UNITE MIXTE DE RECHERCHE INRA-ENESAD
EN ECONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES

Un « marché des villes » en économie géographique avec des coûts urbains endogènes

Jean CAVAILHÈS
(UMR INRA-ENESAD)

2001/1

Working Paper

RESUME

Dans un équilibre d'économie géographique entre deux villes, on introduit des coûts urbains : migrations alternantes, rente foncière et un impôt local qui permet de développer les transports urbains. Ces coûts urbains sont la seule force de dispersion du modèle, où il n'y a pas d'agriculteurs. On étudie par simulation les équilibres de court et de long terme entre les deux villes. L'absence d'agriculteurs inverse les conclusions de Krugman : la population est concentrée dans une seule ville lorsque les coûts de transport des biens industriels sont élevés et elle est dispersée lorsqu'ils sont faibles. On compare trois instruments fiscaux permettant de financer le développement des transports urbains : taxe foncière, impôt uniforme par ménage et péage. Pour maximiser le bien-être, l'impôt foncier est le meilleur et le péage le moins bon. Le modèle permet d'analyser le jeu des forces d'économie géographique (arbitrage rendements croissants – coûts de transport) et des forces d'économie urbaine (arbitrage coûts fonciers – coût des migrations alternantes). Elles jouent tantôt dans le même sens (pression fiscale faible ou forte) tantôt en sens opposé (niveau intermédiaire), avec des effets sur l'utilité des deux villes (court terme) ou sur leur population (long terme).

SUMMARY

Urban costs are introduced into a economic geography model between two cities. These costs are made up of land rents, the plot size been endogenous, and of commuting costs, a local tax allowing a development of the urban network. Urban costs are the only centrifugal force in the model, which is without farmers. Consumers share the same Cobb-Douglas tastes for housing and manufactured goods, enjoying diversity of theses in a Constant-elasticity-of-substitution subutility function. The industrial sector makes differentiated goods with an economies of scale technology and it is in a monopolistic competition equilibrium (Dixit-Stiglitz). The differenciated goods can be carried between cities with an iceberg transport cost (Samuelson). General equilibria between the two cities are obtained by means of simulation by clearing the goods, the labour and the land markets, in the short run and the long run.

The main findings are: (i) Without farmers, Krugman's findings are reversed: population concentrates into a single city if the transport cost of industrial goods is high and scatters if it is weak. (ii) Assuming that urban network can be developed by three ways: a land tax, an equal household's tax or a kilometre toll, the property tax is the most effective tool for maximising the welfare and the toll is the worse. (iii) A subtle play of forces can be analysed: on the one hand economic geography forces, i. e. the trade off increasing returns – transport costs and on the other hand urban economic ones, i. e. the trade off land costs – commuting costs. They may play in the same way or in opposite ways: (iv) When City *One* develops its network in a context of weak tax pressure, consumer benefits from the decrease of urban costs and from economies of agglomeration; consumer's utility increases in the two cities and (in the long run) the population of City *One* steeply increases; (v) With intermediate levels of tax pressure in City 1, urban costs increase but consumer's utility in City *One* benefits from a transfer of utility from City *Two*; in the long run, the population of City *One* still slowly rises; (vi) With a higher level of taxation in City *One*, when taxes again increase, City *One* loses the advantage of been a large market and bears high urban costs: utility declines in the two cities and the population of City *One* also decreases.

Je me propose d'analyser le rôle des coûts urbains dans un modèle d'économie géographique. J'appelle coûts urbains le coût des migrations alternantes domicile-travail, le coût du logement (rente foncière multipliée par la quantité de logement), et, dans certains cas, un impôt local. Les modèles d'économie géographique (présentation synthétique : Fujita *et al.*, 1999), ne tiennent pas toujours suffisamment compte de ces coûts, dont l'étude était l'apanage de l'économie urbaine des années 1970-1980. Aujourd'hui, de nombreux articles cherchent à remédier à ce manque, et ce papier s'inscrit dans cette perspective.

La section 1 montre l'intérêt de mieux modéliser les coûts urbains dans les modèles d'économie géographique et elle présente l'apport original de ce papier. Le modèle, présenté dans la section 2, s'inspire de celui de T. Tabuchi (1998), qui lui-même reprend celui de P. Krugman (1991) mais en ajoutant une consommation de terrain résidentiel et des coûts de migrations alternantes. Deux modifications sont apportées au modèle de Tabuchi : D'une part, la suppression des agriculteurs comme force centrifuge ; face aux rendements d'échelle qui agissent comme force d'agglomération, seuls les coûts urbains sont une force de dispersion. D'autre part, les coûts de déplacement[1] sont partiellement endogènes : ils peuvent être diminués par le développement des transports urbains, financé par un impôt local. Le modèle est résolu par simulation. Les résultats sont présentés dans la section 3. On tire les conséquences de l'absence d'agriculteurs et on discute de l'efficacité de différents instruments fiscaux (péage, impôt sur le revenu ou impôt foncier) et de leur niveau. On examine également comment un système de deux villes évolue selon la politique locale de transport, ce qui permet de montrer la combinaison d'effets d'économie géographique (rendements croissants et avantage du grand marché) et d'effets d'économie urbaine (coûts fonciers et de déplacement).

1. Économie urbaine, Économie géographique et coûts urbains

[1] Pour les ménages, je parle indifféremment de coût de déplacement ou de coût des migrations alternantes (domicile travail). Pour les marchandises, je parle de coût de transport.

Il y a vingt ou trente ans, les coûts urbains étaient la question centrale de la « Nouvelle Économie Urbaine » (présentations synthétiques : Mills, 1987 ; Fujita, 1989). L'irruption de la « Nouvelle Économie Géographique » dans les années 1990 a déplacé le centre d'intérêt : dans l'analyse économique spatiale, l'arbitrage entre rendements croissants (coûts fixes, goût des consommateurs pour la variété) et coûts de transport entre pays ou régions est devenu central. Aujourd'hui, ces deux écoles convergent par une meilleure intégration des apports de l'une et de l'autre.

1.1. L'économie géographique et les coûts de transport

Pour expliquer l'agglomération ou les formes centre-périphérie, Krugman montre le jeu entre coûts de transport et rendements d'échelle croissants. Depuis son article séminal (Krugman, 1991), ce sont en général les économies d'échelle qui sont la force centripète et l'agriculture la force centrifuge. Grâce aux fonctions de production à coûts fixes et à la préférence des consommateurs pour la variété, on ouvre la boîte noire des rendements croissants en leur donnant des fondements microéconomiques. La concurrence monopolistique *à la Dixit-Stiglitz* permet de déterminer les équilibres. Les coûts de transport « iceberg » (Samuelson) donnent une dimension spatiale aux modèles, qui sont résolus par simulation. Au cours des années 1990, la littérature a largement exploité ce type de modèle, résumé par Krugman (1998) en un slogan : *Dixit-Stiglitz, icebergs, evolution and the computer*.

Ces modélisations rendent intelligible l'histoire économique longue. L'avènement de la Rome Antique, qui a dépassé le million d'habitants, chiffre remarquable compte tenu de la technologie de l'époque, est le résultat de l'abaissement des coûts de transport dû au réseau de voies romaines qui a permis de bénéficier d'économies d'échelle (division manufacturière du travail, spécialisation des régions selon leurs dotations en facteurs). Avec les invasions barbares du haut Moyen Âge, Rome s'est effondrée (en retombant à quelques dizaines de milliers d'habitants) avec la disparition de son réseau de transport et de son système manufacturier. Plus tard, le succès des villes du protocapitalisme, comme Venise ou Amsterdam, fut lié à la réduction de leurs coûts de transport alors que le reste de l'Europe continentale vivait en semi-autarcie, en petites villes mal reliées au reste du monde. Par la suite, des villes comme Paris et Londres ont cru (lentement) au XVII^{e} et XVIII^{e} siècles avec la mise en place d'un système de Poste et d'un réseau routier efficaces. Puis la Révolution industrielle a brutalement accéléré le mouvement avec les chemins de fer et les manufactures : en un siècle, de 1780 à 1880, le prix du transport terrestre d'une tonne-kilomètre a été divisé par 17 (Léon, 1976). Aujourd'hui, dans un débat sur « la fin des villes », certains auteurs pronostiquent un renversement du mouvement d'urbanisation : la diminution accentuée des coûts de transport permet la déconcentration urbaine, pouvant aller jusqu'à une « contre-urbanisation » (Berry, 1976 ; Champion, 1989). Mais, et c'est pour cela qu'il y a débat, l'urbanisation tire sa source d'économies d'agglomération dans le domaine de la production et d'autres coûts de transport, comme celui des informations (face-à-face) peuvent contrecarrer ce mouvement (Ogawa et Fujita, 1980 ; Glaeser, 1998).

