

**Analyse bibliographique des effets des infrastructures de transport sur la  
localisation et le niveau de l'activité économique**

*Florian Mayneris*

*Professeur à l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et à l'Université catholique de  
Louvain*

*Rapport pour la Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer  
Ministère de la Transition écologique et solidaire*

*Novembre 2017*

## Introduction

Les investissements publics dans les infrastructures de transport sont massifs à l'échelle mondiale, tant en termes monétaires que du point de vue du nombre de kilomètres d'infrastructures construits ou rénovés. D'après la Federal Highway Administration, le réseau d'autoroutes interétatiques aux Etats-Unis couvrait en 1991 près de 70 000 kilomètres, et avait coûté 114,3 milliards de dollars au gouvernement fédéral. Le National Trunk Highway System (NTHS) construit en Chine à partir de 1990 représentait 85 000 kilomètres d'autoroutes en 2011, pour un coût avoisinant les 250 milliards de dollars. En France, il y avait environ 2600 kilomètres de lignes à grande vitesse en 2014, et les coûts de construction pour les dernières lignes mises en service en 2017 s'élevaient à plus de 20 millions d'euros par kilomètre.

Eu égard à l'ampleur de l'effort consenti, il est normal que les décideurs publics s'interrogent sur les bénéfices associés à ces investissements. L'évaluation socio-économique des infrastructures de transport n'en est pas à ses débuts. Dans plusieurs pays, dont la France et le Royaume-Uni notamment, les (auto)routes et les voies ferrées font l'objet d'analyses coûts-bénéfices *ex ante* suivant des méthodologies bien rodées. Le secteur des transports sert d'ailleurs souvent de référence aux gouvernements et administrations qui souhaitent étendre l'évaluation socio-économique des projets d'investissements publics à d'autres domaines tels que la santé, l'éducation ou encore la culture.

Ces méthodologies sont toutefois évolutives. Elles se sont longtemps focalisées sur la quantification du surplus du consommateur ; elles ont donc cherché à quantifier les gains de temps et de confort sur les trajets effectués, et à prévoir l'évolution de la demande de transport de la part des agents économiques. Cependant, il est désormais clair que les infrastructures de transport affectent également les choix de localisation des acteurs économiques, et donc la géographie des activités. Or, la géographie des activités a elle-même un impact sur l'efficacité productive. Dès lors, les impacts des infrastructures de transport ne se limitent pas aux questions de trafic ; ils concernent également, au moins indirectement, la productivité des agents économiques et des territoires.

La littérature académique en économie analysant l'impact des infrastructures de transport sur le niveau et la localisation des activités économiques a fait des progrès considérables au cours des vingt dernières années, tant du point de vue des méthodes que de la fiabilité des résultats. Le but de ce rapport est de faire un point aussi exhaustif que possible sur les questions traitées, les résultats obtenus, et les chantiers qui restent en suspens. Au-delà des aspects académiques, l'accent sera mis sur les enseignements pratiques de ces travaux pour les décideurs publics. Le corpus a été volontairement limité aux travaux qui paraissent les plus rigoureux méthodologiquement, et/ou les plus riches du point de vue de leurs implications pratiques pour l'évaluation socio-économique des infrastructures de transport.

Cette revue de littérature se focalise principalement sur les infrastructures (auto)routières et ferroviaires. Par ailleurs, une attention particulière est portée aux connexions interurbaines. Ces dernières servent à transporter les biens et les personnes pour des motifs généralement autres que les navettes domicile-travail, et leur présence affecte principalement la localisation de la production et de la demande. Les connexions intra-urbaines servent au contraire essentiellement aux migrations pendulaires, si bien que leur construction affecte plutôt la localisation des emplois et des résidents au sein des aires urbaines. Les enjeux sont donc assez différents pour ces deux types d'infrastructures, mais les questions n'étant toutefois pas complètement étanches, plusieurs études concernant les infrastructures intra-urbaines sont également évoquées. Enfin, le sujet de cette revue de littérature étant l'impact des infrastructures de transport sur la localisation de l'activité économique, nous n'aborderons pas la littérature macroéconomique sur le lien entre investissements publics et productivité agrégée/croissance (Aschauer, 1989). Il s'agit toutefois évidemment d'un des effets possibles des infrastructures de transport, que ce soit en raison de l'impact de ces infrastructures sur l'efficacité productive de l'économie, ou du stimulus conjoncturel qu'engendrent les dépenses publiques liées à leur construction.

La première partie du rapport fait le point sur les enseignements de la théorie économique quant aux effets des infrastructures de transport sur la distribution spatiale des activités. La deuxième partie présente les évaluations en forme réduite de l'impact des infrastructures de transport sur la localisation des activités économiques. La troisième partie aborde les travaux récents conduits à partir de modèles d'équilibre général. Enfin, la quatrième partie se concentre sur la notion de densité effective, ou encore d'accès aux marchés et aux emplois, et sur son utilisation pour l'évaluation des projets de transport. Plusieurs pistes d'évolution de l'évaluation socio-économique des infrastructures de transport sont proposées en conclusion.

### **1- Les effets des infrastructures de transport sur le niveau et la localisation des activités économiques : avantages comparatifs et rendements d'échelle croissants**

Deux champs de la littérature en économie permettent de discuter des effets des infrastructures de transport sur le niveau et la localisation des activités économiques : le commerce international et l'économie géographique et urbaine. Le premier champ se focalise sur le rôle des avantages comparatifs dans la dynamique de spécialisation des pays et des régions. Le second met l'accent sur l'interaction entre les rendements d'échelle croissants et le niveau des coûts de transfert (qui incluent les coûts de transport et tous les autres coûts liés à l'échange de biens et de services tels que les tarifs douaniers, les coûts de transaction etc.). Dans les deux cas, la théorie économique prédit que les infrastructures de transport peuvent modifier en profondeur la géographie des activités.

### *1-1- Commerce international : avantages comparatifs et spécialisation des pays et des régions*

Les modèles classiques de commerce international expliquent les échanges commerciaux par les différences d'efficacité productive entre les pays et les régions. Ces différences de productivité trouvent leur origine dans des différences de productivité du travail et/ou de technologies (modèle de Ricardo), ou dans des différences de dotations en travail qualifié, travail non qualifié, capital, ressources naturelles etc. (modèle Heckscher-Ohlin-Samuelson, parfois aussi appelé « modèle de dotations factorielles »). Lorsque les coûts de transfert sont très élevés, les pays ne commercent pas et produisent l'intégralité des biens qu'ils consomment. Lorsque les coûts de transfert sont suffisamment bas pour permettre aux pays d'échanger, ces derniers vont au contraire se spécialiser dans leur secteur d'avantage comparatif, c'est-à-dire dans le secteur pour lequel ils sont relativement les plus efficaces (comparativement à leurs partenaires). Ils vont alors exporter les biens pour lesquels ils sont relativement les meilleurs et importer les autres. Cette spécialisation des pays et des régions suivant les avantages comparatifs conduit à des gains d'efficacité au niveau global, si bien que les quantités totales produites dans un monde avec commerce sont supérieures à la somme des quantités produites par les pays à l'autarcie. Ce sont ainsi à la fois le niveau et la localisation des activités économiques qui sont modifiés en raison du processus de spécialisation de chaque pays et région dans son secteur d'avantage comparatif (Krugman et al., 2015). Cette approche classique a été reprise récemment par Donaldson (2012) pour quantifier les gains associés à la construction du réseau ferré dans l'Inde coloniale.

Dans ces modèles classiques de commerce international, le paramètre pris en compte est bien celui du niveau des coûts de transfert, dont les coûts de transport ne sont qu'une partie à côté des barrières tarifaires, juridiques, réglementaires ou encore culturelles. La spécialisation est par ailleurs neutre : il n'y a pas de secteur qui soit intrinsèquement plus profitable qu'un autre. Le commerce est ainsi toujours mutuellement avantageux. Ce résultat est toutefois remis en cause si l'on tient compte de possibles effets dynamiques du commerce sur la croissance, certains biens et services pouvant être plus demandés par les consommateurs ou plus porteurs d'externalités technologiques et de connaissance que d'autres (Grossman et Helpman, 1991; Spilimbergo, 2000; Hausmann et al. 2007).

### *1-2- Économie géographique et urbaine : rendements d'échelle croissants et coûts de transfert*

Les analyses reliant économies d'échelle, coûts de transfert et croissance régionale ne sont pas nouvelles (cf Myrdal, 1957 par exemple), mais elles ont été formalisées et remises sur le devant de la scène par les travaux de Paul Krugman au début des années 1990 (Krugman, 1991; Krugman et Venables, 1995). Au cœur de ces analyses se trouve l'arbitrage économies d'échelle/coûts de transfert.

On parle de rendements croissants dans la production d'un bien lorsque le coût moyen de production de ce bien diminue avec les quantités produites. Ces rendements croissants peuvent être internes aux entreprises (le coût moyen de production diminue avec les quantités produites par l'entreprise) ou externes aux entreprises (le coût moyen de production diminue avec le nombre d'entreprises produisant localement le même bien). Le premier cas correspond notamment à des situations où il existe des coûts fixes de production élevés que les entreprises amortissent mieux en produisant de grandes quantités, ou des effets de « learning by doing »; c'est la configuration que l'on retrouve généralement dans les travaux se réclamant de la nouvelle économie géographique. Les rendements d'échelle externes naissent en revanche des bénéfices mutuels que les entreprises tirent de leur présence sur un même territoire en raison de l'existence d'externalités positives (externalités sur le marché du travail, sur le marché des inputs ou de connaissance); ce cadre est plus spécifique aux travaux d'économie urbaine, dans le sillage des analyses pionnières d'Alfred Marshall (1890) sur les districts industriels (souvent appelés aussi clusters).

Dans les deux cas, les rendements croissants jouent comme une force d'agglomération puissante, en poussant les activités à se regrouper spatialement afin d'exploiter au mieux les économies d'échelle externes et internes. Les coûts de transfert jouent au contraire comme une force de dispersion : plus il est coûteux d'acheminer un bien d'un point A vers un point B, plus les entreprises ont intérêt à produire au plus près des foyers de consommation. C'est pourquoi les entreprises font face à un arbitrage entre les économies d'échelle et les coûts de transfert. Notons ici que nous parlons des coûts de transfert sur les biens finaux. La hausse des coûts de transfert sur les consommations intermédiaires pourrait, sous certaines conditions, avoir des effets contraires, et conduire quant à elle à une concentration des entreprises du secteur du bien final (Krugman et Venables, 1995 ; Venables, 1996).

L'économie géographique et l'économie urbaine offrent ainsi une perspective sur la géographie des activités économiques proche des sciences physiques. Dans le monde que nous décrivent ces deux champs, les biens et les facteurs de production sont mobiles (alors que seuls les biens le sont dans les théories du commerce international), et la localisation observée des activités résulte d'un équilibre entre forces d'agglomération et forces de dispersion. Les rendements d'échelle croissants sont l'unique force d'agglomération de ces modèles (les fondements microéconomiques de ces rendements d'échelle pouvant toutefois varier). Les forces de dispersion sont en revanche multiples : coûts de transfert, concurrence entre les entreprises sur le marché du bien final, concurrence sur le marché des inputs, ou encore saturation de certaines infrastructures.

L'intensité des forces d'agglomération et de dispersion varie d'un modèle à l'autre en fonction des hypothèses faites quant à la mobilité des facteurs de production et des sources de congestion spatiale introduites dans le modèle.

Au-delà des spécificités propres à chaque modèle, plusieurs messages concordants émergent de la littérature. Premièrement, en présence de rendements d'échelle croissants et de coûts de transfert sur les biens finaux, les activités productives tendent à se sur-agglomérer par rapport à la demande, et à se localiser de façon disproportionnée dans les marchés initialement les plus gros. C'est ce que l'on appelle l'«effet taille de marché», formalisé par Krugman (1980) et Helpman et Krugman (1985) : afin d'exploiter au mieux les économies d'échelle et de minimiser les coûts de transfert, les entreprises préfèrent concentrer leur production au plus près des grands marchés. Par ailleurs, cette sur-agglomération de la production dans les gros marchés est d'autant plus forte que les coûts de transfert sont faibles. En effet, la baisse des coûts de transfert, en rendant plus facile l'acheminement des biens finaux entre deux points, vient amoindrir cette force de dispersion importante que sont les coûts à l'échange : dans l'arbitrage entre économies d'échelle et coûts de transfert auquel font face les entreprises, les économies d'échelle gagnent ainsi de l'importance, entraînant une agglomération spatiale plus forte des activités. Poussé à l'extrême, cet effet taille de marché pourrait conduire à des phénomènes d'agglomération dits « catastrophiques », où toutes les activités se concentrent dans une seule région (Krugman, 1991). Les modèles d'économie géographique remettent ainsi en cause une première idée couramment répandue parmi les décideurs publics : connecter les régions centrales aux régions périphériques ne permet pas nécessairement de redistribuer les activités vers les régions périphériques. Comme l'écrit Puga (2002), « les routes et les rails vont dans les deux sens », si bien que dans le cas de l'Espagne par exemple, Madrid a sans doute été une des principales gagnantes des infrastructures de transport financées par les fonds structurels européens dans les années 1980 et 1990.

**Enseignement n°1 :** la construction d'infrastructures de transport ne conduit pas nécessairement à une distribution plus uniforme des activités sur le territoire. En présence de rendements croissants dans la production, c'est le contraire qui pourrait se produire : la production risque de se concentrer dans la grande région, les inégalités régionales s'en trouvant ainsi renforcées.

