

CONTRIBUTION DES ACTIVITES DE TRANSPORT  
AU PRODUIT NATIONAL:  
une méthode d'estimation  
Professeur J.H.P. Paelinck  
Netherlands Economic Instituut  
Rotterdam

### 1. Introduction

Une question importante qui se pose en économie spatiale appliquée est celle de connaître la contribution des activités de transport à la création du produit national, ou plus simplement: quelle est l'importance des activités de transport dans le cadre de l'économie nationale ?

Ce n'est pas une tâche facile que de développer un modèle analytique et de calcul capable de mesurer la contribution du secteur des transports à l'économie nationale; il faut poser au départ un certain nombre d'hypothèses permettant d'établir avec précision la validité et les limitations de pareille analyse<sup>1)</sup>.

### 2. Hypothèses

On commence par dégager parmi les activités économiques les principales activités de transport, pour permettre le calcul de leurs impacts individuels (application de l'idée photographique du 'zooming').

H1: on divise le secteur des transports en quatre sous-secteurs, savoir:

- (a) le trafic de navette entre l'habitation et le lieu de travail (secteur 1, satisfaisant la demande finale des consommateurs  $t_1$ , demande à exprimer par exemple en kilomètres-voyageurs couverts pendant une année);
- (b) les voyages liés aux activités de consommation, telles les activités de loisir et les activités sociales (secteur 2, satisfaisant la demande finale des consommateurs  $t_2$ );

---

1) Voir pour plus de détails Bourdrez et al., 1979(a) et (b), et Paelinck, 1980.

- (c) le transport professionnel de personnes (secteur 3, satisfaisant surtout la demande intermédiaire et livrant peut-être à l'exportation);
- (d) le transport de marchandises (secteur 4, satisfaisant peut-être une demande finale des consommateurs  $t_4$ , mais surtout la demande intermédiaire  $x_{45}$  du secteur 5 (à définir plus loin), et livrant peut-être à l'exportation; l'unité de mesure serait la tonnekilomètre).

En outre l'on distingue un secteur 5, comprenant la production de tous les autres biens et services, à exprimer, par rapport au consommateur, en quantités  $q^2$ .

Les processus économiques étant interdépendants, l'hypothèse suivante s'impose:

H2: pour pouvoir calculer les contributions du transport et du trafic, il faut tenir compte des effets indirects aussi bien que directs.

Cette hypothèse mène logiquement au tableau 1 ci-après, qui présente l'intégration des activités de base énumérées plus haut, et qui résulte de l'hypothèse de travail suivante:

H3: les secteurs 1 et 2 ne fournissent pas à la demande intermédiaire, les coûts étant payés par les ménages; le secteur 3 est fournisseur de tous les secteurs et du gouvernement, le secteur 4 est fournisseur du secteur 5 (autres biens et services) et exportateur.

Les chiffres de la matrice sont des chiffres nets, c'est-à-dire que la consommation au sein d'un secteur même est éliminée; la structure des autres comptes n'a pas besoin de commentaires spécifiques.

---

2) Dans les exemples numériques qui suivent, les prix sont supposés égaux à l'unité, de sorte que quantités et valeurs sont identiques.

Tableau 1. Représentation des entrées et sorties des activités de transport

	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$\tilde{y}$	$c$	$g$	$j$	$f$	$x-m$	$q$
$s_1$	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7	3	10
$s_2$	0	0	0	0	0	0	7	0	0	7	3	10
$s_3$	1	1	0	1	5	8	0	1	0	1	1	10
$s_4$	0	0	0	0	20	20	0	0	0	0	5	25
$s_5$	4	4	5	14	0	27	11	8	10	29	-6	50
$y'$	5	5	5	15	25	55	25	9	10	44	6	105
$v'$	5	5	5	10	25	50						
$q'$	10	10	10	25	50	105						

Les symboles utilisés dans le tableau 1 ont les significations suivantes:

- $s_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ : les secteurs définis à partir de l'hypothèse H1;
- $y$  : le vecteur-colonne des livraisons intermédiaires totales;
- $c$  : le vecteur-colonne des livraisons à la consommation des ménages;
- $g$  : le vecteur-colonne des livraisons au secteur public;
- $j$  : le vecteur-colonne des investissements;
- $f$  : le vecteur-colonne des livraisons intérieures finales totales;

- $x-m$  : le vecteur-colonne des exportations nettes (exportations moins importations);
- $q$  : le vecteur-colonne des productions sectorielles;
- $y'$  : le vecteur-ligne des achats intermédiaires totaux;
- $v'$  : le vecteur-ligne de la valeur ajoutée brute aux prix du marché<sup>3)</sup>;
- $q'$  : le vecteur-colonne  $q$  transposé en vecteur-ligne.