Lorsque les coûts de transport diminuent, l'économie passe par les stades de dispersion, concentration puis à nouveau dispersion, ce dont l'expression d'une évolution « en U-renversé » rend compte (Krugman et Venables, 1995 ; Tabuchi, 1998). Mais c'est à l'échelle des siècles que joue cette forme. Par contre, pour les pays développés et la période contemporaine, l'économie géographique *à la Krugman* est peu utile : le monde devrait être tombé dans un « trou noir ». En effet, si le poids de l'agriculture (force centrifuge) devient trop faible, l'économie est aspirée par les forces d'agglomération urbaines, dans un mécanisme analogue au trou noir des physiciens. Or, aujourd'hui, l'agriculture ne représente plus qu'une très faible part de la population des pays développés, au sens de producteurs attachés au sol qui, en tant que consommateurs, doivent supporter un coût de transport pour obtenir les biens industriels urbains.

Quand bien même il en serait autrement, une seconde raison rend irréalistes les modèles *à la Krugman*. En effet, lorsque les coûts de transport sont très faibles la force centrifuge agricole est peu active et l'activité industrielle se concentre également dans une seule ville (ou région). Or aujourd'hui, dans le cadre du marché intérieur d'un pays développé, les coûts de transport des biens industriels urbains sont faibles. Les entreprises de vente par correspondance pratiquent partout les mêmes prix c.i.f. ; les grandes enseignes commerciales également ; pour la France, l'INSEE a montré que les écarts des prix à la consommation entre les métropoles et des villes plus petites étaient minimes (INSEE, 1990) ; enfin, ces biens industriels urbains sont souvent achetés à l’occasion de migrations alternantes ou d’autres déplacements à buts multiples (Madre et Maffre, 1997).

Le marché rural-agricole est étroit et son accès peu coûteux. Pourtant, la France entière n’est pas tombée dans le trou noir de Paris. Il existe donc une autre force centrifuge. Je pars de l’hypothèse que ce sont les coûts urbains. En suivant le conseil de P. Krugman (1996) de ne prendre qu’une seule force centrifuge (pour faciliter l’analyse des mécanismes à l’œuvre), je n’en retiens aucune autre : il n’y a plus d’agriculteurs dans le modèle. On peut ainsi mieux étudier les effets des coûts urbains comme force centrifuge, centre d’intérêt du papier. Cela présente en outre l’avantage de ne pas avoir à aborder le délicat problème du coût de transport du bien agricole (Calmette et Le Pottier, 1995).

1.2. L’économie urbaine et les coûts urbains

L’économie urbaine des années 1970 et 1980 élaborait des modèles où les ménages maximisaient une fonction d’utilité dont l’un des arguments était la quantité de logement, qui pouvait être produit par des promoteurs à partir de terre et de capital (Muth, 1969). Ces ménages supportaient un coût de transport pour aller travailler au Centre des affaires (*Central Business District*), et le réseau de transport, parfois congestionné, était souvent modélisé dans une fonction de production, les terrains étant affectés au secteur du logement ou à l’emprise foncière des réseaux (Solow et Vickrey, 1971). Les consommateurs arbitraient entre coût du logement et coût de transport, ce qui s’exprimait par la condition de premier ordre découlant du programme de maximisation de l’utilité sous contrainte budgétaire : $L(x)\frac{\partial R(x)}{\partial x}+\frac{\partial t}{\partial x}=0$ où $L(x)$ est la consommation de logement, $R(x)$ son coût, t le coût de transport et x la distance au Centre des affaires. À proximité du point x, un éloignement du Centre des affaires entraîne un coût de déplacement supplémentaire, compensé par un accroissement de consommation de logement que permet la diminution de la rente foncière. Le *trade off* entre coût foncier et coût de transport est fondamental dans ces modèles d’économie urbaine.

L’économie urbaine et l’économie géographique éclairent des facettes complémentaires de l’agglomération et de la concentration spatiale ou urbaine. L’unification de ces deux courants était nécessaire. Au cours des années 1990, de nombreux papiers vont dans ce sens : Fujita et Krugman, 1995 ; Krugman, 1996 ; Brackman *et al.*, 1996 ; Tabuchi, 1998 ; Helpman, 1998 ; Ottaviano *et al*., 2001 ; ainsi que des ouvrages : *The spatial economy* (Fujita *et al.*, 1999), *Economy of agglomeration* (Fujita et Thisse, 2001). D'autres travaux sur la localisation des firmes, ainsi que des modèles d'équilibre général, concourent aussi à ce rapprochement, mais ces domaines ne sont pas abordés dans ce papier, qui ne traite que de la localisation des consommateurs.

Tabuchi (1998) présente un modèle inspiré de celui de Krugman (1991) en ajoutant une consommation résidentielle dans la fonction d'utilité : le goût pour la variété de biens industriels différenciés s'exprime dans une fonction CES (*Constant Elasticity of Substitution*), qui est elle-même un des arguments d'une Cobb-Douglas classique, avec une consommation de logement et de bien agricole. Il y a donc deux forces de dispersion : les agriculteurs et les coûts urbains (rente foncière et coût des migrations alternantes). Ottaviano et al. (2001) analysent les variations des coûts de transport et de déplacement dans un système de deux villes (avec secteur agricole et consommation fixe de logement) où le coût des migrations alternantes, quoique variable, est exogène. Grâce à une fonction d'utilité quasi-linéaire, ils donnent une solution analytique au modèle. Ils montrent ainsi la possibilité d'équilibres asymétriques (lorsque les coûts de déplacement sont différents entre les villes) et ils retrouvent la forme en U–inversé des équilibres lorsque les coûts de transport baissent.

L'hypothèse d'un impôt local permettant d'optimiser le réseau de transports et de modifier la hiérarchie urbaine avait été brièvement évoquée par Henderson (1982) sans que, à ma connaissance, il ne l'ait ensuite reprise. Récemment, Higano et Shibusawa (1999) ont étudié l'effet d'un réseau de transport endogène (financé par une taxe Pigouvienne et facturé au coût marginal) sur la productivité d'une ville fermée avec économies d'agglomération et congestion. Ils montrent que l'optimisation de la taille du réseau de transport conduit à une ville plus étendue que l'équilibre de « laissez faire ».

1.3. Objectifs du papier

Dans le modèle présenté ici, les coûts de déplacement sont en partie endogènes : un impôt local payé par les ménages permet de financer le réseau de transport, dans un modèle qui présente par ailleurs les caractéristiques de l'économie géographique. La compétition entre deux villes peut ainsi passer par leurs politiques de transports urbains : il se crée une sorte de « marché des villes », expression empruntée à V. Henderson (cf. Fujita et Thisse, 2001), suffisamment heureuse et imagée pour que je la reprenne dans le titre de cet article.

Cette question présente un intérêt pratique pour la politique de la ville. Il faut s'interroger sur les effets qu'une politique de transports urbains induit sur un système de villes : le RER de Bruxelles va-t-il modifier l'équilibre Bruxelles – Anvers ? Les TGV reliant les villes «à une heure de Paris » changent-ils l'équilibre entre la capitale et ces satellites ? La question du financement des transports urbains se pose aussi aux autorités locales : quel instrument fiscal utiliser ? Quel est le bon taux d'imposition pour améliorer les transports en commun ou le réseau routier ? Ce sont de telles questions concrètes qu'il s'agit d'éclairer –très imparfaitement encore– grâce au modèle présenté ici.

2. Le modèle

Soient deux villes j (j = 1, 2) dont chacune occupe un disque engendré par rotation d'un espace linéaire autour d'un Centre des affaires punctiforme où des firmes produisent un continuum de biens différenciés selon une technologie à rendements croissants. Le Centre des affaires est entouré d'une aire où résident les travailleurs qui consomment du logement et les biens différenciés. Ces derniers peuvent être transportés entre les deux villes moyennant un coût de forme iceberg (Samuelson). Les travailleurs supportent un coût de migrations alternantes entre leur domicile et le Centre des affaires, ce qui se traduit par le *trade off* traditionnel de l'économie urbaine entre coût de transport et coût foncier. Cet arbitrage est influencé par l'efficacité du réseau de transport urbain, qui peut être améliorée par un impôt local réduisant le coût des migrations alternantes. Les deux villes sont séparées par une plaine qui est un espace vide : ce sont des oasis séparées par un désert sans agriculteurs.

