

**ÉCONOMIES D'AGGLOMÉRATION ET INVESTISSEMENTS DANS LES
TRANSPORTS**

Daniel J. GRAHAM¹
Imperial College London
Londres
Royaume-Uni

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	106
2.	ÉCONOMIES D'AGGLOMÉRATION ET INVESTISSEMENTS DANS LES TRANSPORTS	107
	2.1. Agglomération et productivité	107
	2.2. Investissements dans les transports et agglomération	109
3.	ESTIMER LES ÉCONOMIES D'AGGLOMÉRATION	111
	3.1. Données sur les entreprises.....	112
	3.2. Mesure de l'agglomération.....	113
	3.3. Estimer la relation entre agglomération et productivité	113
4.	RÉSULTATS	114
	4.1. Estimations de la fonction de production	114
	4.2. Application des élasticités d'agglomération aux évaluations des transports	115
	4.3. Limites de l'approche et orientations pour les travaux futurs	117
5.	CONCLUSIONS.....	118
	NOTES.....	119
	RÉFÉRENCES	120
	ANNEXE 1 : LE MODÈLE TRANSLOG DE LA DEMANDE INVERSEE D'INTRANTS POUR LA PRODUCTION	122

Londres, août 2007

RÉSUMÉ

Ce document porte sur les relations entre agglomération, productivité et investissements dans les transports. Si l'amélioration des systèmes de transport s'accompagne de changements dans la masse d'activité économique accessible aux entreprises, en réduisant par exemple les temps ou les coûts de déplacement, elle peut procurer des avantages intéressants à travers les économies d'agglomération. Ce document présente les résultats empiriques d'une analyse économétrique de la relation entre productivité et accessibilité à l'activité économique dans les différents secteurs de l'économie du Royaume-Uni. Les résultats indiquent que les économies d'agglomération existent bel et bien et peuvent être consistantes, notamment dans le domaine des services. En outre, l'effet des externalités d'agglomération n'est pas sans importance, lorsqu'il est envisagé dans le contexte de l'évaluation des transports. Les calculs préliminaires font généralement apparaître des avantages accrus pour les usagers conventionnels de l'ordre 10 pour cent à 20 pour cent dérivant de l'augmentation des rendements du potentiel économique.

1. INTRODUCTION

Dans une étude récente, Venables (2007) met au point un modèle théorique pour démontrer l'existence d'un certain nombre de liens importants entre la prestation de services de transport et l'agglomération. Il montre que s'il existe des rendements d'agglomération croissants – comme semble l'indiquer la théorie économique urbaine – les investissements dans les transports peuvent entraîner des effets positifs sur la productivité en améliorant efficacement l'accessibilité à la « masse économique ». N'importe laquelle de ces externalités d'agglomération peut être identifiée comme un « avantage plus général » des investissements dans les transports, dans le sens où ces externalités ne sont pas prises en compte habituellement dans une analyse coûts-avantages classique.

Pour comprendre l'étendue des « avantages plus généraux » potentiels des investissements dans les transports, il convient de procéder en premier lieu à des estimations quantitatives des rendements d'agglomération. Autrement dit, un contrôle empirique de l'existence et de l'étendue de la relation entre productivité et accessibilité au potentiel économique est nécessaire. Il est préférable d'étudier cette relation séparément pour les différents secteurs économiques, car il est peu probable que les avantages découlant de l'agglomération soient uniformes d'une branche à l'autre.

Ce document décrit les résultats de la nouvelle recherche empirique réalisée sur la relation entre agglomération et productivité dans les différents secteurs de l'économie du Royaume-Uni. Il examine en outre les incidences des économies d'agglomération sur l'évaluation des investissements dans les transports. Les résultats indiquent que les économies d'agglomération existent bel et bien et peuvent être consistantes, notamment dans le domaine des services. Si les investissements dans les transports modifient les densités accessibles aux entreprises, en réduisant par exemple les temps et les coûts de déplacement, ils peuvent alors s'accompagner d'effets d'agglomération positifs. En outre, l'effet des externalités d'agglomération n'est pas sans importance, lorsqu'il est envisagé dans le cadre de l'évaluation des transports. Les calculs préliminaires font généralement apparaître des avantages accrus pour les usagers conventionnels de l'ordre 10 pour cent à 20 pour cent dérivant de l'augmentation des rendements du potentiel économique.

Ce document est articulé de la manière suivante : la section 2 dresse un panorama des travaux sur l'agglomération et la productivité et examine la relation entre investissements dans les transports et agglomération ; la section 3 décrit la méthodologie utilisée pour estimer les économies d'agglomération ; les résultats empiriques sont présentés à la section 4, qui comprend une analyse des applications récentes des avantages de l'agglomération dans le cadre de l'évaluation des transports ; enfin, la dernière section tire les conclusions.

2. ÉCONOMIES D'AGGLOMÉRATION ET INVESTISSEMENTS DANS LES TRANSPORTS

2.1. Agglomération et productivité

La tendance à la concentration ou à l'agglomération est sans doute la caractéristique la plus largement remarquée de l'organisation spatiale de l'activité économique. Elle peut être observée de part et d'autre de la planète, à différents niveaux géographiques. L'agglomération est par exemple évidente en présence de développement urbain, de formation de régions et de bassins industriels et de regroupements d'activités semblables au sein d'un même quartier d'une ville.

Pour tenter d'expliquer les microfondements de l'agglomération, on part généralement du principe que les villes et les concentrations industrielles ne se formeraient pas si elles ne présentaient aucun avantage tangible pour les entreprises. Les avantages obtenus à travers la concentration spatiale d'activités économiques sont désignés d'une manière générique sous le terme d'« économies d'agglomération ».

On opère normalement une distinction entre les effets d'agglomération créés par l'ampleur ou la densité des activités dans une branche industrielle spécifique et ceux découlant de l'échelle urbaine ou de la dimension d'une ville. Les économies de concentration industrielle, désignées sous le terme d'« économies de localisation » sont externes à l'entreprise, mais internes à la branche d'activité et sont supposées être principalement issues de la constitution d'un marché du travail partagé, du partage d'intrants intermédiaires et du partage des connaissances ou débordements technologiques (*spillovers*). Les économies de concentration urbaine, ou économies d'urbanisation, sont externes à l'entreprise et à l'industrie, mais internes à la ville. Les avantages qu'elles produisent sont dus à l'existence de biens publics locaux, à l'ampleur des marchés, à la proximité de partages d'intrants et de produits et à d'autres types d'interaction intersectorielle.

Les fondements théoriques de l'existence d'économies d'agglomération sont désormais bien connus (voir par exemple Fujita et Thisse 2002, Duranton et Puga 2005). Un ensemble de travaux empiriques s'est proposé d'identifier ces externalités et de quantifier leurs effets sur la productivité. Il existe en outre nombre d'excellentes analyses actualisées sur les études empiriques en matière d'agglomération (voir notamment Rosethtal et Strange 2004, Eberts et McMillen 1999). Ces documents se sont surtout concentrés sur les activités de fabrication et, jusqu'à très récemment, peu de résultats avaient été publiés sur la relation entre agglomération et productivité du secteur tertiaire. Il est pratiquement certain que ce phénomène est dû à la qualité médiocre des données sur le secteur tertiaire dans la plupart des pays par rapport aux statistiques sur les activités de fabrication. Néanmoins, étant donné que les services comprennent désormais une large proportion des économies nationales et urbaines, il est réellement limitatif de placer l'accent sur le secteur de la fabrication.

Pour identifier les économies d'agglomération, la recherche empirique opère en construisant des variables qui mesurent l'étendue de la concentration industrielle et urbaine et les utilise ensuite dans un système de fonctions de production ou de coût pour estimer les effets sur la productivité. L'urbanisation est souvent représentée par la population totale ou par l'emploi total d'une zone urbaine. La localisation est identifiée grâce à certaines mesures de l'ampleur de l'industrie locale, comme l'emploi. Le Tableau 1 présente un aperçu de certaines recherches importantes sur les effets de l'agglomération sur la productivité. Il récapitule les études qui ont abouti à une estimation de l'élasticité réelle des effets d'agglomération plutôt qu'à une

Tableau 1. Estimations des économies d'agglomération à partir d'analyses de la fonction de production

Auteur	Unité d'analyse	Variable indépendante	Elasticité
1 Aaaberger (1973)	Villes suédoises	Taille des villes (population)	0.02
2 Shefer (1973)	RSM américaines	Enquête sur le commerce de détail au niveau d'agrégation des RSM	0.2
3 Sveikauskas (1975)	RSM américaines	Taille des villes (population)	0.06
4 Kawashima (1975)	RSM américaines	Taille des villes (population)	0.2
5 Fogarty et Garofalo (1978)	RSM américaines	Taille des villes (population)	0.1
6 Moomaw (1981)	RSM américaines	Taille des villes (population)	0.03
7 Moomaw (1983)	RSM américaines	Taille des villes (population)	0.05
8 Moomaw (1985)	RSM américaines	Taille des villes (population)	0.07
9 Nakamura (1985)	Villes japonaises	Taille des villes (population)	0.03 ^a
10 Tabuchi (1986)	Villes japonaises	Taille des villes (population)	0.04
11 Louri (1988)	Régions grecques	Taille des villes (population)	0.05
12 Sveikauskas <i>et al.</i> (1988)	RSM américaines	Taille des villes (population)	0.01 ^b
13 Nakamura (1985)	Villes japonaises	Dimension des branches d'activité (emploi)	0.05
14 Henderson (1986)	Villes brésiliennes	Dimension des branches d'activité (emploi)	0.11 ^c
15 Henderson (1986)	RSM américaines	Dimension des branches d'activité (emploi)	0.19 ^d
16 Henderson (2003)	RSM américaines	Dimension des branches d'activité (nombre d'établissements)	0.03 ^e
17 Ciccone et Hall (1996)	Etats américains	Densité de l'emploi	0.06
18 Ciccone (2002)	Régions de l'Union Européenne	Densité de l'emploi	0.05
19 Rice <i>et al.</i> (2006)	NUTS 3 du Royaume-Uni	Proximité/temps de déplacement	0.04

Notes: RSM – Région statistique métropolitaine

a – valeur moyenne pour 14 branches d'activité de fabrication,

b – valeur moyenne à partir de 5 spécifications de modèles,

c – valeur moyenne pour 10 branches d'activité,

d – valeur moyenne pour 9 branches d'activité,

e – valeur moyenne pour 4 spécifications de modèles.

identification des effets d'agglomération au moyen de variables fictives ou d'autres méthodes reposant sur des variables limitées.