Les enseignements de la littérature en économie urbaine et économie géographique sonnent donc comme un avertissement vis-à-vis de la volonté souvent affichée par les pouvoirs publics de « mieux distribuer » les activités sur le territoire : en raison des rendements croissants, il existe des gains à l'agglomération spatiale des activités, et contrecarrer les dynamiques d'agglomération peut conduire à affaiblir l'efficacité productive de l'économie dans son ensemble. Toutefois, il est difficile de penser que les activités productives peuvent indéfiniment se concentrer spatialement. Au-delà d'une certaine taille, les effets de congestion doivent devenir si importants que les grosses régions et mégapoles perdent de leur attractivité. La hausse des salaires et des prix du foncier, la concurrence entre les entreprises pour capter les consommateurs, la saturation des infrastructures de transport et la pollution sont autant d'externalités négatives induites par l'agglomération qui peuvent rendre cette dernière difficilement

soutenable (toutes choses égales par ailleurs). C'est l'enseignement que l'on peut tirer des analyses de Krugman et Venables (1995) qui, en introduisant des forces de congestion plus importantes que celles présentes dans le modèle de Krugman (1991), montrent que l'effet de la baisse des coûts de transfert sur la concentration spatiale des activités est non linéaire : elle favorise la concentration spatiale des activités tant que les gains marginaux à l'agglomération l'emportent sur les coûts marginaux de congestion; mais il existe un point de retournement à partir duquel la baisse des coûts de transfert favorise la redispersion spatiale des activités.

**Enseignement n°2 :** lorsque les gains à l'agglomération croissent moins vite que les effets de congestion, le lien entre coûts de transfert et inégalités régionales est ambigu. Il suit une courbe en cloche : la baisse des coûts de transfert renforce dans un premier temps la concentration spatiale des activités productives et les inégalités territoriales puis, au-delà d'un certain point, les réduit.

La détermination de ce point de retournement n'a toutefois rien d'évident. Il dépend en effet de nombreux paramètres tels que le degré de mobilité des facteurs de production, le niveau et la qualité des infrastructures, la quantité de foncier disponible etc. Le point au-delà duquel les infrastructures de transport favorisent la redispersion des activités a ainsi toutes les chances de dépendre fortement du contexte local. Martin et al. (2011) proposent une quantification dans le cas de la France et montrent que la distribution spatiale des activités observée en France sur la période 1996-2004 n'est pas très éloignée de la géographie optimale : les économies d'agglomération sont importantes et relativement bien internalisées par les entreprises françaises.

## **2- Les effets des infrastructures de transport sur le niveau et la localisation des activités : les évaluations empiriques en forme réduite**

Compte tenu des progrès réalisés dans l'accès aux données et de l'évolution des techniques d'estimation, une littérature empirique de plus en plus dense s'intéresse à l'évaluation des effets des infrastructures de transport sur le niveau et la localisation des activités économiques. Une première branche de cette littérature, désormais bien établie, est constituée de travaux en « forme réduite ». Ces études s'intéressent à l'effet des routes ou du chemin de fer en comparant des territoires qui ont bénéficié de l'infrastructure (les « traités ») et des territoires qui en sont restés à l'écart (les « témoins » ou « groupe de contrôle »). Elles permettent donc d'obtenir une mesure relative des effets des infrastructures de transport. Ce faisant, elles ignorent les interdépendances entre les traités et le groupe témoin; la prise en compte de ces dernières nécessite des approches en équilibre général que nous développons dans la troisième partie de ce rapport.

### *2-1- Des effets globalement positifs mais variables suivant les études...*

Nous disposons désormais de plusieurs études quantifiant le lien entre la présence ou le stock d'infrastructures de transport sur un territoire et les performances économiques de ce dernier. La présence est mesurée par une variable dichotomique prenant la valeur 1 si le territoire est connecté à l'infrastructure étudiée, tandis que le stock mesure en général la quantité d'infrastructure disponible (en nombre de kilomètres par habitant en général). La quantification de ce lien n'est pas triviale. En effet, il est probable que les pouvoirs publics prennent leurs décisions d'investissement en matière de transport en fonction des performances économiques des territoires. Si les gouvernements investissent prioritairement dans les régions motrices, une estimation « naïve » surestimera le lien entre infrastructure de transport et performance économique des territoires. Le contraire sera vrai si les gouvernements investissent préférentiellement, pour des raisons d'équité, dans les territoires à la traîne. Plusieurs stratégies ont donc été proposées pour corriger ce possible biais d'endogénéité.

En ce qui concerne le rail par exemple, Atack et al. (2010) analysent l'impact du réseau ferré sur la croissance de la population et de l'urbanisation dans les comtés américains du Midwest au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle. Ils montrent que la construction du réseau ferré, loin d'être aléatoire, a privilégié les comtés dont la croissance démographique et urbaine était plus forte avant même qu'ils ne soient connectés au rail. L'estimation de l'impact du rail sur la croissance locale doit donc tenir compte du fait que la construction du réseau ferré a peut-être suivi les dynamiques démographiques plus qu'elle ne les a générées. Pour ce faire, les auteurs ont recours à des différences-de-différences<sup>1</sup>, ainsi qu'à des estimations par variables instrumentales<sup>2</sup>. Ils montrent que les comtés raccordés au rail ont vu leur population et la part de leur population vivant en ville augmenter de 3,5 à 4%.

Une étude sur la Suède conclut à des effets beaucoup plus forts. Berger et Enflo (2017) suivent une stratégie d'estimation proche de celle d'Atack et al. (2010). Leur instrument est basé sur un algorithme déterminant les routes les moins coûteuses reliant les villes majeures du réseau, c'est-à-dire celles qui les relient en ligne droite. L'intuition est la suivante : les principales villes du réseau auraient dans tous les cas été reliées, mais certains territoires entre ces nœuds principaux ont pu être connectés en raison de la volonté des décideurs publics d'accompagner ou de contrecarrer certaines dynamiques économiques à l'œuvre. La construction du rail est ainsi endogène au développement

---

<sup>1</sup> Ils comparent les comtés bénéficiant du chemin de fer et ceux qui en sont éloignés avant et après la mise en service du rail.

<sup>2</sup> Une estimation par variable instrumentale consiste à trouver une variable qui explique la variable endogène dont on souhaite mesurer l'effet, mais qui n'affecte pas directement la variable que l'on cherche à expliquer ; cette variable est appelée « instrument ». Au cas présent, il s'agit de trouver une variable qui explique la connexion au rail, sans affecter directement la croissance de la population ou de l'urbanisation. Grâce à une estimation en deux étapes, il devient alors possible d'estimer l'effet du rail en exploitant uniquement la variation dans l'accès au rail imputable à l'instrument qui, elle, est exogène. L'instrument utilisé est basé sur des connexions envisagées lors d'enquêtes gouvernementales exploratoires datant d'avant 1838, alors que les connexions étudiées sont réalisées entre 1850 et 1860.



des villes. Dès lors que les considérations de coûts ne sont pas complètement étrangères au décideur, le réseau défini sur la base du moindre coût devrait néanmoins être corrélé au réseau finalement construit, sans être entaché des biais d'endogénéité évoqués. Par ailleurs, dans le même esprit qu'Atack et al. (2010), des réseaux proposés par certains planificateurs avant le début de la construction sont également utilisés comme instruments alternatifs. Les auteurs montrent que les premières villes à avoir été connectées au réseau ferré entre 1850 et 1870 ont connu, grâce au rail, une croissance de leur population de 40 à 50%. Une estimation « naïve » par les moindres carrés ordinaires donne des résultats inférieurs (aux alentours de 20-30%), suggérant que le chemin de fer en Suède a été en partie utilisé à des fins d'équité pour connecter des villes qui souffraient de dynamiques démographiques moins favorables. Ce biais dans l'allocation des infrastructures de transport est celui prédit par le modèle de Glaeser et Ponzetto (2017) qui s'intéressent à l'économie politique des investissements en transports. Autre résultat intéressant : les effets du chemin de fer sur la croissance de la population sont persistants à long terme. Jusqu'à 150 ans après la construction du réseau de chemin de fer, les villes connectées lors de la première vague continuent d'être démographiquement plus dynamiques que les autres. Au contraire, les villes qui ont été raccordées au réseau après la première vague de construction du chemin de fer n'ont bénéficié d'aucun gain en termes de population. Il y a donc une forme de « dépendance au chemin » ; plusieurs équilibres étaient possibles, et rien ne prédestinait a priori certaines villes à croître plus vite que d'autres. Mais celles qui ont bénéficié de la première vague de chemin de fer se sont vu conférer un avantage qu'elles ont conservé par la suite. Dans le contexte d'industrialisation de la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'arrivée du rail a sans doute déterminé la localisation des entreprises manufacturières qui ont participé au développement des villes ; compte tenu des coûts de relocalisation, ces entreprises n'ont plus bougé malgré le fait que d'autres villes aient été connectées au réseau de chemin de fer par la suite. Des effets de dépendance au chemin sont également mis en lumière par Jedwab et Moradi (2016) ; ces derniers montrent qu'au Ghana, les réseaux ferrés coloniaux ont eu des effets importants sur le niveau et la localisation des activités économiques ; les investissements postérieurs ont en revanche eu des effets beaucoup plus faibles.

Il existe également plusieurs études sur l'effet des connexions autoroutières interurbaines. Duranton et Turner (2012) s'intéressent à l'effet du stock d'autoroutes interétatiques (mesuré en km) sur la croissance des métropoles américaines entre 1983 et 2003. Afin de corriger des possibles biais d'endogénéité, ils ont recours, comme les études précédemment citées, à une estimation par variables instrumentales. Ils utilisent, pour construire leurs instruments, un plan autoroutier produit en 1947 sur la base de considérations militaires (et non économiques), ainsi que le stock de chemin de fer à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et les routes des grandes explorations aux États-Unis du XVI<sup>ème</sup> siècle au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle. Leurs résultats montrent qu'une augmentation de 10% du nombre de kilomètres d'autoroutes disponibles dans une aire métropolitaine en 1983 engendre une croissance de l'emploi et de la population de 1,5% environ. À nouveau, les résultats par variables instrumentales sont plus élevés que

ceux obtenus sans corriger du biais d'endogénéité (l'élasticité mesurée par les moindres carrés ordinaires est de l'ordre de 6%), suggérant que les autoroutes ont été en partie construites pour essayer de dynamiser des villes en perte de vitesse. Sur la base de leur modèle et de leurs estimations, Duranton et Turner (2012) concluent que la construction de nouvelles autoroutes au même rythme que celui observé entre 1983 et 2003 ne serait pas socialement optimale, les gains qu'elles généreraient en termes de temps et de prix fonciers étant relativement faibles par rapport à leur coût.

Ghani et al. (2016) évaluent les effets du Quadrilatère d'Or (Golden Quadrilateral). Il s'agit d'un projet de montée en gamme du réseau routier lancé en Inde au début des années 2000 qui a conduit à la construction de routes à quatre et six voies (là où il n'y avait auparavant rien ou de mauvaises routes) pour connecter les quatre principales villes du pays : Chennai, Kolkata, Mumbai et Dehli. Ce sont 5800 kilomètres d'autoroutes qui ont ainsi vu le jour. Ghani et al. (2016) évaluent l'effet du projet sur la localisation et les performances des entreprises manufacturières. Ils comparent les districts situés à moins de 10 kilomètres des axes du Quadrilatère (considérés comme traités) à ceux qui se trouvent entre 10 et 50 kilomètres et au-delà de 50 kilomètres de l'infrastructure. La logique sous-tendant l'estimation est qu'en-dehors de leur proximité au Quadrilatère, les districts situés à moins de 10 kilomètres de l'infrastructure ne devraient pas trop différer de ceux entre 10 et 50 kilomètres. Les auteurs s'assurent par ailleurs que leurs résultats sont robustes à une stratégie d'estimation par variable instrumentale basée sur les connexions routières à vol d'oiseau, dans le même esprit que celle mise en œuvre par Berger et Enflo (2016). Les résultats montrent que suite à la construction du Golden Quadrilateral, le PIB augmente de 45% environ dans les districts à moins de 10 kilomètres de l'infrastructure, alors que rien ne se passe dans les autres. La productivité des entreprises et les salaires se trouvent également accrus, avec des effets allant de 15 à 25% environ. Les résultats résistent à plusieurs tests de robustesse. Les résultats des estimations par moindres carrés et par variable instrumentale ne sont généralement pas différents, mais lorsqu'ils le sont, la différence pointe à nouveau dans le sens d'une allocation des routes visant à compenser les difficultés initiales de certaines régions.

Enfin, Banerjee et al. (2012) étudient l'effet de l'accès aux infrastructures de transport sur le niveau de richesse en Chine. Leur approche est légèrement différente des études citées jusque-là. Les auteurs rappellent qu'à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et au début du XX<sup>ème</sup> siècle, les principales villes chinoises ont été connectées entre elles par le réseau ferroviaire. En raison de mécanismes de « dépendance au chemin », les réseaux modernes de transport (autoroutes, nouvelles lignes de chemin de fer, lignes à grande vitesse etc.) ont par la suite été largement construits autour de ces lignes historiques. Les auteurs construisent donc un réseau fictif composé des lignes droites connectant ces villes historiquement raccordées au réseau de chemin de fer. Ils prennent alors comme mesure générale d'accès aux transports d'un comté (sans que celle-ci ne soit spécifique au mode de transport) la distance entre ce comté et la ligne droite du réseau fictif la plus proche. La structure de ce réseau fictif étant basée sur des villes connectées à la fin du XIX<sup>ème</sup> et au début du XX<sup>ème</sup> siècle et sur un critère de moindre coût, la

distance à ce réseau fictif peut être considérée comme exogène par rapport à niveau d'activité et de richesse des comtés chinois sur la période 1986-2003 qu'étudient les auteurs. Leurs résultats montrent que la proximité aux transports a un impact positif en moyenne sur le niveau d'activité et de richesse sur la période 1986-2003, mais d'une ampleur relativement modeste : une réduction de 10% de la distance à la connexion en ligne droite la plus proche accroît le PIB par habitant de 0,7% seulement.

