

## Chapitre 2

### Les effets des infrastructures de transport sur la localisation et le niveau de l'activité économique : Que dit la littérature ?

Florian Mayneris<sup>1</sup>

#### Introduction

Dans les pays développés comme dans de nombreux pays en développement, les investissements publics dans les infrastructures de transport sont massifs, tant en termes monétaires que du point de vue du nombre de kilomètres d'infrastructures construits ou rénovés. 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 ainsi 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.

Ces méthodologies sont toutefois évolutives. Elles ont longtemps 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. La géographie des activités ayant elle-même un impact sur l'efficacité productive, les impacts des infrastructures de transport ne se limitent pas aux questions de trafic ; ils concernent également, au moins indirectement, la productivité des entreprises et des travailleurs.

La littérature économique concernant 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. Nous en balaiersons dans ce chapitre les principaux résultats, en nous focalisant principalement sur les infrastructures (auto)routières et ferroviaires. La première partie de ce chapitre synthétise les enseignements de la théorie économique quant aux effets des infrastructures de transport sur la distribution spatiale des activités. La deuxième partie présente les résultats des évaluations empiriques de l'impact des infrastructures de transport sur la localisation des activités économiques. Enfin, nous aborderons dans la dernière partie la question de la prise en compte des externalités d'agglomération dans l'évaluation socio-économique des infrastructures de transport.

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

D'un point de vue théorique, les infrastructures de transport peuvent affecter le niveau et la localisation des activités économiques par deux canaux principaux : les avantages comparatifs et l'arbitrage économies d'échelle/coûts de transport.

---

<sup>1</sup> Professeur à l'Université du Québec à Montréal (UQAM)

### *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. Lorsque les coûts de transfert sont très élevés,<sup>1</sup> 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.

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

Les rendements croissants sont également à l'origine du lien étroit entre infrastructures de transport et localisation des activités économiques. 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. Les rendements croissants jouent comme une force d'agglomération puissante, en poussant les activités à se regrouper spatialement afin d'exploiter au mieux ces économies d'échelle. 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.

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 décrivons 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 (Combes et al., 2006).

Plusieurs messages concordants émergent de cette 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

---

<sup>1</sup> Nous entendons ici par coûts de transfert tous les coûts associés au commerce d'un bien entre deux points, qu'il s'agisse des coûts pécuniaires liés au transport ou des coûts non pécuniaires associés à la recherche d'un partenaire commercial, à la finalisation d'un accord ou à la rédaction des contrats.

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. Les modèles d'économie géographique remettent donc 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 ces dernières. 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, et non les provinces du Sud, a sans doute été une des principales gagnantes des infrastructures de transport financées par les fonds structurels européens dans les années 1980 et 1990.

Les enseignements de la littérature en économie urbaine et économie géographique sonnent ainsi 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 montrent qu'au-delà d'un certain seuil, la baisse des coûts de transfert favorise la redispersion spatiale des activités, et non leur concentration.

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**

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

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.

La quantification de ces effets n'est toutefois pas triviale, car 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.

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. Ils montrent au final 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 de Berger et Enflo (2017) conclut à des effets beaucoup plus forts. Ils 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 » 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. Autre résultat intéressant : les effets du chemin de fer sur la croissance de la population sont persistants à long terme. Les villes connectées lors de la première vague continuent d'être démographiquement plus dynamiques que les autres jusqu'à 150 ans après la construction du réseau de chemin de fer. 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. Ainsi, 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.

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. 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 suggèrent 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. 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 districts plus éloignés. La productivité des entreprises et les salaires se trouvent également accrus, avec des effets allant de 15 à 25% environ.

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 entièrement consensus. Tout d'abord, parmi ces études, certaines trouvent des effets quantitativement importants, comme celle 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.

