, il se peut que les liaisons les moins onéreuses, utilisant les emprises et les terminaux existants, soient aménagées les premières, et que les LGV qui sont créées plus tard coûtent plus cher.

4.3 Avantages

Les évaluations menées au Royaume-Uni donnent des indications sur l'ampleur relative des avantages que procure le TGV. L'évaluation initiale de la HS1 (NAO, 2001) laissait entendre que les avantages se répartissaient à 53 % en faveur des usagers des services internationaux, à 29 % au bénéfice des usagers des services nationaux, à 15 % au profit du renouvellement urbain, à 3 % en faveur de l'environnement et à hauteur de 1 % sous forme d'atténuation de la congestion sur le réseau routier. Plus récemment, l'évaluation menée sur l'ensemble du réseau HS2 (DfT, 2013) répartit comme suit les avantages, compte non tenu des recettes et ajustements fiscaux : 61 % pour les gains de temps, 10 % pour l'allègement de la saturation, 7 % au titre de l'amélioration de la

9. Si les douze tronçons sont traités comme des observations indépendantes, le coût moyen est de 9.4 millions EUR/km, avec un écart-type de 3.6 millions EUR.

10. Si les dix tronçons sont traités comme des observations indépendantes, le coût moyen est de 17.9 millions EUR/km, avec un écart-type de 4.4 millions EUR.

fiabilité, 2 % pour les usagers de la route et 18 % sous forme de retombées économiques plus larges. Les autres incidences (y compris sur l'environnement) représentent 1 % du total des avantages.

Il se dégage de ces estimations concernant HS1 et HS2 un tableau assez cohérent, où quelque 80 % des avantages (hors recettes et ajustements fiscaux indirects) sont au profit des usagers du rail. Dans la mesure où ceux-ci ont des revenus supérieurs à la moyenne, et où les voyageurs qui ont les revenus les plus élevés sont aussi ceux dont les gains de temps ont le plus de valeur, cette constatation peut être considérée comme régressive en termes de distribution des revenus. Ces effets distributifs peuvent être améliorés en présence d'une discrimination par les prix, qui consiste à appliquer des tarifs supérieurs aux marchés inélastiques (généralement les groupes aux revenus les plus élevés) et des tarifs inférieurs aux marchés élastiques (revenus plus faibles).

Les résultats que Nash (2013a) présente pour la liaison Madrid – Barcelone sont légèrement différents : 39 % des avantages consistent en un gain de temps pour les usagers existants et 15 % pour les nouveaux usagers ; 6 % sont des effets sur l'environnement ; mais 40 % se rapportent à des économies réalisées sur d'autres modes (bien que celles-ci puissent refléter l'incidence de l'évolution des recettes). Il est à noter que, pour la HS2, les recettes sont estimées à 31.1 milliards GBP (38 milliards EUR), tandis que les avantages se chiffrent à environ 73.9 milliards GBP (90 milliards EUR), ce qui signifie que les recettes représentent environ 30 % du total cumulé des recettes et avantages, hors ajustements fiscaux. Ainsi, les différences constatées entre les évaluations britanniques (fondées sur les prix de marché) et espagnoles (basées sur le coût des ressources) reflètent une présentation différente des résultats, plutôt qu'une réelle divergence. Au Royaume-Uni, l'évaluation ne porte pas directement sur les économies réalisées sur d'autres modes, mais seulement sur les recettes et les avantages nets pour les usagers.

Les déplacements professionnels, bien qu'ils ne concernent qu'une minorité des usagers du rail (généralement 30 % environ des prévisions de demande), bénéficient de plus de 50 % des avantages bruts sur le réseau HS2. La raison en est la valeur-temps élevée qui est attribuée aux voyageurs d'affaires, généralement égale au taux salarial majoré d'environ 25 % au titre des coûts supportés par l'employeur, alors que la valeur-temps des autres voyageurs est habituellement comprise entre 25 et 40 % du taux salarial. Les voyageurs d'affaires ayant des professions à revenus élevés, il en résulte une valeur-temps d'environ 32 GBP (39 EUR) par heure (aux revenus et prix de 2010), contre 6 GBP pour les voyages d'agrément et de 7 GBP pour les navettes domicile-travail. Il a récemment été avancé que, du fait que les voyageurs d'affaires peuvent travailler dans le train, la valeur-temps retenue devrait être plus faible puisque l'hypothèse de productivité nulle pendant le voyage n'est pas valable (Lyons *et al.*, 2007).

Loin d'être nouveaux, ces arguments remontent à Hensher (1977). Castles et Parish (2011) affirment, quant à eux, que la valeur du temps passé en déplacement professionnel devrait se fonder uniquement sur la perte d'utilité pour le voyageur, telle que représentée par la valeur du temps d'un navetteur (inférieure de près de 80 % à la valeur-temps d'un voyageur d'affaires). Cela suppose que tous les gains de temps se font au détriment du travail accompli pendant le voyage, que le travail en voyage est aussi productif que le travail réalisé au bureau, et que la possibilité d'organiser des réunions multiples, d'éviter de passer une nuit en voyage et d'arriver aux réunions en meilleure forme ne constitue pas un avantage. Si l'on suppose que les voyageurs d'affaires sont en mesure de travailler plus productivement dans un TGV que dans un autre mode de

transport (ce qui est une proposition réaliste), il est possible que les ajustements apportés pour tenir compte de cet effet se traduisent par un accroissement de la valeur des avantages que procure le voyage en TGV, bien qu'il s'agisse d'un avantage procuré par un voyage dans des conditions différentes plutôt qu'un gain de temps proprement dit.¹¹ De plus, les données empiriques sont nombreuses (mais aucunement unanimes) à militer en faveur d'une valeur-temps des voyageurs d'affaires qui soit supérieure au taux salarial (par exemple, Wardman, 2013). Ces données laissent penser, en outre, que la valeur-temps augmente au fil du temps, plus ou moins proportionnellement aux revenus.

Certains affirment au contraire que l'évolution des technologies de l'information et des communications va continuer à réduire la désutilité des déplacements, et donc abaisser la valeur-temps des voyages au fil du temps. Il pourrait s'agir là d'une question importante, dans la mesure où les évaluations actuelles supposent une forte croissance de la valeur du temps gagné dans les transports. Dans une étude sur la LGV Edinbourg – Glasgow, Preston *et al.* (2009) ont constaté que, au cours de la première année, l'augmentation des avantages pour les usagers était supérieure de 57 % à la hausse des recettes. À la sixième année, sous l'effet de l'accroissement de la valeur-temps, l'augmentation des avantages pour les usagers était plus de neuf fois supérieure à la hausse des recettes (à supposer que les tarifs soient fixés en termes réels). Compte tenu de ces incertitudes, une réaction prudente serait de modérer quelque peu la valeur-temps attribuée aux déplacements professionnels. De fait, les autorités britanniques ont récemment diminué la valeur utilisée pour l'évaluation de la HS2, la ramenant de 45 GBP (55 EUR) à 32 GBP (39 EUR) par heure, principalement suite à une révision des estimations concernant les revenus des voyageurs d'affaires se déplaçant en train (HS2, 2013).