Si de nombreuses études trouvent un impact positif des infrastructures ferroviaires et autoroutières sur le niveau de l'activité économique des régions connectées, ce résultat ne fait pas pour autant entièrement consensus. Tout d'abord, parmi ces études, certaines trouvent des effets quantitativement importants, comme l'étude de Berger et Enflo (2017) sur la Suède, et d'autres des résultats relativement modestes, à l'instar de celle de Banerjee et al. (2012) pour la Chine. Par ailleurs, d'autres travaux trouvent des effets nuls ou franchement négatifs. Deux articles récents sur l'effet des autoroutes en Chine vont en particulier dans ce sens.

A la différence de Banerjee et al. (2012), Faber (2014) évalue l'impact du programme de construction d'autoroutes mis en place en Chine dans les années 1990 et 2000 (le NTHS). Le NTHS vise à connecter entre elles les capitales provinciales ainsi que les villes de plus de 500 000 habitants. Faber (2014) concentre donc son analyse sur les infrastructures autoroutières récentes, et restreint son échantillon aux comtés périphériques traversés par les connexions autoroutières; il exclut ainsi de l'analyse les grands centres métropolitains. Afin de contrôler de l'endogénéité de la localisation des autoroutes, il développe un algorithme permettant de déterminer les connexions les moins coûteuses entre les grands centres métropolitains reliés par le nouveau réseau autoroutier. La méthode qu'il propose est plus élaborée que le simple critère de connexion en ligne droite utilisé par d'autres études, son algorithme tenant compte en particulier de la pente du terrain, du caractère construit ou non des parcelles, et de la présence éventuelle de plans d'eau. Par ailleurs, au lieu de considérer les connexions indépendamment les unes des autres, l'algorithme tient compte de la structure en réseau de l'infrastructure pour optimiser le programme de minimisation des coûts de transport entre les communes. Sont considérés comme périphériques tous les comtés situés à plus de 50 kilomètres d'une aire métropolitaine, et l'évaluation repose donc sur la comparaison de l'évolution des comtés périphériques suivant qu'ils sont connectés ou non à la nouvelle infrastructure. Contrairement aux études précédentes, ses résultats montrent que les comtés périphériques connectés ont crû moins vite en termes de PIB, en particulier de PIB manufacturier, que les comtés non connectés. Aucun effet n'est trouvé en revanche sur la croissance de la population. Ce constat résiste à différents tests de robustesse. Par ailleurs, la comparaison des résultats avec et sans instrumentation montre qu'en Chine, les pouvoirs publics ont eu tendance à faire passer les autoroutes par les comtés périphériques connaissant *ex ante* la plus forte croissance.

À mi-chemin entre Banerjee et al. (2012) et Faber (2014), Baum-Snow et al. (2017a) ne trouvent aucun effet du stock d'autoroutes au sein des préfectures chinoises sur la

croissance de la population et du PIB dans ces préfectures. Comme Faber (2014), ils s'intéressent au réseau national d'autoroutes construit dans les années 1990 et 2000. Afin de corriger de l'endogénéité dans la localisation des routes, ils utilisent un plan autoroutier de 1962 comme prédicteur du réseau effectivement observé à la fin des années 2000. Baum-Snow et al. (2017b), quant à eux, concluent à un effet nul ou très légèrement négatif du stock d'autoroutes passant dans un rayon de 450 kilomètres autour des villes chinoises sur l'activité et la population de ces villes. Si le stock d'autoroutes, pris comme une mesure d'accès aux marchés régionaux, a un effet proche de zéro dans le meilleur des cas, l'accès aux ports, utilisé comme mesure d'accès aux marchés internationaux, a en revanche un impact positif et significatif sur la population et l'activité économique des villes.

**Enseignement n°3 :** L'allocation des infrastructures de transport n'est pas aléatoire. Très souvent (sans que cela ne soit systématique toutefois), les pouvoirs publics investissent dans des régions/villes qui souffrent de dynamiques démographiques et économiques moins favorables.

**Enseignement n°4 :** En raison de certaines irréversibilités dans la localisation des activités économiques, les infrastructures de transport ont des effets persistants sur le niveau et la localisation des activités économiques.

**Enseignement n°5 :** Les études empiriques évaluant l'effet des infrastructures de transport sur le niveau d'activité à l'échelle locale font état de résultats globalement positifs mais néanmoins variables, tant quantitativement que qualitativement.

2-2- *...qui reflètent notamment une hétérogénéité de l'effet des infrastructures de transport conforme à la théorie*

Les modèles théoriques d'économie géographique prédisent un effet non linéaire de la baisse des coûts de transport sur le niveau d'activité économique des territoires. Tant que les forces d'agglomération l'emportent sur les effets de congestion, la construction ou la modernisation d'infrastructures de transport entre deux régions aura tendance à favoriser les régions initialement les plus grosses, renforçant ainsi la concentration spatiale et les inégalités régionales. Lorsque les effets de congestion deviennent plus importants, c'est le contraire qui se passe.

Plusieurs des études empiriques précédemment citées vont dans ce sens. Ainsi, Ghani et al. (2016) montrent que les effets positifs de la connexion au Quadrilatère d'Or en Inde sont plus importants pour les comtés dont la population est initialement dense et éduquée. De même, Faber (2014) trouve que les comtés périphériques initialement les

plus gros et les plus éloignés des grands centres urbains souffrent moins que les autres du raccordement au réseau autoroutier. Enfin, Baum-Snow et al. (2017b) proposent une mesure originale du positionnement des villes dans la hiérarchie urbaine en distinguant les villes « principales », définies comme étant les villes les plus grandes dans un rayon d'une journée en voiture autour d'elles, et les villes de l'« hinterland », qui regroupent les villes dans la zone d'influence des villes principales. Ils montrent que la construction d'autoroutes a des effets opposés sur la croissance de ces deux types de villes. Les villes principales voient leur population, leur PIB et les salaires de leurs travailleurs augmenter lorsque leur accès aux marchés domestiques augmente, alors que les villes de l'hinterland souffrent au contraire de cette meilleure connexion aux marchés locaux. Ils mettent de plus en lumière des effets de spécialisation induits par l'infrastructure autoroutière : les villes principales se spécialisent dans les secteurs manufacturiers et les services lorsque leur accès aux marchés domestiques s'améliore, secteurs où les rendements d'échelle internes et externes sont importants, alors que les villes de l'hinterland se spécialisent au contraire dans l'agriculture. Tous ces résultats sont cohérents avec les prédictions du modèle de Krugman (1991).

**Enseignement n°6 :** plusieurs études concordent pour montrer un effet hétérogène des infrastructures de transport, ces dernières ayant tendance à favoriser la croissance de l'activité dans les villes et les régions initialement les plus grosses et les plus denses. Ceci suggère que les régions/villes centrales qui bénéficient des infrastructures de transport dans ces études n'ont pas encore atteint le point où les effets de congestion sont tels que les activités tendent à se redisperser avec la baisse des coûts de transfert. Les effets des infrastructures de transport dépendent donc, ainsi que le montre la théorie, du contexte local.

### *2-3- Des infrastructures de transport favorisant une meilleure allocation des secteurs d'activité dans l'espace*

Les infrastructures de transport ont également un effet hétérogène sur la localisation des entreprises en fonction des secteurs d'activité.

Dans le cas du Quadrilatère d'Or en Inde, Ghani et al. (2016) montrent que les nouvelles entreprises des secteurs intensifs en foncier ont tendance, suite à la construction de l'infrastructure, à se localiser dans les villes secondaires raccordées au réseau. Les activités nécessitant moins d'espace se concentrent au contraire préférentiellement dans les villes nodales. Les prix du foncier étant plus élevés dans les villes les plus grandes, ces mouvements traduisent une meilleure allocation spatiale des ressources, et donc une efficacité productive accrue suite à la construction des autoroutes du Quadrilatère d'Or.

Dans le même ordre d'idée, une étude évaluant l'effet des autoroutes sur le commerce de Durantou et al. (2014) montre que la valeur des exportations totales des villes américaines (vers les autres villes américaines) n'est pas affectée par le nombre de

kilomètres d'autoroutes disponibles dans la ville, mais que leur composition change : les villes les mieux dotées en autoroutes ont tendance à se spécialiser dans les secteurs produisant des biens dont le ratio poids-valeur est élevé, et pour lesquels le transport routier est donc le mode d'acheminement le moins onéreux.

Enfin, Sheard (2014, 2017) propose deux des rares études à notre disposition sur les aéroports. Il utilise un plan national datant de 1944 pour instrumenter la taille actuelle des aéroports aux Etats-Unis. L'effet sur le niveau d'emploi des métropoles où se situent ces aéroports n'est pas clair ; en revanche, un aéroport plus grand favorise la spécialisation du territoire dans les secteurs de services échangeables. Bloningen et Cristea (2015) exploitent quant à eux la loi de déréglementation du transport aérien de 1978 aux Etats-Unis, et montrent que l'augmentation du trafic aérien dans une ville y a accru la population et le PIB, ainsi que l'emploi dans les secteurs de services essentiellement.

**Enseignement n°7 :** conformément aux prédictions des théories classiques du commerce international, les infrastructures de transport permettent une allocation spatiale des activités plus efficace du point de vue de la spécialisation sectorielle des territoires.

#### *2-4- Infrastructures de transport et effets de déplacement des activités économiques*

Lorsque le chemin de fer ou les routes ont un impact positif sur le niveau d'activité des territoires qu'ils traversent, y a-t-il création nette de richesse ? Ou bien les infrastructures de transport ne font-elles que relocaliser des activités existantes ou des activités qui se seraient créées sur un autre territoire en l'absence d'infrastructure ?

En ce qui concerne les infrastructures de transport interurbaines, Chandra et Thomson (2000) montrent que les autoroutes interétatiques américaines ont un impact positif sur l'activité économique des comtés non-métropolitains qu'elles traversent (le passage de ces autoroutes dans les comtés non-métropolitains n'étant apparemment pas corrélé avec la croissance initiale de ces comtés, contrairement à ce qui a été montré pour les comtés métropolitains par Durantou et Turner, 2012). Toutefois, ce surplus d'activité économique semble entièrement obtenu aux dépens des comtés adjacents des territoires connectés à l'autoroute ; ces derniers souffrent donc, en revanche, de la construction de l'autoroute, si bien que l'effet global de l'infrastructure sur l'économie locale est ambigu.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Notons toutefois que si les déplacements d'activités dans un nombre restreint de territoires permettent d'accroître la concurrence entre les producteurs et de réduire leur pouvoir de marché (Melitz et Ottaviano, 2008), ces déplacements peuvent avoir au final un effet positif, et pas simplement neutre.

De même, Berger et Enflo (2017) montrent que les effets du chemin de fer en Suède n'ont pas été neutres pour les territoires situés autour des villes connectées au chemin de fer. En effet, alors que les auteurs trouvent un impact positif substantiel de l'arrivée du chemin de fer au XIX<sup>ème</sup> sur la croissance des villes suédoises à court terme et à long terme, cet effet disparaît lorsque l'on exclut du groupe de contrôle les villes situées dans un rayon de 90 kilomètres autour des villes raccordées au réseau. Ce résultat suggère donc que l'effet positif mesuré par les auteurs provient d'une sorte de « phagocytage » des territoires qui les entoure par les villes bénéficiant de l'infrastructure. Holl (2004) obtient des résultats similaires dans le cas des autoroutes espagnoles construites dans les années 1980 et 1990.

De manière plus indirecte, Mayer et al. (2017) montrent que la politique des Zones Franches Urbaines en France n'a eu aucun impact sur le niveau d'activité des communes touchées par la politique. En revanche, au sein de ces communes, la probabilité que les entreprises se localisent dans la partie ZFU plutôt que dans le reste de la commune augmente clairement avec la mise en œuvre de la politique, et l'effet est d'autant plus fort que les coûts de relocalisation des établissements sont faibles. Briant et al. (2015) trouvent de leur côté que l'effet des ZFU sur l'attractivité des quartiers visés est plus fort pour les quartiers qui sont les moins enclavés et les mieux connectés aux infrastructures de transport (routes et transports publics). Lorsqu'on les rapproche, ces résultats suggèrent bien qu'une meilleure connexion aux infrastructures de transport favorise une plus grande mobilité des activités.

Toutefois, ces effets de déplacement liés aux infrastructures interurbaines ne sont pas nécessairement la règle. Ghani et al. (2016) n'en trouvent pas par exemple pour le Quadrilatère d'Or en Inde; dans ce cas, l'infrastructure autoroutière a bien permis une création nette d'activité économique.

Les études concernant les effets des infrastructures de transport en intra-urbain sont en revanche assez unanimes. Depuis les travaux pionniers de Baum-Snow (2007) sur les métropoles américaines, un consensus a émergé dans la littérature : les infrastructures de transport intra-urbaines (routes, RER ou encore métro) favorisent l'étalement urbain, avec une diminution de la part des villes centres dans la population urbaine totale, et une augmentation au contraire de la part de la population vivant dans la périphérie des centres-villes. Ces résultats empiriques confirment les résultats théoriques de nombreux modèles en économie urbaine (Fujita et Thisse, 2013). Comme en interurbain, la plupart des études sur cette question exploitent des plans ou des routes historiques pour construire des instruments, et corriger ainsi l'estimation de la localisation endogène des infrastructures. Au-delà des Etats-Unis (Baum-Snow, 2007), cet effet d'étalement urbain a également été mis en lumière pour l'Espagne (Garcia-Lopez et al., 2015), ou encore pour la Chine (Baum-Snow et al., 2017a). Dans ce dernier cas, la distinction entre les infrastructures radiales et en anneau montre que les deux types de connexions ont qualitativement les mêmes effets; par ailleurs, l'effet de décentralisation de la population vient principalement des infrastructures routières, les infrastructures

ferroviaires n'ayant d'effet significatif que sur la localisation de la production. Garcia-Lopez et al. (2016) étudient 579 villes dans 29 pays européens. Leurs résultats confirment que les infrastructures autoroutières ont un effet décentralisateur sur la population. Cet effet semble avoir été plus fort sur la période 1961-1981 que sur la période plus récente ; et il semble par ailleurs plus limité pour les villes disposant d'un patrimoine historique important. Enfin, si l'effet moyen des infrastructures ferroviaires sur la périurbanisation résidentielle est nul, un effet positif est détecté pour les villes les plus grandes ainsi que pour les villes du Centre-Nord de l'Europe.