A l'exception des études 17 et 18, qui concernent les effets sur la productivité économique totale, les estimations présentées au Tableau 1 se rapportent aux activités de fabrication. Les études 13, 14, 15 et 16 fournissent les élasticités décrivant la force des économies de localisation, tandis que les autres estimations montrent l'effet des économies d'urbanisation sur la productivité.

Les estimations des économies d'urbanisation relatives aux activités de fabrication indiquées au Tableau 1 sont comprises entre 0.01 et 0.20. Cependant, la plupart des valeurs sont inférieures à 0.10, ce qui signifie

que, lorsqu'une ville double en dimension, ce phénomène est habituellement associé à une augmentation de la productivité comprise entre 1 pour cent et 10 pour cent. Toutes les estimations fournies dans ce Tableau présentent des valeurs positives, bien que certaines difficultés soient signalées dans l'identification des effets de l'urbanisation sur la productivité (Henderson 1986 et Henderson 2003).

Le Tableau 1 présente quatre estimations d'économies de localisation. Nakamura (1985) évalue les effets des économies de localisation sur la productivité de vingt branches d'activité de fabrication. Il relève une élasticité moyenne non pondérée de la productivité par rapport à la dimension des branches d'activité de 0.05. Henderson (1986) identifie également des économies de localisation positives en utilisant les données sectorielles des RSM américaines et des villes brésiliennes. Les estimations relatives au Brésil varient en fonction des branches d'activité et indiquent une élasticité maximum de 0.20 et une élasticité minimum de 0.03 ; la valeur moyenne sur dix branches correspond à 0.11. En ce qui concerne les RSM américaines, les élasticités relatives aux économies de localisation sont comprises entre 0.09 et 0.45 avec une valeur moyenne de 0.19. Henderson (2003) estime une élasticité de localisation moyenne de 0.03.

Parallèlement aux études s'appuyant sur la population et l'emploi des RSM pour représenter la taille des villes et la dimension des branches d'activité, d'autres recherches ont introduit certaines mesures de la distance ou de la densité dans la spécification des effets d'agglomération. Deux documents sont particulièrement intéressants à cet égard. Ciccone et Hall (1996) obtiennent une équation pour estimer les effets de la densité de l'emploi national sur la productivité agrégée des Etats aux Etats-Unis. Ils observent que plus de la moitié de la variance de productivité du travail agrégée d'un Etat à l'autre peut s'expliquer par une variance de la densité de l'emploi et que, lorsque la densité de l'emploi est multipliée par deux, ce phénomène s'accompagne d'une augmentation de 6 pour cent de la productivité moyenne du travail (soit une élasticité de 0.06). Ciccone (2002) étend cette analyse aux données européennes et estime une élasticité de la productivité du travail par rapport à la densité de l'emploi de 0.045.

Les travaux empiriques fournissent donc des éléments de preuve pour étayer la théorie des rendements croissants de densité urbaine et de dimension des branches d'activité.

2.2. Investissements dans les transports et agglomération

Il semble raisonnable d'envisager intuitivement une autre relation entre la prestation de services de transport et les avantages découlant de la concentration spatiale de l'activité économique. Les coûts de transport sont essentiels pour déterminer la masse d'activité économique (y compris la population) accessible aux entreprises. De nouveaux investissements dans les transports peuvent accroître les possibilités d'accès aux activités en réduisant les temps et les coûts de déplacement, créant ainsi des effets d'agglomération positifs. Inversement, lorsque les systèmes de transport fonctionnent de manière inefficace ou lorsqu'il existe des contraintes en matière d'accessibilité, la production et la distribution d'externalités d'agglomération peuvent être entravées.

Ici, le problème majeur est que les économies d'agglomération sont des *externalités*, c'est-à-dire un effet secondaire des activités des entreprises dont les conséquences se répercutent sur l'économie au sens large. Il s'agit d'un aspect extrêmement important du point de vue de l'évaluation des transports, car les méthodes d'évaluation traditionnelles fondées sur l'appréciation des temps de déplacement ne reconnaissent pas ces types d'externalités. C'est la raison pour laquelle les effets d'agglomération des investissements dans les transports peuvent être rangés dans la catégorie des *avantages économiques plus généraux* car ils représentent des imperfections de marché non prises en compte dans l'analyse coûts-avantages type.

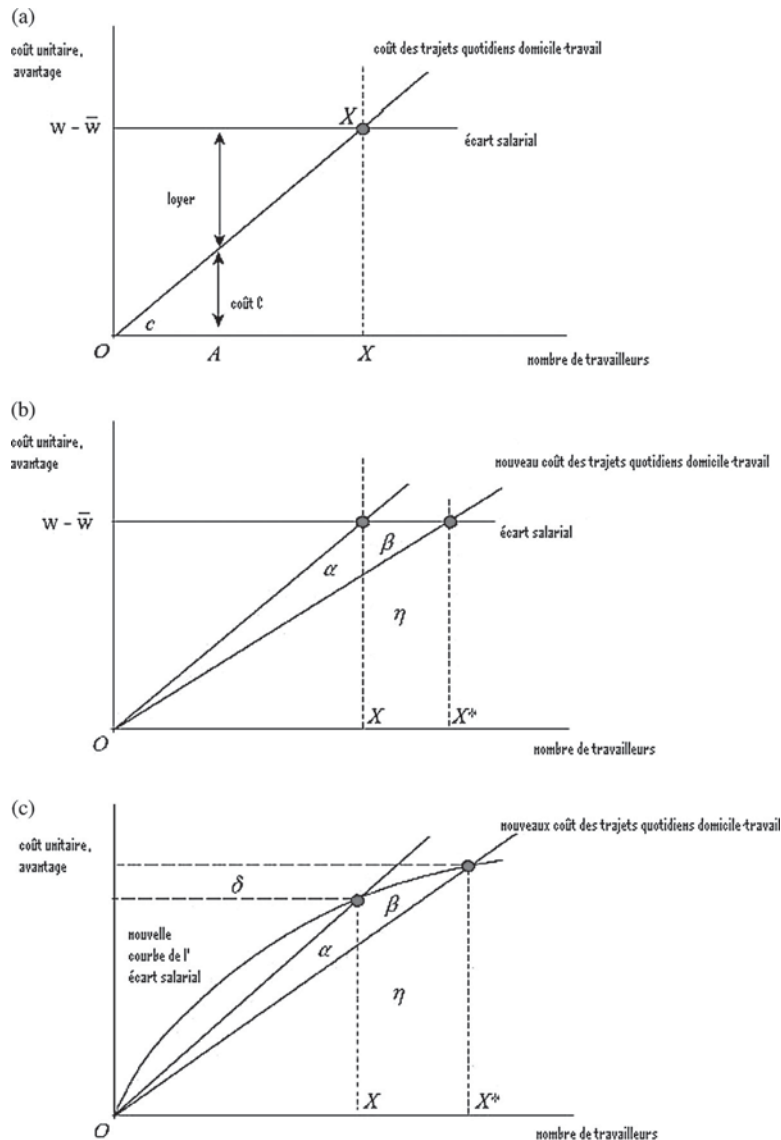
Venables (2007) donne un caractère formel à cette thèse et démontre que les estimations de l'élasticité de la productivité par rapport à l'agglomération peuvent être utilisées pour illustrer l'ampleur des avantages externes de l'amélioration des transports. Il élabore un modèle théorique d'économie urbaine qui met en relation

la productivité et les investissements dans les transports par le biais des effets sur la dimension des villes. Son objectif est d'opérer une distinction entre les variations du revenu réel provenant des investissements dans les transports en raison d'un effet (d'agglomération) productivité-taille de la ville et les avantages économiques observés dans les évaluations des transports traditionnelles découlant d'économies de ressources sur les trajets quotidiens domicile-travail ainsi que d'une augmentation de la production urbaine.

