QUASI-DYNAMIQUE DES SYSTÈMES DE TINBERGEN-BOS

Jean H.P. PAELINCK*

Résumé *- Les systèmes de Tinbergen-Bos (STB) génèrent des organisations économiques spatiales appelées "systèmes", ceux-ci étant basés sur des agglomérations locales d'activités économiques, appelées "centres" ; en fait ils produisent de véritables "paysages économiques", surtout que, dans l'état actuel de l'analyse de ces systèmes, ceux-ci reposent sur l'utilisation systématique d'une métrique de Manhattan, à la fois pour représenter les réseaux majeurs, et pour desservir le hinterland rural. La fonction objectif du modèle peut inclure des propensions à consommer, des coefficients d'entrée-sortie, des coûts de contacts interpersonnels, l'évolution de ces paramètres étant fonction de l'accroissement des revenus, des préférences accrues pour la diversité, des changements technologiques, des conditions de concurrence au sein des activités économiques (concurrence homogène ou hétérogène), des interventions publiques, et d'autres facteurs explicitement intégrables. L'évolution quasi-dynamique de STB – en fait une simulation multi-urbaine – peut ainsi être étudiée dans le détail, utilisant des résultats sur la séparabilité de leurs aspects de localisation et d'affectation ; des recherches sont en cours pour produire un logiciel adapté à ce problème. La présente étude relie ces analyses à des courants de pensée plus récents, comme celui de la "nouvelle économie géographique", en particulier en ce qui concerne l'hétérogénéité et la diversité des produits.*

Mots-clés - SYSTÈMES DE TINBERGEN-BOS - QUASI-DYNAMIQUE - SIMULATION MULTI-URBAINE.

---

* Professeur émérite, Université Erasme de Rotterdam ; Honorary Research Fellow, Tinbergen Institute.

Classification du JEL : D 5, R 1, R 2, R 3.

1. INTRODUCTION

Les systèmes de Tinbergen-Bos (STB), développés pendant les années soixante par les deux économistes cités, avaient pour but d'opérationaliser le modèle d'équilibre économique spatial général d'August Lösch, en particulier afin de dériver des propositions sur le "paysage économique" en termes de concentrations locales d'activités ("centres"), une combinaison spécifique de ces concentrations étant appelée un "système".

Le modèle original était encore basé sur une métrique discrète (*0-1*), et si Bos introduisait déjà des relations d'entrée-sortie, il les traitait différemment du modèle à seule demande finale. Kuiper et Paelinck (1984) reprirent ce dernier point, et Kuiper, Paelinck et Rosing (1990) introduirent une métrique de Manhattan ; de cette façon les STB devinrent un cas particulier du problème de localisation-affectation (Paelinck and Kulkarni, 1999). Pour plus de détails l'on se référera à Paelinck (1998a).

Dans ce qui suit l'on exposera d'abord le système d'équations statique, et (se basant sur Paelinck, 1997a) l'on analysera comment la fonction objectif, présente dans le modèle, peut être considérée comme incorporant potentiellement des effets de changements dans les préférences et dans les technologies, ce qui mène à une formulation séquentielle. Ces changements feront alors l'objet d'une analyse néo-classique plus approfondie.

2. CAS STATIQUE ET SÉQUENTIEL

Le cas statique est celui des STB comme ils ont été analysés jusqu'à présent. L'on présentera d'abord le système d'équations, avant de discuter les poids pertinents et de passser au cas séquentiel.

2.1. Equations

L'on définit :

x_{ijk} = le flux du bien k entre les sites i et j ;

d_{ik} = le nombre d'unités de production de type k présentes sur le site i ;

n_k^* = le nombre total (provisoirement connu ; pour son endogénéisation, voir Paelinck, 1999) d'unités de production de type *k* ;

n^* = le nombre (connu) de localisations possibles (c'est-à-dire $i,j = 1,...n^*$).