Une autre hypothèse, exprimant la nécessité d'inclure dans l'analyse des relations de comportement observées à l'intérieur de l'économie, se laisse formuler comme suit:

- H4: en imputant les contributions du transport, l'on prendra en considération l'utilité des consommateurs finals, c'est-à-dire des ménages, des gouvernements et des investisseurs; provisoirement, on gardera constant le commerce extérieur net.

Le comportement des consommateurs étant très important<sup>4)</sup>, les remarques suivantes sont opportunes. La modélisation du comportement des consommateurs individuels par consommations moyennes serait faire preuve d'une compréhension défailante du processus de consommation, et ne tiendrait pas compte des données empiriques obtenues sur le comportement spatial des consommateurs. En fait, selon la théorie économique - qu'on citera encore plus loin par rapport à l'aspect "production" de notre problème - on peut s'attendre à ce que le consommateur obéisse à une fonction d'utilité implicite; en outre, des ensembles cohérents d'observations ont montré combien ce comportement est inspiré par le besoin de couvrir des distances. Afin d'intégrer ces deux aspects, introduisons maintenant deux nouvelles hypothèses de travail:

- H5: tous les individus maximisent leurs propres fonctions d'utilité, dont les spécifications mathématiques sont identiques (hypothèse

---

3) Au besoin l'on peut subdiviser  $v'$  en  $r'$  (revenu net),  $a'$  (dépréciations), et  $b'$  (impôts indirects nets).

4) Que l'on songe aux migrations alternantes !

d'équilibre);

H6: la fonction d'utilité est spécifiée de façon à produire des relations de comportement qui reproduisent les régularités observées empiriquement.

Le commentaire suivant s'impose. L'hypothèse 5, bien que restrictive, ne manque pas trop de réalisme si elle est combinée avec l'hypothèse 6, d'autant plus que les 'régularités empiriques' observées en matière de trafic se montrent très stables; en outre il est possible de tenir compte de certaines distinctions telles que classes de revenu ou paramètres différant d'une région à l'autre.

En ce qui concerne le contenu empirique de la fonction d'utilité, l'on suppose que les voyages domicile-travail,  $t_1$ , sont jugés ennuyeux mais nécessaires pour obtenir des biens et services, et susceptibles d'augmenter la satisfaction que donnent le travail et la résidence, en ce sens que le choix du lieu de travail et de résidence devient plus large à mesure que l'on est prêt à voyager plus loin. D'autres voyages,  $t_2$ , également ennuyeux en soi, contribuent à l'acquisition de biens et de services; et finalement, l'utilité dépend de l'achat et de l'emploi de ces biens et services ( $q$ , à l'exclusion du transport).

On n'a pas encore introduit une évaluation du temps; à un stade plus avancé on pourrait considérer de compléter l'analyse par des appréciations marginales du temps, mais pour le moment une approche plus simple mais opérationnelle du comportement des consommateurs dans le secteur du trafic suffit.

Pour assurer que la fonction d'utilité des consommateurs corresponde aux relations observées, l'on propose la fonction (1) ci-après, dans laquelle tous les paramètres sont positifs, et qui implique l'hypothèse suivante:

H7: la fonction d'utilité du consommateur est séparable dans ses composantes.

$$u = -\alpha_1 \tilde{t}_1 - \alpha_2 \tilde{t}_2 + \beta [\ln q - (\beta_1 \tilde{t}_1 \ln \tilde{t}_1 + \beta_2 \tilde{t}_2 \ln \tilde{t}_2)] - \gamma \tilde{t}_1 \ln \tilde{t}_1 \quad (1)$$

ou  $-\alpha_1 \tilde{t}_1$  et  $-\alpha_2 \tilde{t}_2$  représentent les inconvénients respectifs des voyages

journaliers et d'autres voyages; la partie  $\beta$  est une fonction dite de Lancaster<sup>5)</sup>, la partie  $-\gamma$  représente la joie du travail et le confort résidentiel. A cause des contraintes de concavité sur  $t_1$  et  $t_2$ ,  $\tilde{t}_1$  and  $\tilde{t}_2$  sont définis comme  $t_1/T_1$  et  $t_2/T_2$ ,  $T_1$  et  $T_2$  représentant des limites supérieures.

