ANNALES D'ÉCONOMIE ET DE STATISTIQUE. – N° 58 – 2000

Externalités spatiales, économies d'agglomération et formation endogène d'une ville monocentrique

Yves ZENOU *

RÉSUMÉ. – Dans cet article, nous proposons d'analyser la formation endogène d'une ville monocentrique. Les effets d'agglomération sont essentiellement dus au fait que les entreprises supportent des coûts dans leurs transactions quotidiennes (interactions, communications...) et qu'elles ont intérêt à se regrouper de manière à économiser ces coûts et à générer des externalités positives. Nous montrons, tout d'abord, qu'il existe un équilibre urbain unique où toutes les entreprises se localisent autour du centre de la ville (appelé centre des affaires ou *CBD*), où les employés vivent près de ce centre et où les chômeurs résident en périphérie. Puis, nous faisons des analyses de statique comparative. Nous montrons, en particulier, que le prix de la terre ne décroît pas toujours à l'intérieur du *CBD* alors qu'il décroît systématiquement à l'extérieur. Nous montrons, aussi, qu'une augmentation de la consommation de sol a un effet toujours positif à l'extérieur du *CBD*, mais ambigu à l'intérieur. En conséquence, le fait d'endogénéiser la localisation des entreprises et donc de ne pas réduire le *CBD* à un point, nous permet d'obtenir des résultats pertinents.

Spatial Externalities, Agglomeration Economies and Endogenous Formation of a Monocentric City

ABSTRACT. – We study the endogenous formation of a monocentric city where the location of both firms and workers are endogenous. In our model, the main force of agglomeration consists of positive spatial externalities between firms (such as, for example, face to face communications) while the main force of dispersion is the land price and the labor cost. In this context, we show that there exists a unique urban equilibrium where firms locate around the middle of the city (thus forming the Central Business Distric or CBD), employed workers live at the vicinity of the CBD and the unemployed reside at the periphery of the city. We, then, perfom different comparative statics analyses. We show, in particular, that land prices are non-monotonic within the CBD whereas they always decrease outside of it. We also show that when firms increase their land consumption, it rises the equilibrium land price outside the CBD but has an ambiguous effect inside the CBD. Consequently, this paper puts forward the importance of modelling firms' location and of not considering the CBD as exogenous in a context where individuals are differentiated by both their employment status and their location in the city.

* Y. ZENOU : CERAS, École Nationale des Ponts et Chaussées et GAINS, Université du Maine.
Je remercie P. PICARD ainsi qu'un rapporteur anonyme pour leurs commentaires qui ont permis d'améliorer cet article. Je demeure, bien sûr, seul responsable des erreurs qui pourraient subsister.

1 Introduction

Pourquoi les villes se forment où elles se forment ? Quelles sont les forces qui poussent les entreprises et les ménages à se regrouper ensemble ?

Ces questions ne sont pas nouvelles mais elles n'ont été traitées de manière formelle que récemment ; et comme nous dit KRUGMAN [1995], beaucoup d'idées très importantes ont disparu au cours du temps parce qu'elles n'ont pas été modélisées. Ceci est, particulièrement, vrai pour l'économie spatiale et, en particulier, pour l'explication de la formation des villes. Dans leur excellente synthèse sur ce sujet, FUJITA et THISSE [1997] nous montrent qu'il existe principalement trois explications de l'agglomération.

La première est due à des *externalités spatiales* entre les individus (BECKMANN [1976], BORUKHOV et HOCHMAN [1977], PAPAGEORGIOU et SMITH [1983], par exemple) et/ou entre les entreprises (FUJITA et OGAWA [1980] et OGAWA et FUJITA [1982]) sous le régime de la concurrence parfaite : c'est parce que les individus et/ou les entreprises veulent être ensemble que ces externalités apparaissent (par exemple, les entreprises veulent être proches pour faciliter le flux de communications entre elles).

La seconde explication est donnée par les *rendements d'échelle due à la concurrence monopolistique* que se livrent les entreprises entre elles (se référer à ABDEL-RAHMAN et FUJITA [1990], KRUGMAN [1991], FUJITA et KRUGMAN [1995], FUJITA et MORI [1997], entre d'autres). Chaque entreprise se spécialise dans la production d'un bien où elle possède des rendements d'échelle croissants et, comme les consommateurs ont un goût prononcé pour la diversité des produits, les entreprises et les consommateurs désirent s'agglomérer parce que, dans ce cas, le nombre d'entreprises et donc de produits augmente. C'est, ici, la différentiation des produits qui entraîne l'agglomération des agents.

Enfin, la dernière explication considère la concurrence spatiale avec *interactions stratégiques entre les entreprises* (n'oublions pas qu'en concurrence monopolistique, les interactions stratégiques sont inexistantes). Ces modèles, dans la lignée de *Hotelling*, montrent que les entreprises ont intérêt à être le plus prêt possible les unes par rapport aux autres (principe de différentiation minimale) pour attirer le plus de consommateurs possibles.

Nous avons essentiellement développé les forces d'agglomération (forces centripètes). Bien sûr, dans tous ces modèles, il existe aussi des forces de désagglomération (forces centrifuges). Du côté des consommateurs, c'est essentiellement le prix du logement qui augmente. Du côté des entreprises, le prix de la terre utilisée pour la production augmente, la compétition sur le marché des produits devient plus intense, le coût salarial s'accroît... L'équilibre spatial (qui décrit la distribution des ménages et des entreprises dans la ville) sera alors déterminé comme le résultat d'un arbitrage entre ces deux forces.

Cependant, dans la plupart de ces modèles, le rôle du marché du travail est très faible (ZENOU [1996], ZENOU [2000]) et, en particulier, il n'existe pas de chômage. Nous avons déjà introduit une première fois le chômage dans une ville monocentrique (ZENOU et SMITH [1995] ou WASMER et ZENOU [1999]) puis, dans une ville polycentrique où les centres secondaires étaient endogènes (SMITH et ZENOU [1997]). Le chômage était dû au fait que les entreprises pratiquaient une politique de salaire d'efficience ou qu'il existait des frictions (dans la recherche d'un emploi ou dans le désir de pourvoir un poste vacant) sur le marché du travail. Cependant, dans ces modèles et comme dans la plupart de ceux développés en économie urbaine (BRUECKNER [1987], FUJITA [1989]), la localisation des entreprises et donc du centre des affaires (*CBD*) est exogène et prédéterminé à l'avance.

Dans le présent modèle, *nous ne proposons pas une analyse de la formation endogène du chômage ; nous nous intéressons à l'interaction entre la localisation endogène des chômeurs, des employés et des entreprises.* En d'autres termes, *nous ouvrons la boîte noire qu'est le CBD et nous en analysons ce qui se passe à l'intérieur.*

Une telle approche nous permet d'avoir des résultats intéressants, à la fois pour les conditions d'existence et d'unicité de l'équilibre, mais aussi pour l'analyse de statique comparative. On montre, en particulier, que :

(i) le salaire est endogène, qu'il a un rôle de compensation et qu'il existe un *gradient négatif de salaire à l'intérieur de la ville.* Ceci correspond à la réalité de la plupart des villes nord américaines mais aussi européennes où l'on observe des différences intra-urbaines importantes de salaires (voir, en particulier, les récentes revues de la littérature à la fois théoriques et empiriques sur ce sujet de CRAMPTON [1999] et de WHITE [1999]).

