



**HAL**  
open science

## L'approche spatiale de Mantel : une application au cas des restaurants

Amélie Clauzel

► **To cite this version:**

Amélie Clauzel. L'approche spatiale de Mantel : une application au cas des restaurants. Recherche et Applications en Marketing (French Edition), 2020, 35 (4), pp.46-72. 10.1177/0767370120915575 . halshs-03674944

**HAL Id: halshs-03674944**

**<https://shs.hal.science/halshs-03674944>**

Submitted on 21 May 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# **L'approche spatiale de Mantel : une application au cas des restaurants**

**Amélie CLAUZEL**

Maître de Conférences HDR

ISC Paris Business School, 22 Boulevard du Fort de Vaux, 75017 Paris

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Prism Sorbonne

Mél : [clauzel.evry@gmail.com](mailto:clauzel.evry@gmail.com)

## **L'approche spatiale de Mantel : une application au cas des restaurants**

### **Résumé :**

---

Les approches classiques d'analyse spatiale cherchant à étudier les effets d'espacements entre individus se situent le plus souvent à des échelles géographiques urbaines, s'appliquant ainsi à des espaces ouverts. Présentée dans cet article autour de ses enjeux, de ses limites et de sa mise en œuvre, la méthode de Mantel est particulièrement adaptée aux situations de coprésence en espace clos. Classiquement mobilisée en biostatistique et en écologie, elle est mobilisée pour la première fois en comportement du consommateur. Appliquée au cas des restaurants, elle permet d'identifier des effets de distance, ici sociospatiale, sur la plus ou moins grande similarité des choix entre groupes de clients, ainsi que sur leurs dépenses. Permettant une forte transversalité d'usage en sciences du management, la méthode de Mantel pourrait intéresser les professionnels en quête d'aménagement des espaces partagés (*e.g.* espaces de travail, spectacles, avion, spa, réunions de copropriété).

**Mots-clés :** analyse spatiale ; choix ; coclient ; coprésence sédentaire ; distance ; Mantel ; restaurant

## **The Mantel spatial method: an application to the case of restaurants**

### **Abstract:**

---

Most of the usual spatial analysis approaches that attempt to study the effects of inter-personal spacing take place along urban geographical scales, thus applicable to open spaces. This article presents the challenges, limitations and implementation of Mantel's method, which is particularly appropriate for co-presence situations in enclosed spaces. Classically used in biostatistics and ecology, this method is used for the first time in consumer behavior field. When applied to the case of restaurants, it allows us to identify the effects of distance, sociospatial in this case, on the greater or lesser similarity of choices between customers' groups, as well as on their spending. Because it allows a high level of cross-disciplinary use, particularly in management sciences, the Mantel method may interest practitioners seeking to arrange shared spaces (e.g. workspaces, shows, airplanes areas, spas, condominium meetings).

**Keywords:** spatial analysis; choice; fellow-customer; sedentary copresence; distance; Mantel; restaurant

## Introduction

Au cours d'un épisode de consommation, l'individu se retrouve parfois à un niveau de distance physique des autres qu'il n'a pas nécessairement décidée, le rapprochant par la même occasion d'autres clients inconnus, les coclients. À l'instar des théoriciens de l'identité sociale (Tajfel et Turner, 1979 ; 1986), la littérature en marketing s'appuie essentiellement sur des approches qualitatives pour comprendre les perceptions des individus lorsqu'ils se retrouvent, en contexte d'achat, à une proximité physique des autres non contrôlée (*e.g.* Levav et Zhu, 2009 ; Pan et Siemens, 2011 ; Hwang et al., 2018). Ces travaux sont, par ailleurs, surtout menés dans un contexte de coprésence mobile (déambulations des clients en magasin par exemple). Les situations dans lesquelles l'individu est peu mobile et temporairement sédentaire n'ont pas été considérées. En la matière, certains travaux mobilisent néanmoins des techniques quantitatives d'analyse de données (tests de moyenne, *t*-test, analyses de (co)variance) pour vérifier les effets de distance sur certaines variables comme le temps passé à consommer, les émotions, la satisfaction ou encore sur les dépenses estimées par exemple (*e.g.* Evans et Wener, 2007 ; Robson et Kimes, 2009 ; Mattila et Hanks, 2012 ; Clauzel et Riché, 2015). Les travaux précités tendent à montrer qu'une courte distance entre individus, dans un contexte serviciel, engendre le plus souvent des émotions négatives (Evans et Wener, 2007), une moindre satisfaction (Mattila et Hanks, 2012) ou encore des dépenses plus faibles (Robson et al., 2011). Toutefois, les méthodes mobilisées ne permettent pas aisément de vérifier les effets de distanciation sur la similarité ou dissimilarité des choix entre consommateurs ou sur leurs dépenses réelles.

Des travaux publiés initialement en biostatistique s'attèlent, dans un autre contexte, à étudier ces effets de distance, cherchant par exemple à identifier la façon dont une maladie se propage en fonction de la distance géographique entre des populations coprésentes au cours d'un intervalle de temps donné. C'est dans ce cadre que Nathan Mantel présente en 1967 une méthode permettant d'évaluer si les occurrences de certaines maladies (la leucémie dans son cas) sont liées, ou non, à des 'grappes spatio-temporelles'. Cette avancée méthodologique, impliquant donc une forme de coprésence de la population étudiée, a ensuite été mobilisée dans d'autres domaines comme l'écologie ou la génétique par exemple (*e.g.* Legendre et Fortin, 2010 ; Guillot et Rousset, 2013). Cette méthode n'a pas encore été considérée en sciences sociales reflétant pourtant des enjeux importants (Zaninetti, 2007). Les problématiques relatives aux effets d'espacement entre individus coprésents dans un même lieu interrogent, en effet, les chercheurs en comportement du consommateur mais également en sciences du management et, plus généralement, en sciences sociales, tant les situations de coprésence y sont nombreuses.

Cet article a pour objet de proposer une fenêtre sur cette méthode de nature quantitative, l'approche spatiale de Mantel, qui s'appuie sur la comparaison de matrices de distances et de matrices de similarité ou de dissimilarités entre individus ou groupes d'individus. Mobilisée pour la première fois en comportement du consommateur, la méthode est appliquée ici au cas de repas au restaurant au cours desquels la coprésence, notamment sédentaire, est centrale. Elle permet d'identifier des effets de distanciation entre groupes de clients coprésents sur leurs choix de produits (*i.e.* de plats) et leurs dépenses. Plus précisément, la variable d'espacement retenue ici, à l'instar des travaux de Jacob et Guéguen (2012), est la distance sociospatiale. Il s'agit d'une distance physique (métrique) permettant une interaction sociale (Hall, 1968), *a minima* visuelle (McCall, 2015). Globalement, nous observons que les choix de plats tendent à être plus uniformes et les dépenses plus élevées quand les coclients sont visibles et proches en contexte spatial plus 'aéré'. En contexte plus 'confiné', les choix sont plus hétérogènes et les dépenses réduites lorsque les coclients sont proches et visibles.