2.1. Le consommateur

Dans la ville j (j = 1, 2) le consommateur a une fonction d'utilité U_j de type Cobb-Douglas/CES :

$$LogU_j = aLogL_j(x) + bLog\left[\int_0^n q_j(i)^{(s-1)/s}\, di\right]^{s/(s-1)} \qquad (1)$$

$L_j(x)$ est la consommation de terrain résidentiel en x, $q_j(i)$ celle de n variétés d'un continuum de biens industriels différenciés. La forme CES utilisée pour $q_j(i)$ exprime le goût du consommateur pour un panier diversifié de biens différenciés, le paramètre s traduisant la substituabilité entre variétés. La contrainte budgétaire exprime que la dépense en logement et en biens différenciés est égale au salaire net du coût des migrations alternantes et de l'impôt :

$$r_j(x)L(x)+\int_0^n p_j(i)q_j(i)di = w_j - xt_j(T_j) - T_j \qquad (2)$$

p_j = prix c.i.f. en j des biens différenciés consommés en quantité q_j.
t_j (T_j) = coût unitaire du commuting en j. Il dépend de T_j :
T_j = impôt local dans la ville j. Il peut dépendre de la localisation x, par exemple s'il a la rente foncière pour assise ou s'il s'agit d'un péage. On notera donc : $T_j(x)$
x = distance entre le lieu de résidence et le Centre des affaires
r_j (x) = rente foncière en x dans la ville j
w_j = salaire en j
n = nombre de variétés du bien différencié

Le lien entre t_j et T_j est la nouveauté principale du modèle, que je traduis en parlant d'endogénéité (partielle) du coût de déplacement. En effet, le coût des migrations alternantes t_j dépend de la politique fiscale de l'autorité locale j. Nous verrons avec l'équation (24) comment s'exprime ce lien.

On écrit successivement les fonctions de demande de sol $L(x)$, et de bien industriel q_{ij} dans la ville j et la fonction d'utilité indirecte :

$$L_j(x) = a\left(w_j - t_j x - T_j(x)\right) r_j(x)^{-1} \tag{3}$$

$$q_{ij}(x) = \frac{b\left(w_j - t_j x - T_j(x)\right)}{p_{ij}^s} \int_0^n \left[p_j(i)\right]^{s-1} di = \frac{b\left(w_j - t_j x - T_j(x)\right)}{p_{ij}^s} G_j^{s-1} \tag{4}$$

en appelant G_j : $G_j = \int_0^n p_j(i) di$

$$V_j(x) = a^a b^b r_j(x)^{-a} g_j^{-b}\left(w_j - t_j x - T_j(x)\right) \tag{5}$$

On note que, pour g donné, l'élasticité-prix de la demande de q_{ij} est constante et égale à s, (propriété due à la forme CES pour les biens différenciés de la fonction d'utilité).

2.2. Les firmes

Les firmes produisant le bien différencié ont une fonction de production avec un coût fixe et du travail pour seul input. La fonction de production du bien i

(i = 1, … n) produit dans la ville j (j = 1, 2) a la forme habituelle en économie géographique : $l_{ij} = a + cq_{ij}$ où q_{ij} est output de la firme i située en j, l_{ij} l'input travail de cette firme, a un coût fixe et c le coût marginal.

Le profit s'écrit : $\Pi_{ij} = x_{ij}q_{ij} - \left(a + cq_{ij}\right)w_j$ où x_{ij} est le prix f.o.b. (sortie usine). Ce type de modèle de concurrence monopolistique est suffisamment connu pour que je puisse reporter en annexe les équations qui permettent d'obtenir les prix et les quantités d'équilibre (exposant étoile), en appelant n_j le nombre de firmes en j :

$$q_j^* = n_j \frac{a}{c}(s - 1) \quad (6) \qquad x_j^* = n_j \frac{s}{s-1} cw_j \quad (7) \qquad N_j = n_j a s \quad (8)$$

2.3. L'équilibre sur le marché foncier

À l'optimum de long terme (i. e. avec migrations entre les deux villes), les consommateurs obtiennent la même utilité indirecte $V^* \;" x, \;" j$. La fonction d'utilité indirecte (5) donne la rente foncière (perçue par des propriétaires habitant dans une autre région du monde) en fonction de V^* :

$$r_j(x) = \left[\frac{1}{e^{V^*}} a^a b^b g_j^{-b} \left(w_j - t_j x - T_j(x)\right)\right]^{\frac{1}{a}} \qquad (9)$$

Au centre de la ville j, la rente $r_j(0)$ est :

$$r_j(0) = \left[\frac{1}{e^{V^*}} a^a b^b g_j^{-b} \left(w_j - T_j(0)\right)\right]^{\frac{1}{a}} \qquad (10)$$

On a les trois conditions habituelles d'équilibre du marché foncier :

a) Compte tenu de (10) et (11), en tout point x, la rente est :

$$r_j(x) = r_j(0)\left(w_j - T_j(x) + t_j x\right)^{\frac{1}{a}} \left(w_j - T_j(0)\right)^{-\frac{1}{a}} \qquad (11)$$

b) À la frontière l_j de la ville j, la rente foncière est égale au prix d'opportunité du sol. En l'absence d'agriculteurs, celui-ci est égal à un coût de viabilisation

r_v. Le numéraire est fixé par ce coût de viabilisation à la frontière. Compte tenu de (12) :

$$r_j\left(l_j\right)=r_v = r_j(0)\left(w_j - T_j\left(l_j\right)+t_j l_j\right)^{\frac{1}{a}}\left(w_j - T_j(0)\right)^{-\frac{1}{a}} \tag{12}$$

c) Au centre de la ville, la rente est :

$$r_j(0) = r_v\left(w_j - T_j(0)\right)^{\frac{1}{a}}\left(w_j - t_j l_j - T_j\left(l_j\right)\right)^{-\frac{1}{a}} \tag{13}$$

La taille du lot foncier en x, $L_j(x)$, est donnée par la fonction de demande (3). La densité de population est l'inverse de la consommation foncière par ménage : $D_j(x) = L_j(x)^{-1}$. La superficie occupée par la ville j est telle que toute la population N_j est logée entre $-l_j$ et l_j qui sont les limites de la zone résidentielle :

$$\int_{-l_j}^{l_j} \frac{2px}{L_j(x)}dx = N_j \tag{14}$$

On obtient la population de chaque ville à partir de (14), (3), (12) et (13) :

$$N_j = \frac{2pr_v \int_{-l_j}^{l_j} x\left(w_j - T_j(x) - t_j x\right)^{\frac{1}{a}-1} dx}{a\left(w_j - T_j\left(l_j\right) - t_j l_j\right)^{\frac{1}{a}}} \tag{15}$$

2.4. L'équilibre du marché des biens

Avec un coût de transport iceberg des biens différenciés, le prix c.i.f. est égal au prix f.o.b. divisé par le coût de transport inter-villes τ : $p_{ij} = p_{ij} / t$. Les fonctions de demande pour une firme i située en 1 (mutatis mutandis pour une firme située en 2) s'écrivent, à partir de (4) :

$$q_{i1}(x) = b\left(w_1 t_1 x - T_1(x)\right) p_{i1}^{-s} g_1^{s-1}$$

$$q_{i2}(x) = b\left(w_2 t_2 x - T_2(x)\right)\left(p_{i2} / t\right)^{-s} g_2^{s-1}$$

En suivant Krugman (1991) et en appelant f = N1/(N1+N2), les indices de prix s'écrivent :

$$G_1 = \left[f w_1^{1-s} + (1-f)\left(\frac{w_2}{t}\right)^{1-s} \right]^{\frac{1}{1-s}} \tag{16}$$

$$G_2 = \left[f\left(\frac{w_1}{t}\right)^{1-s} + (1-f) w_2^{1-s} \right]^{\frac{1}{1-s}} \tag{17}$$

En suivant Tabuchi (1998), on écrit le rapport j_j du revenu net des coûts de migrations alternantes et d'impôt au revenu brut de la ville j :

$$j_j = \frac{\int_{-l_j}^{l_j} \left(w_j - t_j x - T_j(x)\right) N_j(x) dx}{\int_{-l_j}^{l_j} w_j N_j(x) dx}$$

soit, compte tenu de (15) :

$$j_j = \frac{\int_{-l_j}^{l_j} \left(w_j - T_j(x) - t_j x\right) \dfrac{2px\left(w_j - T_j(x) - t_j x\right)^{\frac{1}{a}-1}}{a\left(w_j - T_j(x) - t_j x\right)^{\frac{1}{a}}} dx}{\int_{-l_j}^{l_j} w_j \dfrac{2px\left(w_j - T_j(x) - t_j x\right)^{\frac{1}{a}-1}}{a\left(w_j - T_j(x) - t_j x\right)^{\frac{1}{a}}} dx}$$

$$j_j = \frac{\int_{-l_j}^{l_j} x\left(w_j - t_j x - T_j(x)\right)^{\frac{1}{a}} dx}{\int_{-l_j}^{l_j} wx\left(w_j - t_j x - T_j(x)\right)^{\frac{1}{a}-1} dx} = \frac{2p\int_{-l_j}^{l_j} xr(x) dx}{a w_j N_j} \tag{18}$$

La seconde forme de (18) s'obtenant à partir de (11), (13) et (15).