(ii) les villes monocentriques sont caractérisées par des coûts de transaction élevés pour les entreprises et des coûts de transport relativement faibles pour les travailleurs. Là aussi nous obtenons des résultats en accord avec les travaux empiriques menés aux États-Unis. Ces derniers montrent que les entreprises qui ont besoin d'interagir avec d'autres firmes, comme, par exemple, les banques ou les sociétés d'assurance, ont tendance à se localiser près du centre-ville alors que celles qui utilisent beaucoup d'espace et qui privilégient le prix de la terre aux externalités d'interaction ont tendance à s'établir à la périphérie des villes (voir, en particulier, MIESZKOWSKI et MILLS [1993]).

(iii) le prix de la terre ne décroît pas toujours à l'intérieur du centre-ville alors qu'il décroît systématiquement à l'extérieur du *CBD*. Ce résultat permet d'approfondir le résultat standard des villes monocentriques où le prix de la terre décroît de manière monotone du centre vers la périphérie, le *CBD* étant réduit à un point. Il existe quelques études empiriques qui montrent que le prix de la terre ne décroît pas de manière uniforme, en particulier près du centre-ville. Si, une fois de plus, on se réfère aux villes nord américaines (il faut bien admettre, qu'à ce jour, peu études intra-urbaines ont été menées en France ; une des difficultés majeures est le manque de données sur le prix de la terre et sur le coût de transport des individus), on s'aperçoit que près des centre-villes coexistent des zones avec des loyers très faibles avec d'autres où les loyers sont très élevés. On peut penser, en particulier, à la ville de New York où le prix du loyer est très élevé à Manhattan, alors qu'il est très faible dans le Bronx ou dans Harlem. Bien sûr, l'explication de ce phénomène implique une analyse de la formation des ghettos et des problèmes des minorités, ce qui n'est pas dans notre modèle, mais reflète cependant une certaine réalité mettant en avant le fait que l'uniformité du prix de la terre à proximité du *CBD* n'est pas un fait bien établi (voir MILLS et LUBUELE [1997], et les références qui s'y trouvent).

2 Le modèle

Nous décrivons, ici, le modèle de base de la formation d'une ville monocentrique avec localisation des chômeurs. Ici le chômage est dû au fait que les salaires sont rigides et qu'il y a un rationnement de l'emploi. Nous ne modélisons pas la cause de la rigidité des salaires sachant que cette dernière peut être expliquée par la théorie du salaire d'efficience ou par celle des syndicats. Nous nous focalisons essentiellement sur les relations entre effets d'agglomération et localisation des chômeurs et des employés.

2.1 La ville

La ville est *fermée* (les niveaux d'utilité et de profit sont déterminés de manière endogène alors que le nombre d'individus et d'entreprises sont exogènes), *linéaire* et *symétrique*. Le milieu de la ville est normalisé à 0 et la longueur de la ville est dénotée par f sur le côté droit et $-f$ sur le côté gauche. Il n'y a pas d'endroit sans habitation et le transport croisé, *i.e.*, le fait que les individus peuvent se croiser lorsqu'ils se rendent à leur travail, n'est pas permis. Enfin, tous les logements sont détenus par des propriétaires qui ne résident pas en ville.

2.2 Les consommateurs/travailleurs

Il existe deux catégories de travailleurs : les employés et les chômeurs (identifiés respectivement comme le groupe 1 et 2) et dont la masse est respectivement noté par N_1 et U, avec $N_1 + U = \overline{N}$, puisqu'à l'intérieur de chaque catégorie, il y a un *continuum* d'individus. Les deux catégories de travailleurs ont les mêmes préférences et donc la même fonction d'utilité mais n'ont pas, bien sûr, le même revenu : les employés recoivent $w(x_I)$ (où x_I est la localisation des entreprises qui sera déterminée à l'équilibre) alors que les chômeurs obtiennent b (allocations chômage financées de manière exogène par le gouvernement local), avec $w(x_I) > b$.

Nous supposons que tous les individus (chômeurs et employés) consomment la même surface de logement $q_1 = q_2 = q = 1$ et que la densité d'individus en chaque localisation de la ville est : $h(x) = 1/q = 1$. Ceci implique qu'à une distance x du centre de la ville (ici 0) il y a exactement x individus. Cette hypothèse, bien que restrictive, est souvent utilisée en économie urbaine car elle permet de déterminer exactement la localisation de tous les individus dans la ville. Nous verrons, plus bas, qu'endogénéiser la consommation de logement alourdit l'analyse sans pour autant remettre en question les principaux résultats.

Le coût de transport se décompose en deux éléments : le premier consiste uniquement en déplacements domicile-travail et ne concerne donc que les employés ; le second consiste en achat de biens et services et concerne à la fois les employés et les chômeurs. Le premier élément de ce coût de transport est donc égal à $t\,|x - x_l|$ pour un individu habitant en x et travaillant en x_l. Pour le second, nous supposons (par souci de simplicité) que l'achat de biens se fait toujours en $x = 0$. Si nous dénotons par $\alpha > 0$ le nombre (ou plutôt pourcentage) de déplacements pour acheter des biens et services, ce coût de transport est donc égal à $\alpha t\,|x - 0| = \alpha t\,|x|$. Les employés (habitant en x et travaillant en x_l) auront donc un coût total de transport égal à $t\,|x - x_l| + \alpha t\,|x|$ et les chômeurs égal à $\alpha t\,|x|$.

Nous sommes maintenant en mesure d'écrire les contraintes de budget pour chaque catégorie d'individu. Pour les travailleurs, nous avons :

$$w(x_l) = R(x) + z_1 + t\,|x - x_l| + \alpha t\,|x| \tag{2.1}$$

alors que pour les chômeurs :

$$b = R(x) + z_2 + \alpha t\,|x| \tag{2.2}$$

où z_i ($i = 1{,}2$) est la quantité de bien composite consommé par l'individu i (dont le prix est utilisé comme numéraire), x_l, l'endroit où travaille l'individu, $R(x)$, le prix du marché du logement à une distance x du centre, et t, le coût monétaire de transport par unité de distance. Puisque tous les individus consomment une unité de logement, il est équivalent de maximiser une fonction d'utilité (qui dépend de $q \equiv 1$ et de z_i) ou de maximiser le bien composite. Chaque employé résout en conséquence le programme suivant :

$$\max_{x, x_l} z_1 = w(x_l) - R(x) - t\,|x - x_l| - \alpha t\,|x| \tag{2.3}$$

alors que pour chaque chômeur, nous avons:

$$\max_{x} z_2 = b - R(x) - \alpha t\,|x|$$

À l'équilibre, tous les individus du même type atteignent le même niveau d'utilité ou de manière équivalente ici, le même niveau de bien composite (que nous dénotons respectivement par z_1^* et z_2^*) [1]. Chaque rente d'enchère (*bid rents*), définie comme étant le prix maximum que peuvent offrir les individus pour atteindre le niveau d'utilité d'équilibre, s'écrit respectivement :

$$\Xi_1(x) = w(x_l) - z_1^* - t\,|x - x_l| - \alpha t\,|x| \tag{2.4}$$

$$\Xi_2(x) = b - z_2^* - \alpha t\,|x| \tag{2.5}$$

2.3 Les entreprises

Il existe un *continuum* d'entreprises identiques, ce qui nous permet de traiter aussi la distribution des entreprises sur l'ensemble de la ville en termes de densité (la densité des entreprises en un point x de l'espace est notée $m(x)$). Le nombre (ou masse) d'entreprises est égal à M.