Différentes contributions sont issues de cette recherche. D'une part, la méthode de Mantel est un outil d'analyse spatiale original en sciences sociales, notamment applicable aux espaces partagés clos, ce qui n'est pas le cas des approches existantes. Si l'approche de Mantel présente des limites et nécessite le respect de certaines contraintes, elle reste souple d'utilisation, applicable à différents niveaux d'échelle, adaptable et reproductible dans tout contexte impliquant une coprésence sédentaire. D'autre part, elle apporte dans notre cas d'application des résultats intéressants sur les réactions de groupes de consommateurs partageant un espace de service clos, permettant notamment de nourrir la théorie de l'identité sociale de Tajfel et Turner (1986). Enfin, d'un point de vue managérial, penser et adapter l'aménagement des espaces partagés représente un enjeu important. L'homogénéité/hétérogénéité observées des choix des consommateurs ont également des conséquences sur la gestion des stocks par le restaurateur, d'autant plus importantes que les offres alimentaires sont éminemment périssables (anticipation des déchets).

L'article est structuré de la manière suivante. La méthode d'analyse spatiale de Mantel (1967) est d'abord explicitée, interprétée et mise en perspective avec les méthodes existantes. Elle est ensuite appliquée à des données réelles de consommation au restaurant. Enfin, les résultats sont discutés et les possibilités d'application en sciences sociales qui découlent de cette approche sont présentées.

## **L'analyse spatiale de Mantel : origines, principes et enjeux**

### ***Origines et champs d'application de la méthode***

En 1967, un biostatisticien, Nathan Mantel, introduit une méthode générale basée sur une approche probabiliste des phénomènes de distance. Initialement, son objectif était de développer une façon d'étudier l'épidémiologie, et notamment les modalités de propagation des maladies dans le temps et dans un espace défini. Jusqu'alors, les statistiques présentées produisaient des mesures globales qui ne permettaient pas d'identifier d'éventuels phénomènes locaux (Oliveau, 2011). En cherchant à vérifier si, parmi un ensemble de points, certains pourraient avoir une influence plus forte sur les autres points les plus proches (à l'image de 'grappes spatio-temporelles'), Mantel a développé une approche statistique locale dite de « population finie », et permettant de détecter d'éventuels *clusters* (ou regroupements de valeurs). Dans son article séminal publié dans la revue *Cancer Research*, Mantel cherche à savoir si le fait d'être plus proche géographiquement pourrait être corrélé avec une proximité génétique et une récurrence plus élevée de maladies (la leucémie dans cet article de 1967). Depuis lors, la méthode est couramment utilisée en génétique, biologie ou encore en écologie (*e.g.* Manly, 1997). En génétique par exemple, il s'agit le plus souvent de vérifier l'existence d'une association significative entre distances génétiques ou phénotypiques (morphologiques) et distances géographiques (Legendre et Fortin, 2010).

### ***Principe de la méthode***

La méthode de Mantel permet d'établir un lien – ou l'absence de lien - entre une matrice de distances et une matrice de similarités entre des individus ou groupes d'individus (Mantel, 1967 ; Rossi, 1996 ; Cesaroni et al., 1997). Mantel propose, tout d'abord, de calculer la corrélation entre ces deux matrices. La significativité de la mesure est ensuite évaluée, en comparant cette corrélation à la distribution des valeurs obtenues après permutations aléatoires de l'une des deux matrices. Il s'agit d'une procédure non paramétrique car elle ne nécessite pas de condition préalable de validité sur la distribution des données (distribution normale des données par exemple). L'hypothèse statistique nulle ( $H_0$ ) associée aux tests de Mantel est l'absence de corrélation entre les matrices ou, dit autrement, l'absence de regroupement (ou *cluster*). Si  $H_0$  est validée, cela signifie alors que les éléments correspondants des matrices ne sont pas associés et ne dépendent pas les uns des autres.

Ces tests, appelés tests simples de Mantel, ont ensuite été développés et standardisés par Smouse et al. (1986). Les auteurs proposent de vérifier l’(in)dépendance entre deux matrices de distances en contrôlant simultanément l’effet d’une troisième matrice. Ce sont les tests de Mantel dits partiels. Ils sont essentiellement appliqués en génétique sur des données de populations humaines (e.g. Belle and Barbujani 2007) pour identifier d’éventuels liens entre distances génétique et linguistique tout en contrôlant les variables d’espace géographique.

### ***Opérationnalisation de la méthode***

La mise en place de la méthode de Mantel s’effectue à travers différentes étapes. Pour les décrire, ci-dessous, nous nous appuyons sur l’exemple de  $n$  individus, caractérisés par deux variables : une variable d’espace et une variable de similarité entre ces individus.

- *Étape 1 : construire les matrices de distance.*

La méthode consiste, tout d’abord, à construire deux matrices de distance et/ou de similarité (niveau de ressemblance entre deux objets ou entre deux individus (Shannon et al., 2002)). Chaque variable est utilisée pour construire une matrice : les éléments reflètent généralement une distance. Les matrices doivent avoir le même rang mais ne sont pas nécessairement symétriques. Les éléments de la diagonale sont nuls car la distance entre un individu et lui-même est nulle. Les lignes et les colonnes représentent des individus ou groupes d’individus. Nous obtenons ainsi deux matrices (ici symétriques)  $X_{n \times n}$  et  $Y_{n \times n}$  de la forme suivante :

$$X_{distance} = \begin{pmatrix} 0 & X_{12} & X_{13} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & 0 & \vdots & \dots & X_{2n} \\ X_{31} & \vdots & 0 & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & X_{n3} & \dots & 0 \end{pmatrix}, Y_{similarité} = \begin{pmatrix} 0 & Y_{12} & Y_{13} & \dots & Y_{1n} \\ Y_{21} & 0 & \vdots & \dots & Y_{2n} \\ Y_{31} & \vdots & 0 & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{n1} & Y_{n2} & Y_{n3} & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Par exemple, dans la matrice X (de distance), l’élément  $X_{21}$  mesure la distance entre l’individu, ou le groupe d’individus 1 et le groupe d’individus 2. Dans la matrice Y, l’élément  $Y_{21}$  représente le niveau de ressemblance (ou niveau de similarité) entre l’individu (ou groupe d’individus) 1 et 2.

- *Étape 2 : calcul de corrélation  $r$  entre les matrices*

Le coefficient de corrélation entre les deux matrices (rapport entre la covariance entre deux variables et le produit de leurs écart-types), compris entre -1 et 1, se calcule comme suit :

$$r = \frac{1}{n-1} \sum_i \sum_j \left[ \frac{x_{ij} - \bar{x}}{\sigma_x} \right] \left[ \frac{y_{ij} - \bar{y}}{\sigma_y} \right] = \frac{1}{n-1} \left[ \frac{Cov(X;Y)}{\sqrt{V(x)} \cdot \sqrt{V(y)}} \right]$$

Où  $\bar{x}$ , moyenne de x ; *cov*, covariance entre les deux variables ; V représente la variance et  $\sigma$ , l'écart-type et n, l'échantillon étudié

- *Étape 3 : permutations aléatoires des éléments d'une matrice*

La méthode de Mantel consiste ensuite à réaliser des permutations aléatoires de l'une des deux matrices (celle des (dis)similarités) sans en changer la structure (même nombre de lignes et de colonnes). L'ordre des colonnes et des lignes est permuté, un grand nombre de fois (10000 fois par exemple) pendant que l'autre matrice est maintenue intacte.

- *Étape 4 : calcul d'un nouveau coefficient de corrélation*

Le coefficient de corrélation est recalculé autant de fois qu'il y a de permutations (s'il y a 10000 permutations, il y a 10000 calculs de coefficients de corrélation). Chaque permutation est ainsi associée à un coefficient de corrélation. Ces coefficients obtenus par permutation permettront d'estimer la significativité (étapes 5 et 6).