Différentes approches ont été adoptées pour estimer l'impact des retombées économiques globales du TGV au Royaume-Uni (Nash, 2013c). Pour calculer les avantages de la HS1 en termes de renouvellement urbain (en particulier autour de Stratford), on a estimé le nombre d'emplois créés, et multiplié ce nombre par le montant que le gouvernement était prêt à verser pour créer des emplois dans les zones de régénération prioritaires. Pour la HS2, l'évaluation la plus récente a déterminé les incidences économiques générales en estimant l'impact de l'abaissement des coûts de migration quotidienne sur le phénomène d'agglomération, sur la réduction des imperfections de la concurrence (grâce aux avantages pour les usagers d'affaires) et sur l'accroissement du taux d'activité (et sur la hausse des impôts sur le revenu qui en résulte). Pour estimer les effets d'agglomération bénéfiques, on a observé la réduction, attribuable à la HS2, des coûts de déplacement entre différentes zones et les lieux de travail, ainsi que la capacité libérée de ce fait sur le réseau ferroviaire classique (HS2, 2013). Cette méthode d'évaluation a été élaborée à l'aide de cadres provenant de Venables (2007) et Graham (2007), et elle est décrite en détail dans les lignes directrices pour l'évaluation qui figurent sur le site internet WebTAG¹² du ministère des Transports. Selon Rosewell et Venables (2013), la méthode préconisée par WebTAG se concentre sur les avantages de l'expansion et non de la mise en relation de différents sites. Selon cette définition pourtant relativement étroite, les retombées économiques générales

11. Supposons que, dans la situation précédente, le mode de transport utilisé ne permette pas de travailler pendant le voyage, que le déplacement avec ce mode prenne trois heures et que la valeur-temps du voyage soit estimée à 96 GBP (3 fois 32 GBP). Grâce au TGV, le trajet est réduit à deux heures, mais ce temps peut être utilisé productivement. La valeur du temps passé en voyage est alors de 14 GBP (2 fois 7 GBP). La valeur du temps économisé atteint ainsi 82 GBP – soit considérablement plus que 32 GBP.

12. WebTAG expose les orientations du ministère britannique des Transports pour l'analyse des transports : <https://www.gov.uk/government/publications/webtag-tag-unit-a2-1-wider-impacts>

représentent déjà 18 % des avantages bruts (un surcroît de 22 % par rapport aux avantages définis classiquement). Quelque 65 % de ces incidences économiques globales sont liées aux effets d'agglomération, plus de 30 % au renforcement de la concurrence et moins de 5 % à l'augmentation du taux d'activité. Cela suppose que l'occupation des sols est une donnée fixe, qui ne tient pas compte des gains potentiellement réalisables grâce à la spécialisation des activités et des régions, résultant du fait que le TGV encourage la connectivité entre entreprises ainsi qu'entre les entreprises et leurs clients, et permet la réimplantation d'activités.

Les travaux de Graham et Melo (2010) montrent que si la théorie économique n'exclut pas l'existence d'avantages économiques généraux sur les distances inter-régionales, les données empiriques laissent penser que ces avantages seraient infimes, du moins en termes relatifs. Par exemple, un investissement dans les transports qui a une incidence directe sur 25 % des déplacements en train sur de longues distances en augmentant les vitesses de 25 % n'accroîtrait la production que de 0.0006 %, en raison de la faible proportion des trajets longue distance en train dans le marché total des déplacements. On peut cependant avancer qu'il existe des marchés commerciaux importants, centrés sur des cœurs d'agglomérations, dans lesquels le rail représente une part de marché beaucoup plus grande. KPMG (2013) a tenté d'analyser la connectivité de la main-d'œuvre et des entreprises en évaluant les relations existant entre productivité du travail, connectivité ferroviaire et connectivité routière, à l'aide d'un cadre permettant de modifier l'affectation des sols au fil du temps. Ces indicateurs de connectivité sont toutefois corrélés entre eux (et avec d'autres indicateurs tels que la qualité de la main-d'œuvre et des terres). De plus, la causalité bi-directionnelle doit être prise en compte. Il est plausible que les zones de forte productivité attirent les investissements dans les transports autant qu'elles sont générées par ces investissements. Si l'on suppose (sans justification théorique) une relation de cause à effet entre productivité et connectivité ferroviaire, on estime que cela pourrait produire des avantages à hauteur de 15 milliards GBP (18 milliards EUR) par an d'ici 2037 (aux prix de 2013), ce total incluant toutefois les avantages classiques. Cela représenterait une hausse de 0.8 % du PIB en 2037 – soit un ordre de grandeur différent de celui auquel aboutissent les estimations théoriques de Graham et Melo. Ce chiffrage de 15 milliards GBP par an est à comparer avec les avantages bruts (hors ajustements fiscaux indirects) d'environ 74 milliards GBP (90 milliards EUR) (aux prix de 2011) pour l'ensemble du réseau HS2, compte tenu d'une durée de vie du projet de 60 ans et de taux d'intérêt de 3.5 % pendant les 30 premières années et de 3 % pendant les 30 années suivantes (d'après Nash, 2013c, tableau 4.5). La méthodologie de KPMG semble donc produire une estimation beaucoup plus élevée des avantages,¹³ jugée peu plausible par de nombreux spécialistes.

13. Si l'on actualise de la même façon 15 milliards GBP par an sur 60 ans, on obtient alors une valeur actuelle des avantages avoisinant 398 milliards GBP (486 milliards EUR), soit quelque 5.4 fois l'estimation initiale.

Ainsi, une définition relativement étroite des retombées économiques générales, fondée sur une amélioration du réseau ferré classique dans le cas de la HS2, améliore les avantages bruts de plus de 20 %. Une définition plus généreuse, englobant les effets de connectivité inter-régionale des entreprises et de la main-d'œuvre produits par la HS2, pourrait aboutir à des estimations plus élevées, qui n'ont toutefois pas encore été calculées précisément. Parmi les autres avantages économiques plus larges que l'on peut attribuer aux LGV, citons des événements exceptionnels, comme l'exposition universelle de Séville en 1992 et les Jeux olympiques de Londres en 2012, bien que les retombées aient pu être exagérées. Par exemple, l'exposition universelle de Séville a reçu quelque 42 millions de visiteurs sur une période de six mois alors que, au cours de sa première année, l'AVE Madrid – Séville n'a été emprunté que par 2.5 millions de voyageurs. Aux États-Unis, l'un des grands thèmes de débat est la question de savoir dans quelle mesure le TGV peut freiner (voire inverser) l'étalement urbain ; cet effet est cependant peu probable, car le TGV n'a d'incidence sur les trains de banlieue courte distance que lorsqu'il libère de la capacité sur un réseau voyageurs classique déjà bien développé – même s'il peut renforcer le rôle des villes qui disposent d'un réseau de banlieue très dense.

Une autre série d'arguments affirme que le débat ci-dessus n'accorde pas assez d'importance aux déséconomies d'agglomération, en particulier dans les secteurs non marchands de l'économie, qui font augmenter le coût de l'éducation, des soins de santé et de l'administration publique, par exemple. Il pourrait s'agir d'un facteur important dans les mégapoles des pays en développement, aux côtés des déséconomies environnementales et de congestion. De plus, une grande partie de ce développement économique peut être de nature abstractive (relocalisation) plutôt que générative (activités nouvelles). Des études menées en France (Bazin *et al.*, 2006, Mannone, 1995, Mannone et Teleme, 1997) et en Espagne (Hernandez, 2011) montrent comment les zones environnant les gares TGV soustraient de l'activité aux zones plus périphériques des villes ou régions.

4.4 Tarification et concurrence

D'après la théorie économique, les décisions en matière de tarification et d'investissement devraient être prises conjointement (voir, par exemple, Glaister, 1976), mais la grande vitesse ferroviaire est l'un des nombreux domaines où la pratique diverge de la théorie. La tarification du rail a souvent au moins deux composantes. La première est le tarif que facture l'autorité responsable des infrastructures à l'opérateur TGV. La seconde est le tarif que l'opérateur facture à l'utilisateur final. En ce qui concerne la tarification de l'accès aux voies, il a été démontré que le niveau d'usage était déterminé par la question de savoir si la redevance était fondée sur le coût marginal à court terme ou sur le coût moyen à long terme (Preston, 2009a). Lorsque le recouvrement intégral des coûts est obligatoire, le tarif peut reposer sur un taux uniforme ou sur la règle de discrimination de Ramsey-Boiteaux. Crozet (*op. cit.*) démontre que ces majorations discriminatoires sont, pour l'essentiel, une fonction du coût d'opportunité des fonds publics (fixé, en France, à 0.3) et de l'élasticité de la demande en fonction des prix. Il indique que, sur la liaison Paris – Lyon, la majoration par rapport au coût marginal est d'environ six (dénnotant une faible élasticité en valeur absolue ou une fixation inefficace de la majoration). Sur d'autres liaisons, elle est comprise entre 1.5 et 2, reflétant une élasticité-prix plus élevée. UIC (2008) a établi que les redevances d'accès aux voies représentaient entre 25 et 45 % des recettes des opérateurs TGV, ce qui pèse sur la rentabilité des transports ferroviaires à grande vitesse et sur leur aptitude soutenir la concurrence d'autres modes (Adler *et al.*, 2007).