On écrit, comme Krugman (1991) l'équilibre du marché du bien différencié par l'égalité de l'offre et de la demande sur le lieu de consommation. Appelons, comme lui, z_{11} le rapport des dépenses de la région 1 en biens différenciés produits en 1 sur celles en biens différenciés produits en 2, et z_{12} le rapport des dépenses de la région 2 en biens différenciés produits en 1 sur celles en biens différenciés produits en 2. On a :

$$z_{11} = \frac{N_1}{N_2}\left(\frac{w_1 t}{w_2}\right)^{1-s} \qquad\qquad z_{12} = \frac{N_1}{N_2}\left(\frac{w_1}{w_2 t}\right)^{1-s} \tag{19}$$

On obtient la condition d'équilibre :

Part du revenu disponible de 1 pour l'achat de biens différenciés 1 + 2 =
achat de 1 en biens différenciés produits en 1
+ achat de 1 en biens différenciés produits en 2

$$b\, j_1 w_1 N_1 = b\left\{\frac{z_{11}}{1+z_{11}}\, j_1 w_1 N_1 + \frac{z_{12}}{1+z_{12}}\, j_2 w_2 N_2\right\} \tag{20}$$

2.5. L'équilibre du marché du travail

On suppose tout d'abord que le plein emploi est réalisé : $\sum_j l_{ij} = N_j$ pour $j = 1$, 2.

L'équilibre de court terme est obtenu, comme chez Krugman (1991), lorsque le marché des biens est équilibré (cf. 20). Cet équilibre n'est stable à long terme que si aucun travailleur n'a intérêt à migrer d'une ville vers l'autre. En l'absence de coûts urbains, l'équilibre de long terme s'obtient chez Krugman (1991) lorsque les salaires réels des deux villes sont égaux :

$$w_1 = w_1 G_1^{-b} = w_2 = w_2 G_2^{-b} \tag{21}$$

Toutefois, puisqu'il y a ici des coûts de déplacement, il faut utiliser une condition d'équilibre de long terme qui les prenne en compte. On l'obtient, comme Tabuchi (1998), en écrivant qu'aux frontières l_1 et l_2, le rapport des utilités indirectes est égal à un. À partir de (5), (13), (16), (17) et (21) :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{w_1 - t_1 l_1 - T(l_1)}{w_2 - t_2 l_2 - T(l_2)}\left\{\frac{f w_1^{1-s} + (1-f)\left(\frac{w_2}{t}\right)^{1-s}}{f\left(\frac{w_1}{t}\right)^{1-s} + (1-f) w_2^{1-s}}\right\}^{\frac{b}{s-1}} = \frac{1 - \frac{t_1 l_1 - T(l_1)}{w_1}}{1 - \frac{t_2 l_2 - T(l_2)}{w_2}}\,\frac{w_1}{w_2} \tag{22}$$

L'équation (22) est équivalente à celle obtenue par Tabuchi (avec l'impôt en plus), mais en l'écrivant ainsi on voit le changement par rapport à Krugman (1991) : l'égalité à long terme des salaires réels ne permet pas d'assurer l'égalité des utilités. Il faut introduire, pour les ménages situés à la limite de chacune des villes, un terme multiplicatif égal au rapport des fractions du salaire absorbé par les migrations alternantes et l'impôt. Ce résultat correspond à l'intuition : ce sont les salaires réels nets du coût des migrations alternantes (et de l'impôt) qui doivent être égaux pour que l'équilibre de long terme soit réalisé pour ces ménages périphériques. L'égalité des utilités pour les points intérieurs est assurée par la partie économie urbaine du modèle, soit les équations (3), (5), (12) et (13).

2.6. Le transport des biens et des personnes

Le coût de transport intra-ville des biens industriels est nul, ainsi que le coût de migration inter-villes des firmes et des travailleurs.

Pour ce qui concerne les migrations alternantes :

1. Le système de transport urbain est un monopole régulé par une collectivité territoriale.
2. Il n'y a pas concurrence pour l'utilisation de la terre entre réseau de transport et logement ni pour les autres facteurs de production : le réseau de transport est construit (grâce à l'impôt local) par une entreprise qui vient du reste du monde avec ses travailleurs et son capital. Cette hypothèse simplificatrice devrait être remise en cause dans un modèle d'équilibre général, mais pour un modèle d'équilibre partiel du marché foncier, elle est aussi acceptable que celle habituellement faite de propriétaires fonciers absentéistes.
3. Il n'y a ni congestion ni autres effets externes non marchands (pollution, etc.). Les mécanismes étudiés ici transitent tous par des marchés (foncier, des biens, du travail).
4. Le coût des migrations alternantes t_j peut être réduit grâce au développement du réseau de transports urbains, financé par un impôt local $T_j(x)$: $t_j = t_j\big(T_j(x)\big)$. Pour des raisons de simplicité, je suppose une relation de la forme :

$$t_j = t_0 - \left[\int_{-l_1}^{l_1} N(x)T(x)dx\right]^d \qquad (23)$$

avec d inférieur à 1. C'est une forme *ad hoc*, qui présente deux qualités importantes pour l'interprétation des résultats : (i) grâce la formule intégrale, cette fonction ne dépend pas du mode d'imposition mais seulement de la collecte fiscale totale ; (ii) la production du réseau de transport est à rendements décroissants.

L'autorité municipale peut utiliser différents outils pour percevoir l'impôt. Outre une situation de référence sans impôt, on en retient trois, choisies parce qu'on les rencontre souvent dans la réalité :

$T_j = 0$ (24-*a*) : situation de référence, sans intervention, avec un équilibre à la Tabuchi (1998).

$T_j = a_j\, x$ (24-*b*) : impôt proportionnel à la distance de migration alternante. Il peut s'agir d'un péage ou d'une taxe sur les carburants.

$T_j = a_j$ (24-*c*) : impôt *per capita* qui peut être aussi un impôt sur le revenu (puisque le salaire est identique pour tous les ménages de *j*).

$T_j = a_j\ L_j(x)\, r_j(x)$ (24-*d*) : impôt foncier proportionnel à la rente foncière (taxe locative ou taxe foncière de la fiscalité locale française).

2.7. Résolution

Le modèle est constitué, tout d'abord, de 15 équations simultanées que l'on trouvait déjà chez Tabuchi (1998), sous cette forme ou sous une autre équivalente : (3), (12), (13), (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22) ; auxquelles s'ajoutent les équations (23) et (24 -*a*, -*b*, -*c* ou -*d*). C'est un système d'équations non linéaire, qui est résolu par simulations.

Il me semble sage de prendre des valeurs des paramètres qui, en ordre de grandeur, soient réalistes pour que les résultats obtenus soient plausibles. Je retiens les valeurs suivantes :

$a =$ 0,2 : c'est la part approximative du logement dans le budget des ménages en France. Toutefois, certaines simulations sont faites avec a = 0,1 et a = 0,3. Dans tous les cas, on prend $b = 1 - a$ sans perte de généralité puisque la fonction d'utilité est définie à une transformation monotone près.t =0,9.

Le coût de transport des marchandises entre les villes d'un pays développé moderne est faible (mais non nul). Toutefois, dans certains cas, on prend des valeurs comprises entre 0,5 et 1.

$t_0 =$ 260, valeur obtenue à partir du tarif de remboursement des trajets domicile travail calculé par l'administration fiscale française (environ 0,38 ¤/km), multiplié par 230 jours, deux trajets par jour et 1,5 actif migrant alternant par ménage soit 260 ¤/km/an. Toutefois, on fait parfois varier ce coût de migrations alternantes dans une fourchette de 150 à 260.

$r_v =$ 10 ¤/m^2 ; rappelons que le coût de viabilisation des terrains est le numéraire.

$s =$ 4

$d =$ 0,22. Cette valeur de l'exposant de la fonction de transport est retenue pour que les rendements soient décroissants et que la courbure de l'effet de l'impôt sur le coût des migrations alternantes soit suffisamment visible. On a vérifié la robustesse des résultats avec quelques autres valeurs de $d < 1$.

L'équation (22) montre que le salaire w_j et la distance l_j sont définis à une constante près. On a retenu des valeurs telles que les salaires soient d'environ 20 à 30 000 ¤/an (le budget des ménages en France est d'environ 24 000 ¤ par an) et que les villes aient un rayon de quelques kilomètres (en général dans une fourchette de 2 à 7 km). Avec ces valeurs et compte tenu de celle de r_v, les logements au Centre des affaires ont de 50 à 100 m^2.