- *Étape 5 : Tracé du corrélogramme ou graphe des corrélations*

Il s'agit, ensuite, d'analyser le corrélogramme ou graphe de corrélation c'est-à-dire la façon dont se répartissent les (10000) corrélations calculées sur les (10000) permutations. Graphiquement, ce tracé reflète un histogramme de fréquences des corrélations, sur lequel on place la valeur de la corrélation observée initialement (en étape 2). Cette étape est primordiale car, selon Legendre et al. (2015), sans cette analyse, le test de Mantel aurait une puissance statistique faible.

- *Étape 6 : Test de significativité*

Enfin, Mantel propose de confronter la corrélation initialement observée (étape 2) à l'ensemble des valeurs obtenues aux (10000) permutations aléatoires. Il s'agit alors de déterminer la fréquence à laquelle les corrélations obtenues par permutation ont été inférieures, supérieures ou égales à la corrélation calculée initialement entre les deux matrices. La probabilité critique (ou *p-value*), qui permet de connaître, par le calcul, le niveau de significativité, peut alors être estimée.  $H_0$  est rejetée si la corrélation obtenue fait partie des valeurs extrêmes (en général, 5%).



### ***Intérêts, critiques et contraintes de la méthode***

Outre la possibilité de synthétiser l'information contenue dans des données multivariées (Wynn et al., 2016), la méthode de Mantel présente l'avantage de proposer une approche locale, et explicative, des phénomènes en permettant l'identification éventuelle de 'grappes' de similarité dans les comportements selon des variables d'espace. Il s'agit d'une méthode assez souple qui s'appuie sur une acception large de la notion de distance (*e.g.* distance métrique, distance sociospatiale) et de la notion de similarité (niveau de ressemblance entre deux objets ou entre deux individus ; Shannon et al. (2002)). Les tests de Mantel sont aisément interprétables, applicables à différentes échelles et leur extension (tests partiels) permet une analyse sur plus de deux matrices.

Cette méthode n'est toutefois pas exempte de contraintes et de limites. Guillot et Rousset (2013) rappellent, tout d'abord, une condition préalable à considérer sur chaque matrice : si une autocorrélation (c'est-à-dire la corrélation d'une variable avec elle-même) est suspectée dans l'une des matrices, le test - simple ou partiel - de Mantel n'est plus valable. D'autres travaux plus critiques à l'égard de l'approche de Mantel, notamment ceux de Legendre et al. (2015), ont par ailleurs permis d'identifier un certain nombre de contraintes à considérer lors du choix de la méthode d'analyse spatiale. Premièrement, il apparaît que les éléments contenus dans les matrices doivent concerner exclusivement des distances et des similarités, la méthode n'étant pas applicable pour d'autres types de variables (Legendre et Fortin, 2010). Legendre et al. (2015) notent surtout que la puissance statistique des tests de Mantel serait, le plus souvent, trop faible par rapport à d'autres méthodes. En s'appuyant sur des simulations étendues de données (échelle territoriale), Legendre et al. (2015) notent en particulier que la puissance du test de Mantel serait toujours inférieure à l'approche de Moran (présentée au tableau 2) qui est moins restrictive sur ces conditions. L'approche de Moran est une analyse globale qui propose d'étudier les ressemblances entre voisins via des graphes de voisinage (hors distance). Si cette analyse semble être assez proche de celle de Mantel, elle ne permet toutefois pas d'avoir une vision locale des phénomènes, et ne donne pas d'information sur la significativité des regroupements spatiaux (Oliveau, 2017). À cet égard, Legendre et ses collègues (Legendre et Fortin, 2010 ; Borcard et Legendre, 2012 ; Legendre et al., 2015) soulignent une bonne puissance des tests de Mantel à condition de respecter deux contraintes fortes :

- 1) les tests doivent porter sur l'ensemble de la surface étudiée (relativement complexe à une échelle régionale par exemple), ce qui n'est pas sans rappeler l'approche de « population finie » proposée par Mantel (bien adaptée aux espaces clos entièrement étudiés)

2) les tests doivent impérativement inclure, et ce systématiquement, l'analyse des corrélogrammes (Borcard et Legendre, 2012 ; Diniz-Filho et al. 2013).

Enfin, si la littérature ne donne pas d'indication plus précise, le nombre de permutation doit être suffisant et dépasser largement 100 permutations afin de pouvoir obtenir une mesure fiable (Guillot et Rousset, 2013). Les intérêts et contraintes de la méthode de Mantel sont synthétisés dans le tableau 1.

Intérêts de la méthode de Mantel	Contraintes et limites de la méthode de Mantel
Mantel propose une approche locale des phénomènes (objectif : déceler d'éventuelles similarités/ <i>clusters</i> selon des variables d'espace). Plus complète que les mesures de distance deux à deux, l'approche permet d'éviter la multiplication des analyses par paires d'observation (Wynn et al., 2016)	Les tests doivent clairement porter sur des distances (Legendre et Fortin, 2010) et ce sur la totalité de la surface géographique étudiée (Legendre et al., 2015) : <i>considérer l'ensemble de l'espace clos d'une salle de restaurant, par exemple, et pas seulement une partie</i>
Simple à utiliser : dimensionnalité réduite (statistique à deux ou trois dimensions c'est à dire basée sur l'observation de deux ou trois variables), structures des matrices inchangées pendant l'analyse, interprétation aisée des résultats (Chessel et Thioulouse, 2003) Adaptée à différents niveaux d'échelle et à des variables de différents types (tant qu'elles concernent des distances)	Le nombre de permutations (réarrangement aléatoire) des matrices doit largement dépasser 100 (Guillot et Rousset, 2013) : <i>par exemple un nombre de permutation de 1000 correspond à un coefficient de corrélation associé au test de Mantel recalculé 1000 fois en réarrangeant, à chaque fois, les matrices</i>
Puissante et fiable pour analyser des données multivariées si, <u>et seulement si</u> , l'on étudie les corrélogrammes ou graphes de corrélation* (Borcard et Legendre, 2012 ; Diniz-Filho et al. 2013)	Coefficient $r$ global pour l'ensemble de la zone, ce qui peut être insuffisant : le calcul du $r$ doit être associé à l'analyse des corrélogrammes pour une explication fine des résultats (Borcard et Legendre, 2012 ; Diniz-Filho et al. 2013)
Extension possible du test : test partiel de Mantel (ajout d'une troisième variable potentiellement influente) (Smouse et al., 1986)	La puissance du test est moins bonne que d'autres (celle de Moran par exemple, comme présentée au tableau 2) sauf à étudier systématiquement les corrélogrammes et ce sur tout l'espace (la surface) concerné par l'étude (Legendre et al., 2015)

\* Le corrélogramme ou graphe de corrélation est une représentation graphique, souvent en bâton, parfois en courbe, des coefficients de corrélations calculés

**Tableau 1 : Intérêts et contraintes de l'approche de Mantel**

### ***Des méthodes alternatives ?***

Si la méthode de Mantel présente de nombreux avantages, les critiques qui ont été émises à son égard ont permis de déceler ses limites et les contraintes à respecter (tableau 1). Si cette méthode semble appropriée pour étudier un certain de nombre de situations agissant dans l'espace (en espace clos notamment), d'autres approches alternatives méritent d'être présentées afin de mieux comprendre les enjeux de la méthode de Mantel.

Pour étudier les ressemblances entre objets ou individus, plusieurs approches existent déjà et sont mobilisées essentiellement dans les champs de l'écologie ou de la géographie.