Pour ce qui est des tarifs acquittés par les usagers, la distinction principale s'établit entre les partisans de la recette unitaire (SNCF, NTV et Eurostar) et les opérateurs qui fondent leurs tarifs TGV sur le tarif standard (c'est-à-dire en fonction de la distance), avec une majoration pour les liaisons express ou saisonnières (pour l'essentiel, méthode appliquée par les chemins de fer japonais)¹⁴. Ces deux approches peuvent s'accompagner de remises de fidélité ou de réductions pour les groupes et les achats de billets à l'avance, mais l'optimisation de la recette unitaire repose sur un système de réservation à l'avance tandis que la tarification uniforme peut comporter une possibilité d'achat de dernière minute. Cette situation peut à son tour expliquer les variations des taux de remplissage : environ 70 % pour les TGV, mais autour de 50 % pour les ICE (variation également due au nombre d'arrêts différent). Wu (Appendice 4) estime que, en 2010, le tarif moyen sur le Shinkansen Tokaido était équivalent à 0.195 EUR par voyageur-km et à 0.121 EUR sur le TGV Paris – Lyon, tandis que la moyenne sur le TGV chinois (pour une vitesse commerciale de 350 km/h) n'était que de 0.056 EUR. Les différences de régimes de redevances ont des répercussions importantes sur les résultats de l'analyse coûts-avantages pour ce qui est du niveau global de la demande et du degré auquel le tarif appliqué rend compte des avantages pour les usagers. Il convient de noter que, dans l'évaluation de la HS2, même sans majoration de tarif, les recettes sont équivalentes à 30 % environ du total des avantages. Les tarifs qui peuvent être pratiqués sur le TGV sont en partie déterminés par le régime de tarification en vigueur sur le réseau ferré classique – et par le degré de recours à des tarifs élevés pour exclure la demande excédentaire. Les différences de régimes tarifaires ont également des conséquences en termes d'équité. Ainsi, un système d'optimisation de la recette unitaire assorti de la possibilité de réserver à l'avance pour obtenir des billets moins chers sera perçu comme plus équitable qu'un système à prix fixes élevés avec possibilité d'achat des billets au moment du départ.

La tarification est étroitement liée à la concurrence. En Italie, la concurrence frontale entre Trenitalia et NTV sur les services à grande vitesse a fait baisser les prix moyens de 30 %¹⁵, bien qu'une partie de cette baisse puisse refléter des gains de productivité (Croccolo et Violi, 2013). Cette vive concurrence semble avoir suscité une hausse des niveaux de service d'environ 45 % et de la demande de 40 % (entre le premier semestre 2012 et le premier semestre 2013). La part de marché du rail sur la liaison clé Rome -- Milan est passée d'environ 30 % à plus de 65 %, principalement aux dépens du transport aérien. Le nouvel entrant assure 26 % des kilomètres parcourus en TGV et transporte 36 % du trafic voyageurs. La grande inconnue est de savoir jusqu'où cette concurrence peut être soutenue. On estime que l'exploitation n'est, pour le moment, pas rentable, et sa poursuite dépendra des ressources que les actionnaires seront disposés à fournir. La concurrence entre le rail classique et le TGV pourrait être intense, elle aussi, en particulier sur le front des prix, mais ce mode de concurrence n'a pas encore été constaté à ce jour. De fait, en Espagne, en France et en Italie, les transports ferroviaires classiques ont souvent été supprimés sur les liaisons en question, ce qui a amélioré les perspectives commerciales du TGV. Le TGV doit affronter la concurrence intermodale de la part des opérateurs aériens et maritimes à bas coûts, concurrence directe intense sur certaines liaisons, tandis que les compagnies aériennes nationales se lancent dans les services de navette (Madrid – Barcelone, par exemple). Les transporteurs à bas coûts offrent aussi une concurrence indirecte sur une large gamme de destinations non

14. Il existe aussi des systèmes hybrides : le régime de la recette unitaire de Trenitalia repose sur un ajustement du tarif historique, fondé sur la distance.

15. Les prix minimum ont baissé davantage encore. Par exemple, le tarif minimum sur la liaison Rome – Milan est passé de 75 EUR à 29 EUR (et même à 9 EUR pendant un certain temps, ce qui a été considéré comme un prix d'éviction et déclenché une action en justice).

desservies par le TGV. On estime que cette offre a limité la croissance du marché des voyages d'agrément sur les liaisons entre Londres, Bruxelles et Paris : des vols bon marché desservent en effet des destinations plus lointaines, ce qui freine le développement global du marché des voyages entre ces trois villes. Il est clair que la concurrence intermodale limite les niveaux de demande et les tarifs sur les LGV (Campos et Gagnepain, 2009).

D'après les estimations initiales pour la HS2, en phase 1, quelque 57 % des voyages devaient être transférés du rail classique, 8 % de l'avion et 8 % de la route, tandis que 27 % devaient consister en déplacements induits (HS2, 2010, cité dans Preston, 2010). La HS2 devait ainsi attirer davantage de voyageurs venant du rail classique et moins de la route et, en particulier, des transports aériens que les cinq liaisons TGV présentées au tableau 5. En moyenne sur ces cinq liaisons, 32 % de la demande est issue du transport aérien, 26 % du rail classique et 16 % de la route, tandis que 26 % du trafic est induit. Les différences qui apparaissent au tableau 5 sont dues aux spécificités de la liaison dans le partage modal. Ainsi, d'après Coto-Millán *et al.* (2007), quelque 70 % des trajets Madrid – Barcelone étaient effectués en avion avant la mise en service du TGV, contre seulement 25 % des trajets Madrid – Séville. Le volume de voyages induits semble se situer entre 10 et 30 %, à l'exception de la liaison Madrid – Séville. Givoni (2006) laisse entendre qu'une partie de ce trafic induit serait due, en réalité, à la croissance externe, peut-être tout particulièrement sur la ligne Madrid – Séville. Le trafic induit peut aussi inclure des déplacements redistribués, dont la destination aurait été différente, par le rail. Les différences de définitions peuvent expliquer les résultats obtenus par PWC (2010), selon lesquels le trafic induit représenterait environ 26 % du trafic sur la liaison Madrid – Séville et 9 % sur la liaison Madrid – Barcelone.

Tableau 5. Facteurs de report du trafic résultant de la mise en service des LGV

Liaison	Paris – Lyon ¹	Madrid – Séville ²	Madrid – Barcelone ³	Thalys ⁴	Eurostar ⁴
Sources de trafic TGV induit (%)	1980 à 1985	1991 à 1996 (prévisions)	De pré-TGV à post-TGV	Données non communiquées	Données non communiquées
Induit	29	50	20	11	20
Route	11	6	10	34	19
Rail classique	40*	20	10	47	12
Avion	20	24	60	8	49

Note : *Tous les voyages Paris – Lyon en train « post-TGV » sont supposés être effectués en TGV (plus aucun train classique après la mise en service du TGV) : la durée du trajet était d'environ 5 heures, contre environ 2 heures en TGV.

Sources : ¹Bonnafous, 1987. ²De Rus et Inglada 1997. ³Coto-Millán *et al.*, 2007. ⁴Segal, 2006, cité dans Preston, 2009b.