On peut prouver que si l'utilité est maximisée, les équations (1) et (2) mènent à l'expression exponentielle bien connue pour la demande de transport; cela reste vrai si l'on introduit dans le modèle l'idée d'une corrélation positive entre le revenu et les efforts de navette, ainsi que le choix du mode de transport; ces additions transforment la fonction d'utilité en:

$$u = \sum_{ij} \tilde{t}_{ij} \alpha_{ijkl} \ln \tilde{t}_{kl} + [\beta \sum_{ij} \delta_{ij} \tilde{t}_{ij} \ln q - \sum_{ij} \beta_{ij} \tilde{t}_{ij} \ln \tilde{t}_{ij}] - \sum_j \gamma_j \tilde{t}_{1j} \ln \tilde{t}_{1j} \quad (3)$$

il en résulte une fonction de demande incorporant le motif de voyage et le mode de transport, de la forme suivante:

$$t_{mr} = T_{mr} e^{\sum_{k,l} \rho_{mrkl}(\lambda) p_{kl} + \rho_{mr}^*(\lambda) p + \rho_{mr}^*(\lambda)} \quad (4)$$

dans laquelle les indices  $k$  et  $m$  indiquent les motifs du voyage,  $l$  et  $r$  le mode de transport.

Finalement, voici deux hypothèses importantes empruntées à la théorie économique:

H8: les contributions du secteur des transports peuvent être imputées par des principes de marginalité; ceci vaut en particulier pour sa contribution au produit intérieur;

5) La fonction de Lancaster, spécifiée comme:

$$a(q, t_1, t_2) = [q t_1^{-\beta_1} t_2^{-\beta_2}]^\beta \quad (2)$$

est incluse dans la fonction d'utilité sous sa forme logarithmique; voir Lancaster, 1968, pp. 113-18.

H9: le produit intérieur disponible total est distribué intégralement entre les facteurs de production utilisés comme entrées.

Ces deux principes, empruntés à la théorie de la valeur économique (dite théorie d'allocation), permettent d'imputer une certaine valeur (d'argent, d'utilité) aux éléments séparés d'un processus collectif (de production, de consommation), même si chacun de ces éléments y est indispensable, c'est-à-dire, que le manque de l'un d'entre eux rendrait le processus entier impossible. Les activités de transport sont de cette nature: leur absence totale dans un pays réduirait pratiquement à zéro son produit intérieur, ce qui - en théorie économique - est expliquée par les contributions monétaires marginales du secteur des transports au produit total.

Il faut encore ajouter une dernière hypothèse:

H10: provisoirement, les effets d'offre sont négligés<sup>6)</sup>.

### 3. Elaboration mathématique

L'on part de l'expression

$$q = Bf \quad (5)$$

où  $q$  est le vecteur-colonne des niveaux de production,  $B \triangleq (I - A)^{-1}$ , et  $f$  le vecteur-colonne de la demande finale. La différentiation de (5) par rapport à  $q$  donne:

$$\frac{\hat{\partial}}{\partial q} q = i = \frac{\partial v}{\partial q} B \frac{\hat{\partial}}{\partial y} f \quad (6)$$

ou

$$i = \hat{m} B f \quad (7)$$

6) Sur ces effets en analyse spatiale, voir Paelinck et Wagenaar, 1981.

où  $\hat{m}$  est la matrice diagonale des multiplicateurs du niveau de production par rapport au produit intérieur,  $v$ . Le vecteur des propensions marginales de la demande finale,  $\frac{\partial f}{\partial v}$ , se calcule à partir de l'équation non-linéaire de demande (4) ou de la fonction d'utilité (2) ou (3) <sup>7)</sup>.

Introduisons maintenant une surface de possibilités de production <sup>8)</sup>:

$$g(\mathbf{q}, h) = 0 \quad (9)$$

et considérons la différentielle totale de  $h$  lors d'une extension du produit intérieur:

$$dh = \sum_i \frac{\partial h}{\partial q_i} \frac{\partial q_i}{\partial v} dv \quad (10)$$

L'introduction de l'hypothèse que

$$\frac{\partial h}{\partial q_i} = m_i, \quad \forall i \quad (11)$$

donne ensuite:

$$dh = \sum_i m_i m_i^{-1} dv \quad dv \quad (47)$$

car  $\sum_i m_i m_i^{-1} = n$ , le nombre de secteurs; on peut donc supposer le vecteur des  $m_i$  proportionnel au vecteur tangent à  $g$ , et qui correspond à un vecteur de prix relatifs évaluant le vecteur de production dans un point donné sur  $g$ , ce dernier correspondant à une valeur donnée de  $v$ .