Globalement, les méthodes existantes s'appuient plutôt, d'une part, sur l'étude du nombre de voisins dans une même zone géographique (et non sur la distance) comme les approches de Moran (MEM), de régression géographiquement pondérée ou encore la méthode du noyau (KDE) et, d'autre part, à des échelles plus macroscopiques, impliquant notamment l'étude d'espaces géographiques ouverts (échelles régionales par exemple) comme l'analyse d'association spatiale LISA ou encore la régression géographiquement pondérée. Ces différentes méthodes spatiales sont présentées (principes, contraintes et champs d'application) dans le tableau 2, et comparées avec l'approche de Mantel. En marketing, certaines de ces méthodes ont été mobilisées mais sont le plus souvent soit descriptives dans un objectif de segmentation (*e.g.* Zinkhan et Locander, 1988), soit à l'échelle d'espaces géographiques ouverts : échelle territoriale de l'Europe (Lutz, 2019), de la ville (Zhang et al., 2011) ou d'un réseau de magasins (Rulence, 2003).

Méthodes alternatives <i>Principaux champs d'application</i>	Principe & Intérêt	Contraintes de la méthode alternative	Exemples d'applications en marketing	Comparaison avec Mantel <i>Intérêt de la méthode de Mantel dans le cadre d'une salle de restaurant</i>
<b>Analyse globale</b> 1/ Analyse MEM <i>Moran's Eigenvector Maps</i> (indice I) Moran (1950)  2/ Indice C de Geary Geary (1954)  <i>Ecologie</i>	Exprimer des relations entre populations à différentes échelles spatiales (Gilbert et Bennett, 2010). Deux approches voisines : 1/ Moran (1950) s'appuie sur : - La ressemblance entre voisins - Une comparaison de l'écart de la valeur d'un individu à la moyenne à la valeur de ses voisins à la moyenne (I de Moran), donc sur des variances (Oliveau, 2017) - Un diagramme 2/ Geary (1954) s'appuie sur un test simple et : - la notion de graphe de voisinage - une majorité de couples non voisins	- Mesures <b>globales</b> (pas de dimension locale) (Oliveau, 2017), inadapté aux petits espaces (Brunet et Dollfus, 1990) - Surestimation fréquente de $r$ et erreurs type I (Gilbert et Bennett, 2010) - Pas d'informations du diagramme sur la <b>significativité</b> des regroupements spatiaux (Oliveau, 2017)	- I de Moran, utilisé en marketing pour identifier l'existence d'une structure spatiale ordonnée (cohérence spatiale $x$ couverture territoriale) dans un réseau de magasins (Rulence, 2003) - I de Moran et C de Geary, utilisés pour étudier les prix de l'immobilier et mesurer l'influence du temps sur la dépendance spatiale sur (Devaux et Dubé 2016 in Cliquet et Baray, 2019, p.31)	- Meilleure <b>puissance statistique</b> de MEM à moins que l'approche de Mantel ne couvre toute la zone étudiée et considère systématiquement les corrélogrammes (Borcard et Legendre, 2012 ; Legendre et al., 2015) <i>Dans le contexte d'une salle de restaurant : la méthode de Mantel est intéressante à condition de considérer tout l'espace de la salle, c'est-à-dire toute la zone et pas seulement une partie, et d'analyser systématiquement les corrélogrammes</i>  - <b>Variables</b> différentes : Distance (Mantel) vs. graphe de voisinage/densité n'intégrant pas la distance (Geary et Moran) <i>Dans le contexte d'une salle de restaurant : Si c'est une distance qui est étudiée : Mantel est plus adapté ; si c'est le nombre de voisins autour d'une table qui est étudié, l'analyse MEM est préférable</i>
<b>Analyse locale LISA</b> <i>Local Indicators of Spatial Association</i> Anselin (1995) <i>Ecologie, géographie</i>	Décomposition de l'indice de Moran en isolant la part de chaque individu dans la mesure globale (Oliveau, 2005) - Ressemblance d'une unité spatiale avec ses voisines : contribution des indices locaux à l'indice global (Anselin, 1995) <i>via des hotspots</i> , des 'poches' (Oliveau, 2017) - Diagnostique l'instabilité locale (localisations atypiques) (Anselin, 1995)	- Méthode de régionalisation (Oliveau, 2017) - Mieux adaptée, à <b>l'échelle macroscopique</b> (territoire, région, pays), à des <b>espaces ouverts</b> (Oliveau, 2005)	Analyse LISA, utilisée pour souligner des 'clusters', une polarisation entre européens du nord et Européens du sud dans l'utilisation du commerce électronique (Lutz, 2019)	- Méthode de Mantel plus souple et adaptée à des <b>échelles méso</b> (échelle des interactions entre individus ou groupes d'individus) - Elle est plus adaptée pour des <b>espaces clos</b> ('population finie')  <i>Dans le contexte d'une salle de restaurant : la méthode de Mantel est préférable lorsque l'on étudie un espace clos (échelle méso)</i>
<b>Analyse de redondance (RDA)</b> <i>Redundancy Analysis</i> Borcard et al. (1992)  <i>Ecologie, psychométrie, biologie,</i>	Méthode de généralisation multivariée de l'analyse de la surface de tendance linéaire (Borcard et al. 1992) : - $\approx$ variance expliquée : dans quelle mesure la dispersion d'un ensemble est expliquée par celle d'un autre ? - Extension de régression multiple de données multivariées - Version canonique de l'ACP <sup>1</sup> (analyse en composantes principales) - Évaluer l'influence d'une matrice de variables indépendantes sur une matrice de variables dépendantes - Souple, utilisable avec de nombreux types de données	- Analyse de dispersion peu adaptée aux petits échantillons (Borcard et al. 1992) - Possibilité d'instabilité numérique (grand nombre d'axes successifs calculés) (Legendre et Legendre, 1998, p. 594) - Temps de calcul important (Legendre et Legendre, 1998, p. 594) - Résultats peu aisés à <b>interpréter</b> (Borcard et al. 1992) - Approche <b>descriptive</b> (Borcard et al. 1992)	Analyse RDA, utilisée pour segmenter les marchés (Zinkhan et Locander, 1988). Plus récemment utilisée par Pícha et Navrátil (2019) pour souligner des liens entre espace et modes de vie écologiques	- La méthode de Mantel permet une <b>interprétation</b> plus aisée et une stabilité numérique - L'approche est <b>explicative</b>  <i>Dans le contexte d'une salle de restaurant : la méthode de Mantel est préférable car elle permet, outre une interprétation simple des résultats, de connaître la significativité de la mesure via des tests de permutations</i>
<b>Méthode du noyau KDE :</b> <i>Kernel Density Estimation</i> Pluta et al. (2017)  <i>Ecologie, génétique</i>	Test de Mantel évolutif en s'appuyant sur les noyaux (Pluta et al., 2017) : - Mise en valeur des continuités - Mise en évidence de zones de forte concentration de population Alternative : Triangulation de Delaunay (voisins naturels) et diagramme de Voronoï : analyse de densité par noyau	- Mesure la <b>densité</b> (Pluta et al., 2017) - Fiabilité moindre car <b>valeurs lissées</b> et mise à l'écart des données en bord de zone étudiée (Di Salvo et al., 2005)	Méthode du noyau, utilisée pour souligner différents segments de consommateurs de produits biologiques, en fonction du revenu (Kim et al., 2018)	- <b>Variables</b> différentes : Distance (Mantel) vs. densité (KDE) <i>Utiliser la méthode de Mantel est préférable si c'est une variable de distance qui est étudiée</i> - <b>Poids différent des unités observées</b> : poids accordé plus important pour les unités plus proches du noyau (KDE) vs. <b>poids similaire accordé à l'ensemble des points</b> même en bords de la zone étudiée (Mantel), ce qui est plus adapté en mobilisant une notion de distance <i>Dans le contexte d'une salle de restaurant : la méthode de Mantel est préférable lorsque l'on étudie la distance sociospatiale car les unités (tables) situées en bord de zone étudiée (p. ex près d'une fenêtre, contre un mur) ont le même poids (que les tables du milieu de la salle par exemple) lorsque l'on considère la distance avec les unités (tables) voisines</i>