Wu (*op. cit.*) fournit des données sur les sources du trafic TGV en Chine ; les meilleures données concernent la liaison Beijing – Tianjin en 2011, où 48 % du trafic provenait du rail classique et 9 % de la route, et 44 % du trafic était induit. Il convient de noter que, en Chine, les transports aériens intérieurs sont relativement peu développés, mais auraient pu croître rapidement en l'absence de TGV.

Enfin, en Inde, sur la liaison Mumbai – Ahmedabad, Pal (2013) estime que les parts modales sont actuellement de 34 % pour l'autocar, de 28 % pour le rail, de 28 % pour la voiture et de 10 % pour l'avion. Il estime que, 15 ans après la mise en service du TGV (2035), 46 % de la demande pourrait se porter sur le TGV, 24 % sur la voiture, 16 % sur l'autocar, 10 % sur le rail classique et 4 % sur l'avion. En l'absence de trafic induit et

d'évolution des parts modales dus à d'autres facteurs (comme la croissance des revenus), la comparaison indiquerait que 39 % de la demande de transport en TGV serait transférée du rail classique, 39 % de l'autocar, 13 % de l'avion et seulement 9 % de la voiture.

5. CONDITIONS DE RENTABILITÉ

De nombreux travaux ont été consacrés à l'évaluation *ex post* en France, sur la base de critères tant financiers que sociaux, et à la comparaison avec les évaluations menées *ex ante*. Les tableaux 6 et 7 présentent quelques résultats importants.

Tableau 6. Taux de rentabilité financière interne des LGV en France

Ligne à grande vitesse	<i>Ex ante</i>	<i>Ex post</i>
Sud-Est	16.5 %	15.2 %
Atlantique	12.0 %	7.0 %
Nord-Europe	13.0 %	3.0 %
Interconnexion Île de France	10.8 %	6.9 %
Rhône-Alpes	10.4 %	6.1 %
Méditerranée	8.0 %	4.1 %

Source : Crozet, 2013b

L'interprétation du tableau 6 dépend des hypothèses concernant le taux de rentabilité minimum acceptable. Pour une organisation purement commerciale, 10 % est le taux souvent utilisé, auquel cas seule la LGV¹⁶ Sud-Est est, *ex post*, financièrement viable. Crozet signale toutefois que les coûts financiers ont été couverts parce que les taux d'intérêt appliqués étaient inférieurs à ceux qui figurent au tableau 6, bien que l'argument financier soit semble-t-il, pour la LGV Nord-Europe, marginal. Il apparaît en outre que les rendements *ex post* sont inférieurs aux rendements prévus *ex ante*. Le cas de la LGV Nord-Europe est le plus grave : le trafic effectif n'atteint que 50 % du trafic prévu, témoignant de la difficulté à prévoir le trafic international. De plus, des dépassements de coûts de 15 à 25 % ont été constatés sur certaines lignes.

16. LGV : Ligne à grande vitesse.

Tableau 7. Taux de rentabilité socioéconomique interne des LGV en France

Ligne à grande vitesse	<i>Ex ante</i>	<i>Ex post</i>
Sud-Est	28.0 %	?
Atlantique	23.6 %	12.0 %
Nord-Europe	20.3 %	5.0 %
Interconnexion Île de France	18.5 %	15.0 %
Rhône-Alpes	15.4 %	10.6 %
Méditerranée	12.2 %	8.1 %

Source : Crozet, 2013b.

Comme on peut s'y attendre, la rentabilité socioéconomique est supérieure à la rentabilité financière même si, là encore, l'interprétation dépend des hypothèses retenues quant au taux d'actualisation. On ne dispose pas de données détaillées pour le TGV Sud-Est mais, d'après Crozet, ce taux est « certainement supérieur à 20 % » – le Conseil général des Ponts et Chaussées (2006) indique, quant à lui, un taux de 30%. Il semble que la plupart des lignes obtiendraient un résultat satisfaisant, sur la base d'une hypothèse raisonnable en matière de taux d'actualisation (fixé à 8 % pendant la majeure partie de la période en question), la LGV Nord-Europe faisant éventuellement exception ; sur cette ligne, le trafic international a cependant augmenté depuis que la HS1 a été achevée, au Royaume-Uni, et que la France a adopté un taux d'actualisation plus faible (4 % depuis 2003).

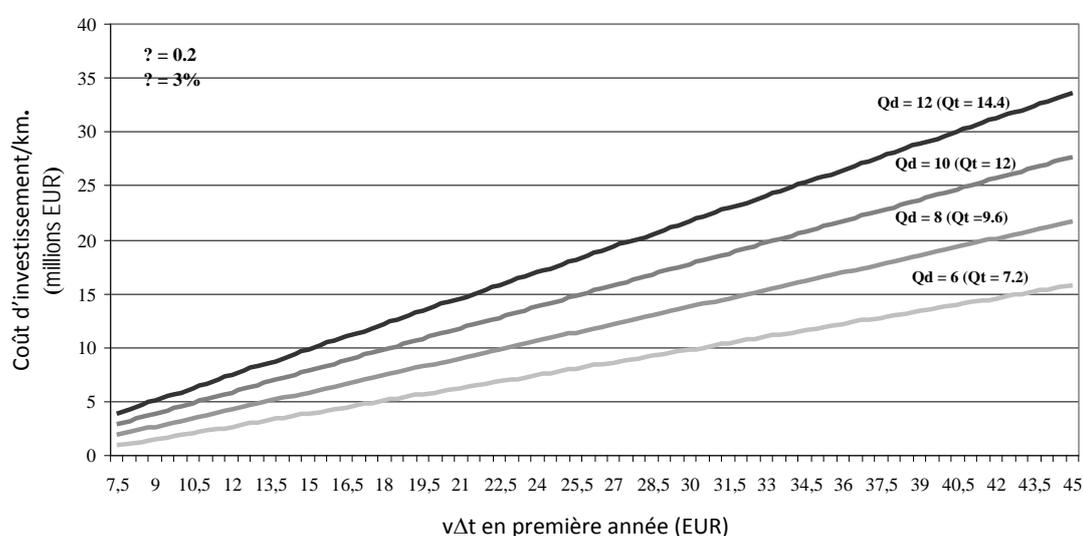
Au Japon, Kurosaki (*op. cit.*, tableau 3) présente des résultats sur la performance financière des quatre premières lignes du Shinkansen pour la période 1982-1984. On constate ainsi que, sur les lignes Tokaido et Sanyo, les coûts financiers étaient couverts, tandis que sur les lignes Tohoku et Joetsu, les coûts d'exploitation étaient couverts mais non les coûts d'investissement. Il est noté toutefois que la fréquentation s'est accrue avec le temps et que la dette à long terme des trois JR de Honshu, y compris en rapport avec le Shinkansen, qui s'élevait à 12 429 milliards de yen en 1991, était revenue à 7 013 milliards de yen en 2012, soit une baisse de 44 % ; il convient cependant de mentionner que la privatisation (ou la commercialisation, plus exactement) de la JNR, en 1987, a donné lieu à des annulations de dette considérables.

Pour ce qui est de la Chine, Wu (*op. cit.*, tableaux 1 à 4) estime que, sur la période 2010-2012, trois lignes accusaient des pertes financières (Beijing – Tianjin (données de 2009), Wuhan – Guangzhou et Zhengzhou – Xi'an), bien que les déficits diminuent avec le temps. Seule la ligne Jinan – Qingdao est estimée couvrir les coûts financiers. Le tableau 3 montre que cette ligne est la plus fréquentée des quatre lignes examinées, à 28 millions de voyageurs par an.