Faber (2014) évalue l'impact du programme de construction d'autoroutes mis en place en Chine dans les années 1990 et 2000 (le National Trunk Highway System, NTHS), programme qui vise à connecter entre elles les capitales provinciales ainsi que les villes de plus de 500 000 habitants. Il restreint son analyse aux comtés périphériques traversés par les connexions autoroutières. Sont considérés comme périphériques tous les comtés situés à plus de 50 kilomètres d'une aire métropolitaine ; l'évaluation repose donc sur la comparaison des comtés périphériques connectés à la nouvelle infrastructure avec ceux qui ne le sont pas. 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.

Baum-Snow et al. (2017a) concluent de leur côté 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.

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

Ces résultats en apparence contradictoires peuvent s'expliquer. En effet, les modèles théoriques d'économie géographique prédisent que 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. 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. (2017a) 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 montrent par ailleurs que les infrastructures autoroutières engendrent des effets de spécialisation des territoires : lorsque leur accès aux marchés domestiques s'améliore, les villes principales se spécialisent dans les secteurs manufacturiers et les services, qui sont des 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).

### 2-3- *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 simple relocalisation d'activités ?

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. Ce surplus d'activité économique semble toutefois entièrement obtenu aux dépens des comtés adjacents des territoires connectés à l'autoroute ; ces derniers souffrent donc de la construction de l'autoroute, si bien que l'effet global de l'infrastructure sur l'économie locale est ambigu.

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 entourent les villes connectées au réseau. Holl (2004) obtient des résultats similaires dans le cas des autoroutes espagnoles construites dans les années 1980 et 1990.

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 : 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. 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). 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 (2017) montre que les autoroutes américaines ont conduit à une décentralisation des emplois, cette décentralisation étant 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 est celui qui se décentralise le plus, tandis que les secteurs de la finance, de l'assurance et de l'immobilier répondent 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. (2017a) montrent pour le réseau ferré suburbain en région parisienne, les villes 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. (2017b) 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. Enfin, Baum-Snow et al. (2017b) 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.

#### *2-4- 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 ou d'un nombre plus élevé d'entreprises ? Les études convergent pour montrer que l'arrivée de nouvelles entreprises joue un rôle prépondérant. 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 (2017) 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) étudiant 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 effets sur la croissance locale de la construction de nouvelles routes ou de l'amélioration de routes existantes. 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 les entreprises déjà actives sur le territoire souffrent d'effets d'éviction liés à l'arrivée de nouvelles entreprises, sans que l'on sache toutefois si les emplois générés par les entreprises existantes et celles nouvellement arrivées sont directement comparables.

## *2-5- Autoroutes, trains et trains 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 des impacts relativement similaires au cours du XIX<sup>ème</sup> et du XX<sup>ème</sup> siècles, du moins en ce qui concerne les connexions interurbaines.

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, 2018). 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. (2018) étudient l'effet des diverses extensions du TGV en France sur l'emploi au sein des groupes. Ils mettent ainsi en évidence des effets de réorganisation au sein des groupes suite à la construction d'une ligne à grande vitesse entre le siège social et ses filiales : 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 du TGV, 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).

Bernard et al. (2016) s'intéressent de leur côté à l'effet du Shinkansen sur l'organisation des chaînes de valeur. L'ouverture de la ligne sud du Shinkansen s'est accompagnée d'une hausse de la productivité des entreprises situées à proximité des nouvelles gares. 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.

## 2-6- *Evaluation des infrastructures de transport et modèles d'équilibre général*

Les études 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, il existe des interdépendances entre les zones connectées aux infrastructures et les zones qui ne le sont pas. 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 voient leur connexion au reste du territoire évoluer du fait de la nouvelle infrastructure. Les études citées précédemment fournissent ainsi une mesure des gains relatifs, et non des gains en niveau, si bien qu'elles se prêtent mal aux 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 (Donaldson et Hornbeck, 2016; Donaldson, 2018). Toutefois, la recherche dans ce domaine est encore relativement jeune, et les méthodes et les résultats dont nous disposons ne sont pas 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 méritent d'être scrutées.