<p><b>Régression géographiquement pondérée (GRP)</b> <i>Geographically Weighted Regression</i></p> <p>Fotheringham et al. (2002)</p> <p><i>Géographie</i></p>	<p>Mesure hétérogénéité et homogénéité spatiale (Fotheringham et al., 2002) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lissage spatial par formule locale de régression linéaire</li> <li>- Paramètres : noyau, largeur de bande, distance et nombre de voisins</li> <li>- Analyse du nombre de voisins (densité) (Fotheringham et al., 2002)</li> <li>- Tests de (non)stationnarité</li> </ul> <p>Ne nécessite pas de partitionnement géographique de la population initiale</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inappropriée pour petits jeux de données (Loonis et al., 2018) mais restreinte : seuls les 1 000 voisins les plus proches sont considérés</li> <li>- Mieux adaptée, à l'échelle <b>macro géographique</b> (Fotheringham et al., 2002), à des <b>espaces ouverts</b></li> <li>- Temps de calcul important (Floch, 2016)</li> </ul>	<p>Régression géographiquement pondérée, utilisée comme outil de regroupement spatial afin de proposer une stratégie de <i>pricing</i> flexible (yield-management) aux hôtels de la ville de Pékin (Zhang et al., 2011)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Variables</b> différentes : Distance (Mantel) vs. densité (GRP) <i>Utiliser la méthode de Mantel est préférable si c'est une variable de distance qui est étudiée</i></li> <li>- Méthode de Mantel plus adaptée pour des <b>espaces clos</b> ('population finie')</li> <li>- Plus adaptée aux <b>grands échantillons</b> (plus de 1000) et à des <b>échelles méso</b> (échelle des interactions entre individus)</li> </ul> <p><i>Dans le contexte d'une salle de restaurant : la méthode de Mantel est préférable lorsque l'on étudie, sur de grands échantillons, l'ensemble de la zone, ce qui est adapté pour un espace clos, comme un restaurant (échelle méso).</i></p>
<p><b>Régression multiple sur matrices (MRM)</b> <i>Multiple Regression on distance Matrices</i></p> <p>Lichstein (2007)</p> <p><i>Ecologie</i></p>	<p>Régression multiple sur les matrices de distance, extension des tests partiels de Mantel (Lichstein, 2007)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Souple</li> <li>- La séparation des distances environnementales en matrices de distance distinctes permet de faire des inférences au niveau des variables individuelles</li> <li>- Différentes échelles spatiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu efficace pour considérer plusieurs configurations spatiales générées par l'environnement (Legendre et al., 2005)</li> <li>- Pas de prise en compte de la <b>directionnalité</b> (Legendre et Legendre, 1998, p. 724)</li> </ul>	<p>Pas d'application de MRM en marketing</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'analyse complémentaire du <b>corrélogramme</b> proposée par Mantel rend l'analyse plus complète et plus fiable (Borcard et Legendre, 2012 ; Diniz-Filho et al. 2013)</li> </ul> <p><i>Dans le contexte d'une salle de restaurant : les graphes de corrélation ou corrélogrammes doivent être analysés systématiquement</i></p>

**Tableau 2 : Méthodes alternatives et comparées à l'approche de Mantel**

### ***Une méthode d'analyse adaptée aux situations de coprésence***

La méthode de Mantel semble offrir de nombreuses possibilités d'application en sciences sociales (Zaninetti, 2007, p. 12). Les effets des interactions sociales sur le comportement d'individus coprésents, plus ou moins espacés les uns des autres, intéresse notamment les chercheurs en sciences du management (*e.g.* Bradlow et al., 2005 ; Fabbri, 2016 ; Guest, 2017). Cette coprésence reflète la présence simultanée d'individus ou de groupes d'individus dans un même lieu et un même intervalle de temps. Dans le domaine du marketing, un intérêt croissant a été porté aux nombreuses situations de services qui impliquent des interactions sociales (partager un repas au restaurant ou assister à un concert par exemple) et, en particulier, à la présence des autres clients inconnus : les coclients, dont le rôle au cours de l'expérience de service est central (Argo et al., 2005 ; Caméris et al., 2013). Étudier cet espace-temps partagé au sein duquel la notion de distance est centrale incite à utiliser la méthode de Mantel, dont l'objectif est justement d'examiner des phénomènes se produisant dans l'espace en fonction de variables de distance. C'est ici dans le contexte de repas au restaurant qu'elle est appliquée car il s'agit d'un lieu de service clos au sein duquel la coprésence est forte et sédentaire. S'appuyant sur le concept de distance sociospatiale, ce travail s'inscrit dans le champ de la proxémie.

## Contexte théorique d'application de la méthode

### *Mesure proxémique et type de distance retenu pour mobiliser la méthode de Mantel*

Pour caractériser les relations spatiales entre individus, différents concepts sont mobilisés dans la littérature, comme présenté au tableau 3. Ces notions diffèrent notamment par leur définition et par la méthodologie employée pour les étudier (Rustemli, 1992 ; Cristani, et al. 2011). À cet égard, Gifford (1983) et Codol (1985) notent une asymétrie, notamment due à la méthodologie employée, entre les effets perçus et les effets réels de la distance interpersonnelle sur les réactions individuelles.

Concept	Définition	Nature de la méthodologie souvent mobilisée	Principaux auteurs de référence en marketing
Densité de population	Nombre de personnes présentes dans un espace le plus souvent ouvert	Quantitative (comptage)	Rapoport, 1975
Densité sociale	Nombre perçu d'interactions involontaires et non contrôlables par l'individu dans un espace délimité	Qualitative (e.g. étude des perceptions)	Baum et Paulus, 1987 ; Bechtel, 1997 ; Grewal et al., 2014
Densité spatiale	Manque d'espace relatif à un phénomène d'encombrement		Bechtel, 1997 ; Mehta et al., 2013
Proximité	Distance subjective, perçue		Xu et al., 2012
Promiscuité	Proximité perçue trop forte		
Distance physique	Métrage en centimètres	Quantitative (métrage)	Luck et Benkenstein, 2015 ; Martin et Nuttall, 2017
Distance sociospatiale	Distance physique permettant une interaction, notamment visuelle (combinaison d'un métrage et d'un facteur sensoriel)	Quantitative (métrage et observations), parfois aussi (observations qualitatives)	Hall, 1968; McCall, 2015; McCall et Singer, 2015

