

APPORT DE LA MODÉLISATION STATISTIQUE EN DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL ET TERRITORIAL

Jean Dubé, Ph.D.

6 Mai 2013



Plan de la présentation



- Introduction
 - ▣ Particularités / Historique
- Autocorrélation
 - ▣ Espace VS Temps / Principes et mesures
- Modélisation
 - ▣ Économétrie spatiale.
 - ▣ Matrice de pondérations spatiales
- Applications
 - ▣ Évolution du nombre de publications
- Conclusion

Introduction



- Particularités des données géographiques :
 - ▣ Introduit une représentation en deux dimensions (X,Y – les coordonnées géographiques).
 - ▣ La localisation peut devenir un facteur explicatif ou au moins du moins un facteur de covariance.
 - Les observations partageant la même localisation ont de bonnes chances d'adopter des comportements semblables.
 - ▣ Les méthodes de modélisation et les mesures doivent pouvoir tenir compte de la dimension spatiale.
 - Effet multidirectionnel

Introduction



- Origine de l'*analyse spatiale* :
 - ▣ Premiers travaux de Moran (1948, 1950);
 - ▣ Développements formels de Cliff et Ord (1969, 1972, 1973, 1981);
 - Un numéro spécial de *Geographical Analysis* est dédié aux quarante ans du sujet (2009).
 - Anselin (2010) souligne les trente ans d'existence de l'économétrie spatiale.
- Intérêts :
 - ▣ Prendre compte des effets de rétroactions (spatiaux) dans les processus générateurs de données.
- Liens :
 - ▣ Souvent vu comme une extension de la première loi de la géographie de Tobler (1970)

Autocorrélation

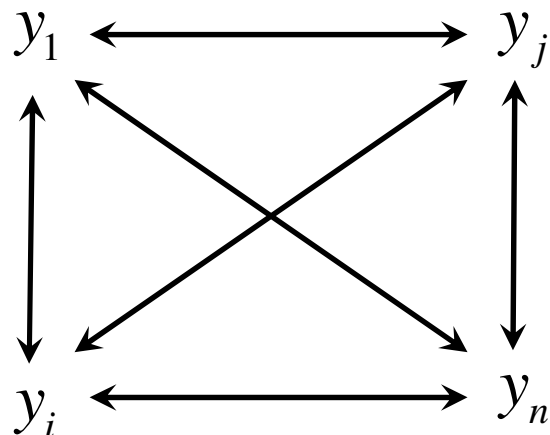
□ Lien entre spatial et temporel

□ Autocorrélation temporelle

$$y_{t-1} \longrightarrow y_t \longrightarrow y_{t+1} \longrightarrow \dots \quad \forall t = 1, 2, \dots, T$$