Les LGV ont fait l'objet d'étonnamment peu d'évaluations socioéconomiques *ex post*. À part la France, les travaux les plus connus sont ceux de de Rus et Inglada (1997) sur l'AVE entre Madrid et Séville, qui est entré en service en 1992. Le coût d'investissement, sur cette ligne, était de quelque 238 milliards de pesetas (aux prix de 1987, durée de vie du projet 30 ans, taux d'actualisation de 6 %, croissance du PIB de 2.5 %), ce qui signifie que la ligne ne couvre même pas ses coûts d'exploitation. Une analyse coûts-avantages sociaux met en évidence une valeur actuelle nette négative de 258 milliards de pesetas, pour un rapport avantages/coûts de seulement 0.18. La répartition des

avantages se présente comme suit : environ 44 % pour les voyageurs induits, 23 %, sous forme de gains de temps, pour les voyageurs venant d'autres modes, 28 % pour les autres opérateurs de transport grâce à la réduction des coûts d'exploitation et environ 5 % au titre de la congestion et des accidents évités. Les montants cités dans Nash (2013a) pour la ligne Madrid – Séville, repris de de Rus (2012), sont exprimés en milliards d'euros aux prix de 2010. Ils indiquent une valeur actualisée des coûts de 6.8 milliards EUR, une valeur actualisée des avantages de 4.5 milliards EUR et donc une valeur actuelle nette de 2.3 milliards EUR et un rapport avantages/coûts de 0.66. Cela semble indiquer que la performance s'est améliorée avec le temps, mais pas au point de devenir socialement rentable. De Rus (*op. cit.*) établit également que la ligne Madrid – Barcelone n'atteint pas le seuil de rentabilité socioéconomique.

Graphique 2. **Demande nécessaire en première année pour atteindre le seuil de rentabilité socioéconomique**



Notes : α = majoration pour trafic induit ($Q_t = Q_d (1 + \alpha)$) et θ = taux de croissance annuelle des avantages nets (d'après Nash, 2013a).

Plusieurs chercheurs ont élaboré des modèles théoriques étudiant le niveau de trafic nécessaire pour atteindre le seuil de rentabilité socioéconomique des investissements dans la grande vitesse ferroviaire (de Rus et Nash, 2006, de Rus et Nombelo, 2007, de Rus et Nash, 2009). Comme le montre le graphique 2, ces travaux déterminent la combinaison – coût d'investissement par kilomètre (axe des ordonnées), niveau de la demande (provenant d'autres modes (Q_d) et induite (Q_t)) et valeur moyenne des gains de temps ($v\Delta t$, sur l'axe des abscisses, où v = valeur-temps et Δt = gain de temps) – qui est nécessaire pour qu'une LGV atteigne le seuil de rentabilité socioéconomique. Ces droites sont dénommées isoquants. Comme dans tout modèle économique, les résultats dépendent des hypothèses de départ : taux d'intérêt (par exemple, 5 %), durée de vie du projet (30 ans), proportion de trafic induit (hausse de 30 %, impliquant qu'environ 23 % de la demande est nouvelle), croissance annuelle des avantages nets (3 %), coûts de construction par kilomètre (20 millions EUR) et valeur moyenne des gains de temps sur les déplacements (45 EUR), sur la base d'une moyenne de 50 minutes gagnées (d'après SDG, 2004). À partir de ces hypothèses, pour une liaison de 500 km, on peut estimer, d'après le tableau 8, que la demande en première année permettant d'atteindre le seuil est d'environ 9 millions de voyageurs par an – un chiffre relativement élevé,

surtout si l'on suppose que tous les voyageurs parcourent la totalité du trajet. D'après de Rus (2012), ce n'est vrai que pour la moitié des voyageurs sur la liaison Madrid – Séville.

Tableau 8. **Volumes de demande en première année au seuil de rentabilité**

Coût de construction (milliers GBP/km)	Taux d'intérêt (%)	Valeur du gain de temps (EUR)	% de trafic induit	Taux de croissance des avantages (%)	Volume au 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

Source : Nash, 2013c.

Il importe de noter que ces calculs n'incluent pas les effets environnementaux (négligeables, comme nous l'avons vu) ni les effets de réseau sur les transports concurrents par la voie aérienne, la route ou le rail classique (plus conséquents, mais néanmoins relativement modestes). Un point intéressant est que le tableau 3 mentionne sept paires de villes pour lesquelles le volume de la demande est inférieur à 9 millions de voyageurs par an. Pour plusieurs d'entre elles, le niveau de la demande peut être inférieur à 4.5 milliards de voyageurs-km, car ces calculs indicatifs supposent que tous les voyageurs parcourent la totalité de la relation assurée par le TGV, ce qui, en pratique, est peu probable. Par exemple, Chan (*op. cit.*) indique que la LGV du Taïpei chinois a une longueur de 345 km, mais que les trajets parcourus ont une longueur moyenne de 200 km. De même, Kurosaki (*op. cit.*) cite une longueur moyenne de trajet, en 1984, de 329 km sur les lignes Tokaido et Sanyo (contre une longueur de voie de 553 et 644 km, respectivement), de 254 km sur la ligne Tohoku (505 km) et de 220 km sur la ligne Joetsu (304 km).

Wu utilise le cadre élaboré par de Rus *et al.* pour calculer les valeurs de seuil des LGV en Chine. Il détermine ainsi qu'une densité de trafic comprise entre 40 et 50 millions de voyageurs par an est nécessaire pour que le seuil de rentabilité commerciale soit atteint sur les LGV supportant une vitesse commerciale de 350 km/h, fourchette qui tombe à 25-30 millions pour les lignes à vitesse commerciale de 250 km/h. Il convient de noter que Wu prend en compte la demande moyenne sur la durée de vie totale du projet (en supposant que la demande va augmenter au rythme de 5.4 % par an sur les 50 prochaines années), alors que les chiffres cités ci-dessus se fondent sur la demande en première année. Wu estime en outre que la densité de trafic au seuil de rentabilité socioéconomique est comprise entre 90 et 100 millions de voyageurs par an, mais en valorisant le gain de temps par voyageur à 4 EUR au maximum, soit moins d'un dixième de la valeur retenue par Nash. Wu fait remarquer que si les usagers du train disposent du double du revenu moyen, et donc que leur valeur-temps moyenne est deux fois plus élevée (ce qui n'est pas impossible dans les régions les plus prospères de Chine, où se concentrent une grande partie des investissements dans les LGV), alors le seuil s'abaisse à 50 millions. De plus, la demande supplémentaire requise pour justifier la construction d'une LGV, par opposition à la mise à niveau d'une liaison ferroviaire classique, est estimée à 28 millions de voyageurs par an. Si l'on convertit ces chiffres en demande de première année, ils peuvent être globalement concordants avec les calculs de Nash, compte tenu des forts taux de croissance attendus en Chine.

6. FINANCEMENT

La table ronde décrit le financement comme « le principal obstacle ». Les capitaux publics coûtent généralement moins cher que les capitaux privés, mais leur quantité est limitée. Il peut exister des possibilités de canaliser « l'exubérance irrationnelle du secteur privé » vers des infrastructures pérennes comme les LGV. Les partenariats public-privé (PPP) et les concessions peuvent offrir un accès au capital-risque privé. Crozet (2013b) signale que le prolongement du TGV jusqu'à Bordeaux est financé par une concession sur 50 ans. Le concessionnaire fournira un financement de 3.8 milliards EUR, dont une grande partie est garantie par l'État français et par la Banque européenne d'investissement, tandis que RFF, l'autorité concédante pour les infrastructures, apportera une contribution de 1 milliard EUR, l'État et les collectivités locales fournissant ensemble 3 milliards EUR. En revanche, le prolongement vers la Bretagne et le contournement Nîmes – Montpellier seront construits dans le cadre d'un PPP de 30 ans ; la rémunération du concessionnaire sera assurée par l'État et les collectivités locales et, dans le cas de la Bretagne, par RFF. Une caractéristique du développement actuel du réseau TGV est le rôle croissant des collectivités locales dans le financement.