1. Toutes les variables ayant comme exposant une étoile sont des variables d'équilibre.

Nous supposons que la quantité de production est constante $\overline{Y}$ et égale pour chaque entreprise. Dans ce cadre, la fonction de production de chaque entreprise s'écrit :

$$\overline{Y} = \text{Min}\left\{\frac{Q}{a_Q}, \frac{L}{a_L}\right\} \tag{2.6}$$

où Q est la quantité d'espace nécessaire pour produire $\overline{Y}$ et L est la quantité de travail nécessaire pour produire $\overline{Y}$, et, a_Q et a_L, les coefficients de surface de la terre et de travail respectivement. L'entreprise utilisera donc une quantité $a_Q\overline{Y}$ d'espace et $a_L\overline{Y}$ de travail pour produire $\overline{Y}$. Comme il y a du chômage dans cette économie, nous avons :

$$a_L\overline{Y}M = LM = N_1 < \overline{N} \tag{2.7}$$

Cette équation signifie simplement que les entreprises ont uniquement besoin de LM travailleurs pour produire $M\overline{Y}$, c'est-à-dire N_1 travailleurs. En conséquence, les $\overline{N} - LM = U$ autres individus n'auront pas d'emploi. Il existe un processus de rationnement qui est ici exogène et le salaire qui est rigide à la baisse empêche le marché de s'ajuster.

Nous devons maintenant modéliser les forces d'agglomération. Ici, la principale force d'agglomération est due au fait que la production nécessite des transactions entre les entreprises (échange d'information, communications...). La manière de modéliser ces transactions est cruciale pour l'analyse car elle influence directement la rente d'enchère des entreprises et donc l'équilibre spatial de cette économie. Nous supposerons que le coût total de transactions entre une entreprise localisée en x et toutes les autres entreprises présentes sur le marché est :

$$\begin{aligned} \tau T(x) &= \tau \int_{-f}^{f} m(y)\,|x-y|\,dy \\ &= \tau\left[\int_{-f}^{x} m(y)(x-y)dy + \int_{x}^{f} m(y)(y-x)dy\right] \end{aligned} \tag{2.8}$$

où τ est le coût de transaction par unité de distance et $T(x)$, la distance totale de transaction pour une entreprise localisée en x.

Comme nous l'avons déjà dit, cette hypothèse est très importante pour la configuration spatiale. Nous ne pouvons pas, par exemple, obtenir de ville duocentrique avec ce type de fonction (se référer à FUJITA [1985], pour une discussion approfondie sur ce sujet). En fait, c'est essentiellement la dérivée seconde de $T(x)$ qui a un rôle fondamental. Nous avons en effet :

$$T'(x) = \int_{f_1}^{x} m(y)dy - \int_{x}^{f_2} m(y)dy = 2xm(x) \tag{2.9}$$

$$T''(x) = 2m(x) \geqslant 0 \tag{2.10}$$

où $T(x)$ est convexe à l'intérieur d'une zone où sont concentrées les entreprises, *i.e.*, $m(x) > 0$, et est linéaire dans les zones résidentielles, *i.e.*,

$m(x) = 0$. On peut, maintenant, écrire la fonction de profit de chaque entreprise de la manière suivante :

$$\Pi = p\overline{Y} - R(x)Q - w(x)L - \tau T(x) \tag{2.11}$$

où $w(x)$ est le profil de salaire qui sera défini plus bas. L'objectif de l'entreprise est de choisir une localisation x qui maximise son profit défini par (2.11). On peut donc maintenant écrire sa rente d'enchère, qui est définie comme le prix maximum qu'elle peut offrir pour atteindre le niveau de profit d'équilibre Π^* (commun à toutes les entreprises), étant donné la distribution des entreprises $m(x)$. Elle est donnée par :

$$\Phi(x) = \frac{1}{Q}\left[p\overline{Y} - w(x)L - \tau T(x) - \Pi^*\right] \tag{2.12}$$

3 L'équilibre spatial

Nous avons maintenant tous les éléments pour déterminer les conditions d'équilibre de la ville monocentrique avec chômage. En termes de densités, une ville monocentrique est telle que :

$$\begin{array}{lll} h(x) = 0 \quad m(x) = 1/Q & \text{pour} & x \in [-e, e] \\ h(x) = 1 \quad m(x) = 0 & \text{pour} & x \in [-e, -f] \text{ ou } x \in [e, f] \end{array}$$

où l'intervalle $[-e, e]$ est le centre des affaires ou *CBD. Il est important d'observer que le CBD n'est pas ici un point, comme c'est généralement le cas en économie urbaine (voir, par exemple, FUJITA [1989]), mais un intervalle de longueur QM.* Ceci est dû au fait que les entreprises choisissent de manière optimale leur localisation en remportant vis-à-vis des individus les enchères sur le logement à l'intérieur de l'intervalle $[-e, e]$. Nous verrons que nos résultats, en particulier ceux de l'analyse de statique comparative, sont très différents de ceux obtenus dans le cas standard où la localisation des entreprises est exogène et se réduit à un point. Par ailleurs, puisque nous avons supposé qu'il n'y avait pas de transport-croisé (tel que, par exemple, entre 0 et e les individus ne travaillent que dans les firmes situées à leur gauche), le profil de salaire d'équilibre (ou gradient de salaire) est donné par [2] :

$$\begin{aligned} w(x_l) - t\,|x - x_l| &= w(x_l) - t(x - x_l) \\ &= w_0 - t.x_l - t(x - x_l) \\ &= w_0 - t.x \equiv w(x) \end{aligned} \tag{3.1}$$

2. Se référer à OGAWA et FUJITA [1980] pour une discussion approfondie sur ce point.

où w_0 est le salaire de l'entreprise exactement située en 0. Comme nous l'avons déjà précisé auparavant, ce salaire w_0 est supposé rigide et au-dessus du salaire concurrentiel de manière à ce qu'un niveau de chômage soit présent à l'équilibre. L'équation (3.1) signifie (à droite de 0, à cause de la symétrie de la ville) qu'à l'intérieur du *CBD*, il y a des coûts de transport positifs et que donc les firmes doivent compenser les travailleurs pour ces coûts. En effet, les entreprises qui se localisent en dehors de 0 doivent nécessairement fixer un salaire plus faible que ceux en 0 à cause du gain en coûts de transport pour les travailleurs (ou sinon, à salaire identique, personne ne voudrait travailler en 0). L'origine est ainsi le point de référence puisque 0 est le lieu de travail le plus éloigné pour les travailleurs. Le salaire a ici un rôle uniquement de *compensation* et c'est pour cela qu'apparaît un *gradient de salaire* (comme, par exemple, chez FUJITA, THISSE et ZENOU [1997] ou ZENOU [1997]) car, à l'équilibre, tous les individus doivent avoir le même niveau d'utilité z_i^* ($i = 1,2$). Il est, en conséquence, équivalent de déterminer un salaire selon le lieu de travail ou selon le lieu de résidence.