■ *Relations unidirectionnelles*

□ Autocorrélation spatiale



$$\forall n = 1, \dots, i, j, \dots, N$$

■ *Relations multidirectionnelles*

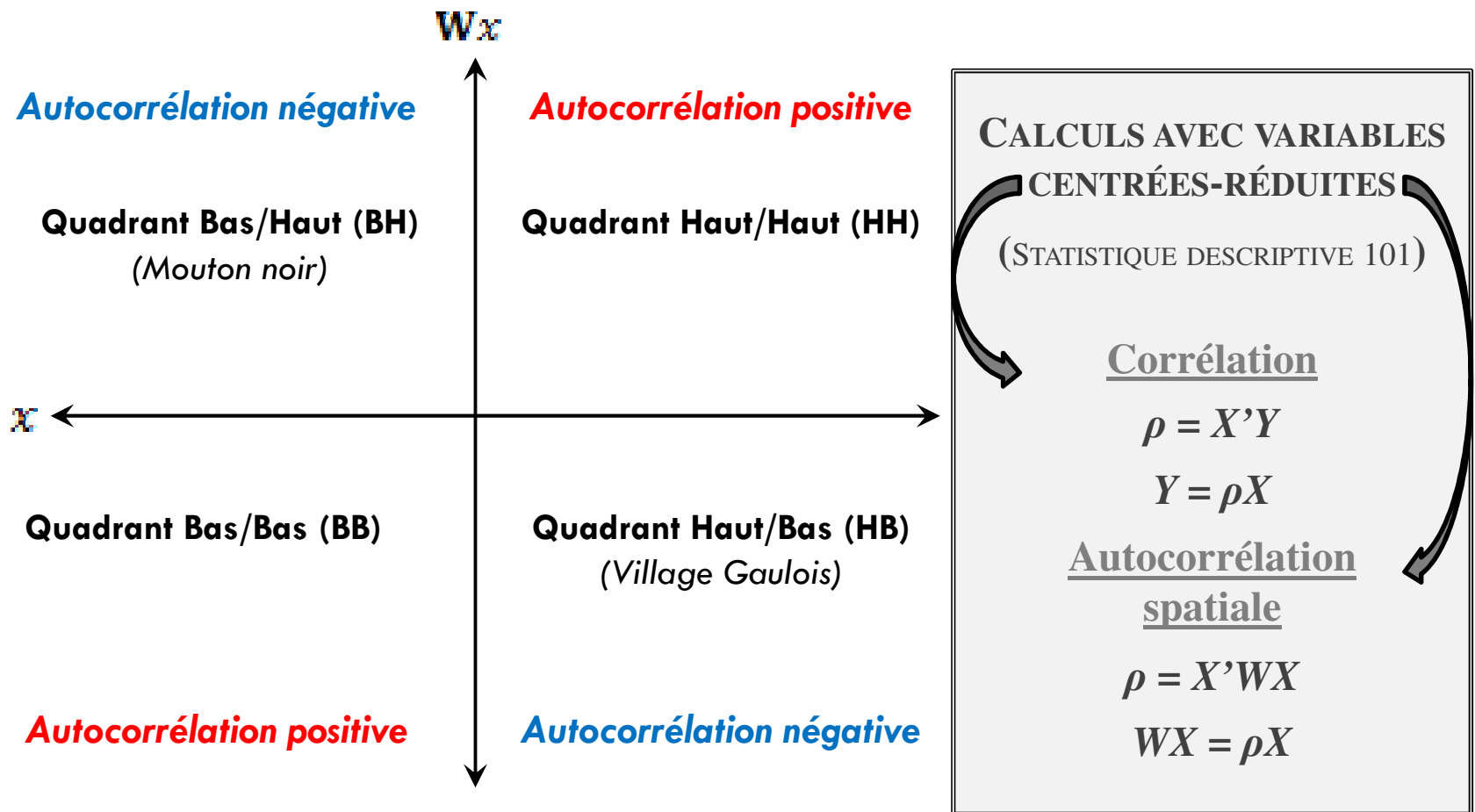
Autocorrélation

□ Autocorrélation spatiale :

- « [...] can be loosely defined as the coincidence of value similarity with locational similarity » (Anselin, 1988).
- Présenté autrement :
 - Présence d'une corrélation de nature géographique, ou « spatiale », entre la valeur d'une observation et les valeurs des observations "proches".
 - Absence d'indépendance entre des observations géographiques.
 - Idée d'effet de débordement (d'entraînement) lié à la localisation.
 - Il existe une relation fonctionnelle entre ce qui se passe en un point de l'espace et ce qui se passe ailleurs (LeGallo, 2002).

Autocorrélation

- Diagramme de Moran (Anselin, 1995, 1996)