Au Japon, les nouvelles lignes Shinkansen (depuis 1987) sont construites par l'agence *Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency* et lui appartiennent, mais elles sont exploitées et entretenues par les JR. Ces compagnies versent une redevance d'utilisation, calculée de façon à ce que l'incidence des nouvelles lignes soit neutre pour les JR (calcul fondé sur la différence entre le bénéfice d'exploitation avec et sans le Shinkansen, sur la base d'une durée de vie du projet de 30 ans). Depuis 1996, les coûts de construction, nets des redevances d'utilisation, sont subventionnés par l'État et les collectivités locales selon un ratio 2:1. Ce régime ne semble pas inciter les JR à collaborer à la création de nouvelles lignes (à l'exception des mini-Shinkansen) ; il n'est, dès lors, pas surprenant que, si 2 032 km de Shinkansen ont été construits avant 1987, seuls 588 km ont été construits depuis cette date, bien qu'un prolongement substantiel (779 km) soit actuellement en cours.

Une question qui peut se poser dans certains pays, surtout ceux qui ont opté pour une expansion majeure du réseau TGV en recourant à l'emprunt, est le problème de l'éviction des investissements dans d'autres secteurs économiques, du fait d'une pénurie de capitaux et du niveau élevé des taux d'intérêt. Wu et Rong (2013) soulignent ce problème dans le cas de la Chine. La dette du ministère des Chemins de fer a explosé, passant de 470 milliards RMB¹⁷ en 2005 à 2 400 milliards RMB en 2011, et pourrait se chiffrer à plus de 4 000 milliards RMB en 2015. Les intérêts versés par le ministère sont passés de 39 milliards RMB en 2005 à 275 milliards en 2011, soit 55 % des recettes en 2011. Le ratio dette/actifs, quant à lui, est passé de 37.53 % en 2005 à 60 % en 2011. Wu et Rong établissent un parallèle avec le Japon, où, affirment-ils, les dettes de la JNR représentaient 10 % du PIB en 1987 ; cette situation était cependant largement

17. En janvier 2014, le taux de change du marché était de 1 RMB (renminbi ou yuan) = 0.12 EUR.

imputable au niveau élevé des coûts de main-d'œuvre et au personnel pléthorique des chemins de fer plutôt qu'aux investissements dans le Shinkansen.

7. LE CONTEXTE INDIEN

Les chemins de fer indiens sont l'un des acteurs majeurs du transport de voyageurs dans le monde, notamment en raison du quadrilatère Delhi – Kolkata – Chennai – Mumbai, reliant les quatre plus grandes villes de l'Inde. Cependant, les distances entre les villes de ce cœur de marché (entre 1 400 et 2 200 km) sont trop grandes pour pouvoir effectuer l'aller-retour dans la journée. Des études préliminaires ont été menées sur sept corridors plus courts, sur l'un des côtés ou à partir de ce quadrilatère. Les liaisons Mumbai – Ahmedabad and Chennai – Bangalore – Coimbatore apparaissent ainsi comme les candidates privilégiées. D'après les études de pré-faisabilité sur la relation Mumbai – Ahmedabad, la part modale du rail n'est actuellement que de 28 % (comme la voiture), contre 34 % pour l'autocar (les cars de luxe facturant des tarifs plus élevés que le train) et 10 % pour l'avion (en croissance rapide). Sur ces tronçons, cependant, le TGV pourrait ramener la durée du trajet de 6h 45mn à 1h 52mn. Les estimations initiales de demande se chiffrent à 12 millions de voyageurs par an et le taux de rentabilité financière interne à 12.8 %, en dépit de tarifs relativement bas ; il se peut toutefois que ces données souffrent d'une évaluation optimiste. Les coûts de construction sont estimés à 15 millions EUR/km. Les problèmes particuliers qui se posent en Inde tiennent à la nécessité d'une emprise clôturée, de manière à empêcher tout passage de véhicules routiers, de piétons et d'animaux, ce qui peut être difficile en cas de pente, d'où la nécessité probable de structures aériennes. La question du choix de l'écartement se pose également, la voie large étant la norme. Il semblerait donc indiqué d'opter pour un système autonome à écartement standard, ou alors de concevoir des TGV pour voie large spécialement pour le marché indien. Une autre question est celle des demandes concurrentes en matière d'investissement ferroviaire. Sur le réseau classique, les vitesses maximales sont actuellement d'environ 130 km/h, ce qui rend attrayante l'option du passage à une « semi » grande vitesse ferroviaire, de l'ordre de 160 à 200 km/h. Des corridors spéciaux pour le fret sont en cours d'aménagement (y compris entre Delhi, Ahmedabad et Mumbai), et des prolongements du réseau voyageurs sont envisagés.

Au moins quatre options sont envisageables pour le montage des projets de LGV en Inde : appel d'offres public classique ; contrat CCFET (conception, construction, financement, exploitation et transfert) dans le cadre d'un PPP (groupé ou non) ; passation de marché public sur la base d'une coopération intergouvernementale et d'une aide au financement de la part d'organismes multilatéraux ou bilatéraux ; et passation de marché public sur la base d'une coopération intergouvernementale mais avec une concession de 15 à 20 ans pour l'exploitation et la maintenance.

La table ronde considère que, en Inde, la demande ne pose pas de problème : un volume substantiel de trafic supplémentaire peut être induit, et la loi de Say s'applique – l'offre crée la demande –, avec toutefois des contraintes sur le niveau des tarifs applicables. L'investissement dans la grande vitesse ferroviaire est davantage perçu comme un enjeu politique ; il serait donc nécessaire de formuler une politique nationale en la matière qui, éventuellement, décharge le gouvernement de ce dossier : celui-ci

pourrait en effet hésiter à financer ce qui peut être perçu comme un projet élitiste et, même s'il le faisait, il faudrait que l'État en assume la propriété et le contrôle, ce qui pourrait impliquer le maintien des tarifs à des niveaux trop uniformément bas. L'investissement dans le TGV en Inde peut aussi dépendre d'une réforme des marchés financiers de façon à permettre l'émission d'obligations négociables.

8. CONCLUSIONS

De manière générale, la grande vitesse ferroviaire est considérée comme un défi qui dépasse l'investissement matériel, puisque l'adoption de mesures d'accompagnement de nature qualitative est jugée indispensable. Les objectifs clés du TGV demeurent une vitesse et une capacité accrues, tant pour le rail classique que pour les systèmes de transport concurrents. Les retombées économiques plus larges, sur le renforcement du cœur des villes et le renouvellement urbain, sont également importantes. L'accroissement de la productivité grâce aux effets d'agglomération peut être significatif lorsque des capacités sont libérées sur les lignes classiques encombrées par les trains de banlieue. Le TGV peut jouer un rôle dans une planification urbaine dynamique qui structure l'aménagement de nouveaux centres d'activité économique autour de gares TGV dans une métropole qui se développe rapidement. Il est cependant probable que la majeure partie de ce développement économique ne résultera pas d'un processus générateur mais s'opérera aux dépens d'autres zones.

Il existe dans le monde un certain nombre de systèmes ferroviaires à grande vitesse aux caractéristiques légèrement différentes, et la possibilité de transférer, dans le temps et dans l'espace, les indicateurs de performances de l'un à l'autre mérite d'être étudiée plus avant. Il semble cependant probable qu'un système de TGV optimal est spécifique à un contexte et répond à une combinaison de facteurs économiques, politiques et géographiques. La géographie idéale pour une LGV est souvent décrite comme un ensemble de paires de grandes villes distantes d'environ 500 km (Paris – Lyon, par exemple), bien que le TGV puisse desservir à la fois des marchés de longue distance et de courte distance ; une configuration encore plus adaptée pourrait être celle d'un chapelet de grandes villes situées dans un même corridor (comme au Japon).