Limitant la présente analyse au cas $k = 1,2,3$ (relations entre les industries *1* et *2 et* l'agriculture, l'indice *3* figurant pour les relations interindustrielles), les équations décrivant le système sont les suivantes (Kuiper, Mares and Paelinck, 1992 ; Kuiper, Kuiper and Paelinck, 1952-1953, 1993 ; Kuiper, Kuiper and Paelinck, 1996 ; Paelinck and Kulkarni, 1999) :

$$\Sigma_i x_{ij1} = 1 \quad \forall j \qquad (1)$$

$$\Sigma_i x_{ij2} = 1 \quad \forall j \qquad (2)$$

$$\Sigma_i x_{ij3} = d_{j1} \quad \forall j \qquad (3)$$

$$n_1^* \Sigma_j x_{ij1} = n^* d_{i1} \quad \forall i \qquad (4)$$

$$n_2^* \Sigma_j x_{ij2} = n^* d_{i2} \quad \forall i \qquad (5)$$

$$n_2^* \Sigma_j x_{ij3} = n_1^* d_{i2} \quad \forall i \qquad (6)$$

$$\Sigma_i d_{i1} = n_1^* \qquad (7)$$

$$\Sigma_i d_{i2} = n_2^* \qquad (8)$$

$$x_{ijk} \geq 0 \quad \forall i,j,k \qquad (9)$$

$$d_{ik} \, \varepsilon \, \mathbb{N} \quad \forall i,k \qquad (10)$$

La composition et la localisation des centres sont determinées par la minimisation des coûts de transport globaux [quoique cela puisse correspondre à un comportement de maximisation de profits de la part des firmes individuelles : voir Kuiper, Kuiper and Paelinck (1996)], c'est-à-dire d'une fonction :

$$\varphi = \mathbf{w'x} \qquad (11)$$

où $\mathbf{x}$ est le vecteur des x_{ijk}, et $\mathbf{w}$ un vecteur dependant des distances entre toutes les localisations i et j possibles (c'est-à-dire de paramètres δ_{ij}, quelle que soit la métrique utilisée), des coûts unitaires de transport, et des quantités relatives transportées (ces dernières dépendant de propensions à consommer et de coefficients techniques, comme on le developpera plus avant dans la section 2.2.). Les équilibres budgétaires impliquent l'égalité des flux de retour en valeur (voir de nouveau la section 2.2.), aucune charge additionnelle ne devant être introduite pour le déplacement de produits sur les carrés élémentaires (voir plus loin les figures *1a* et *1b*), étant donné que ces coûts représentent une valeur constante quelle que soit la solution finale du problème de localisation.

(1),(2) and (3) sont des équations de demande, pour les produits *1* et *2* par les consommateurs "agricoles" répartis uniformément sur les carrés "élémentaires" des figures 1a et 1b, pour le produit *2* par des consommateurs travaillant dans l'industrie *1* ; (4), (5) et (6) sont les équations d'offre respectives. (9) est une contrainte de non-négativité, (10) une contrainte d'intégralité.

Comme tel le problème se résume à un programme linéaire mixte, entier-continu, mais Paelinck et Kulkarni (1999) ont montré qu'il était séparablement réductible, pour sa solution, à une inversion de matrice et deux programmes linéaires continus consécutifs. L'on prévoit l'élaboration d'un logiciel général (lancé par Paelinck et Kulkarni, 1998).

2.2. Poids

Considérons maintenant les coefficients dans (11).

L'on définit tout d'abord :

a_k = la propension moyenne à consommer le produit *k* ;

y^* = la valeur ajoutée totale du système (exogène) ;

$a_k y^*$ = la valeur de production du secteur *k*, en l'absence de relations interidustrielles.