Modélisation

□ Représentation graphique – localisation individuelle

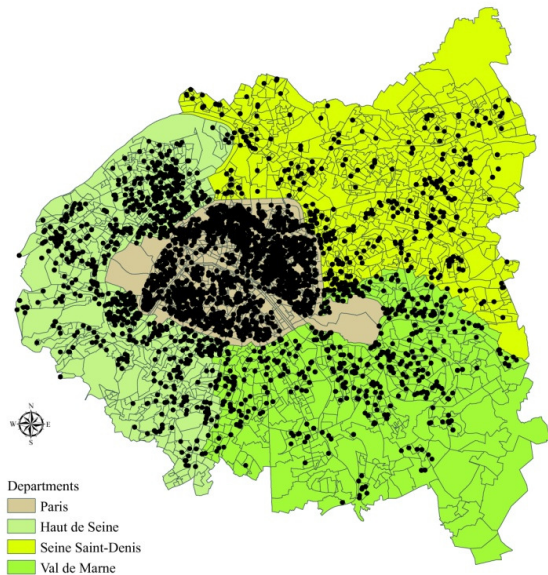


Figure 1a : Distribution spatiale des transactions immobilières, Paris

Dubé et Legros (2011). Cahiers de recherche du LEG

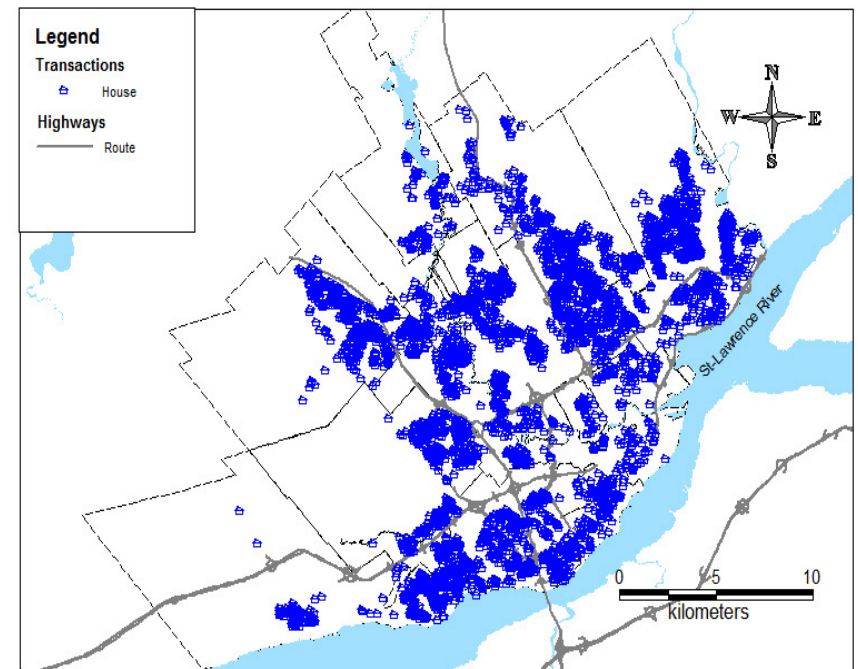


Figure 1b : Distribution spatiale de transactions unifamiliales, Québec

Dubé et al. (2011). Revue d'Économie régionale et urbaine

Modélisation

□ Représentation graphique – localisation agrégée

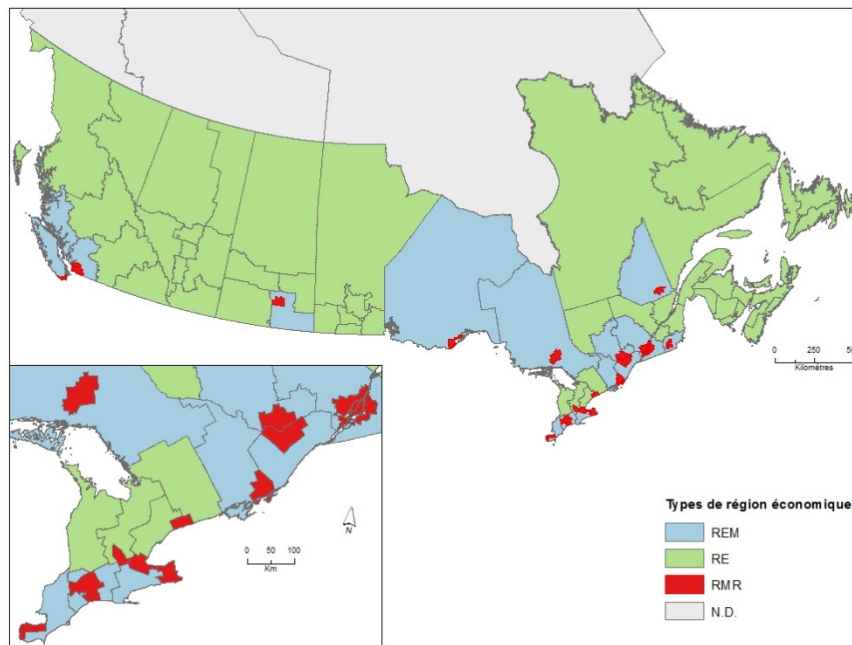


Figure 2a : Distribution des régions économiques, Canada

Vololona (2013). Mémoire de maîtrise

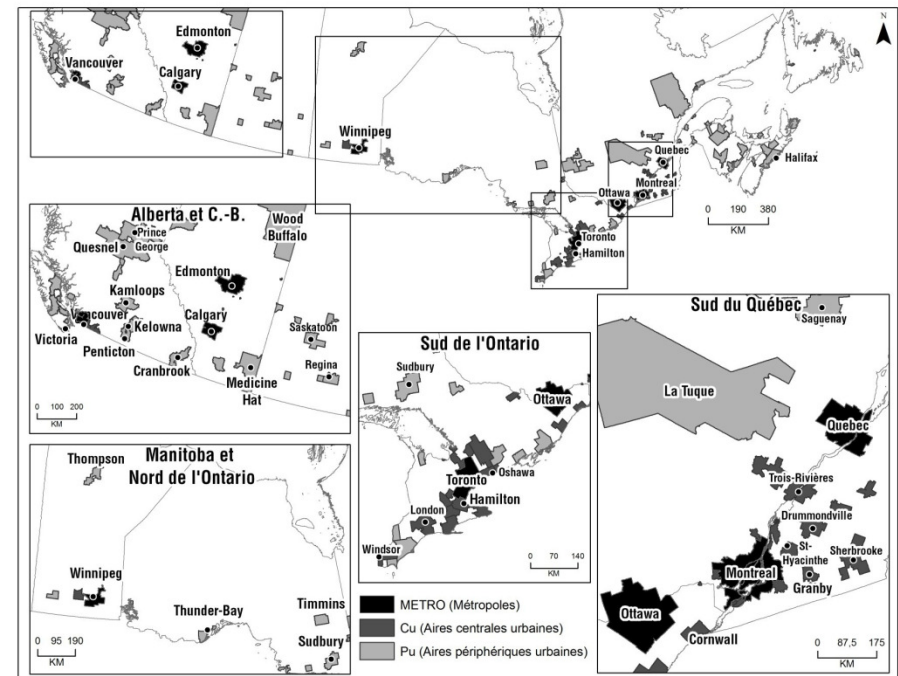


Figure 2b : Distribution du système urbain canadien (134 unités)

Brunelle (2012). Thèse de doctorat

Modélisation