Le document de Venables illustre clairement les principaux éléments déterminants qui mettent en relation les transports et l'agglomération. Le Graphique 1 présente sous forme de diagramme le modèle issu du document de Venables.

Le Graphique 1a montre un équilibre urbain dans lequel la dimension de la ville est déterminée au point X , où l'écart salarial entre les travailleurs urbains et non urbains est absorbé dans les coûts de déplacement des travailleurs urbains les plus éloignés du centre d'affaires.

Graphique 1a, **Équilibre urbain**; b, **Gains nets résultant de l'amélioration des transports**; c, **Gains nets résultant de l'amélioration des transports avec une productivité endogène**



Le Graphique 1b indique que lorsque les transports sont améliorés, les coûts des trajets quotidiens domicile-travail diminuent et la ville s'étend par conséquent jusqu'au point X^* . La variation totale des ressources utilisées dans les trajets quotidiens domicile-travail correspond à $\eta - \alpha$ et, lorsqu'elle est associée à la variation de la production ($\beta + \eta$), produit un avantage net de $\alpha + \beta$ résultant de l'amélioration des transports.

Dans le Graphique 1c, Venables présente les conséquences de l'existence d'un rapport productivité-taille de la ville. Si les villes plus importantes ont une productivité supérieure grâce aux externalités d'agglomération, l'écart salarial peut être exprimé, non pas comme un écart constant, mais comme une courbe concave qui augmente avec la taille de la ville. L'équilibre est atteint à l'intersection entre les coûts des trajets quotidiens domicile-travail et les courbes d'écart salarial. Le fait que la productivité ne soit pas constante par rapport à la taille de la ville signifie que le gain de revenu réel provenant de l'amélioration des transports correspond à $\alpha + \beta + \delta$, où δ représente la mesure de l'augmentation de productivité chez les travailleurs urbains et est assimilable à une mesure de l'élasticité de la productivité par rapport à la dimension de la ville.

Venables démontre ainsi qu'il existe des avantages externes découlant des investissements dans les transports liés à l'agglomération et que ceux-ci peuvent être quantifiés en utilisant les élasticités de la productivité par rapport à une mesure de l'agglomération.

3. ESTIMER LES ÉCONOMIES D'AGGLOMÉRATION

Les études précédentes ont fait ressortir l'existence d'externalités d'agglomération pour le secteur de la fabrication, mais la couverture sectorielle des travaux existants est incomplète et l'analyse de l'agglomération est généralement fondée sur des données concernant des branches d'activités et des zones spatiales relativement agrégées.

La recherche décrite dans ce document se propose d'estimer un ensemble d'élasticités d'agglomération compatibles avec l'objectif consistant à évaluer les avantages économiques plus généraux des investissements dans les transports. Ce travail est réalisé pour un ensemble exhaustif de branches d'activités en vue de découvrir si les externalités d'agglomération sont réellement déterminantes d'un secteur à l'autre et si elles peuvent présenter une importance pour évaluer les avantages des investissements dans les transports².

Les analyses empiriques utilisent les données au niveau de l'entreprise pour représenter la variance spatiale de la productivité ainsi que les données relatives aux petites zones pour élaborer des mesures de l'agglomération « constatée » par les entreprises. L'analyse se déroule en quatre étapes. La première étape consiste à rassembler les données sur les caractéristiques de production des entreprises dans un ensemble varié de secteurs. Ensuite, on fait appel à un système d'information géographique (SIG) pour identifier l'emplacement de chaque entreprise sur une carte électronique. Dans la troisième étape, un cadre des petites unités spatiales est appliqué sur la carte des entreprises ainsi obtenue pour élaborer des mesures de l'agglomération constatée par chaque entreprise à chaque emplacement. Enfin, les données des entreprises et les mesures de l'agglomération sont utilisées dans le cadre d'une fonction de production pour estimer l'effet de l'agglomération sur la productivité des entreprises.

L'approche micro au niveau de l'entreprise adoptée ici présente un certain nombre d'avantages par rapport à la méthode conventionnelle fondée sur l'utilisation de zones spatiales agrégées comme unités d'observation.

- (i) **Cohérence par rapport à la théorie** – les hypothèses sur lesquelles se fonde l'analyse des comportements de production impliquent que les entreprises, et non pas les zones spatiales agrégées, sont les unités décisionnelles de base. Par conséquent, la modélisation au niveau de l'entreprise est cohérente avec la théorie dont nous nous inspirons pour analyser la productivité.
- (ii) **Compatibilité des mesures de l'agglomération** – le fait de situer géographiquement chaque entreprise permet de saisir de nombreux détails de nature spatiale dans les mesures de l'agglomération en évitant d'utiliser des données fondées sur de grandes unités géographiques prédéfinies telles que les zones administratives ou métropolitaines. En outre, l'adoption d'une approche fondée sur la distance permet d'inclure une dimension de transport implicite dans la mesure de l'agglomération en considérant, non seulement l'échelle de l'activité économique à un certain niveau de concentration, mais aussi la façon dont cette échelle est accessible (proche) à chaque entreprise.
- (iii) **Représentation souple de la technologie de production** – les analyses qui s'appuient sur les données de production agrégées sur les entreprises exigent de partir de l'hypothèse d'une technologie homogène entre ces entreprises et de rendements d'échelle constants, restrictions qui peuvent donner lieu à des biais d'agrégation. Les données au niveau de l'entreprise permettent d'utiliser des formes fonctionnelles plus souples pour représenter la technologie.
- (iv) **Estimation économétrique** – l'utilisation de données détaillées au niveau de l'entreprise pour estimer la productivité peut contribuer à réduire la colinéarité multiple et à obtenir une variance plus discriminante (voir par exemple Griliches et Mairesse 1995).

3.1. Données sur les entreprises

Les données sur les entreprises utilisées pour les estimations portent sur les caractéristiques de production et de coûts des sociétés enregistrées au Royaume-Uni dans les secteurs à deux chiffres. Selon la législation du Royaume-Uni, chaque société enregistrée est tenue de fournir des informations comptables ainsi que des renseignements relatifs à ses opérations à une agence exécutive du Ministère du Commerce et de l'Industrie dénommée « *Companies House* ». Ces données sont rendues accessibles au sein d'un produit logiciel commercial dénommé « *Financial Analysis Made Easy (FAME)* », produit conjointement par Jordans et Bureau Van Dijk (BVD 2003). Les données sur la production se rapportent aux entreprises et non aux installations. Cependant, il est possible d'identifier et d'extraire de l'échantillon les entreprises multi-établissements, car elles signalent plus d'une adresse commerciale.

Les données FAME comprennent des informations financières détaillées sur chaque entreprise et sont disponibles pendant plusieurs années, bien que les relevés des séries chronologiques pour les entreprises individuelles soient irréguliers. Les données d'entrée essentielles dont nous disposons pour chaque entreprise comprennent une mesure du capital social et le nombre de salariés. Le capital social est la valeur des actifs détenus par une société : il comprend les « immobilisations », comme l'amortissement des bâtiments, des installations, des machines et des équipements, les « actifs circulants », comme les stocks et les créances clients de l'entreprise et les « exigibilités à court terme », à savoir les dettes de l'entreprise découlant de ses opérations commerciales normales. Les ventes sont utilisées pour représenter la production. On dispose en outre de données sur les salaires ainsi que sur les coûts totaux de chaque entreprise, qui comprennent tous les éléments directs des coûts liés aux activités ordinaires mises en œuvre par l'entreprise pour réaliser sa production.

3.2. Mesure de l'agglomération

La mesure de l'agglomération utilisée est calculée à partir d'un système fondé sur les circonscriptions, car il existe des données économiques détaillées sur ces zones³ et le niveau de désagrégation spatiale est élevé grâce à une subdivision de la Grande-Bretagne (230 700 km²) en 10 760 unités environ.

À partir des données sur les circonscriptions, l'agglomération est représentée avec une mesure de la « densité effective ». Il s'agit essentiellement d'une mesure de l'agglomération relative à de très petites zones fondée sur l'accessibilité. La densité effective totale de l'emploi (U) accessible à toute entreprise située dans la circonscription i correspond à :

$$U_i = \frac{E_i}{\sqrt{A_i/\pi}} + \sum_j^{i \neq j} \left(\frac{E_j}{d_{ij}} \right) \quad (1)$$

où E_i représente l'emploi total dans la circonscription i , A_i la superficie de la circonscription i , E_j l'emploi total dans la circonscription j , et d_{ij} la distance entre i et j . Remarquons que l'effet de densité relevé dans la circonscription où la société est effectivement établie (c'est-à-dire le premier terme de la partie droite de l'équation (1)) est mesuré par l'emploi total de la circonscription divisé par une variable de remplacement du rayon moyen de la circonscription, calculé en partant de l'hypothèse que les circonscriptions sont à peu près circulaires.

Il convient de mettre l'accent sur la dimension de transport implicite de l'équation (1). Notre mesure de la densité effective permet de représenter l'échelle et la proximité de l'activité économique présente à des endroits spécifiques. Nous partons du principe que les investissements dans les transports feront varier les densités effectives car ils modifieront la proximité relative de l'activité. Il y a lieu de noter que, dans l'équation (1), il est également possible de prendre pour dénominateur les temps de déplacement ou une mesure du coût de déplacement généralisé (voir par exemple Graham, 2007c).