Alors, toujours en l'absence de relations interindustrielles, la valeur transportée entre les secteurs *k* et l est égale à $a_k a_l y^*$, chaque firme du secteur l demandant $a_k a_l y^* / n_1^*$ au secteur *k*. Le poids total des livraisons entre *k* et *l* devient $(t_k + t_l) a_k a_l y^*$, et si l'on ne considère que deux secteurs industriels, comme c'est le cas dans la section 2.1., les poids *relatifs* (à l'exclusion des distances) aux flux x_{ij1}, x_{ij2} et x_{ij3}, les quantités (valeurs) transportées entre l'agriculture (*k=0*) et le secteur *1*, entre l'agriculture et le secteur *2*, et entre les secteurs *1* et *2*, deviennent :

$$w_1 = (t_0+t_1)a_0a_1n^{*-1} \qquad (12a)$$

$$w_2 = (t_0+t_1)a_0a_2n^{*-1} \qquad (12b)$$

$$w_3 = (t_1+t_2)a_1a_2n_1^{*-1} \qquad (12c)$$

les t_k étant les coûts de transport unitaires.

Dans la même veine, les équations (12) peuvent être généralisées en présence de relations d'entrée-sortie ; si a_{kl} est le coefficient d'input de *k* dans le secteur *l*, et m_k, le multiplicateur entre la valeur ajoutée et la production du secteur *k*, alors pour les livraisons entre les secteurs *k* et *l* les coûts de transport totaux deviennent :

$$T_{kl} = [t_k(a_k+a_{kl}m_l)a_l + t_l(a_l+a_{lk}m_k)a_k]y^* \qquad (13)$$

D'autres généralisations, par exemple à des interactions démographiques et des fonctions de consommation linéaires non-homogènes, sont possibles (Kuiper, Kuiper and Paelinck, 1996, sections 2.2.2. and 2.2.3), l'on y reviendra ; de même l'on se penchera sur le cas des interactions dues à la concurrence non-homogène et à la diversité de produits. L'on ne fera que mentionner ici la possibilité d'introduire des surfaces comme caractéristiques des différents noeuds (localisations possibles) envisagés, mais le traitement de cet aspect est renvoyé à des analyses ultérieures.

2.3. Cas séquentiel

Les résultats obtenus par le modèle décrit ci-dessus se réfèrent à des situations statiques que l'on peut comparer, si l'on veut, en termes du nombre d'unités de production dans les différents secteurs analysés, ou en termes des effets de variations des poids relatifs sur l'obtention des systèmes résultants.

Dans la pratique les unités de production, une fois localisées, auraient à subir des coûts de relocalisation, ce qui explique en partie leur immobilité spatiale. Afin d'intégrer ce dernier facteur, et d'étudier ainsi la quasi-dynamique des STB, les localisations passées doivent être conservées, du moins pendant un certain laps de temps ; cependant, les flux (optimaux), eux, pourraient être réorientés.

L'on notera aussi que les solutions statiques et séquentielles divergeront en général. Comme exemple l'on supposera un système de départ comme celui de la figure n° *1a* ; l'optimum statique pour un nombre d'unités de production plus grand est celui de la figure n° *1b*, où une unité x, et l'unité o de la figure n° *1a* ont "sauté" du carré élémentaire central vers des positions excentriques, alors qu'en analyse quasi-dynamique elles devraient toujours être présentes dans le carré central (poids égaux pour les deux produits ; les figures ont été empruntées à Kuiper, Kuiper and Paelinck, 1993). L'on trouvera d'autres exemples dans Paelinck (1997a).

Combinant le résultat obtenu par Paelinck et Kulkarni (1999) et le raisonnement séquentiel exposé ci-dessus, l'on peut maintenant calculer systématiquement des "histoires" de "quasi-équilibres", utilisant de l'information sur l'évolution des coefficients pertinents composant les poids dans la fonction (11) et sur le nombre d'unités de production, en fonction de l'évolution des revenus. Les résultats devraient être comparés à des paysages économiques observés afin de vérifier s'ils auraient pu trouver leurs origines dans des processus décrits par les STB, mais ceci est l'objet d'exercices ultérieurs en économétrie spatiale.