- Les modèles généraux :

- Avec variables exogènes décalées (SLX) :

$$y_i = x_{ki}\beta + Wx_{ki}\theta + \varepsilon_i$$

- Avec variable endogène décalée (SAR) :

$$y_i = Wy_i\rho + x_{ki}\beta + \varepsilon_i$$

- Avec spécification sur le terme d'erreur (SEM) :

$$y_i = x_{ki}\beta + v_i$$

$$v_i = Wv_i\lambda + \varepsilon_i$$

- Spécification générale (SAC) :

$$y_i = Wy_i\rho + x_{ki}\beta + Wx_{ki}\theta + v_i$$

$$v_i = Wv_i\lambda + \varepsilon_i$$

Modélisation

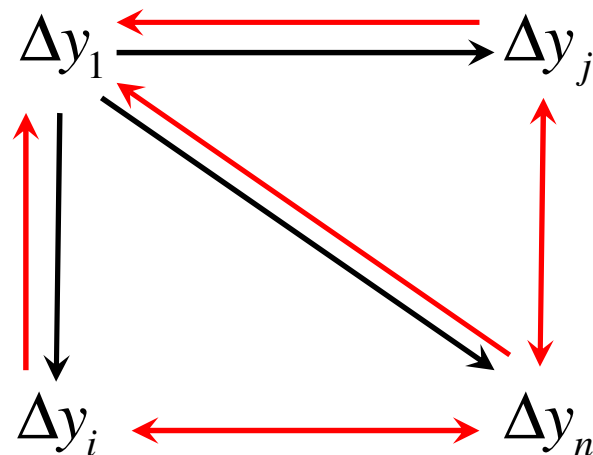
- Calculs de l'effet marginal (SAR, SAC) :

- Deux composantes :

- Effet direct

$$\Delta x_1 \longrightarrow \Delta y_1$$

- Effets indirects



$$\forall n = 1, \dots, i, j, \dots, N$$

Modélisation

Calculs de l'effet marginal (SLX, SDM, SAC) :