3.3. Estimer la relation entre agglomération et productivité

S'agissant d'externalités, les économies d'agglomération sont considérées comme un type de composant de la technologie permettant de déplacer la production ou la fonction de coût de l'entreprise. Par exemple, à l'échelon de l'entreprise, une spécification type de la fonction de production serait la suivante :

$$Y = g(U) f(X) \quad (2)$$

où Y représente le niveau de production de l'entreprise, X un vecteur des facteurs de production et $g(U)$ un vecteur des effets des économies d'agglomération sur la production.

Nous utilisons les données au niveau de l'entreprise pour fournir une représentation empirique de la fonction de production, ce qui permet d'estimer l'effet de l'agglomération sur la productivité des entreprises. Nous faisons appel en particulier à une variante de la fonction de production translog, qui inclut une fonction de production primaire ainsi qu'un ensemble d'équations de la demande inversée d'intrants pour la production introduisant des informations supplémentaires sur les coûts et les prix des facteurs de production. Grâce à cette approche spécifique, il est possible de décrire de manière assez complète la technologie de production des entreprises et d'analyser certains effets d'agglomération distincts sur la productivité. Une description du modèle translog utilisé est fournie à l'Annexe 1. Graham et Kim (2007) fournissent en outre une représentation complète de l'estimation des économies d'agglomération.

4. RÉSULTATS

Cette section présente les estimations de la relation entre l'agglomération et la productivité des industries du Royaume-Uni, obtenues à partir de la méthode de la fonction de production décrite ci-dessus. Elle fait ensuite le point sur quelques efforts récents visant à utiliser ces résultats dans le cadre de la méthodologie d'évaluation, afin d'estimer les avantages de l'agglomération sur les investissements dans les transports. Enfin, elle met en évidence certaines limites de cette approche et suggère des orientations pour les travaux futurs.

4.1. Estimations de la fonction de production

Les résultats présentés dans cette sous-section sont issus de Graham (2005) et Graham (2006), le but étant de fournir ici un simple aperçu des conclusions empiriques de ces travaux précédents. Pour une description complète de la méthodologie, des sources de données ou d'autres aspects techniques de la recherche, le lecteur est invité à consulter ces rapports plus détaillés.

Les résultats présentés concernent huit branches d'activité, identifiées selon les rubriques suivantes de la Classification internationale type, par industrie, de toutes les branches d'activité économique (CITI) :

- (i) Activités de fabrication (MAN) (rubriques CITI 15-40)
- (ii) Construction (CON) (rubrique CITI 45)
- (iii) Commerce de gros et de détail, hôtels et restaurants (DHC) (rubriques CITI 50-55)
- (iv) Transports, entreposage et communications (TSC) (rubriques CITI 60-64)
- (v) Activités immobilières (RE) (rubrique CITI 70)
- (vi) Activités informatiques et activités rattachées (rubrique CITI 72)
- (vii) Intermédiation financière (BFI) (rubriques CITI 65-67)
- (viii) Autres activités de services aux entreprises (BUS) (rubriques CITI 741-745)

Des estimations des économies d'agglomération sont obtenues séparément pour chaque groupe⁴ à partir des analyses de la fonction de production. Elles sont exprimées sous forme d'élasticités indiquant la variation proportionnelle de la productivité associée à une variation proportionnelle du niveau d'agglomération. Le Tableau 2 ci-dessous présente les estimations des élasticités de la productivité par rapport à l'agglomération.

On observe des estimations positives des externalités d'agglomération dans le secteur de la fabrication, de la construction et pour chacune des six branches de services. L'élasticité d'agglomération la plus faible reportée dans le Tableau concerne les activités de fabrication (0.077). Les élasticités d'agglomération les plus élevées se rapportent aux branches des transports, entreposage et communications (0.223)⁵, de l'intermédiation financière (0.237), des autres activités de services aux entreprises (0.224) et des activités immobilières (0.192).

L'élasticité moyenne pondérée pour le secteur des services dans son ensemble correspond à 0.186 (les coefficients de pondération s'appuient sur les parts de l'emploi des groupes sectoriels). Cet élément indique

Tableau 2. Estimations des élasticités de la productivité par rapport à l'agglomération

Branche d'activité	Élasticité
Activités de fabrication	0.077
Construction	0.072
Commerce de gros et de détail, hôtels et restaurants	0.153
Transports, entreposage et communications	0.223
Activités immobilières	0.192
Activités informatiques et activités rattachées	0.082
Intermédiation financière	0.237
Autres activités de services aux entreprises	0.224
Économie totale	0.119

que le doublement de l'accessibilité du potentiel économique s'accompagne d'une augmentation de la productivité de pratiquement 20 pour cent. L'élasticité du secteur des services est plus de deux fois supérieure à l'estimation des activités de fabrication correspondant à 8 pour cent. D'après les résultats fournis au Tableau 2, il semble donc que l'agglomération offre des rendements supérieurs dans les services par rapport aux activités de fabrication, notamment pour ce qui est des activités habituellement prévues dans les centres d'affaires, comme l'intermédiation financière, les activités de services aux entreprises et les activités immobilières. Le calcul d'une élasticité moyenne pondérée couvrant toutes les branches d'activité fournit une estimation de l'élasticité de la productivité par rapport à l'agglomération pour l'économie globale de 0.119 (12 pour cent).

4.2. Application des élasticités d'agglomération aux évaluations des transports

Les résultats fournis ci-dessus étayent la théorie de l'augmentation des rendements d'agglomération dans un ensemble diversifié de branches d'activité économique. La proximité de la masse économique semble être déterminante et c'est pourquoi on peut supposer qu'une augmentation des densités effectives résultant des investissements dans les transports peut s'accompagner d'effets positifs sur la productivité à travers l'agglomération. Cependant, on peut encore s'interroger sur l'ampleur effective de ces effets dans le cadre de l'évaluation des transports. Ces effets apparaîtraient-ils insignifiants par rapport aux économies ordinaires sur les temps de déplacements ou seraient-ils effectivement susceptibles de faire la différence par rapport aux calculs de coûts-avantages ?

La réponse à ces questions dépendra en définitive des caractéristiques de chaque système spécifique. Toutefois, à titre illustratif, on peut tenir compte de quelques exemples récents d'évaluation *ex ante* où des avantages d'agglomération liés à certains investissements dans les transports au Royaume-Uni ont été calculés.

La première de ces évaluations a été réalisée par le Ministère des Transports du Royaume-Uni (DfT 2005). À partir des élasticités d'agglomération tirées de Graham (2005) et grâce à une méthodologie analogue à celle suggérée par Venables (2007), le Ministère des Transports a procédé à une nouvelle évaluation du projet de système ferroviaire londonien dénommé « Crossrail », afin d'étudier comment ces externalités pourraient avoir une incidence sur les effets positifs prévus des investissements. Le Tableau 3 présente les résultats de cet exercice⁶. Il indique qu'en incluant les effets économiques urbains, autrement dit les avantages d'agglomération, les effets positifs totaux du projet Crossrail augmentent de 25 pour cent.

La deuxième évaluation récente des avantages d'agglomération a été réalisée par des conseillers de la société Steer Davies Gleave (SDG), qui se sont eux aussi appuyés sur les estimations de l'agglomération fournies par Graham (2005). Ils ont procédé à une analyse économique complète des différents systèmes proposés pour la région Yorkshire et Humberside en Angleterre. Les résultats concernant les avantages d'agglomération estimés sont présentés au Tableau 4. Il ressort des calculs réalisés par SDG que les avantages pour les utilisateurs ordinaires s'accroissent normalement de 10 à 20 pour cent suite à l'augmentation des rendements d'agglomération.

Les chiffres reportés dans les Tableaux 3 et 4 indiquent que l'inclusion d'effets d'agglomération pourrait sensiblement développer les effets positifs estimés des projets de transport. S'ils sont aussi importants que le montrent ces récents exemples pratiques, les conséquences pour les décideurs en matière d'investissements dans les transports sont considérables.

Tableau 3. Application de la nouvelle évaluation de CrossRail
(calculs du Ministère des Transports du Royaume-Uni)

Avantages	Bien-être (millions USD)
Économies de temps de l'entreprise	4 847
Économies de temps des trajets quotidiens domicile-travail	4 152
Économies de temps libre	3 833
Avantages totaux pour les utilisateurs (ordinaires)	12 832
Avantages d'agglomération	3 094
Avantages totaux (nouvelle approche)	15 926

Tableau 4. Évaluation des avantages d'agglomération procurés par les investissements dans les transports

Mode	Système	Agglomération
Route	Axe routier amélioré Leeds-Bradford	21%
Route	Axe routier amélioré zone urbaine de Leeds	22%
Transports publics	Amélioration des transports publics entre Leeds et Bradford	15%
Bus	Subvention pour les autobus à l'intérieur de la ville de Leeds	11%
Route	Axe routier amélioré Leeds-Sheffield	19%
Route	Bretelle M6	12%
Bus	Subvention pour les autobus du comté du West Yorkshire	9%
Transports publics	Principaux investissements dans les transports publics dans la zone urbaine de Leeds	9%
Bus	Subvention pour les autobus du South & West Yorkshire	7%
Bus	Subvention pour les autobus du South Yorkshire	3%

- Introduire des informations supplémentaires sur les avantages d'agglomération pourrait contribuer à définir les priorités des plans d'affectation des financements.
- Estimer des rendements de transport accrus pourrait permettre de dégager davantage de financements publics pour les investissements.
- Identifier les effets sur le PIB et sur le bien-être pourrait aider à évaluer les options entre les différents objectifs des plans de financement.
- Quantifier les effets du PIB pourrait aider à encourager la demande de contributions privées aux investissements dans les infrastructures.