**Tableau 3 : différents concepts pour approcher les relations spatiales interindividuelles**

Si ces notions sont conceptuellement distinctes (tableau 3), leurs frontières restent ténues et leurs effets vont souvent dans le même sens. Cristani et al. (2011) soulignent, par exemple, une fréquente association entre densité élevée et distance physique courte. Cherchant à étudier les effets d'espacement entre individus en interaction, ce travail s'inscrit dans l'approche de l'espace appelée proxémie, popularisée par Hall (1959 ; 1966 ; 1968). Il s'agit d'une méso-analyse de la notion d'espace combinant une dimension spatiale à une facette sensorielle liée à la vue (Rallet, 2002). De nombreux chercheurs en sciences de l'information (e.g. Moles et Rohmer, 1972 ; Walters et al., 2009), en psychologie (e.g. Low, 2003), en management (e.g. Fabbri, 2016) ou encore en marketing (Dion et Bonnin, 2004 ou Pauser et Wagner, 2019) s'ancrent dans ce champ. La proxémie s'appuie en particulier sur une mesure de la distance dite sociospatiale que nous retenons ici pour étudier les effets d'espacement entre clients qui ne se connaissent pas *a priori*, les coclients. Composée d'un critère métrique objectif et d'un facteur sensoriel interprété par l'observateur (le fait d'être visible ou non), la distance sociospatiale est donc un espacement métrique entre individus ou groupes d'individus qui intègre la possibilité

ou non d'interagir (Hall, 1968), notamment via la plus ou moins grande visibilité entre interactants et/ou l'interaction visuelle (McCall, 2015 ; McCall et Singer, 2015). L'analyse se situe par conséquent à l'échelle mésoscopique, qui reflète l'échelle d'observation des interactions sociales, invisibles à l'échelle macrosociale (*i.e.* classes sociales, modes de vie) et inaccessible au niveau micro social (foyer) et micro-individuel de la conscience/inconscience de l'individu (Desjeux, 2006). La méthode de Mantel que nous allons ensuite appliquer est particulièrement adaptée aux échelles mésoscopique et n'a pas encore été mobilisée dans le domaine du comportement du consommateur. À cet égard, la littérature a également peu examiné les effets de distances interpersonnelles en matière d'orientation des choix de produits des individus ainsi que de dépenses réelles (Robson, 2002 ; Xu et al., 2012). C'est dans ce contexte que la méthode de Mantel est appliquée dans la section suivante. Au préalable, nous présentons les fondements théoriques sous-jacents à l'étude des effets de distance en contexte de service, et qui permettront de poser des hypothèses de recherche.

### ***Des effets de la distance en fonction du type de coprésence : les apports de la théorie de l'identité sociale***

L'abondante littérature traitant des influences sociales, notamment en psychologie sociale, souligne que la simple présence d'autrui dans l'environnement d'un individu influencerait son comportement (Latané, 1981 ; Tajfel et Turner, 1979). Deux théories sous-jacentes à l'étude des effets de distances interindividuelles sont mobilisées ici :

Premièrement, la théorie de l'impact social de Latané (1981) note que l'un des principaux déterminants de toute forme d'influence sociale est la distance interindividuelle, inconsciemment ancrée en mémoire par l'individu. L'impact social, reflétant tout effet de la présence d'autrui sur une population donnée (Latané, 1981) serait proportionnel à l'inverse du carré de la distance entre deux personnes (Latané et al., 1995) : ainsi, plus la distance augmente entre deux individus, moins l'impact sur ses choix serait fort. Toutefois, ces effets seraient nuancés lorsque l'individu réalise ses choix au sein d'un groupe.

Deuxièmement, la théorie de l'identité sociale développée par Tajfel et Turner (1979 ; 1986) établit, en effet, que la simple existence d'un groupe engendre des comportements de différenciation vis-à-vis de l'exogroupe afin de favoriser une identité collective positive au sein de l'endogroupe. Une distance plus courte entre deux groupes d'individus aurait alors tendance à engendrer des comportements de différenciation intergroupes. Plus précisément, la façon de se différencier dépendrait de la proximité intergroupe, de la similarité intergroupe perçue mais



aussi du contexte dans lequel se situe le groupe (Tajfel et Turner, 1986). Il est alors intéressant de confronter ces travaux sur la coprésence aux travaux plus empiriques menés dans un contexte d'achat et de consommation. À cet égard, puisque la densité et la distance - deux notions souvent positivement liées - ont des effets différents selon que les individus sont en mouvement ou, au contraire, plus immobiles (Iachini et al., 2016), nous distinguons les effets d'espace en cas de coprésence mobile vs. sédentaire.

### - Effets de la distance en situation de coprésence mobile

En situation de coprésence mobile (déambulation des clients les uns à côté des autres dans un magasin par exemple), quelques travaux soulignent des effets de la distance physique sur les réactions individuelles (tableau 4). En magasin, une distance interpersonnelle courte influencerait négativement les perceptions du produit par le consommateur et engendrerait une durée réduite passée dans le magasin, une intention plus faible de dépenser (Martin, 2012 ; Martin et Nuttall, 2017) et un report d'achat plus fréquent (Luck et Benkenstein, 2015). Les émotions négatives alors ressenties feraient percevoir au client des alternatives de choix moins nombreuses (Luck et Benkenstein, 2015).

En corollaire, une forte densité sociale ou spatiale (*i.e.* encombrement et interactions sociales involontaires perçues par l'individu) engendrerait plus d'émotions négatives via des réactions de stress, d'excitation et la volonté de quitter l'espace plus vite (*e.g.* Dion, 2000 ; Mattila et Wirtz, 2008 ; Li et al., 2009). Selon leur culture (Dion et Bonnin, 2004 ; Mehta et al., 2013), les individus seraient prêts à payer davantage pour des services additionnels si ces derniers permettent d'atténuer l'impression de foule (Pan et Siemens, 2011). En matière de choix de produits, l'encombrement d'allées de magasins (étroites vs. larges) inciterait les consommateurs américains à rechercher des produits plus variés afin de se différencier des autres personnes, perçues comme trop proches (Levav et Zhu, 2009). Le tableau 4 récapitule les effets de la distance et de la densité en cas de coprésence mobile.

Coprésence mobile <i>Terrain privilégié : magasin</i>		Variables indépendantes	
		Quand la distance physique/sociospatiale est plus courte, alors :	Quand la densité spatiale/sociale est plus forte, alors :
Variables dépendantes	Affect (émotions, ressentis, impressions, stress, plaisir)	↗Émotions négatives (Luck et Benkenstein, 2015)	↗Émotions négatives (densité sociale : Argo et al., 2005 ; ou spatiale : Mattila et Wirtz, 2008 ; Pan et Siemens, 2011) ↗ Stress (Li et al., 2009)
	Réactions pendant l'épisode d'achat (durée, dépenses)	↘Dépenses (Martin, 2012) ↘Durée des courses (Martin et Nuttall, 2017)	↘Dépenses (Mehta et al. 2013)

Orientation des choix de produits	↘ Nombre de produits considérés ou choix de produits repoussé à plus tard (Luck et Benkenstein, 2015)	Choix plus variés (Levav et Zhu, 2009) ↗ Achats impulsifs (Densité sociale : Mattila et Wirtz, 2008 ; ou spatiale : Pan et Siemens, 2011)
Réactions post-achat (évaluation, satisfaction, intention de recommander)	↘ Évaluation de l'expérience (Martin, 2012 ; Martin et Nuttall, 2017)	↘ Satisfaction (Pan et Siemens, 2011 ; Zehrer et Raich, 2016), notamment si émotions négatives ressenties avant l'achat (Eroglu et al., 2005) ↗ Satisfaction si émotions positives présentes avant l'achat (Eroglu et al., 2005)