Les solutions autres que le TGV ne doivent pas être négligées, en particulier la modernisation du rail classique, l'adoption d'autres technologies, comme le système Maglev proposé par JR Central pour la liaison Tokyo – Nagoya, et la réalisation d'investissements concurrents dans la modernisation des secteurs aérien et routier. Ces options consistant à faire « autre chose » méritent un examen attentif lorsqu'il s'agit d'évaluer la valeur actuelle nette et le rapport coût-efficacité de la dépense publique. Dans les cas où de telles possibilités sont envisagées (comme la mise à niveau du rail classique au Royaume-Uni), elles s'avèrent être des investissements de moindre ampleur et présentant un ratio avantages/coût plus élevé ; l'analyse marginaliste montre néanmoins que les grands investissements dans le TGV méritent d'être entrepris (Nash, 2013c), peut-être dans une situation où les coûts de perturbation qu'entraînent les travaux d'amélioration du rail classique sont difficiles à estimer.

Un investissement dans une LGV peut être soumis à un test en quatre points. Premièrement, la LGV produira-t-elle un rendement commercial ? Si la réponse est positive, l'argument consistant à présenter le TGV comme un investissement élitiste est sans objet. Les rendements peuvent être réinvestis dans d'autres projets utiles à la collectivité, ou le projet peut être financé et exploité par le secteur privé. Cependant, rares sont les LGV dégagant un rendement financier, le Shinkansen Tokaido et le TGV Sud-Est faisant figure d'exceptions notables ; dans le cas de ce dernier, Gourvish (2010) indique que l'investissement a été pleinement amorti au bout de douze ans. Deuxièmement, la LGV produit-elle un rendement pour la collectivité, sur la base des seuls avantages relatifs au transport ferroviaire ? C'est là le fondement de l'analyse du seuil de rentabilité socioéconomique présentée plus haut, qui pose le chiffre de 9 millions de voyageurs pendant la première année d'exploitation comme seuil clé de rentabilité. Il semblerait qu'un grand nombre, mais certainement pas la totalité, des LGV actuelles aient franchi ce seuil. Cette approche repose toutefois sur l'hypothèse d'un seuil égal à 1 pour le ratio avantages/coût. Compte tenu des contraintes pesant sur les budgets, le coût d'opportunité pourrait placer la barre plus haut : le Royaume-Uni retenait, il y a peu encore, un seuil de 2 et l'Allemagne le place à 3. Le seuil devient ainsi plus difficile à franchir, et exige par conséquent un niveau de demande plus élevé ou des avantages compensatoires sur un autre plan que les transports. Un troisième critère s'impose alors : le TGV produit-il un rendement social une fois incluses les incidences quantifiées sur d'autres modes de transport (aérien et routier) et les retombées économiques plus larges ? Ces avantages ont joué un rôle important en faveur de la HS2 au Royaume-Uni. Enfin, le TGV dégage-t-il un rendement social si l'on tient compte d'avantages qualitatifs plus généraux ? Il peut s'agir là du rôle du TGV dans la cohésion nationale (même si, dans le cas de l'Espagne, Bel (2012) soutient que le coût économique n'est pas soutenable), ou dans le développement technologique du pays et la modernisation de son économie (Chine et éventuellement Inde). Dans tous ces critères, une grandeur essentielle est le volume de la demande en termes de voyageurs ; le modèle gravitationnel offre une base de départ utile pour établir des prévisions stratégiques à haut niveau, avant de procéder à des estimations plus détaillées par voie de modélisation.

Une question importante est le niveau et l'intensité spatiales auxquels on applique cette série de tests préalables à l'investissement dans une LGV. Crozet attribue à Michel Walrave, économiste à la SNCF, un commentaire selon lequel il est encore plus difficile d'empêcher la construction de la dernière LGV que d'entreprendre la construction de la première. Cela laisse entendre que les investissements dans la grande vitesse ferroviaire doivent être envisagés à l'échelle du réseau, en recensant les meilleurs projets de LGV puis en planifiant l'évolution du réseau. Il semble probable que les prolongements de lignes peuvent bénéficier d'économies d'échelle, par exemple le prolongement de la LGV au sud de Lyon ou celui de la HS2 au nord de Birmingham. Au contraire, la construction de lignes entièrement nouvelles peut rapidement s'accompagner de déséconomies de gamme, ce qui laisse penser que, en matière d'investissement dans les LGV, une approche par étapes est mieux adaptée qu'un « big bang ».

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie les participants à la table ronde pour leurs contributions, et exprime en particulier sa reconnaissance, pour leur commentaires d'une version antérieure du présent document, à Germà Bel, Francesco Diononi, Fumio Kurosaki, Chris Nash, Stephen Perkins et Jianhung Wu. Il précise que toute erreur qui pourrait subsister lui est entièrement attribuable.

Sources (Available at <https://www.internationaltransportforum.org/>)

Chang, Jason (2013) *High Speed Rail in Taiwan*.

Croccolo, Fabio (2013) *New Entry in the Italian High Speed Rail Market*.

Crozet, Yves (2013) *High Speed Rail Performance in France*.

Goel, Anjali (2013) *High Speed Rail in India – a perspective after a decade of planning*.

Jun, Lee (2013) *Presentation to Roundtable New Delhi, India*. Department of Railway Research, Korean Transport Institute (KOTI)

Kurosaki, Fumio (2013) *Economic Evaluation of Shinkansen Investment in Japan*.

Nash, Chris (2013a) *When to Invest in High Speed Rail*.

Nash, Chris (2013b) *Ex-ante Assessment of UK High Speed Rail*.

Pal, Sarbojit (2013) *High Speed Rail in India: Selection of corridors and impacts on energy and emissions*,

Pillai, Girish (2013) *Development of High Speed Trains in India*.

Raghuram, G. (2013) *HSR in India*.

Singh, Manoj (2013).

Wu, J. (2013a), *The Financial and Economic Assessment of China's High Speed Rail Investments: a Preliminary Analysis*

REFERENCES

- Adler, N., Nash, C. and Pels, E. (2007) *Infrastructure Pricing: The Case of Airline and High Speed Rail Competition*. 11th World Conference on Transport Research, Berkeley.
- Albalade, D. and Bel, G. (2012) *The Economics and Politics of High Speed Rail: Lessons from Experiences Abroad*. Lexington Books.
- Alonso, W. (1968) The Quality of Data and the Choice and Design of Predictive Models. *Highway Research Record*, 97, 178-192.
- Asian Institute of Transport Development (2007). High Speed Rail. Special Issue. *The Asian Journal. Journal of Transport and Infrastructure*, 14, 1.
- Bazin, S., Beckerich, C. and Delaplace, M. (2006). *Analyse prospective des impacts de la Ligne à Grande Vitesse Est-européenne dans l'agglomération rémoise et en région Champagne-Ardenne*. Report final de recherche pour le Conseil Régional Champagne-Ardenne, Université de Reims Champagne-Ardenne.
- Bel, G., 2012. *Infrastructure and the Political Economy of Nation Building in Spain, 1720–2010*. Academic Press, Eastbourne.
- Bonafous, A. (1987) The regional impact of the TGV. *Transportation* 14:127-137
- Booz Allen Hamilton (2007) *Estimated Carbon Impact of a New North-South Line*.
- Campos, J., de Rus, G. and Barron, I. (2009) A Review of HSR Services Around the World. In de Rus, G. (Ed) *Economic Analysis of High Speed Rail in Europe*. Fundacion BBVA, Bilbao.
- Campos, J. and Gagnepain, P. (2009) Measuring the Intermodal Effects of High Speed Rail. In de Rus (Ed) op cit. Chapter 4, pages 71 -88.
- Castles, C. and Parish, D (2011) *Economic Evaluation: London – West Midlands Link*. RAC Foundation, London.
- Coto-Millán, P., Inglada, V. and Rey, B. (2007) Effects of network economies in high-speed rail: the Spanish case. *Annals of Regional Science* 41:911-925
- CEC (Council of the European Union) (1996) *Council Directive 96/48/EC of 23 July 1996 on the interoperability of the trans-European high-speed rail system*. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31996L0048:en:HTML>
- Conseil Général des Ponts et Chaussées (2006) Les Bilans LOTI des LGV Nord Europe et Interconnexion Ile de France. Annex 1. See: www.rff.fr
- Crococolo, F. and Violi, A. (2013) *New Entry in the Italian High Speed Market*. Discussion Paper 29, International Transport Forum, Paris.