4.3. Limites de l'approche et orientations pour les travaux futurs

Les travaux sur l'agglomération et les investissements dans les transports n'ont vu le jour que très récemment et la démarche existante présente un certain nombre de limites sur lesquelles il convient de se pencher davantage. L'identification empirique des économies d'agglomération présente d'innombrables difficultés. En général, les processus réels qui donnent lieu à ces externalités ne sont pas observés ; on utilise en revanche des variables reflétant les densités urbaines ou industrielles pour mesurer les gains d'efficacité agrégés que sont supposées offrir les villes et les grappes industrielles. La mesure et l'analyse de l'efficacité productive en soi posent également un certain nombre de problèmes, au même titre que les classifications disponibles pour décrire l'hétérogénéité sectorielle et fonctionnelle. Cette sous-section met l'accent sur certaines priorités pour les travaux futurs susceptibles de pallier les limites du traitement existant de l'agglomération dans l'évaluation des transports.

La première restriction manifeste de l'approche actuelle et du travail empirique présenté dans ce document est qu'ils fournissent peu de renseignements sur l'origine des effets positifs de l'agglomération sur la productivité. Les études théoriques suggèrent effectivement un certain nombre de sources d'avantages d'agglomération (à savoir les avantages du marché de l'emploi, les interactions de connaissances et le partage d'intrants), mais les études empiriques n'ont pas encore découvert l'ampleur des effets positifs sur la productivité résultant de chaque source. Dans le cadre de l'évaluation des transports, cela signifie que l'on ignore comment les sources de l'agglomération pourraient se rattacher aux mouvements de transport.

Cela peut en fait se révéler être une lacune importante dans notre connaissance. Lorsque des investissements sont réalisés dans les transports, ils ont habituellement des répercussions diverses sur les différents types de trajets. Certains investissements dans les transports se répercuteront principalement sur les déplacements professionnels, d'autres sur les trajets quotidiens domicile-travail et d'autres encore peut-être sur les déplacements pour le transport de marchandises. L'étendue des avantages d'agglomération globaux découlant d'un plan donné dépendra donc, non seulement de l'intensité avec laquelle les externalités d'agglomération sont actuellement freinées par la prestation de services de transport, mais aussi de la mesure dans laquelle l'agglomération est déterminée par les motifs et les différents modes de déplacement.

Un deuxième sujet de recherche, qui mérite davantage d'attention, concerne l'étendue géographique des économies d'agglomération et la façon dont elle est représentée dans l'évaluation. Ce thème se rapporte essentiellement à notre compréhension de la répartition spatiale des effets d'agglomération positifs susceptibles de découler des dépenses de transport. Ainsi, dans le cas d'un investissement dans les transports dans la zone de Central London, les avantages d'agglomération de cet investissement sont-ils uniquement accessibles dans la localité immédiate du projet ou sont-ils répartis par exemple sur toutes les zones de Central London, Inner London et Outer London, voire au-delà ? À l'évidence, il s'agit là d'une question cruciale. Les estimations de l'ampleur des effets bénéfiques des investissements sur la productivité grâce à l'agglomération peuvent changer radicalement selon que ces effets touchent un nombre relativement restreint ou un très grand nombre d'entreprises. Il est donc nécessaire d'en savoir davantage sur la façon dont les économies d'agglomération diminuent en fonction de l'éloignement de la source. Rice *et al.* (2006) abordent

cette question, qui mérite certainement d'être étudiée davantage dans le cadre des travaux empiriques sur l'agglomération et la productivité.

Enfin, la plupart des travaux existants en matière d'agglomération et de productivité présentent une série d'autres restrictions, qui font l'objet de recherches continues. Il s'agit notamment de problèmes d'identification engendrés par l'endogénéité et par les erreurs de mesure, à la spécialisation fonctionnelle urbaine et à la « qualité » des intrants⁷.

5. CONCLUSIONS

Le présent document a examiné la relation entre agglomération et productivité dans certains secteurs de l'économie du Royaume-Uni. Il a établi une mesure de la « densité effective » de l'accessibilité à la masse économique de petites zones, qui inclut une dimension de transport implicite. L'étude présentée ci-dessus vérifie l'association entre productivité et densité effective dans le cadre d'une analyse de la fonction de production translog au niveau de l'entreprise.

Ce travail se propose d'identifier les éventuels effets positifs externes provenant de l'offre d'infrastructures de transport non prises en compte dans les évaluations des transports classiques. Les résultats indiquent que les économies d'agglomération sont effectivement déterminantes et peuvent être consistantes, notamment dans le secteur des services. On calcule une élasticité d'agglomération moyenne pondérée de 0.119 pour l'ensemble de l'économie, de 0.186 pour le secteur des services et de 0.077 pour les activités de fabrication. On observe en outre une variation considérable de l'ampleur des élasticités d'une branche d'activité à l'autre.

Si les investissements dans les transports modifient les densités accessibles aux entreprises, en réduisant par exemple les temps et les coûts de déplacement, ils peuvent alors s'accompagner d'effets d'agglomération positifs. La disponibilité d'estimations fiables de la relation entre masse économique et productivité permet de quantifier ces avantages économiques « plus généraux ». D'après certaines applications récentes, l'effet des externalités d'agglomération n'est pas sans importance lorsqu'il est envisagé dans le cadre de l'évaluation des transports. Les calculs préliminaires font généralement apparaître des avantages accrus pour les usagers conventionnels de l'ordre 10 pour cent à 20 pour cent dérivant de l'augmentation des rendements de la masse économique.

NOTES

1. Centre for Transport Studies, Imperial College London, London, SW7 2AZ, UK, Tél. : +4420-7594-6088, Fax: +4420-7594-6107, courrier électronique : d.j.graham@imperial.ac.uk
2. Dans cette analyse, nous nous intéressons à l'agglomération de toute l'activité économique, sans aucune distinction entre économies d'urbanisation et économies de localisation. Graham (2007b) utilise une approche analogue pour estimer les externalités issues de ces deux sources.
3. Nous utilisons les données sur l'emploi au niveau des circonscriptions issues de l'enquête annuelle auprès des entreprises (*Annual Business Inquiry – ABI*), recensement officiel de l'emploi en Grande-Bretagne.
4. Une estimation fondée sur une désagrégation sectorielle à un niveau à deux chiffres est fournie par Graham (2007a).
5. Il est intéressant de noter qu'une élasticité aussi élevée soit estimée pour les services de transports. Ce résultat peut être révélateur des rendements de densité croissants qui tendent à toucher les opérateurs de transport de sorte que les coûts unitaires baissent lorsque la densité du trafic augmente (voir par exemple Berechman 1993 et Graham *et al.* 2003).
6. Il est important de souligner que ces calculs ont été effectués par le Ministère des Transports (Department for Transport – DfT) du Royaume-Uni. La méthodologie complète ainsi qu'une présentation du projet Crossrail sont fournies dans le document de référence Dft 2005.
7. Certains éléments portent à indiquer que la spécialisation fonctionnelle peut varier systématiquement au sein de la hiérarchie urbaine : les grandes villes tendent à accueillir une proportion plus large d'entreprises qui possèdent des fonctions spécialisées impliquant la présence de personnel qualifié (voir par exemple Duranton et Puga 2005, Rice *et al.* 2006, Combes *et al.* 2007).

RÉFÉRENCES

- Aaberg, Y. (1973). *Regional productivity differences in Swedish manufacturing*. *Regional and Urban Economics* 3, 131-156.
- Berechman, J. (1993). *Public transport economics and deregulation policy*. Amsterdam: North Holland.
- BVD (2003). *FAME: UK and Irish company information in an instant*. London: Bureau van Dijk.
- Ciccone, A. (2002). *Agglomeration effects in Europe*. *European Economic Review* 46, 213-227.
- Ciccone, A. et R. Hall (1996). *Productivity and the density of economic activity*. *American Economic Review* 86, 54-70.
- Combes, P., G. Duranton et L. Gobillon (2007). *Spatial wage disparities: Sorting matters!* *Journal of Urban Economics* (in press).
- DfT (2005). *Transport, wider economic benefits and impacts on GDP*. London: HMSO.
- Duranton, G. et D. Puga (2005). *From sectoral to functional urban specialisation*. *Journal of Urban Economics* 57, 343-370.
- Eberts, R. et D. McMillen (1999). *Agglomeration economies and urban public infrastructure*, Chapter in HP Cheshire and ES Mills (eds) *Handbook of regional and urban economics*, Volume III. New York: North Holland.
- Fogarty, M. et G. Garofalo (1978). *Environmental quality income trade-off functions with policy applications*. paper presented at the Southern Regional Science Association Meeting.
- Fujita, M. et J. Thisse (2002). *The economics of agglomeration: Cities, industrial location and regional growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Graham, D. J. (2005). *Wider economic benefits of transport improvements: link between agglomeration and productivity, Stage 1 Report*. London: DfT.
- Graham, D. J. (2006). *Wider economic benefits of transport improvements: link between agglomeration and productivity, Stage 2 Report*. London: DfT.
- Graham, D. J. (2007a). *Agglomeration, productivity and transport investment*. *Journal of Transport Economics and Policy* 41, 1-27.
- Graham, D. J. (2007b). *Identifying urbanization and localization externalities in manufacturing and service industries*. *Papers in Regional Science* (in press).
- Graham, D. J. (2007c). *Variable returns to agglomeration and the effect of road traffic congestion*. *Journal of Urban Economics* 62, 103-120.

