

Chapitre 1

Pourquoi l'espace compte en économétrie

Jaouad Madkour

Faculté d'Économie et de Gestion de Tanger
Polycopié de cours · Économétrie spatiale (Master)

Plan du chapitre

1. Ce que les MCO ignorent
2. Deux sources distinctes de corrélation spatiale
3. Ce que ce cours construit
4. Ce qu'il faut retenir

1 Avant de commencer

1.1 Pourquoi ce chapitre

Pourquoi ce chapitre

Tout le cours d'*Économétrie avancée* repose sur une hypothèse rarement énoncée explicitement : les observations sont indépendantes les unes des autres, sauf lien temporel déjà pris en compte pour les séries temporelles, ou lien d'individu déjà pris en compte pour les données de panel. Dès que les observations sont des régions, des communes ou des pays, cette hypothèse devient en réalité intenable — un choc survenu dans une région se propage presque toujours, d'une manière ou d'une autre, à ses régions voisines. Ce chapitre pose précisément le problème ; les chapitres suivants le traitent effectivement.

1.2 La première loi de la géographie

Loi de Tobler

« Toutes choses sont liées entre elles, mais deux choses proches le sont davantage que deux choses éloignées » — ainsi énoncée en 1970 par le géographe Waldo Tobler. Cette intuition constitue le point de départ de toute l'économétrie spatiale : la proximité géographique n'est jamais un simple détail descriptif, c'est bel et bien une source authentique de dépendance statistique entre observations.

Quatre marchés où cette loi se vérifie effectivement

Le prix d'un bien immobilier dépend directement du prix des logements voisins immédiats. Le taux de chômage d'une commune dépend de celui des communes limitrophes, via les bassins d'emploi partagés entre elles. Une baisse d'impôt local attire des entreprises nouvelles et pousse en retour les communes voisines à baisser les leurs à leur tour. Une épidémie, tout comme une innovation technologique, se diffusent presque toujours de proche en proche dans l'espace.

2 Ce que les MCO ignorent

2.1 L'hypothèse d'indépendance, mise à l'épreuve

Rappel de l'hypothèse d'échantillonnage aléatoire

L'inférence usuelle par MCO suppose un échantillonnage rigoureusement aléatoire : les couples (x_i, y_i) et (x_j, y_j) demeurent indépendants entre eux pour $i \neq j$. En séries temporelles, le chapitre 12 d'*Économétrie avancée* a déjà montré ce qui arrive concrètement quand cette hypothèse tombe dans la dimension temporelle : l'autocorrélation. En coupe transversale spatiale, exactement le même problème surgit à présent dans la dimension géographique.

L'autocorrélation spatiale, en une phrase

L'autocorrélation spatiale est à la dimension géographique très exactement ce que l'autocorrélation temporelle est à la dimension du temps : une observation donnée ressemble à ses voisines immédiates, tout comme une observation ressemble d'ordinaire à celle qui la précède directement dans le temps. La différence essentielle tient à la structure même du voisinage considéré : le temps n'a jamais qu'une seule direction possible, tandis que l'espace en possède une infinité, dans toutes les orientations à la fois.

2.2 Deux sources bien distinctes de corrélation spatiale

Dépendance substantielle et corrélation nuisible

La dépendance substantielle est réelle : un phénomène économique donné — concurrence fiscale entre collectivités, diffusion technologique, effet de réseau — se propage effectivement d'une unité à sa voisine immédiate. La corrélation nuisible constitue, elle, un simple artefact statistique : une variable omise quelconque — le climat local, la géologie du sol, une politique régionale donnée — est elle-même corrélée dans l'espace, et cette corrélation se reporte alors sur les résidus observés, sans qu'aucun mécanisme économique réel ne relie directement les unités entre elles.