Figure n° 1a

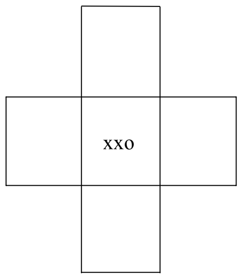
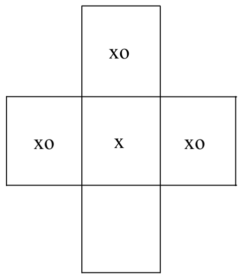


Figure n° 1b



En attendant, la conduite de simulations "réalistes" requiert entre autres, comme il vient d'être dit, des informations sur les coefficients des expressions (12) et (13) ; une source possible est Hoover (1948), en particulier le chapitre 10.

Les effets de changements dans les niveaux et les structures des coûts de transport ont été abondamment étudiés. Le premier facteur est considéré comme ayant produit des concentrations croissantes et l'intensification du commerce interrégional, le second des spécialisations interrégionales (tarifs sur de longues distances relativement plus favorables) et des orientations vers les marchés (coûts de livraison relativement élevés comparés aux coûts d'appro-visionnement).

De nouvelles techniques de transport et de communication ont tendance à influencer les schémas locaux de localisation, telles les localisations suburbaines et les phénomènes des villes en bordure ("edge cities" ; voir Stough and Paelinck, 1998) ; l'on y reviendra dans les conclusions, tout comme sur les transport aériens (problèmes des choix modaux et des réseaux multiples).

Des changements dans les coefficients techniques (maturation et rationalisation à travers des améliorations techniques et des progrès dans la conduite des affaires) pourraient être responsables d'ondes sectorielles de concentration-dispersion ; l'accès généralisé à certains facteurs de production (l'énergie, par exemple) pourrait favoriser le choix de localisations orientées vers les marchés, alors que des nécessités de production à grande échelle repousseraient les activités concernées vers des concentrations aux points d'approvisionnement.

Reste à intégrer l'importance relative de changements dans les propensions à consommer par rapport aux changements techniques mentionnés ci-dessus (voir l'équation (13)).

Ces indications générales permettront d'élaborer un programme concret de modélisation.

3. HÉTÉROGÉNÉITÉ ET DIVERSITÉ DE PRODUITS

Remarquons d'abord que le terme "économie géographique", fréquemment utilisé de nos jours, est de naissance française (Courtin et Maillet, 1962). Nous traiterons successivement de deux aspects que l'on retrouve dans la "nouvelle" économie géographique (Fujita and Thisse, 1995).

3.1. Hétérogénéité

Dans Paelinck (1985), deux propositions spatiales ont été dérivées, reliant des concepts micro-économiques importants dans un contexte de statique comparative néo-wéberienne ; une esquisse de la preuve est reprise à l'Annexe 1.

Les hypothèses sont les suivantes :

H_1 : une seule hypothèse wéberienne classique (une firme dont les marchés de facteurs et de son produit sont localisés dans un espace euclidien) ;
H_2 : la firme opère avec une technologie à substitutions possibles sous forme d'une fonction de production, que l'on supposera caractérisée par une élasticité d'échelle constante ;
H_3 : la firme est confrontée à une courbe de demande à élasticité-prix constante de valeur finie ;
H_4 : la firme maximise son profit.

Sous ces hypothèses l'on peut démontrer les deux propositions suivantes.

P_1 : si l'élasticité d'échelle est plus petite que l'unité (déséconomies d'échelle), une augmentation en valeur absolue de l'élasticité-prix éloignera le point de localisation optimale de la firme du marché, et vice-versa.
P_2 : une augmentation de l'élasticité d'échelle éloignera ce point optimal du marché si cette élasticité est supérieure à l'unité, et vice versa.

L'on retrouve ici les considérations relatives à la "protection par la distance" et les conditions sous lesquelles elle opère, et l'absorption possible de coûts de transport en cas d'économies d'échelle. Ces aspects peuvent être introduits dans les modèles de Tinbergen-Bos, en corrigeant dans le sens voulu les coefficients de transport des firmes concernées par une concurrence hétérogène et/ou des effets d'échelle ; ils sont à combiner avec les effets de diversité dont on traite ci-après.