- Graham, D. J., A. Couto, W. Adeney et S. Glasiter (2003). *Economies of scale and density in urban rail transport: effects on productivity*. Transportation Research E 39, 443-458.
- Graham, D. J. et H. Y. Kim (2007). *An empirical analytical framework for agglomeration economies*. Annals of Regional Science (in press).
- Griliches, Z. et J. Mairesse (1995). *Production functions: the search for identification*. NBER 5067.
- Henderson, J. (1986). *Efficiency of resource usage and city size*. Journal of Urban Economics 19, 47-70.
- Henderson, J. V. (2003). *Marshall's scale economies*. Journal of Urban Economics 53, 1-28.
- Kawashima, T. (1975). *Urban agglomeration economies in manufacturing industries*. Papers of the Regional Science Association 34, 157-175.
- Kim, H. (1992). *The translog production function and variable returns to scale*. Review of Economics and Statistics 74, 546-552.
- Louri, H. (1988). *Urban growth and productivity: the case of Greece*. Urban Studies 25, 433-438.
- Moomaw, R. L. (1981). *Productivity and city size: a review of the evidence*. Quarterly Journal of Economics 96, 675-688.
- Moomaw, R. L. (1983). *Spatial productivity variations in manufacturing: a critical survey of cross sectional analyses*. International Regional Science Review 8, 1-22.
- Moomaw, R. L. (1985). *Firm location and city size: reduced productivity advantages as a factor in the decline of manufacturing in urban areas*. Journal of Urban Economics 17, 73-89.
- Nakamura, R. (1985). *Agglomeration economies in urban manufacturing industries: a case of Japanese cities*. Journal of Urban Economics 17, 108-124.
- Rice, P., A. Venables et E. Patacchini (2006). *Spatial determinants of productivity: analysis for the regions of Great Britain*. Regional Science and Urban Economics 36, 727-752.
- Rosethal, S. et W. Strange (2004). *Evidence on the nature and sources of agglomeration economies*, Chapter in Henderson JV and Thisse JF (eds) Handbook of Regional and Urban Economics, Volume 4. Amsterdam: Elsevier.
- Shefer, D. (1973). *Localization economies in SMSA's: a production function analysis*. Journal of Regional Science 13, 55-64.
- Sveikauskas, L. (1975). *The productivity of cities*. Quarterly Journal of Economics 89, 392-413.
- Sveikauskas, L., J. Gowdy et M. Funk (1988). *Urban productivity: city size or industry size*. Journal of Regional Science 28, 185-202.
- Tabuchi, T. (1986). *Urban agglomeration, capital augmenting technology, and labour market equilibrium*. Journal of Urban Economics 20, 211-228.
- Venables, A. J. (2007). *Evaluating urban transport improvements: cost-benefit analysis in the presence of agglomeration and income taxation*. Journal of Transport Economics and Policy 41 (2), 173-188.

ANNEXE 1 : LE MODÈLE TRANSLOG DE LA DEMANDE INVERSÉE D'INTRANTS POUR LA PRODUCTION

Le système de fonction de production translog généralisé fondé sur un système de demande inversée d'intrants a été proposé pour la première fois par Kim (1992) et appliqué intégralement par Graham et Kim (2007) pour estimer les économies d'agglomération.

Soit la fonction de production de la société

$$Y = f(X, U) \quad (3)$$

où Y désigne le niveau de production de la société, X un vecteur des facteurs de production avec des éléments X_i ($i = 1, \dots, n$) et U les effets sur la production découlant des économies d'agglomération.

Si les intrants sont loués sur des marchés concurrentiels, les conditions de premier ordre pour maximiser la production faisant l'objet d'une contrainte en matière de dépense correspondent à :

$$\frac{\partial Y}{\partial X_i} = \lambda W_i, \quad (4)$$

où W_i est le prix de l'intrant i^{th} et λ est un multiplicateur de Lagrange qui est l'inverse du coût marginal $\partial C / \partial Y$. La contrainte en matière de dépenses est fournie par :

$$\sum_i W_i X_i = C, \quad (5)$$

où C représente le coût total.

À partir des équations (4) et (5)

$$\lambda = \frac{\sum_i (\partial Y / \partial X_i) X_i}{C} \quad (6)$$

et en remplaçant l'équation (6) par l'équation (4) après la modification, on obtient les équations suivantes de la demande inversée d'intrants :

$$\frac{W_i}{C} = \frac{\partial Y / \partial X_i}{\sum_i (\partial Y / \partial X_i) X_i} \equiv g_i(X, U) \quad (7)$$

Il est à noter que ces fonctions de demande inversée d'intrants déterminent les prix en fonction des quantités, contrairement aux fonctions de demande ordinaire qui déterminent les quantités en termes de prix. L'équation (7) peut être présentée sous forme de part de coût (s_i^C) de la manière suivante :

$$s_i^C = \frac{W_i X_i}{C} = \frac{\partial \log Y / \partial \log X_i}{\sum_i \partial \log Y / \partial \log X_i} \quad (8)$$

En prenant une approximation translog de l'équation (3), on obtient :

$$\log Y = \alpha_0 + \sum_{i=1}^i \alpha_i \log X_i + \gamma_U \log U + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^i \sum_{j=1}^i \gamma_{ij} \log X_i \log X_j + \sum_i \gamma_{iU} \log X_i \log U + \frac{1}{2} \gamma_{UU} (\log U)^2 \quad (9)$$

où $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$ ($i \neq j$) et, étant donné l'équation (8), la différenciation adéquate de (9) donne les équations de la part de coût :

$$S_i^C = \frac{\alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log X_j + \gamma_{iU} \log U}{\sum_i \alpha_i + \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log X_j + \sum_i \gamma_{iU} \log U} \quad (10)$$

Les paramètres translog peuvent être efficacement estimés en évaluant simultanément (9) et (10) comme un système de régression multivariée non linéaire. Cependant, étant donné que les équations de part de facteur s'ajoutent à l'unité, il est impossible de procéder à l'estimation du système complet, car la matrice de covariance d'écart est singulière et non diagonale. Le problème de la singularité est résolu en estimant simultanément la fonction de production translog primaire et les équations de part n – 1.

Les équations (9) et (10) sont estimées en tant que technique de la régression apparemment sans lien (RASL) utilisant une procédure en deux étapes qui permet d'estimer, en premier lieu, la matrice de covariance d'erreur grâce aux moindres carrés non linéaires et, ensuite, les paramètres qui minimisent la somme généralisée des carrés pour l'ensemble du système. On suppose que les erreurs aléatoires dans chaque équation sont réparties indépendamment des variables explicatives, ont une espérance mathématique de zéro et une variable constante. La technique RASL permet en outre d'établir une corrélation entre équations entre les termes d'erreur ; l'erreur dans chaque équation peut avoir une variance différente.

Le système translog de demande inversée d'intrants pour la production permet de généraliser par rapport aux spécifications précédentes en tenant compte d'une technologie de production non homothétique où les rendements d'échelle et l'élasticité de substitution varient avec le niveau de production et les proportions des facteurs. L'homothéticité, l'homogénéité et l'homogénéité linéaire représentent chacune une version restreinte de la fonction homothétique. À partir de l'équation (9), les rendements d'échelle sont mesurés comme suit :

$$\sum_i \frac{\partial \log Y}{\partial \log X_i} = \sum_i \alpha_i + \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log X_j + \sum_i \gamma_{iU} \log U \quad (11)$$

La flexibilité dans les rendements d'échelle de part et d'autre de l'échantillon est particulièrement importante pour les objectifs visés car nous tenons à distinguer les économies d'échelle des effets d'agglomération. Pour nous acquitter efficacement de cette tâche, nous devons veiller autant que possible à ce que le terme de l'agglomération soit réellement distinct, c'est-à-dire qu'il ne prenne pas en compte certains effets de rendements d'échelle résiduels dus à l'ajustement inapproprié d'une fonction de production restrictive.

Un cadre analytique pour les économies d'agglomération

Le système décrit ci-dessus offre un cadre analytique exhaustif pour l'analyse de l'agglomération. La spécification extrêmement générale ne nécessite pas d'hypothèses particulièrement difficiles sur l'incidence de l'agglomération (par exemple la neutralité de Hicks) et rend possibles les effets non linéaires. Trois dimensions d'agglomération, distinctes mais fortement corrélées, peuvent être identifiées dans l'utilisation de notre modèle. Premièrement, les rendements d'agglomération externes qui influencent la productivité globale des facteurs ainsi que la productivité des facteurs individuels, que nous dénommerons « *effets sur la productivité* ». Deuxièmement,

les *effets sur le prix des facteurs*, qui se manifestent à la suite de l'augmentation de la productivité des facteurs entraînée par l'agglomération. Troisièmement, les *effets sur les demandes de facteurs*, qui résultent de l'influence de l'agglomération sur les prix des facteurs. Chacune de ces dimensions est examinée tour à tour ci-dessous.