**Tableau 4 : Effets de la distance vs. de la densité en cas de coprésence mobile**

**- Effets de la distance en situation de coprésence sédentaire**

Dans un contexte de coprésence sédentaire (consommation sur place par exemple reflétant une forme de 'sédentarité temporaire'), une courte distance physique aux autres (deux voyageurs assis côte-à-côte dans un train) créerait du stress chez le passager (Evans et Wener, 2007) en raison d'un manque d'espace perçu dû au franchissement des distances intimes et personnelles (Marchand et Weiss, 2009). Lorsque l'environnement est encombré (attente dans un aéroport, restaurant bondé), la distance interindividuelle a des effets négatifs sur le niveau de satisfaction des clients (Robson et Kimes, 2009 ; Mattila et Hanks, 2012) mais aussi sur leurs dépenses et le temps passé dans un restaurant, notamment si la distance inter-tables est inférieure à 50 cm (Robson et Kimes, 2009 ; Robson et al., 2011). En étudiant les effets combinés des distances sociospatiales entre le client, les coclients et les personnels, Clauzel et Riché (2015) soulignent également des effets négatifs d'une courte distance sur la durée et les dépenses estimées par les observateurs, excepté pour les clients seuls qui cherchent un niveau minimum de proximité à autrui. En corollaire, des effets négatifs d'une forte densité (*i.e.* perçue) sont notés sur l'intention de dépenser et les dépenses (Kimes et Robson, 2004 ; Hwang et Yoon, 2009), sur le niveau de satisfaction et l'intention de recommander (Kim et Park, 2008) mais aussi sur la durée de consommation via un effet « sardine » perçu (Kimes et Robson, 2004 ; Chen et al., 2009 ; Song et Noone, 2017). Toutefois, si un lien fort entre forte densité et émotions négatives est relevé (Tseng et al., 2009), ces émotions deviendraient positives lorsque les clients sont seuls (Hwang et al., 2018). À notre connaissance, seuls Xu et al. (2012) étudient les effets de la densité (espaces perçus bondés vs. non bondés) sur les choix de produits en cas de coprésence sédentaire. Lors du choix d'un produit, l'individu choisirait des options que d'autres jugent *a priori* souhaitables, mais si la proximité avec les autres est subie (non contrôlable), il exprimerait son individualité en choisissant des produits le différenciant des autres. Le tableau 5 récapitule les effets de la distance et de la densité en cas de coprésence sédentaire.

Coprésence sédentaire Terrains privilégiés : restaurant, avion, train		Variables indépendantes	
		Quand la distance physique/sociospatiale est plus courte, alors :	Quand la densité spatiale/sociale est plus forte, alors :
Variables dépendantes	Affect (émotions, ressentis, impressions, stress, plaisir)	↗Stress (Evans et Wener, 2007) Rejet des coclients trop proches en plaçant ses effets personnels sur les sièges non occupés (Robson, 2002)	↗Émotions négatives (Tseng et al. 2009) ↗Émotions positives pour les clients seuls (Hwang et al., 2018)
	Réactions pendant l'expérience de consommation (durée, dépenses)	↘Durée (Robson et Kimes, 2009 ; Robson et al., 2011 ; Clauzel et Riché, 2015) ↘Dépenses estimées (Robson et Kimes, 2009 ; Robson et al., 2011) sauf si client seul (Clauzel et Riché, 2015) → Peu de littérature étudiant les dépenses réelles	↘Durée (Kimes et Robson, 2004 ; Chen et al., 2009) ↘Intention de dépenser (Hwang et Yoon, 2009) ↘Dépenses (Kimes et Robson, 2004)
	Orientation des choix	→ Manque de littérature sur l'influence de la distance physique sur les choix du consommateur	Choix différenciés pour se distinguer si intrusion non contrôlable (Xu et al., 2012)
	Réactions post-achat (évaluation, satisfaction, intention de recommander)	↘Satisfaction (Mattila et Hanks, 2012)	↘Évaluation de l'expérience (Tseng et al. 2009) au restaurant (Hanks et al., 2017) ↘Satisfaction (Chen et al., 2009 ; Tseng et al. 2009 ; Song et Noone, 2017) ↘Intention de recommander (Kim et Park 2008)

**Tableau 5 : Effets de la distance vs. de la densité en cas de coprésence sédentaire**

### *Hypothèses de recherche*

D'après la théorie de l'identité sociale, plus la distance intergroupe est petite plus les groupes auraient tendance à se différencier (Tajfel et Turner, 1979 ; 1986). Les travaux étudiant la distance sociospatiale et les choix de produits, ou les dépenses réelles, dans un contexte de consommation restent néanmoins rares. Toutefois, lorsque l'on étudie les perceptions individuelles en environnement dense et en situation de coprésence sédentaire, Xu et al. (2012) notent que le consommateur se différencierait en choisissant des produits distinctifs si la proximité avec ses voisins n'est pas contrôlable. En contexte de coprésence mobile en magasin, les choix seraient plus variés lorsque les coclients sont perçus comme trop proches (Levav et Zhu, 2009). Ces éléments laissent ainsi supposer que plus la distance sociospatiale entre groupes de coclients est courte, plus les choix seraient variés (H<sub>1</sub>). Par ailleurs, les résultats de Robson et Kimes (2009), Robson et al. (2011) ou Clauzel et Riché (2015) suggèrent que les dépenses estimées par les enquêteurs baissent à mesure que la distance physique baisse, ce qui laisse supposer un impact négatif d'une distance sociospatiale plus courte sur la dépense réelle par personne (H<sub>2</sub>). Ces éléments conduisent à poser les deux hypothèses suivantes :

*H<sub>1</sub> : Plus la distance sociospatiale entre groupes de consommateurs est courte, plus les choix tendent à être hétérogènes.*

*H<sub>2</sub> : Plus la distance sociospatiale entre groupes de consommateurs est courte, plus les dépenses tendent à baisser.*

## **Une application de la méthode de Mantel au cas de la consommation au restaurant**

### ***Méthodologie***

*Collecte des données et précautions méthodologiques.* La méthode de Mantel est appliquée ici à 5067 repas pris au restaurant. Deux établissements de type brasserie situés à Paris ont été étudiés. Leur positionnement est comparable d'un point de vue tarifaire (prix moyens des plats compris entre 10,50€ et 18€), culinaire (salades, viandes, pâtes, pizzas) et géographique (même quartier). La largeur de la gamme varie de 11 à 17 plats proposés à la carte. L'un des deux établissements est composé de trois salles indépendantes : ainsi, l'offre proposée aux clients est exactement la même (carte-menu, prix, localisation, design, ambiance, ...) excepté la configuration des salles et la position des tables. Complices durant la période de collecte, les deux managers et leur équipe ont permis de contrôler plusieurs facteurs exogènes : absence de musique, absence de déplacement des tables pendant la récolte des données sans nous en informer, pas de plat du jour durant toute la collecte (seule une suggestion identique tout au long de la collecte sur un restaurant), pas de modification des cartes-menu ni des tarifs durant la période, un seul serveur par table. Nous considérons ainsi quatre salles nommées dans la suite de l'article  $S_1$  à  $S_4$ .

*Échantillons.* Concernant les trois salles du même site, 2 755 tickets ont été obtenus<sup>2</sup> pour les 3 salles, nommées  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$  (1 358 clients pour  $S_1$ , 618 clients pour  $S_2$  et 2 134 clients pour  $S_3$ ).  $S_1$  comporte 45 tables ;  $S_2$  comprend 22 tables et  $S_3$  comprend 43 tables. 24 observations n'ont pu être analysées du fait d'une insuffisance d'informations sur le ticket. Le manager de la salle  $S_4$ , comprenant 15 tables, nous a fourni 375 tickets de commandes, soit 957 individus étudiés.