Afin d'expliciter l'équilibre spatial, nous devons maintenant étudier les rentes d'enchères des entreprises et des individus. Commençons par les entreprises. En utilisant (2.12), nous obtenons facilement que :

$$\Phi'(x) = -\frac{L}{Q}w'(x) - \frac{\tau}{Q}T'(x) \tag{3.2}$$

$$\Phi''(x) = -\frac{\tau}{Q}T''(x) \tag{3.3}$$

Il existe donc deux forces opposées qui déterminent la monotonicité de $\Phi(x)$. La première, *positive*, est égale à : $-\frac{L}{Q}w'(x) = tL/Q$ alors que la seconde, *négative*, est donnée par : $-\frac{\tau}{Q}T'(x) = -2\tau x/Q^2$. En conséquence, le signe de $\Phi'(x)$ dépendra de l'arbitrage entre ces deux forces. En fait, proche de zéro, le gain marginal en termes de coûts de transaction est plus faible que la réduction du coût marginal du travail (la seconde force domine la première et le gradient de rente est donc positif) alors qu'en s'éloignant de 0 nous avons le résultat contraire (le gradient de rente devient négatif). Nous devons donc identifier la valeur de x pour laquelle la rente d'enchère des entreprises change de signe, *i.e.*, (à droite de 0) nous devons résoudre :

$$\Phi'(x) = 0 \qquad \text{pour } x \in [0,e]$$

En utilisant (2.9), nous obtenons la valeur critique suivante :

$$\widehat{x} = \frac{tQL}{2\tau} = \frac{tQN_1}{2\tau M} \tag{3.4}$$

Nous sommes, maintenant, en mesure de déterminer le signe de $\Phi'(x)$ entre 0 et f :

$$(3.5) \qquad \Phi'(x) \quad \begin{cases} > 0 & \text{pour} \quad x \in [0, \widehat{x}[\\ = 0 & \text{en} \quad x = \widehat{x} \\ < 0 & \text{pour} \quad x \in]\widehat{x}, f] \end{cases}$$

et celui de $\Phi''(x)$:

$$(3.6) \qquad \Phi''(x) \quad \begin{cases} < 0 & \text{pour} \quad x \in [0, e] \\ = 0 & \text{pour} \quad x \in]e, f] \end{cases}$$

Pour les individus, nous avons en utilisant (2.4) et (2.5) :

$$(3.7) \qquad \begin{array}{ll} \Xi_1(x) = w_0 - z_1^* - (1+\alpha)tx & \text{pour} \quad x \in [0, f] \\ \Xi_2(x) = b - z_2^* - \alpha tx & \text{pour} \quad x \in [0, f] \end{array}$$

En conséquence, sur l'intervalle $[0, f]$, nous obtenons :

$$(3.8) \qquad \Xi_1'(x) = -(1+\alpha)t < 0 \qquad \text{et} \qquad \Xi_1''(x) = 0$$

$$(3.9) \qquad \Xi_2'(x) = -\alpha t < 0 \qquad \text{et} \qquad \Xi_2''(x) = 0$$

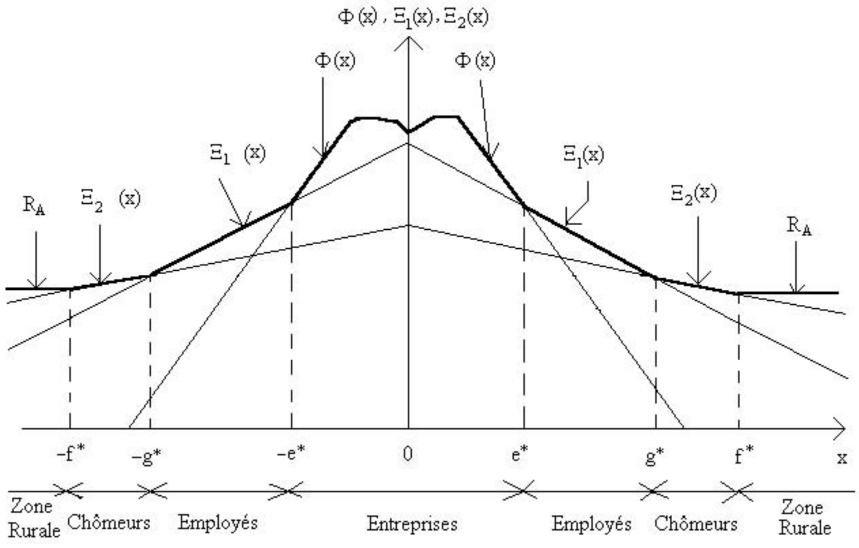
Ainsi les deux rentes d'enchère sont linéaires et décroissantes. Cependant, la pente de la rente d'enchère des chômeurs est plus plate que celle des employés puisque $\alpha t < (1+\alpha)t$. Nous avons en conséquence.

PROPOSITION 3.1. Les chômeurs résident en périphérie alors que les employés vivent près du centre-ville.

Ce résultat est tout à fait intuitif puisque les employés, qui ont les coûts de transport les plus élevés, désirent se rapprocher du centre-ville et vont donc reléguer les chômeurs en périphérie. Il est important d'observer que ce résultat est en partie dû à l'hypothèse de consommation du sol identique pour tous les individus ($q = 1$). On peut aisément relâcher cette hypothèse. Dans ce cas, les employés devront arbitrer entre, d'une part, l'avantage d'une localisation périphérique où ils peuvent habiter dans des logements plus spacieux car le prix de la terre y est plus faible (effet de revenu), et, d'autre part, une résidence plus centrale pour économiser en coût de transport domicile-travail (effet coût de transport). Cependant, il est toujours possible de trouver des conditions où l'effet coût de transport domine l'effet de revenu ; on retombe alors exactement sur le résultat de la Proposition 3.1, avec néanmoins des calculs beaucoup plus compliqués. Étant donné que nous nous focalisons sur les effets d'agglomération et que le relâchement de cette hypothèse ($q = 1$) n'apporte rien de significatif à l'analyse, nous la conservons.