Effets sur la productivité

Les effets sur la productivité agrégée des économies d'agglomération sont représentés par l'élasticité de la production par rapport à l'agglomération. Si l'on différencie l'équation (9) par rapport à U , on obtient :

$$\frac{\partial \log Y}{\partial \log U} = \gamma_U + \gamma_{UU} \log U + \sum_i \gamma_{iU} \log X_i \quad (12)$$

L'équation (12) mesure le déplacement total de la production découlant de l'agglomération et, par conséquent, les effets de l'agglomération sur la productivité globale des facteurs. Cet effet sur la productivité agrégée peut être décomposé en deux parties. Premièrement, un effet que nous appellerons « effet d'agglomération *direct* », qui est indépendant des niveaux des facteurs et varie en fonction du niveau d'agglomération ($\gamma_U + \gamma_{UU} \log U$). Il convient de noter que la spécification quadratique permet de prendre en compte des effets d'agglomération non linéaires et, par conséquent, le type de baisse de rendements susceptible d'être envisagé par la théorie. Deuxièmement, un élément issu de l'effet produit par l'agglomération sur la productivité des facteurs de production étant donné le volume de facteurs de production utilisés ($\sum_i \gamma_{iU} \log X_i$).

Pour déterminer l'effet d'agglomération sur la productivité des facteurs individuels, on a recours aux élasticités de production car elles représentent les produits marginaux logarithmiques de chaque intrant.

$$\frac{\partial \log Y}{\partial \log X_i} = \alpha_i + \gamma_{ij} \log X_j + \sum_i \gamma_{iU} \log U. \quad (13)$$

Si $\gamma_{iU} > 0$ alors l'agglomération est associée positivement à la productivité du facteur X_i . Si $\gamma_{iU} < 0$ alors l'agglomération est associée négativement à la productivité du facteur X_i . Les économies d'agglomération ne sont neutres au sens de Hicks que si $\gamma_{iU} = 0$.

Ainsi, en termes de productivité, notre modèle permet d'identifier trois types d'effets découlant des externalités d'agglomération : un effet agrégé sur la productivité globale des facteurs, un effet « direct » indépendant des facteurs de production et des effets spécifiques sur l'efficacité de chaque facteur. Par conséquent, une distinction entre les effets sur la productivité totale est possible. Cet aspect est important car on peut prévoir que l'agglomération se répercute de différentes façons sur l'efficacité. La possibilité de placer des effets d'agglomération non linéaires, par exemple du fait de la diminution des rendements, présente également un avantage.

Effets sur les prix

Si l'agglomération entraîne des améliorations de productivité, celles-ci doivent être capitalisées dans les prix des facteurs de production ; ces effets sur les prix peuvent être identifiés au sein de notre modèle. Les équations de la demande inversée d'intrants (7) mesurent les prix virtuels ou la propension marginale des sociétés à payer des intrants à un niveau de dépense prédéfini. En situation d'équilibre, la propension marginale à payer un intrant doit être égale au prix. Si l'on nomme W_i/C « \hat{W}_i » et si l'on réécrit l'équation (10) sous forme de demande inversée d'intrants, on obtient :

$$\hat{w}_i = \frac{\alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log X_j + \gamma_{iU} \log U}{\left(\sum_i \alpha_i + \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log X_j + \sum_i \gamma_{iU} \log U \right)} X_i \quad (14)$$

Si l'on différencie d'un point de vue logarithmique l'équation (14) par rapport à U , on obtient :

$$\frac{\partial \log \hat{w}_i}{\partial \log U} = \frac{\gamma_{iU}}{(\partial \log Y / \partial \log X_i)} - \frac{\sum_i \gamma_{iU}}{\sum_i (\partial \log Y / \partial \log X_i)} \quad (15)$$

L'équation (15) identifie l'effet d'agglomération sur la propension à payer l'intrant i ou son prix. Ce phénomène est exprimé comme un effet de l'agglomération sur la productivité du facteur i (γ_{iU}), étant donné la contribution de ce facteur à la production totale ($\partial \log Y / \partial \log X_i$), moins l'effet de l'agglomération sur la productivité de tous les facteurs, étant donné la contribution de tous les facteurs à la variation de la production.

Effets sur les demandes de facteurs

Si le prix des facteurs de production varie systématiquement avec le niveau d'agglomération, on peut prévoir un effet sur les demandes de facteurs. En partant de l'équation (14), les élasticités de prix inversées de chaque facteur sont les suivantes :

$$\frac{\partial \log \hat{w}_i}{\partial \log X_i} = \frac{\gamma_{ii}}{(\partial \log Y / \partial \log X_i)} - \frac{\sum_j \gamma_{ij}}{\sum_i (\partial \log Y / \partial \log X_i)} - 1, \quad (16)$$

Ainsi, en utilisant l'équation (15), on peut déterminer comme suit l'effet d'agglomération sur les demandes de facteurs :

$$\frac{\partial \log X_i}{\partial \log U} = \left(\frac{\partial \log \hat{w}_i}{\partial \log X_i} \right)^{-1} \cdot \left(\frac{\partial \log \hat{w}_i}{\partial \log U} \right) \quad (17)$$

Les équations (12) à (17) fournissent un cadre empirique complet pour analyser les économies d'agglomération. Elles permettent de calculer les effets d'agglomération sur la productivité globale des facteurs, sur l'efficacité de chaque facteur, sur les prix des facteurs et sur les demandes de facteurs.

LISTE DES PARTICIPANTS

Professor T.R. LAKSHMANAN Director University of Boston Center for Transportation Studies 675 Commonwealth ave., 4th Floor EU- BOSTON, MA 02215 ÉTATS-UNIS	Président
Professor Roger VICKERMAN Director University of Kent Centre for European, Regional and Transport Economics Keynes College GB- CANTERBURY, CT2 7NP ROYAUME-UNI	Rapporteur
Professor Jeffrey P. COHEN University of Hartford Barney School of Business 200 Bloomfield Ave EU-WEST HARTFORD, CT 06117 ÉTATS-UNIS	Rapporteur
Dr. Daniel GRAHAM Senior Research Fellow University of London Centre for Transport Studies Civil and Environmental Engineering Imperial College London GB- LONDON SW7 2BU ROYAUME-UNI	Rapporteur
Prof. Börje JOHANSSON Jönköping University Jönköping International Business School PO Box 1026 S-551 11 JÖNKÖPING SUÈDE	Rapporteur

Professor William P. ANDERSSON
University of Boston
Center for Transportation Studies
675 Commonwealth ave., 4th Floor
EU- BOSTON, MA 02215
ÉTATS-UNIS

Co-Rapporteur

Mr. Ian SUE WING
University of Boston
Center for Transportation Studies
675 Commonwealth ave., 4th Floor
EU- BOSTON, MA 02215
ÉTATS-UNIS

Co-Rapporteur

Mr. Brian Baird ALSTADT
Economist
Economic Development Research Group, Inc.
2 Oliver St, FL9,
EU-BOSTON, MA 02109
ÉTATS-UNIS

Co-Rapporteur

Mr. Glen WEISBROD
Economic Development Research Group, Inc.
2 Oliver St, FL9,
EU-BOSTON, MA 02109
ÉTATS-UNIS

Co-Rapporteur

Prof. Alex ANAS
Professor of Economics
State University of New York at Buffalo
Dept. of Economics
405 Fronczak Hall
EU-AMHERST, NEW YORK 14260
ÉTATS-UNIS

Professor Joseph BERECHMAN
Chairman, Department of Economics
The City College, The City University of New York
160 Convent Ave., NA 5/144
EU-NEW YORK NY 10031
ÉTATS-UNIS

Prof. Dr. Ulrich BLUM
Praesident
Institut für Wirtschaftsforschung Halle
Kleine Märkerstrasse 8
D-06108 HALLE (Saale)
ALLEMAGNE

Professeur Yves CROZET
Laboratoire d'Economie des Transports (LET)
Université Lumière Lyon 2
MRASH
14 avenue Berthelot
F-69363 LYON Cedex 07
FRANCE

Mr. Bruno DE BORGER
University of Antwerp
Prinsstraat 13
B-2000 ANTWERP
BELGIQUE

Mr. Alim DEMCHUK
Head of Department
Ministry of Transport and Communications
Financial Regulations and Social Policy
14 av. Peremogy
UKR-01135 KIEV
UKRAINE

Mr. Andrew HAUGHWOUT
Assistant Vice President
Microeconomic and Regional Studies Function
Federal Reserve Bank of New York
33 Liberty Street
NEW YORK, NY 10045
ÉTATS-UNIS