3.2. Population et diversité

L'on essaiera d'abord de généraliser le modèle statique limité à la seule présence d'activités productrices.

L'on peut en effet calculer la population totale supportée par le secteur *k* comme :

$$p_k = m_k a_k y^* \pi_k^{-1} \qquad (14)$$

où le nouveau paramètre est π_k, la productivité moyenne du travail dans le secteur k (corrigée pour le rapport emploi/population supportée par le secteur). Une nouvelle généralisation – à des fonctions de consommation non-homogènes – est présentée à l'Annexe 2.

Divisant (14) par n_k^*, multipliant par d_{ik}, et sommant sur k, permet d'obtenir la population en i, p_i ; comme il s'agit dans la fonction objectif de poids relatifs, la population relative de i sera de :

$$p_i = \sum_k m_k a_k \pi_k^{-1} n_k^{*-1} d_{ik} \qquad (15)$$

la sommation se faisant de *1* à n^{**}, le nombre d'activités non agricoles. L'on supposera l'interaction entre populations "urbaines" linéaire avec paramètre β, et son coût unitaire égal à t ; les coûts relatifs engendrés par une interaction entre i et j seront donc de :

$$w_{ij} = \beta t/2 \sum_k b_k (d_{ik} + d_{jk}) d_{ij} \qquad (16)$$

où b_k représente l'ensemble des paramètres de (15), la correction ½ étant faite pour éviter de doubles emplois.

Les expressions w_{ij} sont à calculer pour toutes les paires i,j, et à ajouter à la fonction (11) ; elles représentent l'introduction explicite dans cette fonction des variables d_{ik}, soit pour $b_{ik}^* = (bt/2)b_k$:

$$w_{ij} = \sum_k b_k^* d_{ij} d_{ik} + \sum_k b_k^* d_{ij} d_{ik} \qquad (17)$$

Restent encore les contacts avec les populations rurales, supposées être présentes en nombre p – ce nombre pouvant être calculé de façon analogue à (14) – par carré élémentaire ; par exemple pour le noeud i le terme devient :

$$w_i = \beta t \sum_j (p_i + p) d_{ij} \qquad (18a)$$

$$= \beta t (\sum_k b_k d_{ik} + p) d_i^* \qquad (18b)$$

$$= \beta t d_i^* \sum_k b_k d_{ik} + \beta d_i^* p \qquad (18c)$$

où $d_i^* = \sum_j d_{ij}$; le deuxième terme de (18c) peut être négligé, car ne comprenant pas de variable de décision.

De tout ceci résultent trois conséquences.

Supposons d'abord que tous les t_k et le coût de contact urbain-rural, t, soient nuls ; dans ce cas le modèle générera une seule ville, mais sa localisation sera *indéterminée*. Si maintenant le contact avec le monde rural n'est plus à coût nul, son émergence favorisera une localisation *centrale* de la grande ville (d_i* dans (18c) y est minimum), avec une certaine *dispersion* de centres secondaires (poids de t) ; c'est historiquement parlant le STB de départ. Si maintenant les t_k deviennent positifs, les producteurs cette fois décident de la *taille* et de la *localisation* des différents centres urbains, en fonction des t_k relatifs, des propriétés techniques des entreprises, et des situations de concurrence ; la préférence pour la diversité (externalités urbaines) viendra renforcer ou compenser les tendances à la concentration ou à la déconcentration, ce dernier effet se spécifiant formellement dans le modèle comme une augmentation du coût des contacts interurbains (expression (17)).

4. CONCLUSIONS

Beaucoup d'aspects de la problématique abordée ci-dessus doivent encore faire l'objet d'analyses approfondies, afin de mieux comprendre les origines et les évolutions de nos paysages économiques. Ne mentionnons ici que deux points : les nœuds du système, points potentiels de localisation des unités productrices, sont encore considérés comme non-dimensionnels, et les coûts de transport comme uni-dimensionnels.