Plusieurs travaux se sont également intéressés à l'effet des infrastructures de transport intra-urbaines sur la localisation des emplois. Baum-Snow (2010, 2017) montre que les autoroutes américaines ont conduit à une décentralisation des emplois, moins importante toutefois que celle de la population. Ces effets décentralisateurs sont de plus hétérogènes suivant les secteurs d'activité, le commerce de gros et de détail étant celui se décentralisant le plus, et les secteurs de la finance, de l'assurance et de l'immobilier répondant au contraire moins que les autres à la mise en service de nouvelles autoroutes. Du point de vue des migrations pendulaires, l'extension du réseau autoroutier a ainsi conduit à un accroissement des déplacements banlieue-banlieue. Derrière cette décentralisation des emplois peut toutefois se cacher une dynamique spatiale plus complexe, correspondant au passage d'une structure centre-périphérie à une structure polycentrique, plutôt qu'à une réelle dispersion spatiale des emplois. C'est ce que Garcia-Lopez et al. (2017b) montrent pour le réseau ferré suburbain en région parisienne, les villes traversées par ou proches de ce dernier ayant une probabilité accrue de faire partie de centres d'emplois secondaires. Le réseau ferré suburbain, et en particulier le RER, a ainsi participé à faire de Paris une métropole polycentrique du point de vue de la localisation des emplois. Garcia-Lopez et al. (2017a) comparent par ailleurs les effets du RER sur la localisation de la population et des emplois en région parisienne. Ce dernier a contribué à décentraliser les deux, mais avec une temporalité différente : les effets sur la population se font fortement sentir au début (1975-1990) puis déclinent avec le temps (1990-2010), alors que les effets sur l'emploi vont croissant. Les tendances les plus récentes semblent toutefois indiquer une légère re-concentration des emplois en petite couronne (Coulaud et al., 2017). Enfin, Baum-Snow et al. (2017a) évaluent les effets des autoroutes et du rail sur la localisation des emplois au sein des métropoles chinoises. Ils trouvent que les autoroutes radiales contribuent à la décentralisation des emplois de services, les voies de chemin de fer décentralisent les emplois manufacturiers, et les autoroutes en anneau tendent à décentraliser les deux. Sur la comparaison des effets des infrastructures radiales et en anneau, il n'y a toutefois pas encore de consensus. De Palma et al. (2015) trouvent en effet, dans un exercice de simulation conduit avec le modèle LUTI UrbanSim, que le projet d'infrastructure de métro en anneau du Grand Paris Express aurait plutôt tendance à concentrer les emplois et la population d'Ile-de-France dans Paris et les territoires environnants. Nous avons donc besoin de travaux supplémentaires avant de tirer des conclusions claires sur ces deux formes d'infrastructures.



**Enseignement n°8** : les infrastructures de transport peuvent conduire à un déplacement de la population et de la production, en inter- comme en intraurbain. Ces effets peuvent être hétérogènes selon les caractéristiques des villes, la période et/ou le secteur d'activité.

2-5- *Infrastructures de transport et emploi : un effet sur les entreprises existantes ou sur les entrants ?*

Lorsque les infrastructures de transport ont un impact positif sur l'emploi au niveau local, est-ce en raison d'une croissance plus importante des entreprises existantes (marge intensive) ou d'un nombre plus élevé d'entreprises (marge extensive) ?

Les études convergent pour montrer que le rôle de la marge extensive est important. Ghani et al. (2016) trouvent ainsi que l'effet positif des autoroutes du Quadrilatère d'Or sur l'emploi et la production des comtés qui y sont raccordés est imputable à la croissance des entreprises déjà en place et à l'entrée de nouveaux producteurs, le second effet étant toutefois plus important que le premier.

Dans le cas du RER parisien, Mayer et Trevien (2016) trouvent, de manière cohérente avec les études déjà citées, que les villes qui ont été raccordées au réseau ont vu le nombre d'emplois qu'elles accueillent croître de 13% par rapport aux villes qui étaient déjà connectées au réseau de train de banlieue mais qui n'ont pas bénéficié du RER. L'effet semble ici presque exclusivement tiré par la croissance du nombre d'entreprises, l'impact de la connexion au RER étant particulièrement fort pour l'arrivée d'entreprises multinationales.

Ce dernier résultat fait écho à une étude récente de Bono et al. (2017) sur l'impact du métro sur les choix de localisation des entreprises multinationales à l'échelle mondiale. Ils trouvent un impact positif de la présence d'un réseau de métro dans une ville et de la taille de ce réseau sur le nombre de projets d'IDE qu'attire cette ville. Les effets mesurés sont relativement importants puisque d'après leurs résultats, le projet du Grand Paris Express pourrait permettre d'attirer 10 à 20% de projets supplémentaires.

Enfin, au Royaume-Uni, Gibbons et al. (2017) s'intéressent aux variations d'accessibilité aux emplois sur la croissance de l'emploi local. Ils exploitent les variations d'accessibilité engendrées par la construction de nouvelles routes ou l'amélioration de routes existantes, et traitent le possible biais d'endogénéité en restreignant l'analyse aux territoires très proches des routes nouvelles ou améliorées. Ils trouvent un impact positif sur la production et l'emploi au niveau local, effet entièrement tiré par l'arrivée de nouvelles entreprises. Les entreprises déjà en place ont au contraire plutôt tendance à perdre des employés. Il semble ainsi que du fait de l'arrivée de nouvelles entreprises, les entreprises déjà actives sur le territoire souffrent d'effets d'éviction. Toutefois, il n'existe pas à notre connaissance d'analyses concernant l'hétérogénéité des effets d'éviction, lorsqu'il y en a, suivant la nature des emplois ; en particulier, les emplois qui

auraient été créés par les entreprises en place en l'absence du projet d'infrastructure de transport auraient-ils été comparables à ceux créés par les établissements nouvellement arrivés, notamment aux emplois internationaux des entreprises étrangères ?

**Enseignement n°9 :** L'effet positif des infrastructures de transport sur l'emploi au niveau local est largement imputable à l'arrivée de nouvelles entreprises, plus qu'à la croissance des entreprises en place.

Ces résultats reposent la question des effets de déplacement, notamment lorsque les nouvelles entreprises et les nouveaux emplois créés correspondent à des déplacements au sein du pays ou de la région ; dans ce cas en effet, selon l'entité finançant le projet, les gains imputables à l'infrastructure sont discutables. Elle se pose moins en revanche dans le cas des IDE qui représentent assez clairement un gain à attribuer à l'infrastructure, que celle-ci soit financée sur fonds régionaux ou nationaux (à moins que les projets d'IDE ne se soient localisés dans une autre commune du pays ou de la région en l'absence d'infrastructure).

#### 2-6- *Autoroutes, train et train à grande vitesse*

De manière générale, les résultats que nous avons décrits jusqu'ici montrent que les (auto)routes et le réseau ferré, qui permettent de déplacer les hommes et les marchandises, ont eu au cours du XIX<sup>ème</sup> et du XX<sup>ème</sup> siècle des impacts relativement similaires, du moins en ce qui concerne les connexions interurbaines. Tout au plus certaines études montrent-elles en intra-urbain des effets parfois différents pour les infrastructures routières et ferrées dans certains contextes. En Chine par exemple, le réseau ferré affecte plutôt la localisation du secteur manufacturier, tandis que le réseau routier impacte la localisation des services ; ceci reflète, selon Baum-Snow et al. (2017a), l'importance historique du transport ferroviaire pour les biens manufacturiers en Chine.

En revanche, le train à grande vitesse, qui ne transporte que des personnes, semble avoir des effets plus spécifiques. Dans le cas de la Ruhr en Allemagne, la ligne à grande vitesse entre Cologne et Francfort a conduit à une augmentation de la production dans les petites villes localisées entre les deux grandes villes spécifiquement visées par l'infrastructure ; aucun effet significatif n'est en revanche détecté sur la population (Ahlfeldt et Feddersen, 2017). L'augmentation du PIB dans les villes intermédiaires connectées à la ligne a été de 8,5% sur six ans par rapport au contrefactuel utilisé par les auteurs pour leur évaluation. Le train à grande vitesse a donc eu dans ce cas un effet décentralisateur sur les emplois ; cela n'est pas complètement surprenant dans la mesure où la connexion entre Cologne et Francfort, dans le contexte métropolitain de la Ruhr, s'apparente en réalité plus à une connexion intra-urbaine qu'à une connexion interurbaine.

En ce qui concerne les effets du train à grande vitesse en contexte interurbain, plusieurs travaux mettent en revanche en lumière un impact sur la spécialisation fonctionnelle des territoires plutôt que sur le niveau d'activité en tant que tel (Blanquart et Koning, 2017). Charnoz et al. (2017) étudient l'effet des diverses extensions du TGV en France sur l'emploi au sein des groupes. La structure de leurs données leur permet de corriger des biais d'endogénéité potentiels dans la construction des lignes à grande vitesse grâce à des effets fixes contrôlant pour les chocs d'offre et de demande à un niveau très fin. Ils mettent ainsi en évidence des effets de réorganisation des groupes suite à la construction d'une LGV entre le siège social et les filiales de ces groupes : des emplois de production sont créés dans les filiales, tandis que des emplois d'encadrement sont rapatriés vers le siège social. Sous l'effet de la baisse des coûts de communication engendrée par la mise en place de la LGV, les filiales voient ainsi leur spécialisation dans les fonctions de production se renforcer, tandis que le siège social se spécialise dans les fonctions de management. Cet effet est particulièrement marqué dans le secteur des services. Cette spécialisation fonctionnelle des territoires renforcée par le train à grande vitesse avait déjà été pointée par Puga (2002). Des évaluations ont aussi été conduites pour la ligne à grande vitesse Paris-Lyon. Blanquart et Koning (2017) notent en particulier, dans leur revue de littérature, l'effet du TGV sur l'augmentation des déplacements domicile-travail, un nombre accru de personnes décidant de vivre en province et de travailler à Paris grâce au TGV, et sur la relocalisation de certaines entreprises de services aux entreprises en-dehors de Paris.

Bernard et al. (2016) s'intéressent de leur côté à l'effet du Shinkansen sur l'organisation des chaînes de valeur. Ils exploitent l'ouverture de la ligne sud du Shinkansen (Kyushu Shinkansen) comme une expérience naturelle. En effet, son tracé avait été décidé en 1973, mais sa construction a été considérablement retardée en raison de problèmes budgétaires et administratifs, ce qui a rendu l'anticipation de sa mise en service difficile. L'ouverture de la ligne s'est accompagnée d'une hausse de la productivité des entreprises situées à proximité des nouvelles stations de Shinkansen. L'effet est particulièrement marqué pour les entreprises qui achètent une part importante de leurs inputs auprès de fournisseurs extérieurs. Il s'explique, du moins en partie, par une reconfiguration du réseau de fournisseurs pour les entreprises bénéficiant de la nouvelle infrastructure ; ces dernières ont en effet vu le nombre de villes depuis lesquelles elles importent leurs inputs augmenter, de même que la part de leurs fournisseurs localisés près de nouvelles stations de Shinkansen. La baisse des coûts de communication semble ainsi permettre un meilleur appariement entre donneurs d'ordre et fournisseurs.

**Enseignement n°10 :** Le train à grande vitesse n'a pas nécessairement d'effet sur le niveau d'activité, mais il favorise la spécialisation fonctionnelle des territoires. Il renforce la spécialisation des grandes villes dans les fonctions d'encadrement, et celle des villes de taille plus modeste dans les fonctions de production.

### **3- Les effets des infrastructures de transport sur le niveau et la localisation des activités : les évaluations en équilibre général**

Les études en forme réduite que nous avons évoquées jusqu'ici mesurent les effets des infrastructures de transport en comparant des zones dites « traitées », qui bénéficient de l'infrastructure, à des zones « non traitées », qui n'en bénéficient pas. Toutefois, ainsi que nous l'avons déjà évoqué, il existe des interdépendances entre les zones connectées aux infrastructures et les zones qui ne le sont pas utilisées comme groupe de contrôle. C'est le cas par exemple lorsque l'infrastructure ne fait que déplacer des activités existantes ou qui se seraient créées sur d'autres territoires en l'absence du projet. Par ailleurs, du fait de l'architecture en réseau des infrastructures de transport, certaines villes ou régions qui ne sont pas directement sur le tracé de la nouvelle route ou de la nouvelle ligne de chemin de fer peuvent néanmoins voir leur connexion au reste du territoire évoluer du fait de cette nouvelle infrastructure. Ces études en forme réduite fournissent ainsi une mesure des gains relatifs mais pas des gains en niveau, et elles ne permettent pas de distinguer relocalisation et création nette d'activité. Il est donc difficile de conduire, sur la seule base de ces études, des analyses coûts-bénéfices (Donaldson et Hornbeck, 2016).

Afin de quantifier rigoureusement le niveau des gains associés à la baisse des coûts de transport, il est nécessaire de disposer d'un modèle dit d'« équilibre général », qui permette de modéliser les choix de localisations des entreprises et des travailleurs en fonction de ces coûts de transport, mais aussi d'identifier les canaux par lesquels les agents vont voir leurs gains et leurs coûts affectés par l'infrastructure. Plusieurs travaux récents vont dans cette direction (Redding et Sturm, 2008 ; Combes et Lafourcade, 2011 ; Donaldson, 2012 ; Duranton et Turner, 2012 ; Fajgelbaum et Redding, 2014 ; Allen et Arkolakis, 2014 et 2016 ; Donaldson et Hornbeck, 2016). Toutefois, la recherche est encore dans ce domaine relativement jeune, et les méthodes et les résultats dont nous disposons ne sont pas encore complètement stabilisés. S'il est pour le moment difficile d'utiliser de manière systématique ces modèles pour l'évaluation socio-économique des projets d'infrastructure de transport, les avancées qui ne manqueront pas de venir dans ce domaine méritent d'être scrutées.