Pourquoi cette distinction se révèle cruciale en pratique

Confondre ces deux mécanismes mène directement à des recommandations de politique publique absurdes. Si l'on croit à tort qu'une baisse de la délinquance observée dans une commune est causée par la baisse survenue chez sa commune voisine — pure dépendance substantielle —, on pourrait alors recommander de subventionner une seule commune pilote, en espérant naïvement un effet de contagion favorable. Si la véritable cause est en réalité un facteur commun omis — une même politique préfectorale, un même choc économique régional partagé —, cet espoir se révèle parfaitement vain : rien ne se propage réellement d'une commune à l'autre, tout provient en fait d'ailleurs. Distinguer rigoureusement les deux mécanismes constitue précisément l'objet des chapitres 4 et 5 de ce cours.

2.3 Ce que l'omission de la dépendance coûte concrètement

Deux diagnostics bien distincts, deux remèdes différents

Où loge la dépendance	Conséquence si on l'ignore	Modèle concerné
Dans y elle-même	MCO biaisés et non convergents	chapitre 4, SAR
Dans le terme d'erreur seulement	MCO non biaisés mais inefficaces	chapitre 5, SEM

Un écho volontaire du chapitre 8 sur l'hétéroscédasticité

Le chapitre 8 d'*Économétrie avancée* traitait déjà l'hétéroscédasticité : les MCO restaient alors sans biais, mais les écarts-types usuels devenaient trompeurs, d'où le recours nécessaire à des écarts-types robustes. L'autocorrélation spatiale logée dans les erreurs produit très exactement le même diagnostic, avec un remède de nature comparable — mais avec une difficulté supplémentaire bien réelle : la structure de corrélation spatiale, contrairement à l'hétéroscédasticité ordinaire, doit être modélisée explicitement au moyen d'une matrice de voisinage, faute de quoi aucune correction n'est même simplement calculable.

3 Ce que ce cours construit

3.1 La feuille de route du cours

Neuf chapitres, une progression cohérente

Formaliser d’abord rigoureusement le voisinage lui-même (chapitre 2), détecter ensuite la dépendance effectivement présente (chapitre 3), puis étudier deux familles de modèles qui la traitent différemment selon qu’elle loge dans y (chapitre 4, modèle SAR) ou dans le terme d’erreur (chapitre 5, modèle SEM). Le chapitre 6 réunit ensuite les deux approches et pose frontalement la question du choix de spécification appropriée. Le chapitre 7 revient sur un piège d’interprétation propre aux modèles spatiaux : un coefficient n’y mesure en effet jamais un effet marginal complet à lui seul. Le chapitre 8 étend enfin ces outils aux données de panel, et le chapitre 9 conclut sur les applications concrètes et les limites bien réelles de cette approche.

Un prolongement naturel du cours principal

Ce cours suppose acquis les chapitres 3 à 5 sur la régression multiple, 13 à 14 sur les données de panel, et 15 sur les variables instrumentales, d’*Économétrie avancée*. Il ne les répète jamais : il les étend plutôt à une structure de dépendance que ce premier cours laissait volontairement de côté jusqu’ici.

4 Ce qu’il faut retenir

Cinq points

Les données géo-référencées violent presque toujours l’hypothèse d’indépendance requise par les MCO, en vertu même de la loi de Tobler. Deux mécanismes bien distincts — dépendance substantielle réelle et corrélation nuisible due à une variable omise — produisent exactement la même signature statistique observée, mais appellent des traitements radicalement différents. Ignorer cette dépendance biaise les coefficients estimés si elle loge dans y lui-même, ou n’affecte que les écarts-types si elle loge seulement dans le terme d’erreur. Le remède exige, dans tous les cas, de formaliser explicitement la structure de voisinage en jeu. Le chapitre 2 fournit précisément l’outil qui rend tout cela opérationnel : la matrice de pondération spatiale W .

Pour aller plus loin

- [1] Luc Anselin, *Spatial Econometrics : Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers, 1988.
- [2] James LeSage et Robert Kelley Pace, *Introduction to Spatial Econometrics*, CRC Press, 2009.
- [3] Andrew Cliff et J. Keith Ord, *Spatial Autocorrelation*, Pion, 1973.
- [4] Waldo Tobler, « A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region », *Economic Geography*, 1970.
- [5] J. Paul Elhorst, *Spatial Econometrics : From Cross-Sectional Data to Spatial Panels*, Springer, 2014.