## **3- 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.

D'un côté, les infrastructures de transport modifient la localisation des entreprises et des emplois, et donc la densité d'activités sur les territoires. De l'autre, la densité d'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 les effets sur la productivité, parfois qualifiés de gains « non conventionnels »<sup>1</sup>, ont commencé à être pris en compte. Les pouvoirs publics britanniques ont été parmi les premiers

---

<sup>1</sup> Non sans une certaine arrière-pensée de déconsidération par les traditionnalistes de l'économie des transports.

à s'emparer du sujet dans le milieu des années 2000. La prise en compte des « 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.

### 3-1- Fondements microéconomiques des économies d'échelle externes

Les travaux théoriques et empiriques sur les externalités d'agglomération sont nombreux. L'estimation empirique de leur magnitude est toutefois ardue, en raison de deux types de biais principaux. 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 de cause à effet entre les deux, mais plutôt aux 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 pourrait entraîner des effets de sélection ou d'autosélection; 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 méthodes économétriques ont par la suite été proposées.

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 et Martin et al. (2011) des données françaises, pour ne citer qu'eux. D'autres travaux se sont focalisés 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 liés aux aménités productives inobservées des territoires et aux effets de (auto)sélection 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 effets mesurés avec ces données sont plus faibles que ceux obtenus avec des données agrégées ou semi-agrégées. En moyenne, un accroissement de la densité de 10% entraîne une hausse de la productivité des entreprises et des travailleurs de 0.2 à 0.4%. Combes et al. (2016) montrent sur données françaises que cette relation 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.

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.

### 3-2- *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 compte non seulement du territoire dans lequel l'entreprise se trouve, mais également des 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  $j$ .

Nous disposons aujourd'hui de plusieurs études tentant d'estimer l'élasticité de la productivité des entreprises et des salaires individuels 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., 2015) ou les Etats-Unis (Melo et al., 2017).

Ces études sont assez hétérogènes dans les méthodes et les données employées, mais les résultats dont nous disposons à ce jour sont très convergents. Les salaires et la productivité des entreprises sont positivement affectés par la densité effective, et ce même si l'on contrôle de la densité dans la zone administrative où sont localisés les entreprises et les travailleurs. Notons toutefois que l'effet de la densité effective sur la productivité est très hétérogène suivant les secteurs. Graham et al. (2010) montrent en particulier qu'il est très supérieur dans les services aux entreprises (8,3%) à ce qu'il 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).

### 3-3- *Infrastructures de transport et densité effective*

La construction de nouvelles infrastructures de transport ou l'amélioration des infrastructures existantes connecte les territoires et 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 accueilleraient jusqu'ici.

La quantification de ces gains dits « 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 plus haut ; cela se fait parfois au prix d'une moindre lisibilité des mécanismes sous-tendant les résultats qu'ils délivrent. Dans tous les cas, 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.

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).

Au final, les infrastructures de transport affectent simultanément le marché des biens, le marché du travail et le marché immobilier, si bien que les effets mesurés sur ces trois marchés ne sont pas nécessairement additifs mais se recouvrent partiellement. 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.

## **Conclusion**

Si l'évaluation socio-économique des infrastructures de transport n'est pas un exercice nouveau, la quantification des effets liés à la distribution spatiale des activités économiques est en revanche relativement récente et souvent l'objet de débats. Ainsi que nous l'avons noté dans ce chapitre,

plusieurs points concernant ces effets restent mal connus. Nous proposons en guise de conclusion quelques pistes pour aller plus loin, à court et à 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, 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 résultats dont nous disposons à ce jour dans la littérature, et comme on le voit dans de nombreux chapitres de cet ouvrage, 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 dits « 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. 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 partie importante des économies d'agglomération mesurées dans la littérature. Pour le moment, les études manquent 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? 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 du point de vue résidentiel comme du point de vue 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). 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 plus importante pour ces derniers. 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**