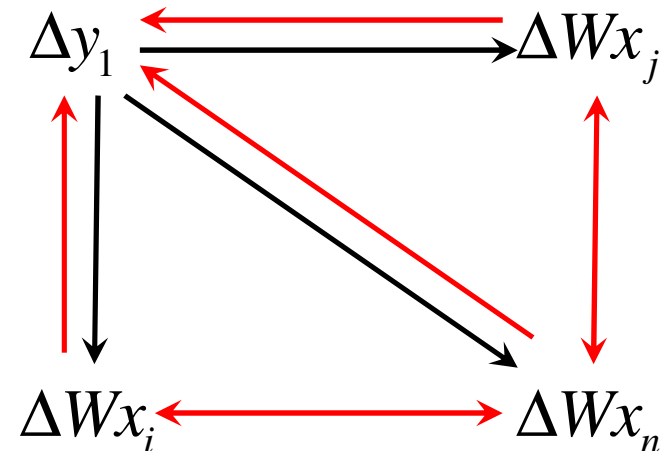
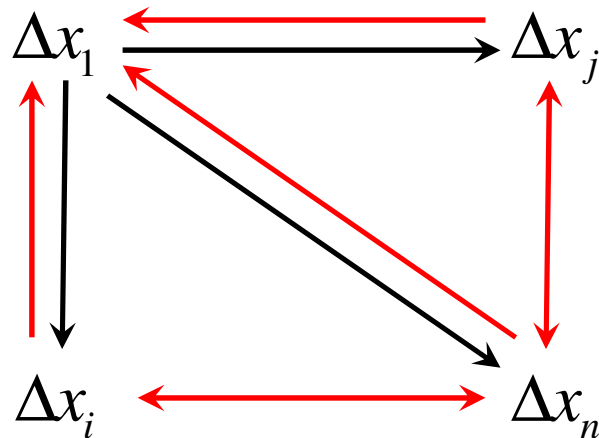
Deux composantes :

Effet direct

$$\begin{array}{ccc} \Delta x_1 & \longrightarrow & \Delta y_1 \\ \Delta x_1 & \longrightarrow & \Delta Wx_1 \end{array}$$

Effets indirects

$$\forall n = 1, \dots, i, j, \dots, N$$



Modélisation

- Une façon permet de formaliser le lien spatial :
 - ▣ La matrice de pondérations spatiales.

$$d_{ij} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}$$
$$w_{ij} = \begin{cases} d_{ij}^{-\alpha} & \text{si } d_{ij} \leq \bar{d} \\ 0 & \text{autrement} \end{cases}$$

Symétrie de la mesure ($d_{ij} = d_{ji}$)

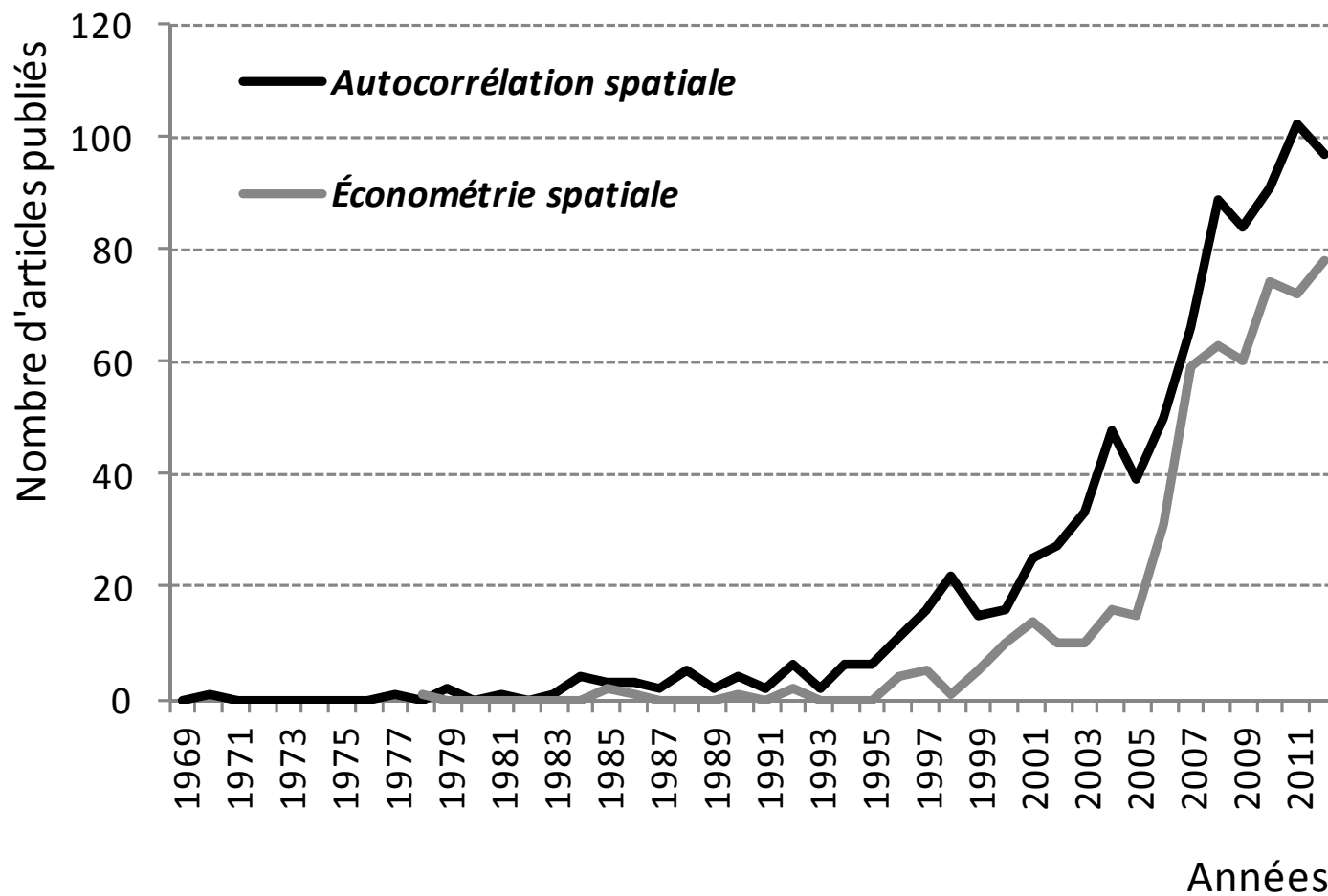
$$W = \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & w_{13} & \cdots & w_{N1} \\ w_{12} & 0 & w_{23} & \cdots & w_{N2} \\ w_{13} & w_{23} & 0 & \cdots & w_{N3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{1N} & w_{2N} & w_{3N} & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