Nous allons maintenant déterminer les conditions d'équilibre de cette ville. Gardons en mémoire que, dans notre modèle, la *force d'attraction* au centre (force centripète) est constituée par à la fois les transactions entre les entreprises et l'accessibilité au *CBD* pour les employés et les chômeurs. En

FIGURE 1
Équilibre Urbain



revanche, la *force de répulsion* est constituée par les coûts d'aquisition du logement et de la terre pour les ménages et les entreprises respectivement. L'équilibre spatial résultera alors de l'arbitrage entre ces deux forces. Nous allons, donc, décrire un équilibre où toutes les entreprises sont localisées au centre de la ville entre $-e$ et e, 0 étant compris entre ces deux valeurs, les employés entre d'une part, $-g$ et $-e$, et d'autre part, entre e et g et enfin les chômeurs entre d'une part $-f$ et $-g$, et d'autre part, entre g et f (se référer à la Figure 1). Les conditions d'équilibre d'une ville monocentrique sont alors les suivantes [3] :

Marché du travail

$$LM = N_1 \tag{3.10}$$

Marché du logement

$$R(x) = \text{Max}\{\Xi_1(x), \Xi_2(x), \Phi(x), R_A\} \quad \text{pour } x \in [0, f] \tag{3.11}$$

$$R(x) = \Phi(x) \geqslant \Xi_1(x) \quad \text{pour } x \in [0, e[\tag{3.12}$$

$$R(x) = \Phi(x) = \Xi_1(x) \quad \text{en } x = e \tag{3.13}$$

$$R(x) = \Xi_1(x) \geqslant \Phi(x) \quad \text{pour } x \in]e, g[\tag{3.14}$$

$$R(x) = \Xi_1(x) = \Xi_2(x) \quad \text{en } x = g \tag{3.15}$$

$$R(x) = \Xi_2(x) \geqslant \Xi_1(x) \quad \text{pour } x \in]g, f[\tag{3.16}$$

3. Comme l'équilibre est symétrique, on peut faire l'analyse uniquement pour la partie droite de la ville, *i.e.*, entre 0 et *f*.

$$R(x) = \Xi_2(x) = R_A \qquad \text{en } x = f \tag{3.17}$$

$$Q.m(x) + h(x) = 1 \qquad \text{pour } x \in [0, f] \tag{3.18}$$

Contraintes

$$\int_0^e Lm(x)dx = \frac{N_1}{2} \qquad \text{pour } x \in [0,e] \tag{3.19}$$

$$\int_e^g h(x)dx = \frac{N_1}{2} \qquad \text{pour } x \in [e,g] \tag{3.20}$$

$$\int_g^f h(x)dx = \frac{N_2}{2} \qquad \text{pour } x \in [g, f] \tag{3.21}$$

Ces différentes équations sont faciles à interpréter. Sur le marché du travail, nous avons simplement le fait que l'offre doit être égale à la demande. Sur le marché du logement, (3.11) nous dit que les propriétaires fonciers allouent la terre aux plus offrants alors que les autres équations assurent la continuité de la rente de marché. Enfin, les trois dernières équations sont les contraintes de populations.

En résolvant (3.19), (3.20) et (3.21), on obtient facilement :

$$e^* = -e^* = \frac{QM}{2} \tag{3.22}$$

$$g^* = -g^* = \frac{(L + Q)M}{2} \tag{3.23}$$

$$f^* = -f^* = \frac{\overline{N} + QM}{2} \tag{3.24}$$

Nous pouvons, maintenant, calculer les niveaux d'équilibre d'utilité, z_1^* et z_2^*, et de profit, Π^*. En utilisant les équations (3.13), (3.15) et (3.17), nous obtenons :

$$z_1^* = w_0 - t\left[\frac{N_1 + \alpha\overline{N} + (1+\alpha)QM}{2}\right] - R_A \tag{3.25}$$

$$z_2^* = b - t\frac{\alpha}{2}\left(\overline{N} + QM\right) - R_A \tag{3.26}$$

$$\Pi^* = p\overline{Y} - w_0 L - t\frac{\alpha\overline{N}Q}{2} - \tau\frac{QM^2}{2} - QR_A \tag{3.27}$$

En utilisant (3.11), (3.25), (3.26) and (3.27), la valeur de la rente foncière d'équilibre de marché s'écrit :

$$R^*(x) = \begin{cases} \dfrac{t}{2Q}\left(\alpha\overline{N}Q + 2L\,|x|\right) + \tau\left(\dfrac{M^2}{4} - \dfrac{x^2}{Q^2}\right) + R_A \\ \hfill \text{pour } x \in \left[-e^*, e^*\right] \\ \dfrac{t}{2}\left[\alpha\overline{N} + LM + (1+\alpha)\left(QM - 2\,|x|\right)\right] + R_A \\ \hfill \text{pour } x \in \left[-g^*, -e^*\right] \\ \hfill \text{et } x \in \left[e^*, g^*\right] \\ \alpha t\left(\overline{N} + QM - 2\,|x|\right)/2 + R_A \\ \hfill \text{pour } x \in \left[-f^*, -g^*\right] \\ \hfill \text{et } x \in \left[g^*, f^*\right] \\ R_A \\ \hfill \text{pour } x \in \left]-\infty, -f^*\right] \\ \hfill \text{et } x \in \left[f^*, +\infty\right[\end{cases}$$

Nous pouvons maintenant donner les conditions de l'équilibre spatial tel qu'il est décrit par la Figure 1. Premièrement, si la condition (3.13) est satisfaite, la condition (3.14) peut être remplacée par :

$$\Phi'(e^*) < \Xi_1'(e^*) \tag{3.28}$$

ce qui est équivalent à :

$$t < \frac{\tau M}{[(1+\alpha)Q + L]} \equiv A_1 \tag{3.29}$$

De même, si la condition (3.15) est satisfaite, la condition (3.16) peut être remplacée par :

$$\Xi_1'(g^*) < \Xi_2'(g^*) \tag{3.30}$$

ce qui est toujours vrai puisque $-(1+\alpha)t < -\alpha t$ (Proposition 3.1).

Observons que nous n'avons pas besoin d'imposer que, entre e^* et g^*, $\Xi_1(x) > \Xi_2(x)$ car c'est automatiquement vérifié dès que (3.30) est satisfaite et que, entre g^* et f^*, $\Xi_2(x) > \Phi(x)$ car, là aussi, c'est vrai dès que la condition (3.28) est vérifiée. Maintenant, nous devons nous assurer que (3.12) est vérifiée. Si la condition (3.13) est satisfaite alors, à cause de la stricte concavité de $\Phi(x)$ dans l'intervalle $\left[0, e^*\right]$, (3.12) peut être remplacée par :

$$\Phi(0) \geqslant \Xi_1(0) \tag{3.31}$$

ce qui est équivalent à :

$$t \leqslant \frac{\tau M}{2\left[(1+\alpha)Q+L\right]} \equiv A_2 \tag{3.32}$$

Remarquons que si la condition (3.32) est vérifiée alors bien sûr (3.29) l'est aussi puisque $A_2 < A_1$. Nous pouvons résumer nos résultats par la proposition suivante :

> PROPOSITION 3.2. La ville monocentrique avec chômage décrite par la figure 1 est un équilibre si la condition (3.32) est satisfaite. Les niveaux d'équilibre d'utilité et de profit sont donnés par (3.25), (3.26) et (3.27) respectivement.