Les travaux futurs devraient combiner des localisations potentielles commes des aires bi-dimensionnelles avec des multi-réseaux, afin de mieux approcher la réalité géographique à laquelle l'économiste spatial essaie de fournir un fondement explicatif acceptable.

Finalement les travaux devraient déboucher sur l'économétrie spatiale (voir déjà Paelinck, 1995 et 1997b) et la politique régionale (Paelinck, 1998b).

ANNEXE 1

Preuve des propositions 1 et 2

La fonction objectif est :

$$\max_{x,y,q} \psi = q(p)[p - t(x,y)] - \sum_I f_I p_I(x,y) \qquad \text{(A1.1)}$$

où x et y sont les coordonnées de la firme à localiser, q les quantités à produire, p le prix de vente au marché, t le coût unitaire de transport, f_i les facteurs de production avec leurs prix rendus p_i.

Les conditions du premier ordre sont :

$$\partial\psi/\partial x = -q(p)\partial t/\partial x - \Sigma_i f_i \partial p_i/\partial x = 0 \qquad \text{(A1.2a)}$$

$$\partial\psi/\partial y = -q(p)\partial t/\partial y - \Sigma_i f_i \partial p_i/\partial y = 0 \qquad \text{(A1.2b)}$$

$$\begin{aligned}\partial\psi/\partial q &= p - t + q(p)\partial p/\partial q - \Sigma_i p_i \partial f_i/\partial q \\ &= (p - t) + pe - \Sigma_i p_i f_i \rho^{-1} q^{-1} = 0\end{aligned} \qquad \text{(A1.2c)}$$

Dans (A1.2c), $e < 0$ est l'inverse de l'élasticité-prix ("flexibilité du prix") du produit de la firme, le troisième terme étant dérivé du théorème de Wicksell-Johnson, ρ étant l'élasticité d'échelle.

Le système (A1.2) peut être dérivé par rapport à e, ce qui donne :

$$\begin{bmatrix} \partial x/\partial e \\ \partial y/\partial e \\ \partial q/\partial e \end{bmatrix} = \mathbf{H}^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -p \end{bmatrix} \qquad \text{(A1.3)}$$

où la matrice hessienne **H** est négative définie, les éléments h^*_{ii} de son inverse étant donc négatifs. Il s'ensuit que :

$$\partial q/\partial e = -h^*_{33}\, p > 0 \qquad \text{(A1.4)}$$

impliquant qu'avec une élasticité-prix plus élevée en valeur absolue les quantités produites seront plus importantes, le prix optimal diminuant.

Par positionnement symétrique du marché par rapport à $(x,y)^o$ et pour x^o-x_m et y^o-y_m positifs et égaux, il vient :

$$\partial s/\partial e = -2_m\, \xi_m p h^*_{13}$$
(A1.5)

où s est la distance euclidienne au marché, et où ξ_m est défini comme $(x^o-x_m)/s$. Le facteur h^*_{13} est un co-facteur asymétrique de **H** divisé par le déterminant hessien, négatif ici ; l'on peut démontrer (Paelinck, 1950, 1978) que ce rapport changé de signe (voir l'expression (A1.5)) a le signe de $\rho^{-1}-1$, ce qui prouve la première proposition de la sous-section 3.1 ; la deuxième proposition se prouve de façon analogue.