Dans les simulations, on procède ainsi :

- Lorsqu'il n'y a pas d'impôt, un impôt kilométrique ou un impôt uniforme (23-*a* à 23-*c*), on procède comme Tabuchi (1998) : pour une répartition f de la population et une valeur donnée de l_2 on prend une valeur initiale de l_1. On calcule N_j par (15), $r_j(0)$ et $r_j(x)$ par (13) et (12), G_1 et G_2 par (16) et (17), z_{11} et z_{12} par (19) et j_j par (18). On obtient les membres de gauche et de droite de (20), que l'on compare. S'ils ne sont pas suffisamment proches, on modifie l_1 jusqu'à ce que l'équation soit satisfaite avec une marge d'erreur suffisamment faible. (5) donne V_1 et V_2. Pour les équilibres de long terme, les calculs sont refaits lorsque $V_1 \neq V_2$.
- Lorsque l'impôt est proportionnel à la rente foncière (23-*d*), il est déterminé en même temps que la rente et la taille du lot résidentiel. Cela nécessite de partir d'une valeur a priori de la rente au centre $r_j(0)$. On procède ensuite

comme précédemment. Lorsque la rente foncière calculée au Centre des affaires est différente de la valeur initialement posée, on réitère jusqu'à ce que la différente soit suffisamment faible.

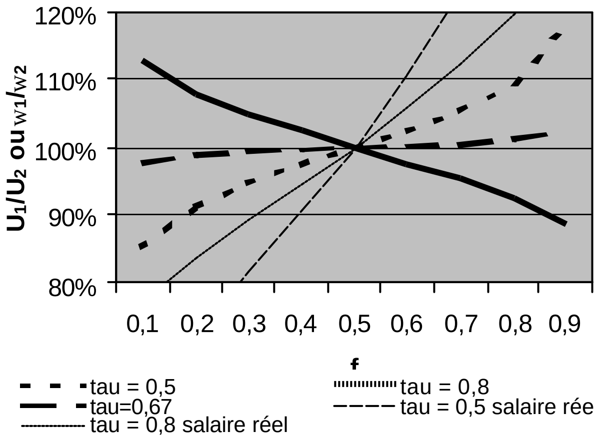
3. Les résultats

On s’arrête tout d’abord sur les effets de l’absence d’agriculteurs dans le modèle. L’équilibre à court terme et à long terme entre les deux villes sont ensuite étudiés selon la politique de la ville 1.

3.1. Les équilibres dans un monde sans agriculteurs et sans impôt

La seule force centrifuge est constituée par les coûts urbains. Cela inverse les résultats de Krugman (1991), chez qui, du fait de la force centrifuge agricole, il y avait dispersion pour des coûts de transport élevés et concentration lorsqu’ils étaient faibles. Ici, la concentration (respectivement : dispersion) est l’équilibre stable lorsque les coûts de transport sont élevés (faibles).

Graphique n°1
Équilibres entre les 2 villes selon le coût de transport *t*



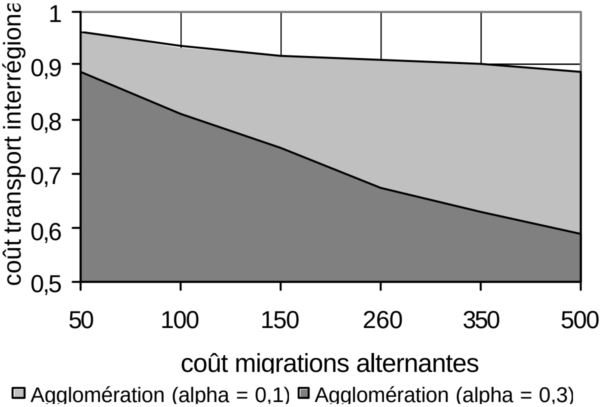
C’est ce que montre le graphique n°1, qui s’inspire de la présentation de Krugman : en abscisse, on porte *f*, part de la population totale dans la ville 1, et en ordonnée le rapport des utilités des deux villes (chez Krugman, il s’agit du rapport des salaires réels). Lorsque $U_1/U_2 > 1$, des travailleurs migrent de la ville 2 vers la ville 1. Ce type de graphique n’est pas reproduit pour les simulations ultérieures, mais la stabilité des équilibres est toujours déterminée par un raisonnement de ce type. Avec s = 4, t = 260 et (pour l’instant) a = 0,3 la population se concentre dans une ville pour des coûts de transport élevés ($t = 0{,}5$), l'équilibre avec équi-répartition étant instable. Au contraire, pour des valeurs élevées de t (t = 0,8), la dispersion dans deux villes d'égale importance est le seul équilibre stable. t = 0,67 est proche du coût de transport pour lequel tout f est un équilibre stable (situation obtenue pour t = 0,675).

Ces résultats sont intuitifs : lorsque les coûts de transport sont très élevés, on les évite en concentrant l'activité en une seule ville, quitte à supporter des coûts de migrations alternantes. Lorsque le transport des biens industriels est peu onéreux, le meilleur choix est de limiter les coûts urbains en dispersant l'habitat. Ce dernier résultat a été établi analytiquement par Tabuchi (1998) pour t = 1, avec un modèle voisin de celui-ci (avec des agriculteurs, ce qui lui donne plus de généralité) et par Ottaviano *et al.* (2001), qui montrent que sans agriculteurs il y a toujours dispersion. Helpman (1998) arrive à la même conclusion par simulation. **Dans le monde développé moderne, où les coûts de transport sont faibles et où il n'y a guère « d'agriculteurs » la dispersion de l'économie est la règle du fait de l'existence de coûts urbains.**

Le rapport des salaires réels, w_1/w_2 (courbes en traits fins du graphique n°1), montre que, s'il n'y avait pas de coûts urbains, la concentration prévaudrait quelle que soit la valeur de t : sans agriculteurs ni coûts urbains, il n'y aurait plus de force centrifuge et il est évident qu'on serait dans le « trou noir ».

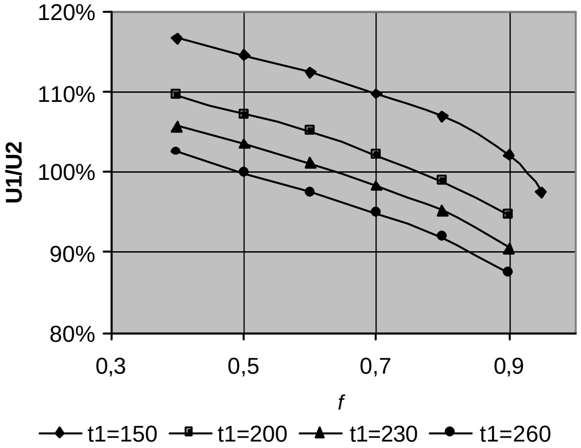
Par ailleurs, l'important est moins la baisse des coûts de transport et des coûts de déplacement en elles-mêmes, tant il est vrai qu'elles s'observent en tout temps, mais leur baisse relative (Fujita et Thisse, 2001). C'est ce que montre le graphique n°2. Avec a = 0,3 le seuil de la concentration en une seule ville selon t et t est une courbe à pente assez négative. Mais lorsque la consommation résidentielle dans le budget des ménages est de 10 % (a = 0,1) la sensibilité aux coûts urbains est faible. Dans ce cas, lorsque le coût de transport des biens industriels est faible (t > 0,9 environ), la dispersion est toujours la règle. On peut penser que c'est la situation actuelle en France : si le logement dans son ensemble représente environ 18 % de la consommation des ménages, la part de la rente foncière est de l'ordre de 5 % de celle-ci. La différence, qui est le coût de la construction elle-même, dépend peu de la localisation (Vandekerckhove *et al.*, 1995, p. 53) et pourrait donc être intégré au bien composite aspatial. Avec des coûts de transport faibles et une consommation de terrain résidentiel de l'ordre de 10 % du budget, la dispersion prévaut quel que soit le coût des migrations alternantes.

Graphique n°2
Seuil d'agglomération selon les coûts de transport
et la part du logement



Avant d'introduire un impôt local, on examine l'effet de coûts de déplacement qui, pour une raison exogène quelconque, seraient plus bas dans une ville que dans l'autre.

Graphique n°3
Équilibres selon le coût des migrations alternantes
(s = 4, t = 0,9, a = 0,2, t_2 = 260)


120%
110%
100%
90%
80%
U1/U2
0,3
0,5
0,7
0,9
f
t1=150
t1=200
t1=230
t1=260

Le graphique n°3 montre les équilibres obtenus pour diverses valeurs de t_1 lorsque t_2 = 260. La ville 1 est d'autant plus grande que le coût de déplacement y est faible. Les équilibres de long terme sont obtenus au point où les courbes coupent la droite U_1/U_2 =1. Les 3/4 environ de la population vivent dans la ville 1 quand le coût de déplacement y est de 23 % inférieur à celui de la ville 2 (t_1 = 200). Cet effet du coût des migrations alternantes sur la taille des villes combine la partie économie géographique du modèle, i. e. le terme w_1/w_2 de l'équation (22) et sa partie économie urbaine, i. e. le terme multiplicatif de cette équation. La ville 1 est favorisée par son grand marché (*backward* et *forward induction* de Krugman) et par un faible coût de déplacement. Ces effets cumulatifs peuvent l'inciter à réduire t grâce à un impôt local. Il faut maintenant analyser les effets de l'introduction de ce moyen de production, qui restait inutilisé dans les simulations précédentes.