Mr. Gunnar ISACSSON
TEK/VTI
Box 760
S-781 27 BORLÄNGE
SUÈDE

Mr. Ronald F. KIRBY
Director of Transportation Planning
Metropolitan Washington Council of Governments
777 North Capitol Street, N.E., Suite 300
EU-WASHINGTON, DC 20002-4239
ÉTATS-UNIS

Prof. Kiyoshi KOBAYASHI
Kyoto University
Graduate School of Management
Yoshidahonmachi, Sakyo-ku
J-606-8501 KYOTO
JAPON

Professor Peter MACKIE
University of Leeds
Institute for Transport Studies
36 University Road
GB- LEEDS, LS2 9JT
ROYAUME-UNI

Ms Ganna MAZUR
Deputy Head, Unit for the bilateral cooperation,
CIS Organizations and International Agreements,
Department for Foreign Economic Relations
Ministry of Transport and Communications
14 av. Peremogy
UKR-01135 KIEV
UKRAINE

Professor Michael D. MEYER
Georgia Institute of Technology
School of Civil and Environmental Engineering
790 Atlantic Drive
EU- ATLANTA, Georgia 30332-0355
ÉTATS-UNIS

Professor Catherine J. MORRISON PAUL
University of California, Davis –
Department of Agricultural and Resource Economics
One Shields Avenue
EU- DAVIS, CA 95616
ÉTATS-UNIS

Prof. Jan OOSTERHAVEN
University of Groningen
Faculty of Economics
PO Box 800
NL-9700 AB GRONINGEN
PAYS-BAS

Dr. Wolfgang SCHADE
Sustainability and Infrastructures
Fraunhofer Institute for Systems
And Innovations Research ISI
Breslauer Strasse 48
D-76139 KARLSRUHE
ALLEMAGNE

Mr. Derek SWEET
Transportation Research Board (TRB)
500 5th Street NW
20001 WASHINGTON
ÉTATS-UNIS

Dr. Mary Lynn TISCHER
Director, Commonwealth's Multimodal
Transportation Planning Office
1401 E. Broad Street
EU-RICHMOND, Virginia 23219
ÉTATS-UNIS

Mr. Martin WEISS
Office of Planning, Environment, and Realty
Federal Highway Administration
1200 New Jersey Ave., SE
EU-WASHINGTON, DC 20590
ÉTATS-UNIS

Dr. Karen WHITE
Economist
Federal Highway Administration
1200 New Jersey Avenue, SE, mailstop E83-431
EU-WASHINGTON, DC 20590
ÉTATS-UNIS

**SECRÉTARIAT OCDE-FORUM INTERNATIONAL
SUR LES TRANSPORTS**

CENTRE CONJOINT DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS

Mr. Stephen PERKINS
Chef du Centre Conjoint de Recherche sur les Transports
2 rue André Pascal
F-75775 PARIS CEDEX 16
FRANCE

Dr. Kurt VAN DENDER
Chef du Centre Conjoint de Recherche sur les Transports
2 rue André Pascal
F-75775 PARIS CEDEX 16
FRANCE

Ms. Françoise ROULLET
Chef du Centre Conjoint de Recherche sur les Transports
2 rue André Pascal
F-75775 PARIS CEDEX 16
FRANCE

ÉGALEMENT DISPONIBLES

Transport et commerce international. Série CEMT – Table Ronde 130ème (2006)
(75 2006 13 2 P1) ISBN 92-821-1340-X

Les transports et la décentralisation. Série CEMT – Table Ronde 131ème (2006)
(75 2006 12 2 P1) ISBN 92-821-1344-2

Investissements en infrastructures de transport et productivité de l'économie. Série CEMT – Table Ronde 132ème (2007)
(74 2007 04 2 P1) ISBN 978-92-821-0126-1

La (dé)réglementation du secteur des taxis. Série CEMT – Table Ronde 133ème (2007)
(74 2007 02 2 P1) ISBN 978-92-821-0116-2

Accès au marché, commerce des services de transport et facilitation des échanges. Série CEMT – Table Ronde 134ème (2007)
(74 2007 05 2 P1) ISBN 978-92-821-0148-3

Tarification des infrastructures de transport et dimensionnement de la capacité : L'autofinancement de l'entretien et de la construction des routes. Série CEMT – Table Ronde 135ème (2007)
(74 2007 01 2 P1) ISBN 978-92-821-0110-0

Estimation et évaluation des coûts de transport. Série CEMT – Table Ronde 136ème (2007)
(74 2007 06 2 P1) ISBN 978-92-821-0153-7

Transport, formes urbaines et croissance économique. Série CEMT – Table Ronde 137ème (2007)
(74 2007 07 2 P1) ISBN 978-92-821-0166-7

Biocarburants : Lier les politiques de soutien aux bilans énergétiques et environnementaux. Série FIT – Table Ronde 138ème (2008)
(75 2008 02 2 P1) ISBN 978-92-82-10181-0

Pétrole et transports : La fin des carburants à prix abordable ? Série FIT – Table Ronde 139ème (2008)
(74 2008 03 2 P1) ISBN 978-92-82-10251-0

Vous pourrez recevoir par email des informations sur les nouvelles publications de l'OCDE en vous inscrivant sur www.oecd.org/OECDdirect

Vous pourrez les commander directement sur www.oecd.org/bookshop

Vous trouverez des informations complémentaires sur le FIT sur www.internationaltransportforum.org

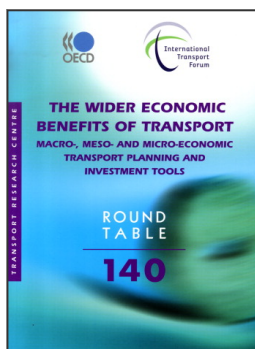
TABLE DES MATIÈRES

SYNTHÈSE DE LA DISCUSSION.....	7
--------------------------------	---

RAPPORTS INTRODUCTIFS:

Évolutions récentes de la recherche sur les avantages économiques généraux des investissements en infrastructures de transport - par Roger VICKERMAN (Canterbury, Royaume-Uni)	31
1. Introduction	35
2. Objet des analyses en matière d'infrastructures.....	36
3. Évaluation des infrastructures au niveau macroéconomique	38
4. Évaluation des infrastructures au niveau du marché.....	43
5. Évaluation microéconomique des infrastructures	46
6. Conclusions et conséquences	48
Avantages économiques plus larges des transports - par T.R. LAKSHMANAN (États-Unis).....	55
1. Introduction et aperçu général.....	59
2. Modélisation macroéconomique des impacts économiques des infrastructures de transport.....	60
3. Enseignements de l'histoire économique.....	65
4. Avantages économiques plus larges des transports : Vue d'ensemble	67
5. Remarques de conclusion.....	70
Les avantages économiques au sens large des investissements dans les infrastructures de transport - par Jeffrey P. COHEN (États-Unis).....	75
1. Introduction.....	80
2. Justification	80
3. Contexte général	83
4. L'Économétrie spatiale.....	85
5. Applications	90
6. Conclusion et travaux futurs	95
Economies d'agglomération et investissements dans les transports - par Daniel J. GRAHAM (Royaume-Uni).....	101
1. Introduction.....	106
2. Economies d'agglomération et investissements dans les transports.....	107
3. Estimer les économies d'agglomération	111
4. Résultats	114
5. Conclusions.....	118

Infrastructures de transport intra- et interurbaines modèles et méthodes d'évaluation - par Börje JOHANSSON (Suède)	127
1. Les réseaux et l'organisation spatiale des économies	132
2. Réseaux de transports et économies d'agglomération	135
3. Infrastructures de transport et nouvelle théorie de la croissance	138
4. Réseaux et accessibilité.....	143
5. Résultats empiriques d'études reposant sur l'accessibilité	150
6. Conclusions et remarques	157
Avantages au sens large des infrastructures de transport - par Ian SUE WING, William P. ANDERSON et T.R. LAKSHMANAN (États-Unis)	163
1. Introduction	168
2. Contexte : Effets économiques au sens large de l'investissement dans les infrastructures	169
3. Méthodes traditionnelles d'évaluation des effets	171
4. Compte-rendu des analyses d'équilibre général sur les encombrements	173
5. Une approche hybride méso-macro	177
6. Discussion et résumé.....	186
Progrès et défis dans l'application de l'analyse économique à la politique des transports : <i>Remarques finales pour la table ronde sur la recherche en matière de programmation et d'outils d'évaluation des infrastructures</i> - par Glen E. WEISBROD et Brian Baird ALSTADT (États-Unis)	199
1. Tendances de la recherche et besoins de l'évaluation des politiques.....	204
2. Que signifient les effets « au sens large » ?	205
3. Classement des modèles économiques prédictifs en matière de transport.....	206
4. Conséquences de la recherche récente pour la modélisation	210
5. Améliorations méthodologiques nécessaires à l'évaluation des politiques	212
LISTE DES PARTICIPANTS.....	217



Extrait de :

The Wider Economic Benefits of Transport Macro-, Meso- and Micro-Economic Transport Planning and Investment Tools

Accéder à cette publication :

<https://doi.org/10.1787/9789282101834-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

Graham, Daniel J. (2008), « économies d'agglomération et investissements dans les transports », dans Forum International des Transports, *The Wider Economic Benefits of Transport : Macro-, Meso- and Micro-Economic Transport Planning and Investment Tools*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789282101865-6-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

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

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