Cette proposition appelle quelques commentaires qui ne portent uniquement que sur la condition d'existence de cette ville. Premièrement, la formation d'une ville monocentrique avec chômage (exogène) n'est possible que si le coût de transport t (par unité de distance) domicile-travail est faible et si le coût de transaction τ (par unité de distance) entre les entreprises est important. Ceci se comprend intuitivement puisque le coût de transaction correspond à la *force d'agglomération* (*via* le coût total de transactions $\tau T(x)$) et le coût de transport à la *force de dispersion* (*via* $w(x) = w_0 - tx$). Deuxièmement, plus L, le nombre d'employés, est élevé plus A_2 est petit et donc moins (3.32) a de chance d'être satisfaite alors que plus U $(= \overline{N} - LM)$, le nombre de chômeurs, est important, plus au contraire cette condition sera vérifiée. Ceci est dû au fait que L et U n'influencent pas le degré d'agglomération des entreprises e^* à l'équilibre tant que (3.32) est satisfaite. En revanche, g^* augmente avec L et donc diminue avec U, ce qui rend (3.32) plus difficile à satisfaire. Troisièmement, plus M le nombre d'entreprises est grand, plus la formation d'une ville monocentrique est vraisemblable car le coût total de transactions est plus élevé favorisant ainsi l'agglomération. De plus, lorsque les entreprises utilisent des surfaces de terre trop grandes, la condition (3.32) a peu de chance d'être respectée parce que la densité d'entreprise, $m(x)$, devient trop faible en chaque $x \in \left[-e^*, e^*\right]$. Quatrièmement, quand α (la part du coût de transport destinée à l'achat de biens au centre de la ville) diminue, la possibilité d'agglomération augmente parce que, dans ce cas, la pente de la rente d'enchère des travailleurs diminue aussi et a donc peu de chance de dominer celle des entreprises (n'oublions pas qu'α n'intervient pas dans la rente d'enchère des entreprises). En effet, une des conditions d'agglomération est : $\Phi'(e^*) < \Xi_1'(e^*)$, et plus α est grand, moins cette condition a de chance d'être vérifiée. L'intuition économique sous-jacente est que, lorsque α s'accroît, les individus (à la fois les employés et les chômeurs) sont de plus en plus incités à se rapprocher du centre puisque l'achat de biens et services se déroule uniquement au milieu de la ville, en 0. Enfin, nous pouvons comparer ce résultat avec la proposition initiale de FUJITA et OGAWA [1980] où la condition de l'équilibre spatial d'une ville monocentrique était :

$$t \leqslant \frac{\tau M}{2(Q+L)} \equiv A_3$$

On voit, aisément, que $A_2 < A_3$ et que donc la possibilité d'agglomération est plus difficile à obtenir lorsqu'il y a des chômeurs que lorsqu'il n'y en a pas. Ceci est dû essentiellement au fait que les individus sont différenciés à la fois sur le marché du travail (ils n'ont pas le même statut d'emploi) mais aussi sur le marché du logement (ils n'ont pas les mêmes localisations). L'agglomération d'une ville monocentrique devient alors plus difficile car les interactions sur le marché du logement sont plus complexes et les individus sont plus dispersés.

On peut faire une remarque d'ordre plus général sur cette condition (3.32) d'existence d'une ville monocentrique. Si certains paramètres font que cette inégalité se renverse, on ne peut rien dire sur la configuration d'équilibre qui prévaut alors. On sait simplement que le centre des affaires (*CBD*) ne sera plus localisé au centre de la ville et qu'il pourra donc exister plusieurs centres d'emploi.

4 Statique comparative

Nous avons déterminé l'existence et l'unicité de la ville monocentrique. Nous allons maintenant effectuer une analyse de statique comparative afin d'analyser les différentes propriétés de cet équilibre. Il est important de garder en mémoire que la condition (3.32) doit toujours être satisfaite et que nous nous intéressons, en conséquence, à de très faibles variations de l'équilibre. De plus, rappelons-le, les modèles traditionnels d'économie urbaine supposent que le *CBD* et que donc la localisation des firmes est exogène et prédéterminée. Notre modèle, qui a le mérite d'endogénéiser cette dernière, permet d'obtenir des résultats intéressants, en particulier lorsque l'on fait varier les paramètres clés de cette formation endogène. On pense, par exemple, à τ le taux de transaction (par unité de distance) entre entreprises ou à t le coût de transport (par unité de distance) domicile-travail.

En différenciant (3.25), (3.26) et (3.27), nous obtenons différents résultats qui sont résumés par le tableau 1.

Remarquons, tout d'abord, que $ML + U = \overline{N}$ et que donc on ne peut pas faire varier indépendamment M, L, U ou $\overline{N}$. En conséquence, nous avons tenu compte dans ce tableau de cette dépendance ; par exemple, il apparaît clairement que la statique comparative sur L est exactement l'opposée de celle sur U (qui est égal à $\overline{N} - ML$). Interprétons maintenant ce tableau. Premièrement, lorsque *le salaire ou le niveau d'allocation chômage* augmente, l'utilité des employés et des chômeurs augmente respectivement. Nous obtenons sans surprise les mêmes résultats pour p ou $\overline{Y}$ sur le profit des entreprises. Évidemment, le salaire w_0, qui est un coût pour l'entreprise, affecte négativement les profits. Deuxièmement, les *variables spatiales* α, t, τ, Q et R_A affectent différement les utilités et les profits d'équilibre. En effet, lorsque que t le coût de transport des individus croît, les utilités des employés et des chômeurs ainsi que le profit des firmes diminuent. Ce résultat est naturel et intuitif pour z_1^* et z_2^*. Pour Π^*, lorsque t augmente, d'une part, les entreprises doivent compenser plus les travailleurs (à travers $w(x) = \ w_0 - tx$) mais d'autre part, elle doivent

TABLEAU 1
Statique comparative sur les utilités, le profit et les bordures de la ville

	z_1^*	z_2^*	Π^*	e^*	g^*	f^*
w_0	+		–			
b		+				
p			+			
$\overline{Y}$			+			
α	–	–	–			
t	–	–	–			
τ			–			
L	–		–		+	
U	+		+		–	
M	–	–	–	+	+	+
$\overline{N}$	–	–	–			+
Q	–	–	–	+	+	+
R_A	–	–	–			

Note : Ce tableau se lit de la manière suivante. Un + (resp. –) signifie que la variable endogène est positivement (resp. négativement) affectée par le paramètre en question. Une case blanche nous indique que le paramètre n'affecte pas la variable endogène.