#### 4. Résultats

En appliquant au tableau 1 la logique exposée ci-dessus, l'on en arrive au tableau 2.

7) Pour les détails, voir Bourdrez et al., 1979a, pp. 18-19.

8) On lui suppose la propriété usuelle de concavité, dont nous ne nous occuperons plus ici.

Tableau 2. Valeurs ajoutées sectorielles relatives (en pourcentages)

Secteurs	Observation <sup>9)</sup>	Imputation <sup>10)</sup>
1	10	72,-
2	10	9,-
3	10	7,2
4	30	6,6
5	50	5,2

L'on observe tout de suite les écarts entre les valeurs ajoutées relatives, ainsi que la croissance spectaculaire de la part des voyages journaliers, ce qui n'est pas très surprenant: pour obligatoires et désagréables qu'elles soient, les migrations alternantes contribuent essentiellement aux revenus individuels et collectifs.

L'application du modèle à des données néerlandaises observées a donné les résultats du tableau 3 ci-dessus <sup>11)</sup>.

9) Voir le tableau 1, ligne v'.

10) Calculé selon le modèle décrit.

11) Nous tenons à remercier J. Vogelaar, M. van Ineveld et P. Blok pour la recherche empirique; voir Netherlands Economic Institute, 1983.

Tableau 3. Contributions des secteurs d'activité mesurées par cinq approches différentes, en millions de florins néerlandais

	Contributions mesurées par				
	le revenu sectoriel (1)	les coûts des consommateurs (2)	la production (3)	l'appréciation marginale (4)	l'intégration sectorielle (5)
Navigation maritime	1,619	2,135	2,187	1,653	1,095
Aviation	1,672	1,582	1,958	1,588	1,299
Chemins de fer	834	627	742	722	819
Autobus, tramways, métro	722	540	659	648	673
Taxis	324	186	237	248	292
Transport professionnel de marchandises	5,020	2,001	3,759	3,973	4,724
Navigation intérieure	781	609	837	786	754
Industries portuaires	2,782	1,842	1,931	2,146	2,566
Autres transports et emmagasinage	512	242	355	385	470
Travaux publics	4,601	6,196	4,675	5,026	4,950
Propriété et utilisation de voitures privées	8,341	5,765	7,768	7,290	7,287
Autres secteurs	268,782	274,103	270,882	271,475	272,061
Total	295,990	295,990	295,990	295,990	295,990

La comparaison se fait à partir de la valeur ajoutée brute aux prix du marché. Dans l'approche par les coûts du consommateur, une contribution élevée indique un secteur réalisant des ventes finales relativement élevées de ses produits. Dans l'approche par la production, des contributions plus élevées suggèrent une valeur ajoutée sectorielle au-dessous de la moyenne nationale. Dans la colonne de l'appréciation marginale, des contributions plus élevées impliquent que pour le secteur concerné, le rapport entre les effets indirects et directs d'une impulsion initiale de demande est meilleur que dans un secteur moyen national; l'effet direct se reflète dans la valeur ajoutée par unité de produit dans le secteur concerné, les effets indirects comprenant l'effet indirect de production et l'effet de dépenses, calculés à partir des multiplicateurs de production et des équations de demande. L'établissement des contributions "intégrées", compte tenu de l'interdépendance entre le secteur et le reste de l'économie, est basé également sur les

effets marginaux: si un secteur est caractérisé par une contribution intégrée élevée, il crée probablement une valeur ajoutée élevée, et si la contribution intégrée excède la valeur ajoutée directe, le secteur en question est évidemment plus intimement lié avec le reste de l'économie qu'un secteur moyen.

Ce qui importe, ce n'est pas le rapport entre les effets indirects et directs, mais la somme de ces effets. On peut, par exemple, déduire de la colonne 2 que la production de la navigation maritime est principalement orientée vers la demande finale. La valeur ajoutée créée par ce secteur par unité de production se situe en dessous de la moyenne, d'où une valeur plus élevée dans la colonne 3 que dans la colonne 2; l'effet direct de production est en fait relativement bas. D'autre part, les effets indirects ne sont pas très élevés non plus, parce que le rapport entre effets directs et indirects est proche de la moyenne nationale; les valeurs des colonnes 1 et 4 ne diffèrent que peu. Les faibles effets indirects montrent que la navigation maritime a peu de liens avec le reste de l'économie, de sorte que la valeur de la colonne 5 est basse par rapport à celle de la colonne 2. Le transport par route de marchandises livre essentiellement à la demande intermédiaire, comme le montre la valeur relativement basse de la colonne 2. Celle de la colonne 3 est également basse par rapport à la moyenne nationale: le rapport entre les effets directs et indirects de ce secteur est bas en comparaison avec la moyenne nationale. Ses effets indirects en tant que tels sont aussi en dessous de la moyenne nationale, ce qui réduit la valeur dans la colonne 5 à un niveau inférieur à celui de la colonne 1.