#### *3-1- Méthodologie des analyses en équilibre général*

Nous ne ferons pas ici de présentation détaillée de toutes les études récentes utilisant cette approche en équilibre général. Nous souhaitons toutefois donner une idée de la méthodologie qui sous-tend ce type d'analyse (avec des variations évidemment), à travers la présentation de l'étude de Donaldson et Hornbeck (2016) sur la construction du chemin de fer aux Etats-Unis au XIX<sup>ème</sup> siècle. Cet article revisite les travaux de Fogel (1964), mais donne aux résultats de ce dernier plus de fondements théoriques, et plus de structure dans la conduite de l'exercice empirique.

Tout modèle de commerce inter-régional ou international doit spécifier les conditions de production (fonction de production) et de demande (fonction d'utilité), la structure de marché et les hypothèses quant à la mobilité des facteurs de production. Tous ces éléments vont en effet avoir un impact sur les forces d'agglomération et de dispersion à l'œuvre, sur la distribution des gains et des coûts liés à la concentration spatiale des activités et au commerce, et au final sur les choix de localisation des agents économiques.

Au cas présent, Donaldson et Hornbeck (2016) supposent que les comtés américains produisent un bien agricole dont il existe plusieurs variétés différenciées. La production de chaque variété se fait à rendements d'échelle constants avec du travail, du capital et de la terre, et suivant une productivité totale des facteurs spécifique à chaque comté. Les consommateurs ont un goût pour la diversité, et consomment chaque variété produite en quantité inversement proportionnelle à son prix. Les producteurs se font concurrence sur des marchés en concurrence pure et parfaite. Les travailleurs et le capital sont parfaitement mobiles entre les comtés. L'offre de capital est parfaitement élastique à l'échelle des Etats-Unis, et l'offre de terre est en revanche limitée par la taille du comté. Le commerce entre les comtés est coûteux, si bien que les régions enclavées paient un prix élevé pour leurs importations, et doivent inversement pour pouvoir exporter vendre leur production à un prix plus bas ou en plus faible quantité que les autres.

Dans un tel contexte, les comtés commercent entre eux d'autant plus que les coûts de transfert sont faibles, et ils se spécialisent dans les variétés qu'ils produisent relativement plus efficacement (suivant une logique ricardienne). Toutes choses égales par ailleurs, les comtés les mieux connectés au reste du territoire sont plus attractifs pour les entreprises comme pour les consommateurs : pour les entreprises car le marché auquel elles ont accès depuis ces comtés est plus gros, et pour les consommateurs car les variétés qu'ils peuvent s'y procurer sont moins chères. Dans ce modèle, la plus grande attractivité d'un comté n'engendre pas de hausse des salaires ou du rendement du capital, puisque les mécanismes d'offre et de demande et la libre mobilité de ces deux facteurs conduisent à une égalisation de leur prix entre les comtés. En revanche, l'offre de terre n'étant pas extensible à l'infini, une plus forte attractivité se traduira par une plus grande fraction du territoire utilisé pour l'agriculture, et par une augmentation du prix de la terre. Les gains de l'infrastructure de transport sont donc entièrement capitalisés dans le modèle de Donaldson et Horbeck (2012) dans le prix du facteur foncier. Ces derniers montrent par ailleurs que le prix du foncier dans un comté peut directement s'exprimer comme une fonction de l'accès aux marchés depuis ce comté.

Après la dérivation du modèle, l'évaluation des gains engendrés par l'infrastructure de transport se fait en trois étapes. Il convient tout d'abord d'estimer l'élasticité du prix du foncier à l'accès aux marchés, ainsi que les autres paramètres du modèle. Sur la base de ces paramètres estimés, on calcule grâce au modèle les valeurs d'accès aux marchés de

chaque comté avec et sans l'infrastructure de transport. Les effets de rétroaction de l'infrastructure entre les comtés sont ainsi pris en compte. Sur la base des résultats obtenus au cours de ces deux premières étapes, on calcule les valeurs foncières avec et sans l'infrastructure, et on en déduit les gains générés par l'infrastructure de transport.

Ces différentes étapes se heurtent évidemment à plusieurs problèmes techniques que nous ne détaillerons pas ici, mais qui invitent à tester la robustesse des résultats à différents exercices et hypothèses. Sur la base de leurs calculs, Donaldson et Hornbeck (2016) estiment que les gains imputables à l'extension du réseau ferré entre 1870 et 1890 sont de l'ordre de 3,2% du PNB, soit modérément plus élevés que les gains de 2,7% estimés par Fogel (1964).

**Enseignement n°11 :** Les modèles d'équilibre général, en prenant en compte les effets de rétroaction de l'infrastructure de transport entre les différents territoires, permettent une quantification des gains en niveau générés par l'infrastructure, et pas seulement des gains relatifs entre les territoires.

### 3-2- *Questions en suspens liées à cette approche en équilibre général*

Les articles évaluant les effets des infrastructures de transport grâce à ces modèles d'équilibre spatial se multiplient ; plusieurs questions sont toutefois encore débattues. La plupart sont liées à la sensibilité des résultats aux hypothèses retenues dans les modèles.

Tout d'abord, le rôle des hypothèses quant à la mobilité des facteurs de production doit encore être clarifié. En effet, compte tenu des mécanismes d'offre et de demande, il est clair que le facteur le moins mobile est celui qui capitalisera la part la plus importante des gains engendrés par la plus grande attractivité d'un territoire. Or, dans le travail de Donaldson et Hornbeck (2016), le capital et le travail étant supposés parfaitement mobiles, seuls les propriétaires terriens tirent un profit (en termes nominaux) de l'infrastructure ferroviaire. Toutefois, si les travailleurs américains du milieu du XIXème siècle n'étaient pas en réalité parfaitement mobiles, les salaires ont dû également capter une partie des gains générés par l'infrastructure (Head et Mayer, 2006 démontrent l'impact positif du potentiel marchand sur les salaires en Europe par exemple). Ignorer cet ajustement possible des salaires ne conduit-il pas à sous-estimer les gains générés par le chemin de fer ?

Se poser la question des marges d'ajustement aux différentiels d'attractivité entre les territoires induits par l'infrastructure de transport invite également à s'interroger sur les doubles comptes possibles. En effet, du point de vue de l'évaluation socio-économique des infrastructures de transport par le décideur public, il est indispensable de mesurer au mieux les gains associés à l'infrastructure, en évitant de compter deux fois certains gains générés par la nouvelle route ou la nouvelle ligne de chemin de fer. Supposons par exemple que nous sommes en mesure d'estimer l'élasticité des salaires et des prix

immobiliers à la présence d'une telle infrastructure. Une partie des salaires étant en fait utilisés pour payer les loyers ou les remboursements des prêts immobiliers, additionner les gains en termes de salaires et de prix fonciers conduirait à surestimer les gains réellement générés par l'infrastructure. Seuls les effets sur les prix de l'immobilier d'entreprise devraient en réalité être additionnés aux salaires dans ce cas.

Par ailleurs, l'interaction entre les hypothèses de mobilité et les hypothèses sur les technologies de production est également fondamentale. Redding (2016) montre en effet que lorsque le facteur travail est mobile, les phénomènes de réallocation des facteurs et de la production sont très différents selon que l'on suppose des rendements d'échelle constants ou croissants. Pour une même structure de coûts de transfert, ou encore pour une même infrastructure de transport, la distribution prédite des salaires, de la production et des flux de commerce sera ainsi très différente avec des rendements constants de ce qu'elle serait avec des rendements croissants. Ceci est dû aux effets cumulatifs entre production et demande qui agissent comme une force d'agglomération puissante dans les modèles à rendements croissants, comme le soulignent les modèles d'économie géographique (Krugman, 1991). Les gains imputables à l'infrastructure seront donc très différemment répartis dans les deux cas, ce qui est fondamental dès lors que l'on s'intéresse aux gagnants et aux perdants de l'infrastructure.

Concernant cette question de l'hétérogénéité des gains et des pertes, tant en termes de salaires que de localisation de la production, Baum-Snow et al. (2017b) montrent que tous les modèles n'ont pas la même capacité à reproduire les variations observées dans les données. En effet, l'impact hétérogène du réseau autoroutier sur la croissance des villes en fonction de leur positionnement dans la hiérarchie urbaine ne peut être généré dans les modèles ricardiens à la Eaton et Kortum (2002) qui sont souvent utilisés dans la littérature. Des rendements fortement croissants comme dans les modèles d'économie géographique, ou un rôle important des abondances factorielles, sont nécessaires pour engendrer de tels effets. Mais les modèles à rendements croissants et en concurrence imparfaite conduisent souvent à des équilibres multiples (Mercenier, 1995). Cette multiplicité des équilibres d'un point de vue théorique renvoie, d'un point de vue pratique, à la difficulté de prédire parfois la configuration spatiale que devrait engendrer une nouvelle infrastructure de transport. Pour les pouvoirs publics désireux d'évaluer *ex ante* les coûts et les bénéfices d'une nouvelle infrastructure, il peut alors s'avérer nécessaire d'envisager plusieurs scénarios.

Les contextes des pays et des époques étant variables, il n'y a pas de raison de penser qu'un modèle soit *a priori* meilleur qu'un autre. C'est donc le discernement de l'économiste et des praticiens qui doit permettre de choisir le meilleur modèle, c'est-à-dire celui dont les hypothèses sont les plus réalistes compte tenu du contexte étudié.

**Enseignement n°12 :** Le choix du modèle est important pour quantifier la distribution des gains en équilibre général, et il n'y a pas *a priori* de modèle meilleur qu'un autre ; il

convient donc de veiller à ce que les hypothèses du modèle envisagé soient adaptées au contexte étudié.

#### **4- Evaluation socioéconomique des infrastructures de transport et externalités d'agglomération**

Une littérature abondante en économie urbaine a désormais établi que les entreprises bénéficient d'externalités d'agglomération. Dans le sillage des travaux pionniers d'Alfred Marshall (1890), ces études démontrent que la productivité des entreprises s'accroît avec la densité d'activités sur le territoire où elles sont localisées, en raison de multiples effets induits par la simple présence de ces entreprises dans un même lieu.

Ainsi, d'un côté, les infrastructures de transport modifient la localisation des entreprises et des emplois, et donc la densité des activités sur les territoires. De l'autre, la densité des activités affecte la productivité des entreprises. Les infrastructures de transport pourraient donc indirectement générer des gains et/ou des pertes en termes de productivité du fait de leur impact sur la géographie des activités. Alors que pendant longtemps, l'évaluation *ex ante* des investissements en transport s'est concentrée sur les gains en temps et en confort pour les passagers, ce n'est que récemment que ces effets sur la productivité, parfois qualifiés de gains « non conventionnels » par les évaluateurs, ont commencé à être pris en compte. Les pouvoirs publics britanniques ont été parmi les premiers à s'emparer du sujet dans le milieu des années 2000, à partir de travaux commandités notamment à Dan Graham (Graham, 2005). La prise en compte de ces « wider economic benefits » fait désormais partie intégrante des évaluations *ex ante* réalisées pour les nouveaux projets en transport au Royaume-Uni. Plus récemment en France, les évaluations des différents tronçons du Grand Paris Express ont également pris en compte les gains productifs potentiellement générés par les nouvelles lignes du fait de leur impact sur la localisation des entreprises et des emplois.

Si l'existence d'économies d'échelle externes aux entreprises ne fait plus de doute, leur prise en compte dans l'évaluation des projets d'investissement en transport doit cependant encore répondre à quelques défis.

##### *4-1- Fondements microéconomiques des économies d'échelle externes*

Les travaux théoriques et empiriques sur les externalités d'agglomération sont nombreux et ont déjà fait l'objet de plusieurs revues de littérature. Le but ici n'est donc pas de proposer une nouvelle revue détaillée mais de rappeler les principaux points de consensus.

D'un point de vue théorique, plusieurs nomenclatures ont été proposées pour décrire les externalités potentiellement à l'œuvre entre les entreprises présentes sur un même territoire. Duranton et Puga (2004) utilisent une classification décrivant les mécanismes



sous-jacents aux externalités : appariement, partage et apprentissage. Plus couramment, beaucoup d'auteurs distinguent les externalités suivant le marché sur lequel elles interviennent : externalités sur le marché du travail, externalités sur le marché des inputs et externalités de connaissance. Quelle que soit la nomenclature utilisée, les idées restent les mêmes. Formation d'un bassin de main-d'œuvre spécialisée, plus grande fluidité sur le marché du travail, proximité physique avec les fournisseurs permettant d'économiser des coûts de transport ou de bénéficier d'une adaptation et d'une personnalisation des inputs et des services fournis, échanges d'idées favorables à l'innovation : les sources des externalités d'agglomération pour les entreprises sont multiples. Certains (Glaeser et al., 1992 ; Henderson et al., 1995) distinguent également les externalités à l'œuvre entre les entreprises d'un même secteur (externalités intra-industrielles, ou économies de localisation) et les externalités s'exerçant entre les entreprises de secteurs différents (externalités inter-industrielles, ou économies d'urbanisation).