3.2. Les équilibres de court terme avec impôt

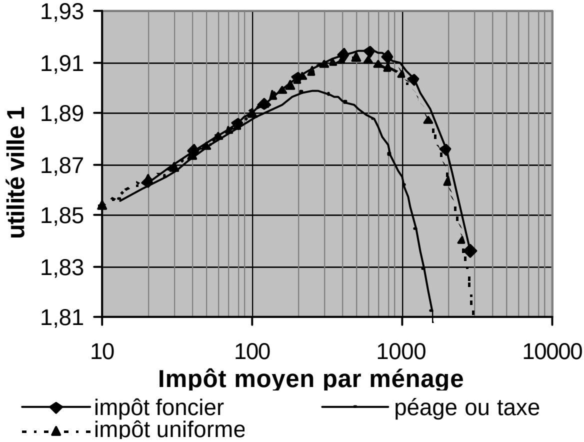
On étudie tout d'abord les équilibres de court terme, c'est-à-dire à distribution donnée de la population entre les villes 1 et 2 (le salaire et les limites urbaines de la ville 2 sont également fixes), avec une politique des transports de la ville 1. D'un point de vue appliqué, dès lors qu'on introduit une politique publique, le court terme compte puisque c'est l'horizon de l'élection des responsables. D'un point de vue analytique, le long terme est moins intéressant que le court terme, puisque les migrations égalisent les utilités des deux villes : seule leur population est différente. En outre, les mécanismes mis en évidence dans les équilibres de court terme sont les mêmes dans le long terme. C'est pourquoi on s'attarde sur les résultats de court terme, avec une politique des transports qui induit un différentiel de bien-être. On se place dans le cas d'une équi-répartition de la population (f = 1/2), les conclusions étant les mêmes pour d'autres valeurs de f.

Le graphique n°4 montre l'utilité du consommateur de la ville 1 pour les paramètres de la section 2.7. On observe, tout d'abord, qu'un impôt est nécessaire pour maximiser l'utilité, du fait de la forme de la fonction de production du réseau de transport : (23) montre que la pente de la courbe de t selon T est inférieure à – 1 lorsque T est faible. On voit aussi que, **pour maximiser le bien-être de la ville 1, un impôt foncier est préférable à un impôt**

uniforme par ménage, qui lui-même procure une plus grande utilité qu'une taxe kilométrique, celle-ci étant la plus mauvaise des trois formules envisagées.

Graphique n°4

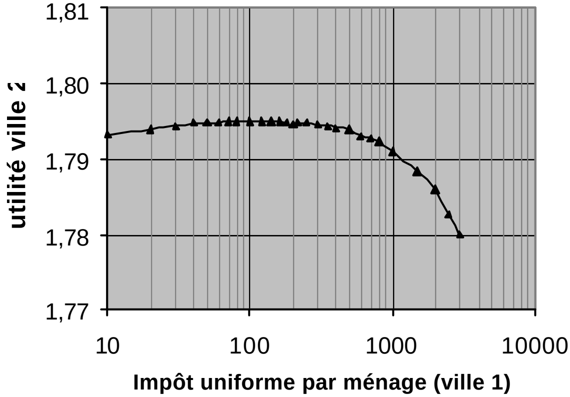
Utilité ville 1 selon le mode d'imposition et la pression fiscale



Ce résultat est obtenu pour des valeurs particulières des paramètres. On peut penser cependant que sa portée est plus large (sans oublier toutefois que nous sommes ici dans un monde sans congestion ni externalités). La rente foncière intègre l'essentiel des informations spatiales nécessaires aux acteurs, ce qui permet d'en faire un instrument de décentralisation de l'optimum économique, comme le montrent Duranton et Thisse (1996) en établissant le premier théorème du bien-être de l'économie urbaine (p. 239). Il n'est donc pas surprenant qu'un impôt basé sur la rente permette d'obtenir une utilité supérieure à celle des autres instruments fiscaux.

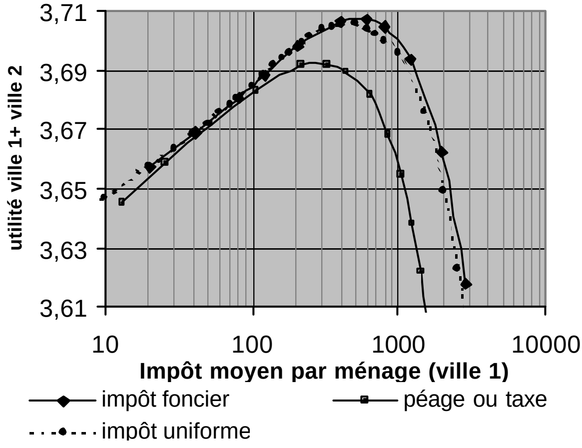
Les effets induits sur la ville 2 par la politique de la ville 1 sont illustrés sur le graphique n°5 dans le cas de l'impôt *per capita* (ils jouent de la même façon avec les autres types d'impôts). On constate que la politique des transports de la ville 1 modifie les salaires et les prix des produits industriels des deux villes de manière à ce que soit réalisé l'équilibre sur le marché des biens.

Graphique n°5
Utilité ville 2 selon le mode d'imposition et la pression fiscale



Le maximum d'utilité cumulée des deux villes est proche de l'optimum de bien-être de la ville 1 (cf. graphiques n°4 et n°6), résultat qui signifie que **des décisions décentralisées sont efficaces**.

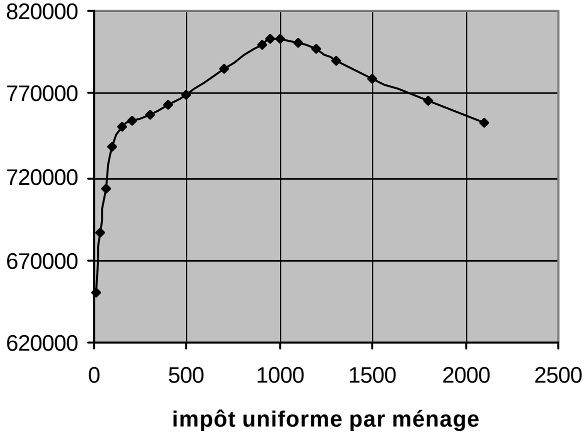
Graphique n°6
Utilité totale selon le mode d'imposition et la pression fiscale



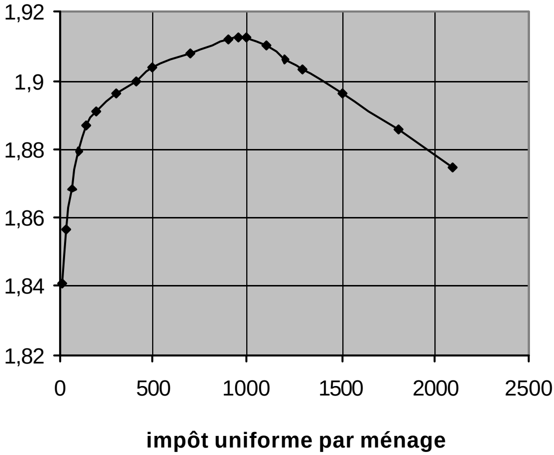
3.3. Les équilibres de long terme avec impôt

L'équilibre de long terme s'obtient en permettant à la population de la ville 2 de migrer vers la ville 1 si $V_1 > V_2$. On obtient des répartitions asymétriques de la population. Les résultats sont présentés dans le cas d'un impôt uniforme par ménage ; ils sont très voisins de ceux avec un impôt foncier.

Graphique n°7
Impôt* per capita *et long terme
Population ville 1 selon pression fiscale



Graphique n°8
Impôt* per capita *et long terme
Utilité selon la pression fiscale



Le graphique n°7 montre que la population d'équilibre de la ville 1 croît rapidement avec le péage, puis que sa croissance est plus lente et enfin qu'elle diminue pour des valeurs plus élevées du péage. Le graphique n°8 montre l'utilité de chacune des villes, évidemment identique puisqu'il s'agit d'un équilibre de long terme, selon le niveau de l'impôt dans la ville 1. L'utilité maximum est atteinte pour un impôt d'environ 900 ¤ par ménage, niveau voisin de celui qui maximise l'utilité de la ville 1 dans l'équilibre de court terme (graphique n°4). **L'utilité maximale des deux villes dans un équilibre de long terme est atteinte lorsque la ville 1 recherche un optimum de court terme.**

3.4. Les mécanismes d'économie urbaine et d'économie géographique à l'œuvre

L'évolution de l'utilité des deux villes selon la pression fiscale (en se plaçant dans le cas d'un impôt uniforme), telle qu'elle ressort des simulations, est résumée dans le tableau n°1.