- Ahlfeldt, G. et A. Feddersen, 2018, "From Periphery to Core : Measuring Agglomeration Effects using High-Speed Rail," *Journal of Economic Geography*, 18(2), 355-390.
- 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.
- 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., 2017, "Urban Transport Expansions, Employment Decentralization, and the Spatial Scope of Agglomeration Economies," mimeo.
- Baum-Snow, N., V. Henderson, M. Turner, Q. Zhang et L. Brandt, 2017a, "Highways, Market Access, and Urban Growth in China," mimeo.
- Baum-Snow, N., L. Brandt, V. Henderson, M. Turner et Q. Zhang, 2017b, "Roads, Railroads and Decentralization of Chinese Cities," *The Review of Economics and Statistics*, 99(3): 435-448.
- Bernard, A., A. Moxnes et Y. Saito, 2017, "Production Networks, Geography and Firm Performance," à paraître *Journal of Political Economy*.
- 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.
- Blanquart, C. et M. Koning, 2017, "The Local Economic Impacts of High-Speed railways: Theorie and Facts," *European Transport Research Review*, 9(12).
- 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.

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, 2018, "Communication Costs and the Internal Organization of Multi-Plant Businesses: Evidence from the Impact of the French High-Speed Rail," *Economic Journal*, 128(610), pp. 949-994.

Ciccone, A. et R. Hall, 1996, "Productivity and the Density of Economic Activity," *American Economic Review*, 86(1), pp. 54-70.

Cingano, F. et F. Schivardi, 2004, "Identifying the Sources of Local Productivity Growth," *Journal of the European Economic Association*, 2(4), pp. 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., 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., T. Mayer et J. Thisse, 2006, *Economie géographique – L'intégration des nations et des régions*, Ed. Economica.

D'Costa, Sabine & Overman, Henry G., 2014, "The urban wage growth premium: Sorting or learning?," *Regional Science and Urban Economics*, Elsevier, vol. 48(C), pp. 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 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. 2018, "Railroads of the Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure", *American Economic Review*, 108(4-5), pp. 899-934.

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

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

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.

Garcia-Lopez, M.A., C. Hémet et E. Villadecans-Marsal, 2017a, "Next Train to the Polycentric City: The Effect of Railroads on Subcenter Formation," *Regional Science and Urban Economics*, 67, pp. 50-63.

- Garcia-Lopez, M.A., C. Hémet et E. Villadecans-Marsal, 2017b, "How Does Transportation Shape Intrametropolitan Growth? An Answer From the Regional Express Rail," *Journal of Regional Science*, 57, pp. 758-780.
- 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. Lyytikäinen, H. Overman et R. Sanchis-Guarner, 2017, "New Road Infrastructure: The Effects on Firms," SERC DP 214
- Glaeser, E. et Mare, D., 2001, "Cities and Skills," *Journal of Labor Economics*, 19(2), pp. 316-342.
- Gibbons, S. et S. Machin, 2005, "Valuing rail access using transport innovations," *Journal of Urban Economics*, vol. 57(1), pp. 148-169.
- Graham D., S. Gibbons et R. Martin, 2010, "The Spatial Decay of Agglomeration Economies: Estimates for Use in Transport Appraisal," rapport pour le Department for Transport.
- Henderson, J. V., 2003, "Marshall's economies," *Journal of Urban Economics*, 53(1), 1-28.
- 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.
- Krugman P., 1980, "Scale Economies, Product Differentiation, Pattern of Trade," *American Economic Review*, 70, pp. 950-59.
- Krugman, P., 1991, "Increasing Returns to Scale and Economic Geography," *Journal of Political Economy*, 99(3), 483-499.
- Krugman, P. et A. Venables, 1995, "Globalization and the Inequality of Nations," *Quarterly Journal of Economics*, 110(4), pp. 857-880.
- 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. et C. Trevien, 2017, "The impact of urban public transportation evidence from the Paris region," *Journal of Urban Economics*, Elsevier, vol. 102(3), pp. 1-21.
- 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), pp. 179-195.
- Puga, D., 2002, "European Regional Policies in Light of Recent Location Theories," *Journal of Economic Geography*, 2(4), pp. 373-406.
- 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