L'estimation empirique des effets de densité se heurte à des biais d'endogénéité importants que l'on peut classer en deux grandes catégories. Tout d'abord, les territoires les plus denses sont peut-être ceux qui jouissent des meilleures aménités productives ; ils attirent de ce fait un grand nombre d'entreprises, si bien qu'une corrélation positive entre productivité et densité ne serait pas nécessairement imputable à une relation causale entre les deux, mais à ces aménités productives que l'on ne mesure pas (ou mal). Par ailleurs, les zones les plus denses sont sans doute des territoires où la concurrence est plus grande, tant sur le marché des biens finaux que sur le marché des inputs. Seules les entreprises les plus productives et les plus profitables seraient donc en mesure de survivre dans ces territoires, ce qui peut entraîner des effets de sélection et de tri spatial des entreprises ; là encore, on observerait une corrélation positive entre productivité et densité sans que celle-ci ne reflète une véritable relation de causalité. L'approche moderne pour estimer ces effets d'agglomération a commencé avec Ciccone et Hall (1996), qui mesurent le lien entre valeur ajoutée par travailleur et densité d'activité au niveau des Etats américains. Plusieurs stratégies économétriques ont été proposées pour corriger les estimations de ces biais d'endogénéité. Elles sont basées sur des méthodes à effets fixes et à variables instrumentales. Les valeurs historiques de la densité d'activité au niveau local (avec un décalage temporel important remontant généralement à un siècle ou plus) ou des variables géologiques ont notamment été proposées comme instruments, c'est-à-dire comme variables expliquant les valeurs actuelles de la densité d'activité sans être directement corrélées à la productivité contemporaine des territoires. En ce qui concerne les valeurs passées de la densité, l'hypothèse sous-jacente est que les aménités productives des territoires ne sont pas identiques aujourd'hui à ce qu'elles étaient hier et avant-hier.

Rosenthal et Strange (2004) et Combes et Gobillon (2015) fournissent des revues détaillées de la littérature empirique sur le sujet. Nous disposons aujourd'hui de travaux employant des méthodes, des variables et des échantillons différents. Concernant le lien

entre densité d'activité et productivité des entreprises, Henderson (2003) utilise des données américaines, Cingano et Schivardi (2004) des données italiennes, López et Südekum (2009) des données chiliennes et Martin et al. (2011) des données françaises, pour ne citer qu'eux. D'autres travaux se sont focalisées sur les salaires (cf Glaeser et Maré, 2001 pour les Etats-Unis, Combes et al., 2008 pour la France, Di Addario et Patacchini, 2008 pour l'Italie, ou encore D'Costa et Overman, 2014 pour le Royaume-Uni).

Les résultats de ces études sont concordants sur plusieurs points. La densité d'activité a un impact positif sur la productivité des entreprises et des travailleurs. Cet effet est surestimé si les biais d'endogénéité liés aux aménités productives inobservées des territoires et aux effets de sélection et de tri spatial des entreprises et des travailleurs ne sont pas pris en compte. Les données individuelles (données d'entreprises ou données de travailleurs) sont celles qui permettent de contrôler au mieux de ces biais, et les résultats obtenus avec ces données mettent en lumière des élasticités de la productivité à la densité plus faibles que les études sur données agrégées ou semi-agrégées. L'ordre de grandeur de l'élasticité moyenne des salaires et de la PTF (productivité totale des facteurs) des entreprises à la densité d'activité serait de l'ordre de 2 à 4%. Combes et al. (2016) montrent dans le cas de la France que cette élasticité des salaires à la densité est positive et significative pour la plupart des secteurs, mais très hétérogène d'un secteur et d'un individu à l'autre. Du point de vue sectoriel, on trouve des secteurs fortement sensibles aux effets de densité tant dans l'industrie que dans les services. Du point de vue de l'hétérogénéité entre les individus, les cadres et les professions intellectuelles supérieures sont ceux dont le salaire augmente le plus avec la densité d'activité au niveau local. Dans le même ordre d'idée, mais sur données plus agrégées, Abel et al. (2012) montrent que les externalités d'agglomération sont plus fortes dans les villes américaines dont la main-d'œuvre dispose d'un capital humain plus important.

**Enseignement n°13 :** La densité d'activité économique accroît la productivité des entreprises et des travailleurs. La mesure de l'élasticité des salaires et de la productivité totale des facteurs des entreprises à la densité est toutefois sujette à de nombreux biais. La prise en compte de ces biais grâce aux données individuelles permet de conclure à une élasticité moyenne comprise entre 2 et 4%. Cette élasticité est toutefois hétérogène entre les secteurs. Elle l'est aussi entre les individus, les cadres et les professions intellectuelles supérieures étant ceux dont les salaires augmentent le plus avec la densité.

Notons qu'en plus des économies d'agglomération statiques, la littérature récente s'intéresse également aux externalités dynamiques, c'est-à-dire au premium de salaire imputable à l'expérience des travailleurs dans les zones denses. Cette dernière est mesurée par le nombre d'années passées à travailler dans une zone de densité donnée. De la Roca et Puga (2017) mettent en évidence de tels effets pour l'Espagne, et Combes et al. (2015) pour la France. Par ailleurs, Combes et al. (2016) montrent que ces

externalités dynamiques bénéficient surtout, une fois encore, aux cadres et professions intellectuelles supérieures, et De la Roca et Puga (2017), de manière plus générale, aux travailleurs les plus productifs. Ces externalités dynamiques semblent par ailleurs plus fortes dans les secteurs des services.

#### *4-2- De la densité à l'accessibilité*

De nombreuses études prennent en compte la densité d'activité dans des entités administratives données (aire métropolitaine ou comtés aux Etats-Unis, zones d'emploi en France, marchés locaux du travail en Italie etc.). Toutefois, l'environnement économique d'une entreprise ou d'un travailleur ne s'arrête pas nécessairement aux frontières de la zone administrative dans laquelle il se trouve.

C'est pourquoi plusieurs travaux considèrent la notion de densité effective plutôt que celle de densité. La densité effective est une mesure de densité économique qui tient non seulement compte du territoire dans lequel l'entreprise se trouve, mais également de l'activité dans les territoires environnants. Les interactions étant toutefois rendues plus difficiles par la distance, l'activité économique dans les territoires environnants est pondérée par une mesure de coûts de transport avec la zone où se trouve l'entreprise ou le travailleur considéré. La densité économique d'une zone  $i$  est ainsi au final une mesure d'accessibilité, puisqu'elle est égale à la somme des activités économiques dans toutes les zones  $j$  environnantes, pondérées par une mesure d'atténuation spatiale qui croît avec les coûts de transport entre  $i$  et  $j$ .

Les mesures d'activité économique peuvent varier d'une étude à l'autre : emploi, population, nombre d'entreprises ou encore PIB sont régulièrement utilisés. Dans le cas où le PIB est utilisé, l'accessibilité est en réalité une mesure de potentiel marchand. Les mesures de coûts de transport sont également différentes d'une étude à l'autre, allant de la distance à vol d'oiseau au coût de transport monétaire entre deux zones, en passant par la distance par la route ou la distance en temps. Enfin, la fonction d'atténuation spatiale peut prendre la forme d'une fonction exponentielle, logistique ou inverse. Les études qui ne considèrent que la densité d'activités dans la zone administrative où se trouve l'entreprise ou le travailleur sont des mesures d'accessibilité particulières, où l'atténuation spatiale est totale au-delà des frontières administratives des zones considérées. Si la forme fonctionnelle de la mesure d'accessibilité peut affecter quantitativement les élasticités estimées, elle n'affecte généralement pas les résultats d'un point de vue qualitatif.

#### *4-3- Accès aux emplois et aux marchés et productivité*

La densité effective captant à la fois l'accès aux marchés d'une zone et le potentiel d'externalités entre agents économiques, elle peut être associée à une plus grande productivité des entreprises et des travailleurs en raison d'économies d'échelle internes et externes. Nous disposons aujourd'hui de plusieurs études tentant d'estimer

l'élasticité de la PTF et des salaires à la densité effective dans des contextes aussi divers que le Royaume-Uni (Graham et al., 2010 ; Sanchis-Guarner, 2014), la France (Combes et al., 2008 ; Combes et al., 2010 ; Combes et al. , 2015) ou les Etats-Unis (Melo et al., 2017).

Ces études sont toutefois assez hétérogènes. Alors que certaines utilisent des données semi-agrégées (au niveau des aires métropolitaines par exemple, comme Melo et al., 2017), les autres utilisent des données individuelles. Les mesures d'accessibilité peuvent aussi varier (basées sur les temps de transport ou la distance par exemple), de même que la vitesse d'atténuation spatiale considérée. Enfin, les méthodes d'estimation sont hétérogènes (moindres carrés ordinaires, effets fixes, variables instrumentales). Comme pour les études sur le lien entre densité d'activité et performance productive, il est clair que les données individuelles d'entreprises et de travailleurs permettent de mieux contrôler des biais d'endogénéité, et concluent systématiquement à des élasticités plus faibles que les études sur données plus agrégées.

Les résultats dont nous disposons à ce jour sont très convergents. Les salaires sont positivement affectés par la densité effective, et ce même si l'on contrôle de la densité dans la zone administrative dans laquelle réside le travailleur. Les études corrigeant au mieux des biais d'endogénéité concluent à une élasticité comprise entre 2,5 et 4% suivant les pays et les estimations (Combes et al., 2008 et 2010 estiment une élasticité de 2,5% pour la France, et Sanchis-Guarner, 2014 une élasticité de 4% environ pour le Royaume-Uni). Sanchis-Guarner (2014) distingue de plus emplois accessibles depuis le domicile et depuis le lieu de travail, et elle montre que lorsque les biais sont corrigés, seuls les emplois accessibles depuis le lieu de travail importent. En ce qui concerne l'élasticité de la PTF des entreprises à la densité effective, elle serait comprise entre 2 et 2,5%, avec des estimations remarquablement similaires en ce qui concerne le secteur manufacturier en France (Combes et al., 2010) et au Royaume-Uni (Graham et al., 2010). Ces résultats suggèrent ainsi que l'élasticité des salaires à la densité effective est plus grande que l'élasticité de la PTF des entreprises. Les gains de productivité liés à la densité effective reviendraient donc de manière plus que proportionnelle aux travailleurs.

Notons toutefois que l'élasticité de la productivité à la densité effective est très hétérogène suivant les secteurs. Graham et al. (2010) montrent en particulier qu'elle est très supérieure dans les services aux entreprises (8,3%) à ce qu'elle est dans le secteur manufacturier (2,4%). La proximité géographique serait également beaucoup plus importante pour les services (l'atténuation spatiale est plus forte pour ces derniers). Ce résultat est cohérent avec ceux obtenus par Le Néchet et al. (2012) pour le Bassin Parisien, bien que le fait qu'ils ne disposent pas de données de panel rende leurs résultats plus sujets à endogénéité.

**Enseignement n°14 :** La densité effective, ou encore l'accessibilité, accroît la productivité des entreprises et des travailleurs au-delà de l'effet de la seule densité. Les

estimations de l'élasticité à la densité effective corrigeant au mieux des biais d'endogénéité se situent entre 2,5 et 4% pour les salaires individuels, et entre 2 et 2,5% pour la PTF des entreprises.

**Enseignement n°15 :** Les services semblent particulièrement sensibles aux externalités liées à la densité effective.

#### *4-4- Infrastructures de transport et densité effective*

La construction de nouvelles infrastructures de transport ou l'amélioration des infrastructures existantes, en connectant les territoires, rapproche les agents économiques les uns des autres. La densité effective des différents territoires se voit ainsi modifiée de trois manières différentes.

Tout d'abord, à localisation des activités et à trajets donnés, les investissements en transport réduisent les coûts de transport et augmentent l'accès aux emplois et aux marchés des différents territoires. Ceux qui sont directement connectés à l'infrastructure sont évidemment touchés au premier chef, mais compte tenu de la structure en réseau des infrastructures de transport, les autres territoires sont également affectés. A localisation des activités donnée, les trajets peuvent par ailleurs être ré-optimisés et raccourcis, modifiant là encore la densité effective des territoires. Enfin, ainsi que nous l'avons vu, les infrastructures de transport peuvent également affecter la localisation des activités, et donc modifier la masse des emplois et des marchés accessibles depuis les différents territoires. Certains territoires vont voir leur accès aux emplois et aux marchés augmenter ; d'autres pourraient au contraire subir une diminution de leur densité effective compte tenu de la relocalisation de certaines des entreprises qu'ils accueillait jusqu'ici.

La quantification des gains non conventionnels dans l'évaluation socio-économique des infrastructures de transport devrait donc prendre en compte ces différentes dimensions. Pour la prise en compte de la ré-optimisation de leur localisation par les entreprises, un modèle d'équilibre général est nécessaire. Actuellement, c'est le rôle imparti aux modèles LUTI utilisés dans ces évaluations (le modèle Urbansim par exemple est appliqué par De Palma et al., 2015 aux transports en région parisienne). Les modèles LUTI prennent généralement en compte des effets plus riches que les modèles d'équilibre général évoqués dans la partie 3, au prix parfois d'une moindre lisibilité des mécanismes sous-tendant les résultats des simulations que l'on obtient lorsqu'on les utilise. Dans tous les cas, comme nous l'avons évoqué pour les modèles d'équilibre général récemment développés, les hypothèses sous-jacentes sont souvent déterminantes et peuvent conduire, pour une même politique de transport, à des résultats simulés assez différents en termes de niveau et de distribution spatiale des activités. Il est donc crucial de confronter, dès que cela est possible, les prédictions de

ces modèles aux tendances observées dans les données, en faisant des simulations rétrospectives par exemple.

A défaut de disposer de simulations fiables des nouvelles localisations des entreprises et des emplois, une première quantification des gains productifs liés aux changements de densité effective peut se faire à localisation des activités constante. Il convient toutefois d'avoir en tête que cet exercice ne permettra pas d'identifier correctement les éventuels perdants de l'infrastructure que l'on souhaite évaluer. Par ailleurs, concernant les gains agrégés, ignorer les effets de relocalisation peut engendrer un biais dont le sens et la magnitude dépend de deux paramètres principaux. Le premier a trait au niveau des densités effectives. Si l'infrastructure relocalise les emplois vers les zones les plus centrales, les territoires qui voient leur densité effective augmenter du fait de ces relocalisations sont sans doute plus nombreux que ceux qui y perdent ; les gains agrégés initialement estimés pourraient alors être sous-estimés. L'inverse serait vrai en cas de dispersion des activités vers les zones les moins centrales. Deuxièmement, la non-linéarité éventuelle des effets d'agglomération peut aussi engendrer un biais. Si l'élasticité de la productivité à la densité (effective) décroît avec le niveau de cette dernière, des relocalisations vers les zones les plus denses viendraient réduire les gains agrégés estimés en ignorant ces relocalisations, et inversement en cas de relocalisations vers les zones les moins denses. Les travaux récents de Kline et Moretti (2016) suggèrent toutefois que ces effets sont négligeables, mais ce résultat mériterait d'être corroboré par d'autres études.