ANNEXE 2

Fonctions de consommation non-homogènes et populations

Supposons que la fonction de consommation individuelle soit linéaire non-homogène :

$$y_k = a_k y + c_k \tag{A2.1}$$

avec :

$$\sum_k a_k = 1 \tag{A2.2a}$$
$$\sum_k c_k = 0 \tag{A2.2b}$$

garantissant ainsi l'additivité au niveau global. La population du site *i* sera maintenant de :

$$p_i = \sum_k (a_k y^* + c_k p^*) m_k \pi_k^{-1} n_k^{*-1} d_{ik} \tag{A2.3}$$

où p^* est la population totale ; la sommation sur *k* se fait de *1* à *n*, le nombre d'activités non-agricoles. Du fait que $\sum_i p_i + p_o = p^*$ (p_o est la population agricole), l'on calcule facilement la population totale par multiplicateur comme étant :

$$p^* = (1 - c_1)^{-1} c_2 y^* \tag{A2.4}$$

où :

$$c_1 \overset{\Delta}{=} \sum_k c_k m_k \pi_k^{-1} \tag{A2.5a}$$

$$c_2 \overset{\Delta}{=} \sum_k a_k m_k \pi_k^{-1} \tag{A2.5b}$$

la sommation sur k se faisant cette fois de *0* à *n*.

RÉFÉRENCES

Courtin R. et Maillet P., 1962, *Économie géographique*, Dalloz, Paris.

Hoover E.M., 1948, *The Location of Economic Activity*, McGraw-Hill Book Company, Inc, New York, Toronto, London.

Fujita M. and Thisse J.F., 1995, *Economics of Agglomeration*, ENPC-CERAS, 15, Paris.

Kuiper J.H. and Paelinck J.H.P., 1984, "Tinbergen-Bos Systems Revisited", in Pillu J.M. and Guesnerie R. (dir.), *Modèles Économiques de la Localisation et des Transports*, ENCP, Paris, p. 117-140.

Kuiper J.H., Paelinck J.H.P. and Rosing K.E., 1990, "Transport Flows in Tinbergen-Bos Systems", in Peschel K. (ed.), *Infrastructure and the Space-Economy*, Springer-Verlag, Heidelberg-Bonn, p. 29-52.

Kuiper J.H., Mares N.C.H.M and Paelinck J.H.P., 1992, "Alternative Specifications for Metricised Tinbergen-Bos Systems with Two Industries", *Sistemi Urbani*, 1/2/3, p. 99-107.

Kuiper F.J., Kuiper J.H. and Paelinck J.H.P., 1993, "Tinbergen-Bos Metricised Systems: Further Results", *Urban Studies*, 30/10, p. 1745-1761.

Kuiper F.J., Kuiper J.H. and Paelinck J.H.P., 1996, "Location Patterns in Tinbergen-Bos Systems: Some New Specifications", *Working Paper*, Erasmus University, Faculty of Economics, Department of Theoretical Spatial Economics, Rotterdam.

Paelinck J.H.P. (avec l'assistance de Ancot J.P., Gravestyn H., Kuiper J.H. et Ten Raa Th.), 1985, *Éléments d'analyse économique spatiale*, Éditions Anthropos, Paris.

Paelinck J.H.P., 1995, "Four Studies in Theoretical Spatial Economics, Part 1, Empirical Evidence on Tinbergen-Bos Systems", *Working Paper Series*, University of Munich, Center for Economic Studies, 100.

Paelinck J.H.P., 1997a, Technological Change in Tinbergen-Bos Urban Networks, communication présentée au Congrès annuel de la ERSA, Rome, Août.

Paelinck J.H.P., 1997b, Two Studies on Tinbergen-Bos Systems; Part 1: An Application of Tinbergen-Bos Analysis to the Case of the Japanese Prefectures, Nagoya City University, The Society of Economics, *Oikonomika*, 34/1, p. 1-22.

Paelinck J.H.P., 1998a, "Tinbergen-Bos Systems: A Compendium of Recent

Results", *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, à paraître.

Paelinck J.H.P., 1998b, "Regional Competition in the Framework of Quasi-Dynamic Tinbergen-Bos Systems", dans Roy J.R. and Schulz W.Y. (eds.), *Theories of Regional Competition*, Nomos Verlag, Baden-Baden, 2000.

Paelinck J.H.P. and Kulkarni R.G., 1998, "Towards Quasi-Dynamics of Tinbergen-Bos Systems: A Progress Report", communication présentée au Congrès annuel de la WRSA, Monterey CA, USA, Février.