- Crozet, Y. (2013) *High Speed Rail Performance in France: From Appraisal Methodologies to Ex-post Evaluation*. Discussion Paper 26, International Transport Forum.
- Department for Transport (DfT) *HS2 Strategic Case*. DfT, London.
- de Rus, G. and Inglada, V. (1997) Cost-benefit analysis of the high-speed train in Spain. *Annals of Regional Science* 31: 175-188.
- de Rus, G. and Nash, C. (2006) *In what circumstances is investment in HST worthwhile?* Paper presented to the 4th Annual Conference on Railroad Industry Structure, Competition and Ownership. Universidad Carlos III de Madrid.
- de Rus, G. and Nombela, G. (2007) Is investment in HSR socially profitable? *Journal of Transport Economics and Policy*, 41, 1, 3-23.
- de Rus, G. and Nash, C. (2009) In What Circumstances is Investment in HSR Worthwhile? In de Rus, G. (Ed) op cit. Chapter 3, page 51 to 70.
- de Rus, G. (2012) *Economic evaluation of the high speed rail*. Expert Group on Environmental Studies. Ministry of Finance. Sweden, 2012:
<http://www.ems.expertgrupp.se/Default.aspx?pageID=3>.
- European Commission (2011) *Roadmap to a Single European Transport Area: Towards a competitive and resource efficient transport system*. EC, Brussels.
http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2011_white_paper_en.htm
- Givoni, M (2006) Development and Impact of Modern High-speed Train: A review. *Transport Reviews*, 26, 5, 593-611.
- Glaister, S. (1976) Peak Load Pricing and the Channel Tunnel: A Case Study. *Journal of Transport Economics and Policy*, 10, 2, 99-112.
- Gourvish, T. (2010) *The High Speed Rail Revolution: History and Prospects*. HS2 Ltd, London.
- Graham, D.J. (2007) Agglomeration, Productivity and Transport Investment. *Journal of Transport Economics and Policy*, 41, 3, 317-343.
- Graham, D.J. and Melo, P. (2010) *Advice on the Assessment of Wider Economic Impacts: A Report for HS2*. Imperial College, London.
- Hensher, D.A. (1977) *The Value of Business Travel Time*. Pergamon Press, Oxford.
- Hernández, A. (2011). *Los Efectos Territoriales de las Infraestructuras: La inversión alta en redes de velocidad ferroviaria*. Colección Estudios Económicos 05-2011. FEDEA, Madrid.
- HS2 (2010) *High Speed Rail. London to the West Midlands and Beyond*. HS2 Ltd, London. March.
- HS2 (2013) *The Economic Case for HS2*. Department for Transport, London. October.
- Illich, I. (1974) *Energy and Equity*. Harper & Row, New York.
- Jones, I. (1977) *Urban Transport Appraisal*. Macmillan, London.

- Kageson, P. (2009) *Environmental Aspects of Inter-City Passenger Transport*, Proceedings of the International Transport Forum's 2009 Research Symposium on The Future for Interurban Passenger Transport, OECD Publishing 2010.
- KPMG (2013) *High Speed Rail: Consequences for employment and economic growth*. Technical Report. HS2 Ltd, London.
- Kurosaki, F. (2013b) *Shinkansen Investment Before and After JNR Reform*. Discussion Paper 27, International Transport Forum, Paris.
- Lee, C. K., Lee, J. Y., & Kim, Y. K. (2008). Comparison of environmental loads with rail track systems using simplified life cycle assessment (LCA). *WIT Transactions on the Built Environment*, 101, 367-372.
- Lyons, G., Jain, J. and Holley, D. (2007) [The use of travel time by rail passengers in Great Britain](#). *Transportation Research Part A Policy and Practice*. 41, 1, 107-120.
- Mannone, V. (1995). *L'impact régional du TGV Sud-Est*. PhD Thesis, Université de Provence, Aix-en-Provence.
- Mannone, V. and Telemme, U. (1997). Gares TGV et nouvelles dynamiques urbaines en entre ville : Le cas des villes desservies par le TGV Sud-Est. *Les Cahiers Scientifiques des Transports* 31, 71-97.
- Metz, D (2008) The Myth of Travel Time Savings. *Transport Reviews*, 28, 3, 321-336.
- Mohring, H. (1993) Maximising, Measuring, and Not Double Counting Transportation Improvement Benefits: A Primer on Closed- and Open-economy Cost-benefit Analysis. *Transportation Research B*, 27, 6, 413-424.
- Nash, C.A (2013c) *When to Invest in High Speed Rail*. Discussion Paper 25. International Transport Forum, Paris.
- National Audit Office (NAO) (2001) *Department of the Environment, Transport and the Regions: The Channel Tunnel Rail Link*. HMSO, London.
- National Audit Office (2012) *Department for Transport. The Completion and Sale of High Speed 1*. HC1834. The Stationery Office, London.
- Perl, A. (2012) Assessing the Recent Reformulation of United States Passenger Rail Policy. *Journal of Transport Geography*. 22, 271-281.
- Preston, J. and Dargay, J. (2005) *The Dynamics of Rail Demand*. Third Conference on Railroad Industry Structure, Competition and Investment, Stockholm School of Economics, 20-22 October.
- Preston, J., Armstrong, J. and Docherty, I. (2009) *The Economic Case for High Speed Rail: The Case of Glasgow - Edinburgh*. RGS/IBG Conference. University of Manchester.
- Preston, J. (2009a) *Competition for Long Distance Passenger Rail Services: The emerging evidence*. International Transport Forum. 18th Symposium, Madrid.
- Preston, J. (2009b) *The Case for High Speed Rail: A Review*. Report for the RAC Foundation, London. August.

- Preston, J. (2010) *The Case for High Speed Rail: An Update*. Report for the RAC Foundation, London. September.
- Preston, J. (2012) High Speed Rail: About Time or a Waste of Time? *Journal of Transport Geography*. 22, 308-311.
- PWC (2010). *Impacto socioeconómico del AVE a Valencia*. Generalitat Valenciana, Valencia.
- Rosewell, B. and Venables, T. (2013) *High Speed Rail, Transport Investment and Economic Impact*. HS2 Ltd, London.
- SDG (Steer Davies Gleave) (2004) High Speed Rail. International Comparisons. Commission for Integrated Transport, London.
- Segal, J. (2006) High Speed Rail – the competitive environment. MVA Consultancy - presentation given at European Transport Conference, September.
- Sugden, R. (1972) Cost Benefit Analysis and the Withdrawal of Rail Services. *Bulletin of Economic Research*, 1, 24, 23-32.,
- UIC (2004), *Leaflet 406: Capacity*, Union Internationale Des Chemins De Fer (UIC), Paris
- UIC (2008). Infrastructure Charges for High Performance Passenger Services in Europe. UIC, Paris.
- Venables, A.J. (2007) Evaluating Urban Transport Improvements. Cost-benefit analysis in the presence of agglomeration and income taxation. *Journal of Transport Economics and Policy*, 41, 2, 173-188.
- Wardman, M. (2013) *The Value of Business Travel Time Savings: So what did Hensher do for Europe?* Seminar, Institute for Transport and Logistics Studies, University of Sydney. http://sydney.edu.au/business/_data/assets/pdf_file/0003/167547/markw-presentation.pdf
- Wu, J. and Rong, C. (2013) Railway Debt Crisis and Its Relevance for Railways Reform in China. *13th World Conference on Transport Research*. Rio de Janeiro, Brazil.
- Wu, J. (2013b) *The Financial and Economic Assessment of China's High Speed Rail Investments: a Preliminary Analysis*. Discussion Paper, International Transport Forum, Paris.