Enfin, les gains engendrés par les infrastructures de transport ne se limitent sans doute pas aux seules variations de salaires. Plusieurs travaux montrent notamment qu'une partie au moins des effets induits par les infrastructures de transport sont capitalisés dans le foncier, l'effet net mesuré étant une combinaison des effets négatifs liés aux nuisances potentiellement associées à l'infrastructure de transport et des effets positifs dus à une meilleure accessibilité (Bowes et Ihlanfeldt, 2001 ; Gibbons et Machin, 2005 ; Ahlfeldt et Wendland, 2011 ; Ahlfeldt et al., 2016). Les réponses en termes de salaires, de profitabilité et de prix du foncier seront toujours fonction des élasticités prix de l'offre et de la demande sur les différents marchés, ainsi que nous l'avons déjà souligné dans la section 3 (Kilani, 2017 fournit par exemple une revue de la littérature en ce qui concerne les interactions entre infrastructure de transport et le marché immobilier). Notons par ailleurs à nouveau que leurs effets ne sont pas nécessairement additifs ; ils se recouvrent partiellement.

Au final, les infrastructures de transport affectent simultanément le marché des biens, le marché du travail et le marché immobilier. Les interactions entre les trois marchés rendent l'évaluation des effets des infrastructures de transport difficile. Leur prise en compte nécessite que nous progressions encore avec les modèles d'équilibre général et les modèles LUTI, afin de mettre au point des cadres d'analyse aussi complets que possibles, tout en restant clairs et transparents sur les mécanismes à l'œuvre. Chappelle et Wasmer (2017), avec leur analyse des effets des infrastructures de transport intra-

urbaines sur le marché du travail en fonction la nature des marchés fonciers (régulés ou non régulés) est un exemple de mouvement dans cette direction.

## **Conclusion**

Si l'évaluation socio-économique des infrastructures de transport n'est pas un exercice nouveau, la prise en compte des effets dits « non conventionnels » liés à la distribution spatiale des activités est en revanche relativement récente. Ainsi que nous l'avons noté tout au long de cette revue de littérature, plusieurs points concernant ces effets restent mal connus. Nous proposons en guise de conclusion quelques pistes pour aller plus loin, à court et plus long terme.

### *Création nette d'activités et effets de déplacements*

Un des objectifs affichés de nombreuses infrastructures de transport, en inter- comme en intra-urbain, est le renforcement de l'attractivité des territoires et la création nette d'activités économiques. Toutefois, ainsi que nous l'avons évoqué dans la partie 2-4, lorsque les infrastructures en question atteignent cet objectif, cela se fait parfois au détriment des territoires environnants.

Selon l'entité qui finance le projet et l'échelle à laquelle ces effets de déplacements opèrent, la prise en compte de ces derniers peut être plus ou moins importante. En effet, si les territoires qui perdent des activités suite à la construction de l'infrastructure se situent en-dehors du périmètre de l'entité finançant le projet, chiffrer les pertes potentielles d'activité ne présente pas réellement d'intérêt du point de vue de cette dernière. Notons que les pertes d'activités peuvent s'entendre ici de deux manières différentes: le déplacement dans la région bénéficiant de l'infrastructure d'entreprises déjà existantes, ou la création dans cette région d'entreprises qui se seraient également créées en l'absence d'infrastructure mais dans une autre région.

Il est évidemment difficile de quantifier avec certitude le nombre d'entreprises ou d'emplois qu'une infrastructure de transport est susceptible d'induire sur un territoire. Toutefois, sur la base des élasticités estimées à ce jour dans la littérature, une fourchette pourrait être calculée, et plusieurs scénarios envisagés quant à la provenance de ces emplois, afin d'adapter en conséquence la quantification des gains, tant en termes de valorisation des emplois supplémentaires que d'effets d'agglomération (certaines zones pouvant voir leur densité diminuer en cas de relocalisations des entreprises déjà en place).

### *Gains de temps, effets de densité et doubles comptes*

La valorisation des gains de temps et de confort fait depuis longtemps partie de l'évaluation socio-économique des infrastructures de transport. Elle repose sur

l'estimation de modèles de trafic à l'aide desquels l'évolution de la demande de transport peut être anticipée, et sur des valeurs conventionnelles attribuées au temps et au confort. La manière dont les effets non conventionnels doivent être pris en compte fait en revanche encore débat. Il y a en particulier deux manières d'envisager la question de l'accessibilité des territoires. S'il s'agit de l'accès aux différentes destinations depuis une origine donnée, il existe une longue littérature montrant que sous un certain nombre d'hypothèses, le logsum des opportunités de déplacements, c'est-à-dire la somme des utilités espérées liées aux déplacements sur l'ensemble des destinations et des modes de transport à la disposition des usagers, peut fournir une bonne mesure du surplus du consommateur. Dans ce cas, l'approche par le logsum/l'accessibilité représente une alternative à la quantification du surplus par la demande de transport et les gains de temps et de confort (De Jong et al., 2005 ; Kohli et Daly, 2006). Sommer directement les deux types de gains n'aurait alors pas beaucoup de sens.

Il n'en va pas de même pour la quantification des gains de productivité engendrés par les changements de densité effective, ou encore d'accès aux marchés et aux emplois. Les mécanismes théoriques permettant de rationaliser ces gains ne sont pas liés à l'utilité des résidents, mais bien à la rentabilité des entreprises, et aux externalités d'agglomération qui rendent ces dernières et leurs travailleurs plus productifs. Il s'agit donc bien ici de gains différents des gains de temps des usagers.

Toutefois, une partie de ces gains pourraient déjà être quantifiés dans les gains de temps. En effet, une partie des gains de temps pris en compte par l'évaluation socio-économique « classique » sont les gains pour « motifs professionnels » ; ces derniers correspondent à la production supplémentaire imputable aux travailleurs dont le temps de travail effectif augmente à mesure que le temps de transport diminue. L'étendue des doubles comptes dépend toutefois de deux paramètres. Elle sera d'autant plus importante que le temps économisé en transport est bien transformé en temps de travail supplémentaire, et non en loisir. Les doubles comptes seront par ailleurs d'autant plus conséquents que cet accroissement du temps de travail effectif explique une grande partie des économies d'agglomération mesurées dans la littérature. Pour le moment, nous manquons d'études pour pouvoir donner un ordre de grandeur de ces doubles comptes.

De plus, la temporalité de ces effets pourrait être systématiquement discutée. En effet, pendant combien de temps les gains de temps doivent-ils être pris en compte, dans la mesure où dans le long/très long terme, la définition du scénario contrefactuel s'avère peut-être plus hasardeuse? De même, combien de temps les externalités d'agglomération mettent-elles à se matérialiser suite à un changement de densité effective pour les entreprises déjà en place? Nous disposons de peu d'éléments sur cette question, mais les résultats de Moretti et Hornbeck (2010), dans un contexte différent de celui de ce rapport toutefois, et d'Ahlfeldt et Feddersen (2017), dans le cas du train à grande vitesse entre Cologne et Frankfurt, suggèrent que ces effets peuvent



monter en puissance au cours du temps. Là encore, compte tenu de l'état des connaissances, une règle précise sur la temporalité de ces effets ne devrait sans doute pas être imposée, mais différents scénarios pourraient être testés.

#### *Distribution des gains entre acteurs et doubles comptes*

Un impact positif de la densité effective et des infrastructures de transport a été détecté dans la littérature sur différentes variables : salaires, productivité des entreprises, prix du foncier, temps de transport etc. Ces gains n'ont toutefois pas pour vocation d'être tous additionnés. En effet, certains peuvent être vus comme des effets induits par la plus grande attractivité du territoire, déjà quantifiée par ailleurs, et non comme des effets directs. Ceci est vrai tant du point de vue résidentiel que productif. Du point de vue résidentiel, la baisse des temps de transport domicile-travail affecte par exemple l'attractivité de certaines communes ou quartiers, et donc le prix du foncier dans ces zones. Une partie des gains de temps seront ainsi capitalisés dans les prix fonciers. Le même raisonnement pourrait s'appliquer aux gains de productivité des entreprises engendrés par les externalités d'agglomération, qui seront redistribués aux travailleurs, aux propriétaires fonciers et aux détenteurs du capital *via* les salaires, les prix de l'immobilier d'entreprise et les profits. Là encore, la littérature académique est pour le moment très pauvre sur la part des gains imputables aux infrastructures de transport revenant à chaque type d'acteurs. Afin d'éviter au maximum les doubles comptes, il conviendrait dans le doute de se limiter aux effets mesurés à la « source » : gains de temps d'un côté, et gains de productivité des entreprises de l'autre (éventuellement corrigés des effets liés à l'augmentation de l'offre de travail effective). A défaut, la prise en compte des gains salariaux fournit une borne inférieure. Dans tous les cas, prendre en compte de manière brute les effets sur le foncier ne semble pas souhaitable, le risque de doubles comptes étant dans ce cas très élevé.

#### *Prise en compte des gains de densité et de densité effective*

Les études qui prennent en compte la densité et la densité effective trouvent généralement un effet positif de ces deux variables sur les salaires et la productivité des entreprises, avec toutefois des élasticités différentes pour les deux types de densité. Or, les évaluations socio-économiques des infrastructures de transport ne tiennent souvent compte que de l'une des deux variables. Il conviendrait ainsi de prendre en compte les deux variables dans la quantification des gains d'agglomération induits par les infrastructures de transport. A localisation des activités donnée, seule la densité effective variera et sera ainsi génératrice de gains. La prise en compte de la relocalisation des entreprises et des emplois rendra au contraire possibles des effets liés aux deux variables de densité. Il est toutefois difficile de dire *a priori* laquelle des deux variables générera le plus de gains, tant la relocalisation des emplois peut générer des effets complexes et hétérogènes entre les zones en fonction des dynamiques à l'œuvre. De même, l'ampleur des gains à attendre de la prise en compte des deux types de densité n'est pas évidente. Elle dépend de la nature des recompositions spatiales à

l'œuvre et de la vitesse à laquelle les externalités décroissent avec la distance (certaines études, comme Melo et al., 2017, suggérant que l'essentiel des gains d'agglomération sont liés aux emplois situés dans un rayon de 20 minutes autour d'une zone par exemple). Notons que pour prendre correctement en compte ces deux dimensions des gains d'agglomération induits par les infrastructures de transport, une mesure de la densité effective prenant en compte la distance en temps, plutôt qu'en kilomètres, est préférable.

Enfin, plusieurs études documentent l'hétérogénéité sectorielle des effets d'agglomération, tant en termes d'intensité que de vitesse à laquelle ils décroissent avec la distance. Ainsi que nous l'avons déjà évoqué, les services seraient en particulier plus sensibles à la densité effective, et la proximité serait pour ces derniers plus importante. Compte tenu des résultats à notre disposition, tenir compte de cette hétérogénéité dans les évaluations socio-économiques serait un progrès réalisable à court terme.

## Bibliographie

Abel J. R., I. Dey et T. M. Gabe, 2012, "Productivity And The Density Of Human Capital," *Journal of Regional Science*, 52(4), pp. 562-586.

Ahlfeldt, G. et A. Feddersen, 2017, "From Periphery to Core : Measuring Agglomeration Effects using High-Speed Rail," à paraître dans *Journal of Economic Geography*.

Ahlfeldt, G., V. Nitsch et N. Wendland, 2016, "Ease vs. Noise: On the Conflicting Effects of Transportation Infrastructure," *CESifo Working Paper Series 6058*.

Ahlfeldt, G. et N. Wendland, 2011, "Fifty years of urban accessibility: The impact of the urban railway network on the land gradient in Berlin 1890-1936," *Regional Science and Urban Economics*, 41(2), pp. 77-88.

Allen, T. et C. Arkolakis, 2014, "Trade and the Topography of the Spatial Economy," *Quarterly Journal of Economics*, 129(3), 1085-1139.

Allen, T. et C. Arkolakis, 2016, "The Welfare Effects of Transportation Infrastructure Improvements," mimeo.

Andini, M., G. de Blasio, G. Duranton et W. Strange, 2013, "Marshallian labour market pooling: Evidence from Italy," *Regional Science and Urban Economics*, 43(6), pp. 1008-1022.

Aschauer D. A., 1989, "Is public infrastructure productive, " *Journal of Monetary Economics*, 23(2), pp.177-200.

Atack, J., F. Bateman, M. Haines et R. Margo, 2010, "Did Railroads Induce or Follow Economic Growth ? Urbanization and Population Growth in the American Midwest, 1850-1860," *Social Science History*, 34(2), 171-197.

Banerjee, A., E. Duflo et N. Qian, 2012, "On the Road : Transportation Infrastructure and Economic Development, " *NBER Working Paper 17897*.

Baum-Snow, N., 2007, "Did Highways Cause Suburbanization?, " *Quarterly Journal of Economics*, 2007, 122(2): 775-805.

Baum-Snow, N., 2010, "Changes in Transportation Infrastructure and Commuting Patterns in U.S. Metropolitan Areas, 1960-2000, " *American Economic Review Papers & Proceedings*, 100(2), 378-382.

Baum-Snow, N., 2017, "Urban Transport Expansions, Employment Decentralization, and the Spatial Scope of Agglomeration Economies," mimeo.

Baum-Snow, N., L. Brandt, V. Henderson, M. Turner et Q. Zhang, 2017a, "Roads, Railroads and Decentralization of Chinese Cities," *The Review of Economics and Statistics*, 99(3): 435-448.

Baum-Snow, N., V. Henderson, M. Turner, Q. Zhang et L. Brandt, 2017b, "Highways, Market Access, and Urban Growth in China," mimeo.