Paelinck J.H.P. and Kulkarni R.G., 1999, "Location-Allocation Aspects of Tinbergen-Bos System", *The Annals of Regional Science*, Vol. 33, p. 573-580.

Paelinck J.H.P., 1999, "New Extensions to Tinbergen-Bos Systems: Endogenous Number of Plants with Economies of Scale and Scope", communication présentée au Congrès annuel de la WRSA, Ojai CA, USA, Février.

Stough R.R. and Paelinck J.H.P., 1998, "Substitution and Complementarity Effects of Information on Travel and Location Behaviour", submitted for publication.

QUASI-DYNAMICS OF TINBERGEN-BOS SYSTEMS

Abstract - *Tinbergen-Bos Systems (TBS) generate spatial economic patterns called "systems", the latter being based on local groupings of economic activities, called "centres"; in fact they produce genuine "economic landscapes". Indeed, in their recent specification, they integrate systematically a metric or distance measure, in fact a "Manhattan" metric structuring the basic reference space as well as the local subspaces. The model is built around an objective function (minimisation of total or average transportation costs, but profit maximisation is compatible as well with this specification), extensions having already been introduced (apart from consumption propensities and input-output coefficients, contact costs will be elements in the present study); quasi-dynamics result from changes in incomes, in preferences (e.g. for diversity), from technological changes, from changing competition conditions (homogeneous or heterogeneous), of public interventions (regional economic policy and physical planning), and many other causes. In fact, the model ends up being a so-called location-allocation model, for which previously a strong result was obtained, namely, that its complexity could be chopped up into three parts, to wit, a matrix inversion and two linear programs; research is envisaged to implement the latter result in terms of an appropriate computer program. The present study takes up some recent thinking in the field of economic landscaping, namely the so-called "new economic geography", particularly as far as diversity and heterogeneity of products are concerned; stress is also laid on the population* *component and the implied contact costs. Propositions are brought to the fore, summaries of proofs and other analytical details being provided by technical appendices. It should finally be recalled that despite the linearity of the model handled, its inherent complexity is great, and that moreover it has the property that it allows of implementing Lösch's general spatial economic equilibrium model, and as such represents a spatial analogue to input-output analysis as implementing Walras' non-spatial equilibrium analysis; as such it reperesents an adequate link with spatial econometrics. Finally it should be noted that the Tinbergen-Bos framework allows of understanding the origins and evolutions of city systems as functions of demographic interactions and locational decisions of economic activity units.*

CASI-DINÁMICA DE SISTEMAS DE TINBERGEN-BOS

***Resumen** - Los sistemas así dichos de Tinbergen-Bos (STB) generan organizaciones economicas espaciales llamadas "sistemas", compuestas a partir de aglomeraciones locales de actividades economicas llamadas "centros"; de hecho producen verdaderos "paisajes economicos", sobre todo en el estado actual del desarrollo de esos sistemas que integran sistematicamente una metrica de Manhattan, aplicada a la vez a las redes mayores de transporte y al abastecimiento del hinterland. La función objectivo del modelo que resulta puede incluir propensiones a consumir, coeficientes de insumo-producto, costos de contactos interpersonales, la evolución de esos parámetros siendo una función del crecimiento de los ingresos, de las preferencias acrecentadas para la diversidad, de los cambios tecnológicos, de las condiciones de competencia dentro de las actividades economicas (competencia o sea homogenea, o sea heterogenea), de las intervenciones publicas, y de otros factores explicitamente integrables. La evolución casi-dinamica de STB – de hecho una simulación multi-urbana – puede así ser estudiada en detalle, usando de los resultados sobre la separabilidad de sus aspectos de localización y de asignación. Son previstas investigaciones para producir un programa de calculo por ordenador adaptado al problema. El presente estudio es ligado a corrientes de pensamiento recientes, conocidos baja el vocablo de "nueva economía geografica", particularmente en lo que se refiere a la heterogeneidad y la diversidad de productos.*