Modélisation

- Les matrices de pondérations spatiales :
 - La littérature est volumineuse...
 - Griffith (1996), Getis and Aldstadt (2004), Getis (2009).
 - ... mais sans consensus.
 - Griffith (1981, 1996), Getis and Aldstadt (2004), Fingleton (2009), Getis (2009).
 - Sélection d'une matrice appropriée?
 - Basée sur des critères statistiques :
 - Maximiser la mesure d'autocorrélation (I) ou un autre critère (AIC, BIC, LL)
 - Basée sur le jugement du modélisateur :
 - Représenter du mieux que possible la situation analysée et adopter une approche jugée « réaliste ».

Applications

Importance relative des publications par mots clés, 1969-2012



Applications

Nombre d'articles publiés dans les revues les plus importantes mots clés : économétrie spatiale, 1978-2012

Rang	Revues	# art.	%	IF (2012)*
1	Regional Science and Urban Economics	38	7,1	1,008
2	Papers in Regional Science	32	6,0	1,430
3	Journal of Regional Science	22	4,1	2,000
4	Journal of Geographical Systems	18	3,4	1,171
5	American Journal of Agricultural Economics	15	2,8	1,169
6	Spatial Economic Analysis	14	2,6	1,200
7	Geographical Analysis	12	2,2	1,054
8	Economics Letters	11	2,1	0,447
9	Annals of Regional Science	11	2,1	1,026
10	Journal of Econometrics	11	2,1	1,349
11	Review of Regional Studies	10	1,9	0,696
12	Journal of Economic Geography	9	1,7	3,261
13	Regional Studies	7	1,3	1,187
	Total	210	39,3	

* IF : Impact factor

Applications



- Contributions empiriques :
 - Croissance régionale et convergence
 - Ertur & Koch (2007); LeGallo & Chasco (2008); LeSage & Fischer (2008); Pfeiffermayr (2009).
 - Distribution des activités économiques
 - Barrios et al. (2009); Basile (2009); De Dominicis et al. (2011)
 - Marché du travail régional
 - Moëller & Soltwedel (2007); Elhorst (2008)
 - Immobilier
 - Cohen & Coughlin (2008); Anselin & Lozano-Grazia (2008); Kostov (2009); Dubé et Legros (2013).

Conclusion



- Importance réelle de l'espace dans les processus générateur des données (DGP).
 - ▣ Livre de LeSage et Pace (2009) s'avère probablement un point tournant dans le domaine.
- Permet d'évaluer les effets de rétroactions spatiaux (spatial spillover effects) et les effets de paires (peer effect).
 - ▣ Spatial Durbin Model (SDM)
 - ▣ Effets marginaux (direct, indirect, total)
- Développements spatio-temporels importants et continues.
 - ▣ Une des 5 tendances de l'économétrie spatiale (Arbia, 2011)