encore plus repousser les individus vers la périphérie et donc augmenter leur rente d'enchère (n'oublions pas que pour pouvoir occuper le *CBD*, les firmes doivent gagner les enchères vis-à-vis des employés). Ces deux effets ont pour conséquence de diminuer les profits. De plus, il est naturel que τ n'affecte pas z_1^* et z_2^* (puisqu'il n'y a pas de transactions ou d'externalités entre individus) et agit négativement sur les profits : lorsque les entreprises voient leurs coûts de transactions augmentés, leur profit diminuent. *Ces impacts de t et de τ sur les variables endogènes d'équilibre sont au cœur du modèle parce qu'ils synthétisent l'importance des effets d'agglomération dans une ville où chômeurs et employés sont différenciés spatialement.* En ce qui concerne α les résultats sont aussi intéressants bien que différents. Plus les individus (employés et chômeurs) se rendent au centre de la ville pour acheter des biens, plus leur utilité diminue à cause de l'augmentation des coûts de transport (dans cet article, nous n'analysons pas l'effet d'une hausse de la consommation des biens sur le bien-être des individus). De plus, lorsque α augmente, les entreprises doivent augmenter leur enchères et donc diminuer leur profits parce que les employés, voyant leur coût de transport augmenté, désirent se rapprocher du centre. Ces effets purement urbains de α sont dûs au fait que *le centre de consommation est fixé de manière exogène au milieu de la ville (i.e., en 0) alors que le centre d'emploi est déterminé de manière endogène par la localisation optimale des entreprises*. Par ailleurs, lorsque les entreprises utilisent plus de terre Q pour produire $\overline{Y}$, mécaniquement le profit diminue et les différentes « *bordures* » de la ville (la taille e^* du *CBD*, la séparation g^* entre employés et chômeurs et la taille f^* de la ville) s'élargissent bien que $g^* - e^*$ ou $f^* - g^*$ ne sont pas modifiés. Ceci affecte aussi négativement les utilités car le coût de transport moyen augmente (à la fois pour les chômeurs, qui se rendent au centre pour acheter des biens, et pour les employés, qui vont au *CBD* pour travailler et acheter des biens) à cause de l'agrandissement du *CBD*. De leur côté, les effets négatifs de R_A la rente agricole (ou d'opportunité) sur les utilités et les profits sont dûs à la pression provenant de l'extérieur de la ville sur le marché du sol. Troisièmement, les *variables démographiques M* et $\overline{N}$ ont des impacts assez mécaniques sur les variables endogènes. Lorsque la population active $\overline{N}$ augmente, la ville s'agrandit naturellement (bien que la taille du *CBD* reste la même) et les niveaux d'utilité et de profits diminuent car, à la fois, le coût de transport augmente pour tous les individus ainsi que les coûts de transaction pour les firmes (voir (2.8) qui dépend de la taille de la ville). Lorsque M le nombre d'entreprises s'accroît, nous avons des effets similaires. Enfin, les *variables macroéconomiques du marché du travail L* et *U* agissent de manière opposée sur z_1^*, Π^* et g^*. Quand L (*input* pour les entreprises) augmente, le profit diminue et mécaniquement le nombre d'employés $g^* - e^*$ augmente bien que la taille du *CBD* reste identique. De plus, lorsque L augmente, la rente d'enchère des employés diminue alors que celle des chômeurs n'est pas affectée, ce qui entraîne une baisse du niveau d'utilité uniquement des employés. L'interprétation de U est exactement le contraire de celle de L puique $U = \overline{N} - LM$[4].

Nous pouvons, aussi, effectuer une analyse de statique comparative à partir de la valeur de la rente foncière d'équilibre de marché. Là aussi, le fait qu'à

TABLEAU 2
Statique comparative sur le prix d'équilibre de la terre

	$R(x)$ dans $[-e^*, e^*]$	$R(x)$ dans $[e^*, g^*]$	$R(x)$ dans $[g^*, f^*]$
α	+	+	+
t	+	+ [4]	+
τ	+		
L	+	+	
U	–	–	
M	+	+	+
$\overline{N}$	+	+	+
Q	?	+	+
R_A	+	+	+

4. Pour montrer cela et en se souvenant que $\overline{N} = LM + U$, il suffit d'observer qu'à droite de 0 dans l'intervalle $x \in [e^*, g^*]$, nous avons $LM > 2x - QM > 0$ et que donc $(1+\alpha)LM + \alpha U > (1+\alpha)(2x - QM)$.

l'intérieur du *CBD*, le prix de la terre ne soit pas constant mais varie de manière endogène, nous permet d'avoir une analyse originale et pertinente de l'équilibre urbain. À cause de la symétrie de la ville, nous nous focalisons sur la partie droite de la ville où $|x| = x$. Le tableau 2 (qui se lit de la même façon que le précédent) résume l'ensemble de nos résultats.

Nos commentaires sont les suivants. À l'intérieur du *CBD* de longueur $2e^*$, le prix de la terre augmente puis diminue avec x, atteignant son maximum en $\widehat{x}$ défini par (3.4). Puis, à partir de e^*, il est toujours décroissant de manière linéaire (avec changement de pente en g^*) jusqu'à la limite de la ville f^*, et enfin, il est constant et égal à R_A au-delà. *Nous avons là des effets contrastés entre ce qui se passe à l'intérieur du CBD (où le prix de la terre n'est pas toujours décroissant) et à l'extérieur du CBD (où il est toujours décroissant).* De plus, les variables spatiales, α et t affectent de la même manière le prix de la terre sur toute la ville. En effet, lorsque les individus vont plus souvent au centre pour acheter des biens et services ou lorsque le coût de transport domicile-travail augmente, la valeur des rentes d'enchères des employés et des chômeurs augmente et, en conséquence, la compétition pour le sol s'accroît dans toute la ville. Ceci entraîne une augmentation du prix de la terre. Nous avons exactement le même résultat pour R_A, le prix de la terre à l'extérieur de la ville, car une hausse de R_A augmente naturellement la compétition pour le sol. Nous avons, en revanche, un résultat légèrement différent pour τ, le coût de transaction inter-firmes, *puisqu'une hausse de τ augmente le prix de la terre à l'intérieur du CBD mais pas à l'extérieur car la rente d'enchère des individus n'est pas affectée par cette variation.* Par ailleurs, lorsque les entreprises augmentent Q leur consommation de sol, le prix de la terre augmente systématiquement en dehors du *CBD* car, là aussi, la compétition pour le sol devient plus intense mais elle a un effet ambigu à l'intérieur du *CBD*. En fait, il est facile de vérifier que la dérivée est positive ou négative selon que x est plus grand ou plus petit que $tLQ/(2\tau)$ sachant que $0 < x < QM/2$. Le résultat net dépend donc de la comparaison entre t et τ. Lorsque t est faible relativement à τ ou de manière équivalente $t/\tau > 1$ alors le prix de la terre a tendance à baisser lorsque Q augmente. Nous avons le résultat contraire lorsque $t > \tau$. Ceci signifie que si les entreprises augmentent Q, la taille du *CBD* augmente mais si en plus les coûts de transaction inter-firmes sont importants relativement au coût de transport, alors pour pouvoir occuper le centre de la ville et d'en « *chasser* » les individus, les entreprises devront augmenter leur rente d'enchère et donc le prix de la terre à l'intérieur du *CBD*. Nous avons encore un résultat qui est différent à l'intérieur et à l'extérieur du *CBD*. Enfin, il est intéressant d'observer qu'une augmentation de M, le nombre d'entreprises au *CBD*, ou de $\overline{N}$, la taille de la population active, accroît la valeur du prix de la terre dans toute la ville alors qu'une hausse de L (niveau d'emploi) ou de U (niveau de chômage) n'affecte pas le prix de la terre des chômeurs. L'explication de ce résultat est relativement simple et intuitive. Lorsque M ou $\overline{N}$ s'accroît, la taille de toutes les *« bordures »* de la ville, e^*, g^* et f^* augmentent mécaniquement, entraînant ainsi une hausse du prix de la terre sur l'ensemble de la ville. En revanche, lorsque L ou U augmente, la taille de la ville f^* n'est pas modifiée et la compétition pour le sol n'est affectée qu'entre $\left[0, g^*\right]$.

Ces analyses de statique comparative ont montrer l'intérêt d'une analyse explicite du *CBD* et de sa formation endogène. Elles font apparaître des différences importantes entre ce qui se passe à l'intérieur et à l'extérieur du *CBD*.