Tableau n°1
Effets sur les utilités d'une augmentation de la pression fiscale en 1

Pression fiscale moyenne/ménage	$\frac{\partial CAD_1}{\partial T_1}$	w_1/w_2	**Effets sur U_1**	**Effets sur U_2**
Faible (T_1 <160)	< 0	> 1	$\frac{\partial U_1}{\partial T_1} > 0$	$\frac{\partial U_2}{\partial T_1} > 0$
Moyenne (160 < T_1 < 900)	> 0	> 1	$\frac{\partial U_1}{\partial T_1} > 0$	$\frac{\partial U_2}{\partial T_1} < 0$
Forte (T_1 > 900)	> 0	< 1	$\frac{\partial U_1}{\partial T_1} < 0$	$\frac{\partial U_2}{\partial T_1} < 0$

Appelons Coût Agrégé de Déplacement de la ville 1 (CAD_1) la somme de la collecte fiscale et des coûts de migrations alternantes. Compte tenu de la fonction de production du réseau de transport, lorsque la pression fiscale est faible : $\frac{\partial CAD_1}{\partial T_1} < 0$, et pour des impôts plus élevés : $\frac{\partial CAD_1}{\partial T_1} > 0$ (graphique n°11). Par ailleurs, le rapport des salaires réels, w_1/w_2, est supérieur à l'unité lorsque T_1

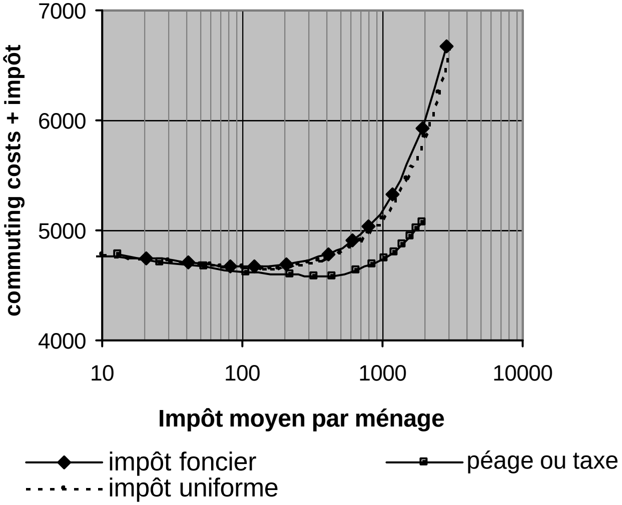
est inférieur à900 (environ), puis inférieur à1 (cf. graphique n°14). Dans un modèle d'économie urbaine « pur », l'utilité serait maximale quand $\frac{\partial CAD_1}{\partial T_1} = 0$. Elle l'est lorsque $\frac{\partial U_1}{\partial T_1} = 0$ avec deux villes en équilibre d'économie géographique et urbaine. Ces deux points correspondent à des pressions fiscales différentes : environ 160 ¤/ménage et par an dans le premier cas et environ 900 dans le second. L'explication est la suivante.

a) $\frac{\partial CAD_1}{\partial T_1} < 0$ et $\frac{w_1}{w_2} > 0$. Une augmentation de la pression fiscale se traduit par une baisse plus que proportionnelle du coût de déplacement, donc par une diminution de CAD_1 (graphique n°11). C'est un effet classique d'économie urbaine. Un double mécanisme d'économie géographique vient s'y greffer. D'une part, la baisse de CAD_1 se traduit par l'augmentation du revenu disponible en 1 (j_1 = revenu net de CAD_1) donc par un effet « de grand marché » sur l'utilité en 1, qui bénéficie ainsi de la conjonction des effets « économie urbaine » et « économie géographique ». À court terme, le bien-être de 1 augmente (graphique n°4) et à long terme sa population augmente rapidement (graphique n°7). D'autre part, pour que l'équilibre se réalise sur le marché des biens, le salaire nominal w_1 diminue (graphique n°12). Il en résulte une diminution des indices de prix G_1 et G_2. La diminution de G_2 (graphique n°13), à salaire nominal inchangé w_2, accroît le salaire réel et le bien-être de la ville 2 (graphique n°5), à court comme à long terme.

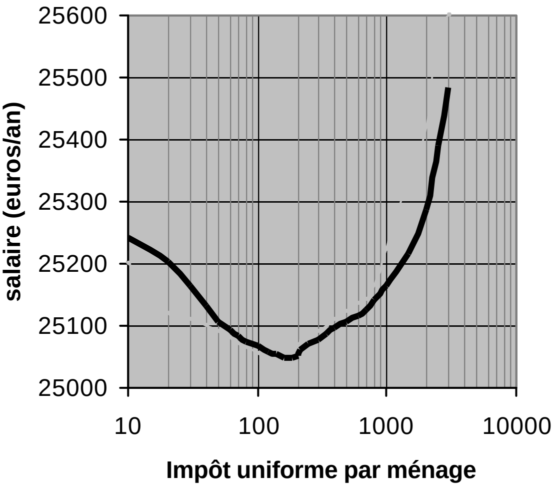
b) $\frac{\partial CAD_1}{\partial T_1} > 0$ et $\frac{w_1}{w_2} > 0$. Les effets d'économie urbaine et géographique jouent en sens opposé. Le coût agrégé de déplacement augmente avec T_1 (graphique n°11 ; effet d'économie urbaine négatif sur l'utilité). Mais la baisse du salaire net de CAD_1 entraîne, pour assurer l'équilibre sur le marché des biens, une augmentation du salaire de la ville 1 (graphique n°12 ; effet d'économie géographique positif). Elle gagne sur le niveau du salaire réel plus qu'elle ne perd en CAD_1. Cette augmentation a un effet de sens inverse du précédent sur l'indice des prix des deux villes. Le salaire réel et l'utilité diminuent dans la ville 2 (graphique n°5). C'est ainsi que **l'utilité maximale de 1 est obtenue pour une pression fiscale plus élevée que dans un équilibre en économie urbaine pure du fait d'un transfert de bien-être de 2 vers 1**.

Dans le long terme, la population de la ville 1 continue à croître, mais moins vite que dans la situation précédente (graphique n°7).

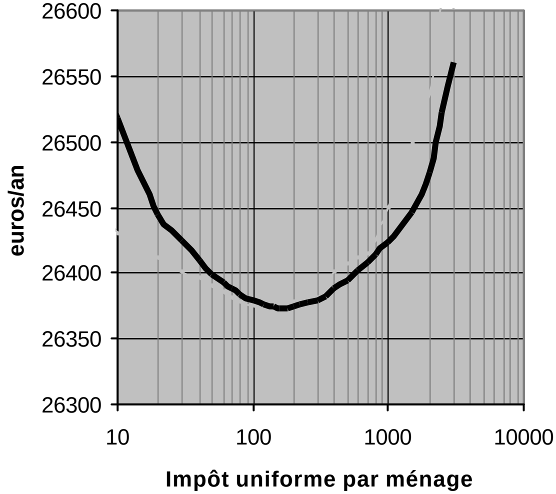
Graphique n°11
CAD, selon la politique fiscale



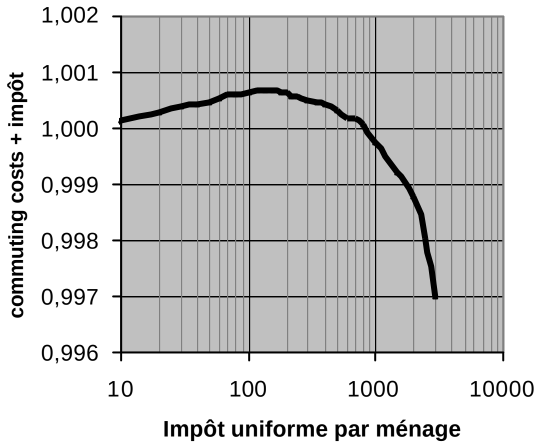
Graphique n°12
Salaire nominal en 1, selon la politique fiscale



Graphique n°13
Indice des prix (ville 2)



Graphique n°14
rapport** w_1/w_2**, selon la politique fiscale



c) $\dfrac{\partial CAD_1}{\partial T_1} > 0$ et $\dfrac{w_1}{w_2} < 0$. Les effets d'économie urbaine et d'économie géographique vont dans le même sens. Les deux villes perdent de l'utilité dans le court terme (graphique n°6), et à long terme l'utilité baisse aussi (graphique n°8) et la ville 1 se contracte (graphique n°7).