Berger, T. et K. Enflo, 2017, "Locomotives of local growth: The short- and long-term impact of railroads in Sweden," *Journal of Urban Economics*, 98, 124-138.

Bernard, A., A. Moxnes et Y. Saito, 2017, "Production Networks, Geography and Firm Performance," à paraître *Journal of Political Economy*.

Blanquart, C. et M. Koning, 2017, "The Local Economic Impacts of High-Speed railways: Theorie and Facts," *European Transport Research Review*, 9(12).

Blonigen, B. et A. Cristea, 2015, "Air service and urban growth: Evidence from a quasi-natural policy experiment," *Journal of Urban Economics*, 86(C), pages 128-146.

Bono, P.H., Q. David, R. Desbordes et L. Py, 2017, "Impact du Grand Paris Express sur la localisation des investissements directs étrangers," rapport pour la Société du Grand Paris.

Bowes, D. et K. Ihlanfeldt, 2001, "Identifying the Impacts of Rail Transit Stations on Residential Property Values," *Journal of Urban Economics*, 50(1), pp. 1-25.

Briant, A., B. Schmutz et M. Lafourcade, 2015, "Can Tax Breaks Beat Geography? Lessons from the French Enterprise Zone Experience," *American Economic Journal: Economic Policy*, 7(2), 88-124

CCI Pau-Béarn, Setec international, 2013, "Evaluation du développement urbain des territoires d'Aquitaine et de Midi-Pyrénées et, de façon plus approfondie, des agglomérations paloise et tarbaise au cours des 20 prochaines années, en interaction avec les infrastructures de transport," Rapport d'études, 86p.

CCI Pau-Béarn, Setec international, 2014, "Evaluation du développement urbain des territoires d'Aquitaine et de Midi-Pyrénées et, de façon plus approfondie, des agglomérations paloise et tarbaise au cours des 20 prochaines années, en interaction avec les infrastructures de transport – Application du modèle," Rapport d'études, 63p.

Chandra, A. et E. Thomson, 2000, "Does Public Infrastructure Affect Economic Activity? Evidence from the Rural Interstate Highway System," *Regional Science and Economics*, 30, 457-490.

Charnoz, P., C. Lelarge et C. Trevien, 2017, "Communication Costs and the Internal Organization of Multi-Plant Businesses: Evidence from the Impact of the French High-Speed Rail," Insee WP-G2016/02.

Cingano, F. et F. Schivardi, 2004, "Identifying the Sources of Local Productivity Growth," *Journal of the European Economic Association*, 2(4), pages 720-742.

Combes, P.P., G. Duranton et L. Gobillon, 2008, "Spatial wage disparities: Sorting matters!," *Journal of Urban Economics*, 63(2):723-742.

Combes, P.P., G. Duranton, L. Gobillon et S. Roux, 2008, "Estimating Agglomeration Effects with History, Geology, and Worker Fixed-Effects," In Glaeser, E. L., editor, *Agglomeration Economics*, 15-65. Chicago University Press, Chicago

Combes, P.P., et L. Gobillon, 2015, "The Empirics of Agglomeration Economies," *Handbook of Regional and Urban Economics*, volume 5A, Gilles Duranton, Vernon Henderson and Will Strange (eds.), Elsevier, Amsterdam, 247-348

Combes P.-P., L. Gobillon et M. Lafourcade (2015), "Gains de productivité statiques et d'apprentissage induits par les phénomènes d'agglomération au sein du Grand Paris – Phase 1," Rapport commandité et financé par la Société du Grand Paris, Docweb n°1504 du CEPREMAP

Combes P.-P., L. Gobillon et M. Lafourcade (2016), "Gains de productivité statiques et d'apprentissage induits par les phénomènes d'agglomération au sein du Grand Paris – Phase 2," Rapport commandité et financé par la Société du Grand Paris, Docweb n°1602 du CEPREMAP

Combes, P.P. et M. Lafourcade, 2011, "Competition, market access and economic geography: Structural estimation and predictions for France," *Regional Science and Urban Economics*, 41(6), pp. 508-524.

Coulaud, N., S. Drieux et F. Lebeau, 2017, "Après 30 ans de desserrement, depuis 1999 l'emploi se densifie à nouveau en petite couronne alors que la population se stabilise," *Insee Analyses Ile-de-France* n°71.

D'Costa, Sabine & Overman, Henry G., 2014, "The urban wage growth premium: Sorting or learning?," *Regional Science and Urban Economics*, Elsevier, vol. 48(C), pages 168-179.

De La Roca J. et D. Puga, 2017, "Learning by Working in Big Cities," *Review of Economic Studies*, 84(1), pp. 106-142.

De Jong, G., M. Pieters, A. Daly, I. Graafland, E. Kroes, et C. Koopmans, 2005, "Using the logsum as an evaluation measure - Literature and Case," RAND Europe Working Paper 275.

de Palma A., N. Picard, K. Motamedi, 2015, "Application of UrbanSim in Paris (Ile-de-France) Case study," in *Integrated transport and land use modeling for sustainable cities*, M. Bierlaire, A. de Palma, R. Hurtubia & P. Waddell (eds.), Ch. 20, EPFL Press.

Di Addario, S. & Patacchini, E., 2008, "Wages and the City. Evidence from Italy," *Labour Economics*, vol. 15(5), pp. 1040-1061.

Donaldson, D. 2012, "Railroads of the Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure," à paraître *American Economic Review*.

Donaldson, D. et R. Hornbeck, 2016, "Railroads of American Economic Growth: A "Market Access" Approach," *Quarterly Journal of Economics*, 131(2), 799-858

Duranton, G. et D. Puga, 2004, "Micro-foundations of urban agglomeration economies," In Henderson, J. Vernon et J. Thisse, editors, *Handbook of Regional and Urban Economics*, volume 4, 2063-2117. North-Holland, Amsterdam.

Duranton, G., P. Morrow et M. Turner, 2014, "Roads and Trade : Evidence from the US ," *Review of Economic Studies*, 81(2), 681-724.

Duranton, G. et M. Turner, 2012, "Urban Growth and Transportation," *Review of Economic Studies*, 79(4), 1407-1440.

Eaton, J. et S. Kortum, 2002, "Technology, Geography and Trade," *Econometrica*, 70(5), pp. 1741-1779.

Faber, B., 2014, "Trade Integration, Market Size, and Industrialization: Evidence from China's National Trunk Highway System," *Review of Economic Studies*, 81(3), 1046-1070

Fajgelbaum, P. et S. Redding, 2014, "External Integration, Structural Transformation and Economic Development: Evidence from Argentina 1870-1914," NBER Working Paper, 20217.

Fogel, Robert W., 1964, *Railroads and American Economic Growth: Essays in Econometric History*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Fujita, M. et J.F. Thisse, 2013. *Economics of Agglomeration*, Cambridge Books, Cambridge University Press.

Garcia-Lopez, M.A., C. Hémet et E. Villadecans-Marsal, 2017a, "How Does Transportation Shape Intrametropolitan Growth? An Answer From the Regional Express Rail," à paraître *Journal of Regional Science*.

Garcia-Lopez, M.A., C. Hémet et E. Villadecans-Marsal, 2017b, "Next Train to the Polycentric City: The Effect of Railroads on Subcenter Formation," à paraître *Regional Science and Urban Economics*.

Garcia-Lopez, M.A., A. Holl et E. Villadecans-Marsal, 2015, "Suburbanization and the highways: when the Romans, the Bourbons and the first cars still shape Spanish cities," *Journal of Urban Economics*, 85(1), 52-67.

Garcia-Lopez, M.A., I. Pasidis et E. Villadecans-Marsal, 2016, "Express delivery to the suburbs? Transportation effects in heterogeneous European cities," CESifo WP5699-2016.

Ghani, E., A. Goswami et W. Kerr, 2016, "Highway to Success: The Impact of the Golden Quadrilateral Project for the Location and Performance of Indian Manufacturing," *Economic Journal*, 126, 317-357.

Gibbons, S., T. Lyttikainen, H. Overman et R. Sanchis-Guarner, 2017, "New Road Infrastructure: The Effects on Firms," SERC DP 214

Gibbons, S. et S. Machin, 2005, "Valuing rail access using transport innovations," *Journal of Urban Economics*, vol. 57(1), pp. 148-169.

Glaeser, E. L., H. D. Kallal, J. A. Scheinkman et A. Shleifer, 1992, "Growth in Cities," *Journal of Political Economy*, 100(6), pp. 1126-1152.

Glaeser, E. et Mare, D., 2001, "Cities and Skills," *Journal of Labor Economics*, 19(2), pp. 316-342.

Glaeser, E. et G. Ponzetto, 2017, "The political economy of transportation investment," NBER WP 23686.

Graham, Daniel, 2005, "Wider Economic Benefits of Transport Improvements - Link between agglomeration & productivity Stage 1 et 2, " Rapport au Department of Transport.

Graham D., S. Gibbons et R. Martin, 2010, "The Spatial Decay of Agglomeration Economies: Estimates for Use in Transport Appraisal," report.

Grossman, G. et E. Helpman, 1991, *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, Mass. : MIT Press.

Hausmann, R., J. Hwang et D. Rodrik, 2007, "What you export matters," *Journal of Economic Growth*, 12(1), pp. 1-25.

Head, K. et T. Mayer, 2006, "Regional wage and employment responses to market potential in the EU," *Regional Science and Urban Economics*, 36(5), pp. 573-594.

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

Henderson, J. V., 2003, "Marshall's economies," *Journal of Urban Economics*, 53(1), 1-28.

Henderson, V., A. Kuncoro et M. Turner, 1995, "Industrial Development in Cities," *Journal of Political Economy*, 03(5), pp. 1067-1090.

Holl, Adelheid, 2004, "Manufacturing location and impacts of road transport infrastructure: empirical evidence from Spain," *Regional Science and Urban Economics*, Elsevier, vol. 34(3), pp. 341-363.

Jedwab, Rémy et Alexander Moradi, 2016, "The Permanent Effects of Transportation Revolutions in Poor Countries: Evidence from Africa", *Review of Economics and Statistics*, 98(2), pp. 268-284.

Kilani, M., "Revue de la littérature sur les élasticités urbaines, " Note de synthèse pour la Société du Grand Paris.

Kline, P. et E. Moretti, 2014, "Local Economic Development, Agglomeration Economies, and the Big Push: 100 Years of Evidence from the Tennessee Valley Authority," *The Quarterly Journal of Economics*, 129(1), pp. 275-331.

Kohli, S. et A. Daly, 2006, "The use of logsums in welfare estimation : application in PRISM," Association for European Transport and contributors.

Krugman P., 1980, "Scale Economies, Product Differentiation, Pattern of Trade," *American Economic Review*, 70,950-59.

Krugman, P., 1991, "Increasing Returns to Scale and Economic Geography," *Journal of Political Economy*, 99(3), 483-499.

Krugman, P., M. Obstfeld et M. Melitz, 2015, *Économie internationale*, Ed. Pearson.

Krugman, P. et A. Venables, 1995, "Globalization and the Inequality of Nations," *Quarterly Journal of Economics*, 110(4), 857-880.



Le Néchet, F., P. Melo et D. Graham, 2012, "The Role of Transport Induced Agglomeration Effects on Firm Productivity in Mega-City regions: Evidence for Bassin Parisien," *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board* n°2307, pp. 21-30.

López, R. et J. Südekum, 2009, "Vertical Industry Relations, Spillovers, And Productivity: Evidence From Chilean Plants," *Journal of Regional Science*, 49(4), pp. 721-747.

Marshall, A., 1890, *Principles of Economics*. Macmillan, London.

Martin, P., T. Mayer et F. Mayneris, 2011, "Spatial concentration and plant-level productivity in France," *Journal of Urban Economics*, 69(2), pp. 182-195.

Mayer, T., F. Mayneris et L. Py, 2017, "The Impact of Urban Enterprise Zones on Establishments' Location Decisions and Labor Market Outcomes: Evidence from France," *Journal of Economic Geography*, 17(4), pp. 709-752.

Melitz, M. J. et G. I. P. Ottaviano, 2008, "Market Size, Trade, and Productivity," *Review of Economic Studies*, 75(1), pp. 295-316.

Melo, P., D. Graham, D. Levinson et S. Arabi, 2017, "Agglomeration, Accessibility and Productivity: Evidence for Large Metropolitan Areas in the US," *Urban Studies*, 54(1), 179-195.

Mercenier, Jean, 1995, "Nonuniqueness of Solutions in Applied General Equilibrium Models with Scale Economies and Imperfect Competition," *Economic Theory*, 6(1), pp. 161-177.

Myrdal, G., 1957, *Economic Theory and Underdeveloped Regions*, London : Duckworth.

Poulit, J., 2014, "Valorisation de l'accessibilité aux territoires," Rapport au MEDDE.

Puga, D., 2002, "European Regional Policies in Light of Recent Location Theories," *Journal of Economic Geography*, 2(4), 373-406.

Redding, Stephen J., 2016, "Goods trade, factor mobility and welfare," *Journal of International Economics*, 101(C), pp. 148-167.

Redding, S. et D. Sturm, 2008, "The Costs of Remoteness: Evidence from German Division and Reunification," *American Economic Review*, 98(5), 1766-1797.

Rosenthal, S. et W. Strange, 2004, "Evidence on the nature and sources of agglomeration economies," In Henderson, Vernon and J. Thisse, editors, Handbook of Regional and Urban Economics, volume 4, 2119-2171. North-Holland, Amsterdam

Sanchis-Guarner, R., 2014, "Driving up Wages: The Effects of Road Construction in Great Britain," mimeo.

Sheard, N., 2014, "Airports and urban sectoral employment," Journal of Urban Economics 80:133– 152.

Sheard, N., 2017, "Airport Size and Urban Growth," mimeo.

Spilimbergo, A., 2000, "Growth and Trade: The North Can Lose," Journal of Economic Growth, 5(2): 131-146.

Venables, A., 1996, "Equilibrium Locations of Vertically Linked Industries," International Economic Review, 37(2), pp. 341-359.