5 Conclusion

Dans cet article, nous nous sommes intéressés à la formation endogène d'une ville monocentrique avec localisation des chômeurs et employés. Les effets d'agglomération sont essentiellement dûs au fait que les entreprises supportent des coûts dans leurs transactions quotidiennes (interactions, communications...) et qu'elles ont intérêt à se regrouper de manière à économiser ces coûts et à générer des externalités positives. Cependant, l'agglomération d'entreprises en un même lieu entraîne naturellement des effets négatifs puisque le prix de la terre augmente à cause d'une hausse de la concurrence pour le sol. Nous avons montré qu'il existait un équilibre urbain unique où toutes les entreprises se localisaient autour du centre de la ville (à l'intérieur du centre des affaires ou CBD), où les employés vivaient près de ce centre et les chômeurs résidaient en périphérie. Puis, nous avons analysé comment réagissaient les utilités et les profits d'équilibre ainsi que le prix de la terre suite à des variations des variables exogènes. Nous avons montré, en particulier, que les variables proprement spatiales telles que le coût de transport domicile-travail, le coût de transaction inter-firmes ou la fréquence des déplacements pour acheter des biens et services avaient un impact déterminant mais différencié sur les différentes variables d'équilibre. *Ainsi en ouvrant la boîte noire que constitue le CBD, nous avons montré que ce dernier ne pouvait se réduire à un point et que les interactions entre CBD et individus (chômeurs et employés) permettait d'obtenir des résultats pertinents.*

Cet article peut être étendu de différentes manières. On pourrait introduire un coût total de transaction $T(x)$ qui n'est plus, comme ici, linéaire avec la distance mais qui augmente de manière exponentielle avec la distance comme l'on fait OGAWA et FUJITA [1982]. L'intérêt principal de cette extension est que la force d'agglomération n'entraînera plus uniquement une ville monocentrique mais, par exemple, des villes duocentrique ou polycentrique. Dans ce cas, la question de la localisation des chômeurs et des employés se posera de manière plus nette. En particulier, il ne sera plus vrai que les employés résideront systématiquement le plus près possible des centres d'emploi et la compétition pour le sol entre chômeurs et employés deviendra beaucoup plus complexe.

Une autre piste de recherche serait d'endogénéiser les salaires et donc le chômage de manière à mesurer l'impact des politiques économiques (par exemple, celles qui ont pour objectif la réduction du chômage) sur la localisation des individus (sur ce sujet, voir ZENOU [2000]). Un salaire négocié ou un salaire d'efficience seront certainement la manière la plus simple de réfléchir à ce problème.

Enfin, on pourra aussi incorporer une hétérogénéité à la fois des travailleurs et des entreprises. Il y aurait, par exemple, différents types de travailleurs (en terme de capital humain spécifique) et les entreprises n'utiliseraient qu'un seul type de travail. Un des problèmes importants qui se posera alors est le fait que l'on perdra la symétrie de l'équilibre.

• Références bibliographiques

ABDEL-RAHMAN H,. FUJITA M. (1990). – « Product Variety, Marshallian Externalities, and City Sizes », *Journal of Regional Science*, 30, pp. 165-183.

BECKMANN M. (1976). – *Spatial Equilibrium in the Dispersed City*, in Mathematical Land Use Theory, Y.Y. Papageorgiou (éd.), Lexington (Mass.): Lexington Books, pp. 117-125.

BORUKHOV E., HOCHMAN O. (1977). – « Optimum and Market Equilibrium in a Model of a City without a Predetermined Center », *Environment and Planning A*, 9, pp. 849-856.

BRUECKNER J.K. (1987). – *The Structure of Urban Equilibria: a Unified Treatment of the Muth-Mills Model*, in Handbook of Regional and Urban Economics, E.S. Mills (éd.), Amsterdam: North Holland, pp. 821-845.

CRAMPTON G. (1999). – *Urban Labor Markets*, in P. Cheshire et E.S. Mills (éds.), Handbook of Regional and Urban Economics, vol. 3, Amsterdam: North Holland, pp. 1499-1557.

FUJITA M. (1985). – « Towards General Equilibrium Models of Urban Land Use », *Revue Économique*, 36(1), pp. 135-166.

FUJITA M. (1989). – *Urban Economic Theory*, Cambridge: Cambridge University Press.

FUJITA M., KRUGMAN P. (1995). – « When is the Economy Monocentric? », *Regional Science and Urban Economics*, 25, pp. 505-528.

FUJITA M., MORI T. (1997). – « Structural Stability and Evolution of Urban Systems », *Regional Science and Urban Economics*.

FUJITA M., OGAWA H. (1980). – « Equilibrium Land Use Patterns in a Nonmonocentric City », *Journal of Regional Science*, 20, pp. 455-475.

FUJITA M., THISSE J-F. (1997). – « Économie géographique. Problèmes anciens et nouvelles perspectives », *Annales d'Économie et de Statistique*, 45, pp. 37-87.

FUJITA M., THISSE J-F., ZENOU Y. (1997). – « On the Endogenous Formation of Secondary Employment Centers in a City », *Journal of Urban Economics*, 41, pp. 337-357.

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

KRUGMAN P. (1995). – *Development, Geography, and Economic Theory*, Cambridge: MIT Press.

MIESZKOWSKI P., MILLS E.S. (1993). – « The Causes of Suburbanization », *Journal of Economic Perspectives*, 7, pp. 135-147.

MILLS E.S., LUBUELE L.S. (1997). – « Inner Cities », *Journal of Economic Literature*, 35, pp. 727-756.

OGAWA H., FUJITA M. (1982). – « Multiple Equilibria and Structural Transition of Nonmonocentric Urban Configurations », *Regional Science and Urban Economics*, 12, pp. 161-196.

PAPAGEORGIOU Y.Y., SMITH T.R. (1983). – « Agglomeration as Local Instability of Spatially Uniform Steady-States », *Econometrica*, 51, pp. 1109-1119.

SMITH T.E., ZENOU Y. (1997). – « Dual Labor Markets, Urban Unemployment and Multicentric Cities », *Journal of Economic Theory*, 76, pp. 185-214.

WASMER E., ZENOU Y. (1999). – « Does Space Affect Search? A Theory of Local Unemployment », CEPR *Discussion Paper* 2157, Londres.

WHITE M. (1999). – *Urban Areas with Decentralized Employment. Theory and Empirical Work*, in P. Cheshire et E.S. Mills (éds.), Handbook of Regional and Urban Economics, vol.3, Amsterdam: North Holland.

ZENOU Y. (1996). – « Marché du travail et économie urbaine : essai d'intégration », *Revue Économique*, 47(2), pp. 263-288.

ZENOU Y. (1997). – « Différences intra-urbaines de salaires : le rôle du marché local du travail », *Région et Développement*, 6, pp. 103-131.

ZENOU Y. (2000). – *Unemployment in Cities*, in Economics of Cities, J-M. Huriot et J-F. Thisse (éds.), Cambridge: Cambridge University Press, ch. 10, pp. 343-389.

ZENOU Y. (2000). – « Urban Unemployment, Agglomeration and Transportation Policies », *Journal of Public Economics*, 77, pp. 97-133.

ZENOU Y., SMITH T.E. (1995). – « Efficiency Wages, Involuntary Unemployment and Urban Spatial Structure », *Regional Science and Urban Economics*, 25, pp. 547-573.