Les travaux publics fournissent principalement la demande finale. La valeur ajoutée par unité de valeur de production reste un peu au-dessous de la moyenne nationale, mais le rapport entre les effets directs et indirects l'excède un peu, comme le font aussi les effets indirects comme tels.

Les contributions calculées à partir du revenu sectoriel reflètent la valeur ajoutée à l'intérieur du secteur en question. Les contributions au sens des coûts des consommateurs montrent à quel degré les secteurs constituent des secteurs finals dans l'économie. Dans l'approche par la production, on impute à tous les secteurs des valeurs de production égales en termes de valeur ajoutée. Les contributions ba-

sées sur une évaluation marginale résultent de la pondération du niveau des multiplicateurs de valeur ajoutée indirects et du multiplicateur direct du secteur. Aucune des quatre approches ne reflète le résultat d'une combinaison des effets de production directs et indirects, ou d'une combinaison de l'effet de dépense avec ceux de production, résultat qui se manifeste dans le niveau des contributions marginales. Si les contributions sont calculées par évaluation marginale, le produit direct de production joue même un rôle négatif à cause de la désagrégation nécessaire pour l'établissement de la valeur ajoutée totale des contributions intégrées et agrégées sur tous les secteurs; en effet, aucune des quatre approches ne satisfait entièrement à l'objectif de l'étude, qui est la mesure des effets de l'interaction sectorielle sur la création de revenu.

Seule la cinquième méthode d'établir les contributions de façon intégrée atteint le but envisagé. Les contributions établies par voie des liens mutuels entre les secteurs reflètent, outre la valeur ajoutée créée directement, l'intégration relative d'un secteur dans le reste de l'économie. Les liens intérieurs sont mesurés par des multiplicateurs de valeur ajoutée indirecte; dans cette approche, les effets combinés déterminent le niveau des contributions intégrées.

En comparant les tableaux 3 et 4, on perçoit une croissance relative des contributions des "autres secteurs" dans le tableau 3 (colonnes (1) et (5)), et une décroissance dans le tableau 2; l'explication est simple: le tableau 2 est essentiellement basé sur les motifs de voyage, et l'activité 1 (les voyages journaliers) crée des revenus selon la contrainte budgétaire qui accompagne les équations (1), (2) et (3). C'est un aspect qui doit faire l'objet de recherches économétriques futures.

## 5. Conclusion

Paelinck et Nijkamp, 1975, Chapitre 5, ont déjà fait remarquer que l'analyse dite 'input-output' se voit appliquée de façon de plus en plus 'libre', c'est-à-dire à d'autres problèmes que le calcul classique des niveaux de production à partir de la demande finale; l'exercice qui vient d'être décrit souligne cette remarque.

## 6. Références

- Bourdrez, J.A., Herman, B., Klaassen, L.H., et Paelinck, J.H.P., National Traffic and Transport Accounts, The Measurement of Traffic and Transport Benefits, Principles and a Numerical Example, Netherlands Economic Institute, Série: NTTA-Studies, no. 1, Rotterdam, septembre 1979 (stencilé), (a);  
Modal Split Introduced, Netherlands Economic Institute, Série: NTTA-Studies, no. 2, Rotterdam, décembre 1979 (stencilé), (b).
- Lancaster, K., Mathematical Economics, Macmillan, New York, 1968.
- Netherlands Economic Institute, De baten in de NVVR (Les bénéfices dans les Comptes Néerlandais du Trafic et du Transport), Rotterdam, 1983.
- Paelinck, J.H.P., et Nijkamp, P., Operational Theory and Method in Spatial Economics, Saxon House et Lexington, Farnborough et Cambridge (Mass.), 1975.
- Paelinck, J.H.P., Energie en Transport, een synthese van recent onderzoek (Energie et Transport, synthèse de recherches récentes); Faculté d'Economie Appliquée, Université d'Anvers, Research Paper, 1980.
- Paelinck, J.H.P., et Wagenaar, S., Supply Effects in Regional Modelling, Canadian Journal of Regional Science, vol. IV, no. 2, 1981.