3.5. Équilibres avec politique des transports dans la ville 2

On se limite à deux conclusions tirées des simulations effectuées sur l'introduction d'une politique des transports dans chacune des deux villes :

- Avec les valeurs choisies des paramètres (cf. section 2.7), une politique mise en place dans la ville 2 en partant de l'équilibre de long terme qui résulte de la politique de la ville 1 parvient à rétablir l'équilibre de long terme avec équi-répartition de la population. C'est un résultat intuitif compte tenu de la forme de (23). Mais il n'en est pas de même lorsqu'on introduit un coût fixe dans la fonction de production du réseau de transport :

$$t_j = \min\left\{t_0\,; t_0 - \left[\int_{-l_1}^{l_1} N(x)T(x)dx - C\right]^d\right\}$$

  Dans ce cas, en partant de l'équilibre de long terme asymétrique qui résulte d'une politique de la ville 1, la ville 2 ne parvient pas à rétablir l'équilibre symétrique quand le coût fixe C est important. En effet, comme le suggère l'intuition, sa population initiale est trop faible pour en supporter le financement. Le bien être serait supérieur avec équi-répartition, mais la non-coordination des deux autorités locales se traduit par un équilibre de long terme asymétrique et sous-optimal.

- Supposons que la ville 2 se trompe d'instrument fiscal pour réagir à la politique de la ville 1, cette dernière ayant choisi l'impôt foncier. Par exemple, les électeurs de 2 rejettent la taxe foncière et c'est le péage qui est choisi. L'impôt foncier étant un instrument fiscal plus efficace, on obtient un équilibre de long terme asymétrique où la ville 1 regroupe environ 60 % de la population. L'utilité dans les deux villes est inférieure à celle qui résulterait d'un équilibre symétrique avec taxe foncière.

4. Conclusions

Le modèle développé dans ce papier combine économie géographique et économie urbaine. Il emprunte à Krugman la séquence « Dixit-Stiglitz, iceberg, évolution et ordinateur », mais par rapport au modèle séminal de 1991, il supprime le secteur agricole qui, dans les pays développés, n'exerce plus aujourd'hui qu'une force centrifuge peu active. Il emprunte à l'économie urbaine l'arbitrage entre coût des migrations alternantes et coût foncier, ces « coûts urbains » qui sont ici la force de rappel étant écrits avec soin : la taille du lot résidentiel consommé est endogène, tout comme le coût des migrations alternantes domicile–travail, qui dépend d'un impôt local finançant les transports urbains.

Sans « agriculteurs », les conclusions de P. Krugman sont inversées : ici, la concentration est la règle lorsque le coût de transport est élevé et la dispersion prévaut lorsqu'il est faible.

Un impôt local permet, par le développement du réseau de transport, de réduire le coût des migrations alternantes, ce qui est plus novateur dans les modèles à deux villes en équilibre d'économie géographique. Les simulations –car le modèle est non linéaire et n'a que des solutions numériques– montrent qu'un impôt foncier (taxe foncière, taxe d'habitation) permet d'atteindre un niveau d'utilité supérieur à un impôt uniforme par ménage ou à un péage.

Le modèle permet d'écrire la combinaison entre les mécanismes propres à l'économie géographique (l'arbitrage entre rendements croissants et coût de transport) et à l'économie urbaine (l'arbitrage entre coûts fonciers et coût des migrations alternantes). Dans certaines situations, les forces géographiques et urbaines jouent dans le même sens pour déterminer les équilibres de court et de long terme ; tel est le cas lorsque la pression fiscale est faible ou forte. Mais, pour des valeurs intermédiaires, forces géographiques et urbaines s'opposent. Cela se traduit à court terme par un transfert de bien-être entre les deux villes et à long terme par des migrations (équilibres asymétriques). L'expression imagée de « marché des villes », empruntée à Henderson comme titre de ce papier, prend ainsi un certain sel.

Par certains aspects ce « marché » est efficace, puisque l'optimisation de l'utilité de la ville qui adopte une politique des transports, dans un équilibre de court terme, permet d'atteindre l'utilité maximum à long terme dans les deux villes. Par d'autres aspects, il peut entraîner des inefficacités, dues en particulier à des défaillances de coordination. C'est le cas, par exemple, lorsque le développement du réseau de transports urbains suppose un coût fixe (qu'une ville trop petite ne peut supporter) ou lorsque les deux villes choisissent des instruments fiscaux différents.

ANNEXE

Résolution du programme des firmes :

Les conditions de l'équilibre de concurrence monopolistique permettent d'écrire :

$$\Pi_{ij} = w_j \left[\frac{q_{ij} c}{s - 1} - a \right] \qquad\qquad q_{ij} = \frac{a}{c}(s - 1)$$

À l'optimum, la nullité du profit se traduit par :

$$x_{ij}^* = \frac{s}{s - 1} c w_j \qquad\qquad l_{ij}^* = a + c q_{ij}^* = a s$$

La fonction de demande de travail est :

$$l_{ij}^* = \frac{x_{ij}^* q_{ij}^*}{w_j}$$

On tire les équations (6), (7) et (8).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALONSO, W. (1964). *Location and Land Use*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

BERRY, B.J.L. (1976). *Urbanization and Counterurbanization*. London, Sage Publications, 332 p.

BRAKMAN, S. ; GARRETSEN, H. ; GIGENGACK, R. ; MARREWIJK, C. VAN ; WAGENVOORT, R. (1996). Negative feedsbacks in the economy and industrial location. *Journal of Regional Science*, 36, (4), 631-651.

CALMETTE, M.F. ; LE POTTIER, J. (1995). Localisation des activités : un modèle bisectoriel avec coûts de transport. *Revue Économique*, 46, (3), 901-909.

CHAMPION, A.G. (1989). *Counterurbanization*. London, New York, E. Arnold.

DURANTON G. ; THISSE J. (1996). La politique foncière dans une économie spatiale. *Revue Économique*, 47, (2), 227-262.

FUJITA, M. (1989). *Urban Economic Theory : Land Use and City Size*. Cambridge U. Press, Cambridge (UK).

FUJITA, M. ; KRUGMAN, P. (1995). When is the Economy Monocentric. Von Thünen and Chamberlin Unified. *Regional Science and Urban Economics*, 25 (4), 505-528.

FUJITA, M. ; KRUGMAN, P. ; VENABLES, A. (1999). *The Spatial Economy. Cities, Regions and International Trade*. MIT Press, Cambridge (Mass.), 367 p.

FUJITA, M. ; THISSE, J.F. (2001). *Economy of Agglomeration*. Cambridge, Cambridge University Press *(à paraître)*.

GLAESER, E.L. (1998). Are Cities Dying? *Journal of Economic Perspectives*, 12 (2), 139-160.

HELPMAN, E. (1998). The size of regions. In : Pines, D. ; Sadka, E. ; Zilcha, I. (eds.) *Topics in public economics. Theoretical and applied analysis*, Cambridge University Presse, 33-54.

HENDERSON, J.V. (1982). Systems of Cities and Open Economy. *Regional Science and Urban Economics* 12, 325-350.

HIGANO, Y. ; SHIBUSAWA, H. (1999). Agglomeration Diseconomies of Traffic Congestion and Agglomeration Economies of Interaction in the Information-oriented City. *Journal of Regional Science*, 39: (1) 21-49.

INSEE (1990). Les prix dans 23 agglomérations en 1989. *INSEE première*, n°69.

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

KRUGMAN, P. ; VENABLES, J. (1995). Globalization and the Inequality of Nations. *Quaterly Journal of Economic*s, 110, (4), 959-968.

KRUGMAN, P. (1996). Urban Concentration: The Role of Increasing Returns and Transport Costs. *International Regional Science Review*, 19 : (1-2), 5-30.

KRUGMAN, P. (1998). Space: the Final Frontier. *Journal of Economic Perspective*, 12, 161-174.

LÉON, P. (1976). La conquête de l'espace national. In : Braudel, F. ; Labrousse, E. (Eds.), *Histoire économique et sociale de la France, tome III, l'avènement de l'ère industrielle (1789-année 1880)*. Paris, PUF, pp. 241-256.

MADRE, J.L. ; MAFFRE, J. (1997). La mobilité régulière et la mobilité locale en 1982 et 1994. *INSEE Résultats*, 532-533.

MILLS, E.D. (Ed.), (1989). *Handbook of Regional and Urban Economics, vol. II, Urban Economics*. North Holland, 703-1322.

MUTH, R. (1969). *Cities and Housing*. University of Chicago Press, Chicago.

OGAWA, H. ; FUJITA, M. (1980). Equilibriun land use patterns in a non-monocentric city. *Journal of Regional Science*, 20, 4, 455-475.

OTTAVIANO, G. ; TABUCHI, T. ; THISSE, J.F. (2001). Agglomeration and trade revisited. *International Economic Review* (à paraître).

SOLOW, R.M. ; VICKREY, W.S. (1971). Land Use in a Long Narrow City. *Journal of Economic Theory*, 3, 430-447.

TABUCHI, T. (1998). Urban Agglomeration and Dispersion: A Synthesis of Alonso and Krugman. *Journal of Urban Economics*, 44: (3) 333-351.

VANDEKERCKHOVE, L. ; ROBERT-MACÉ, H. ; BIROT de LA POMMERAYE, G. (1995). Dépenses de logement et comportements résidentiels en 1988 et 1992. *INSEE Résultats*, 432-433, 337 p.