*Données obtenues.* Les tickets de caisse informent sur les éléments suivants : mets et boissons commandés par les clients, numéro de table, nombre de clients par table, prix, heure de commande, date du repas. Avec le concours des managers, les informations obtenues concernant les deux restaurants sont les suivantes : cible assez homogène (professionnels et clientèle française locale ; plutôt jeunes pour les deux sites) ; carte et gamme comparables ; prix ; plans du restaurant (annexe 1).

*Les variables considérées pour appliquer la méthode de Mantel.*

*La distance sociospatiale.* Sa mesure s'appuie sur l'écart en centimètres entre deux groupes d'individus et sur la plus ou moins grande visibilité entre interactants (Hall, 1968 ; McCall, 2015 ; McCall et Singer, 2015). Hall (1968) distingue quatre types de distance sociospatiale parmi lesquels deux modalités sont identifiées : la modalité proche regroupant les distances intime (0-45cm) et personnelle (45-120cm) ; et la modalité lointaine regroupant les distances sociale (120-370cm) et publique (plus de 370cm)<sup>3</sup>. Outre cet écart métrique observé entre groupes d'individus (à partir du centre des tables), nous considérons donc également un critère de visibilité (visible vs. peu ou non visible). À partir de 1,20 mètre (distances 'sociale' et 'publique'), il est toujours possible de suivre une conversation mais cette distance plus impersonnelle implique, le plus souvent, une moins bonne visibilité des détails des coprésents et de ce qui les entoure (Hall, 1966). La modalité 'lointaine' est alors rarement associée à une bonne visibilité (si c'est le cas, le codage est de 0). Les tables proches et visibles entre elles sont codées 0 et les tables difficilement visibles entre elles, qu'elles soient proches ou loin, sont codées 1. Les situations possibles sont présentées au tableau 6. Un exemple de matrice de distance, celle de la salle S<sub>4</sub>, est proposé en figure 1.

Type de distance sociospatiale	Visibilité	Codage
Proche ('intime' ou 'personnelle')	Bonne	0
Proche ('intime' ou 'personnelle')	Mauvaise ou impossible <i>Exemple : muret entre deux tables proches rendant difficile la visibilité</i>	1
Lointaine proche ('sociale')	Moyenne à bonne <i>Exemple : deux tables séparées d'1,50m mais avec une visibilité dégagée permettant de voir correctement le plat de l'autre table</i>	0
Lointaine ('sociale' ou 'publique')	Mauvaise ou impossible <i>Par définition, la distance publique implique une visibilité réduite ou mauvaise (Hall, 1966)</i>	1

**Tableau 6 : codage des situations retenues (distance sociospatiale x visibilité)**

*Le nombre de clients par table.* Compte tenu de la nature des données obtenues, nous n'avons pas d'informations sur le contexte intra-table (famille, amis, collègues, etc.). Toutefois, connaissant le nombre de clients par table, des tests partiels de Mantel ont été réalisés afin de vérifier si les résultats obtenus restent les mêmes lorsque la variable « nombre de clients à table » est contrôlée.

*La temporalité du service.* L'ensemble des analyses a été mené pour chaque service (62 services S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> et 13 services pour S<sub>4</sub>) de chaque jour étudié (service du lundi midi, du lundi soir, du mardi midi, etc.).

*La surface moyenne par table ou ratio d'implantation.* Parmi les renseignements reçus, le plan, le nombre de tables et les différentes surfaces ont permis de calculer une surface

moyenne allouée par table mesurée en mètres carrés pour chaque salle : S<sub>1</sub> (3,31m<sup>2</sup>), S<sub>2</sub> (2,85m<sup>2</sup>), S<sub>3</sub> (1,97m<sup>2</sup>) et S<sub>4</sub> (1,88m<sup>2</sup>). Le calcul de cette surface, appelée en pratique ‘ratio d’implantation’, s’appuie sur le produit ‘longueur x largeur’ de la surface comprenant la table et les chaises<sup>4</sup>.

*Prétest.* Les mesures de distances et de visibilité ont fait l’objet d’un double codage par l’enquêteur et par le manager de chaque restaurant. Les deux codages ont été faits indépendamment l’un de l’autre et ajustés (à la marge) plutôt en faveur du codage-restaurateur, avec un indice d’agrément de près de 90%. Un prétest a ensuite été réalisé pour vérifier les matrices de distance. Il a pris la forme d’une simulation de repas avec les personnels en contact, certains collègues de l’enquêteur et trois étudiants assis à chaque table un matin en dehors de tout service. Il s’agissait principalement de vérifier les mesures, la façon de déplacer/regrouper les tables, la possibilité (ou non) de contrôler un maximum de facteurs exogènes (musique, déambulation, nombre de serveurs par table, absence de conseil/recommandation, absence de plat du jour) et la (plus ou moins forte) visibilité.

### ***Les étapes de la méthode de Mantel appliquée au cas des restaurants***

Il s’agit ici de tester l’indépendance entre les choix et les dépenses des clients avec la distance sociospatiale qui existe entre les tables (H<sub>0</sub>, hypothèse statistique nulle).

*Étape 1 : construire les matrices de distance/(dis)similarité.*

*La matrice de distance.* Elle se construit à partir des mesures réalisées et prétestées, et du plan du restaurant (numéro des tables et emplacement dans la salle). Certaines tables, collées les unes aux autres, ont été regroupées deux à deux parce qu’elles sont occupées par plus de deux clients. Au final, 6 groupes de tables ont été conservés (tables A à F dans la figure 1). La matrice présente la plus ou moins grande ‘visibilité x distance’ entre les tables. Les quatre salles étudiées sont comparables en termes de répartition de distances sociospatiales : elles présentent une proportion proche de codages ‘0’ (distance sociospatiale proche et bonne visibilité : entre 53% et 60%) et de codages ‘1’ (distance sociospatiale lointaine ou mauvaise visibilité).

**Matrice de distances (distance métrique x visibilité)**

	Tables A	Tables B	Tables C	Tables D	Tables E	Tables F
Tables A						
Tables B	0					
Tables C	0	1				
Tables D	1	0	1			
Tables E	1	1	0	0		
Tables F	0	1	1	0	0	

**Figure 1 : matrice de distance sociospatiale (exemple pour la salle S<sub>4</sub>)**

*La matrice de (dis)similarité entre les choix des consommateurs.* La similitude entre les commandes de produits est ensuite considérée par service (figure 2). Les plats ont été privilégiés car les entrées, desserts ou boissons (alcoolisées ou non) sont l'objet de processus de choix différents, parfois collectifs. Les plats ont été regroupés en catégories culinaires (*e.g.* viande rouge, volaille, poisson, pizzas, pâtes, salades) au sein desquelles les prix sont homogènes. Deux catégories ont été retenues pour la salle S<sub>4</sub> (pâtes et salades) car ils représentent 74% des commandes. Trois catégories de plat ont été retenues pour S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> (pizzas, viande et salades) représentant 81% des commandes totales. Les fréquences de commande par catégorie de plats et par zone de table ont ensuite été calculées (*i.e.* la part de commande) pour chaque service du midi et du soir via le rapport entre le nombre de commandes de la zone, de salades par exemple, et le nombre total de commandes de cette même zone. Enfin, pour mesurer la (dis)similarité entre les observations, l'analyse de similitude menée s'est appuyée sur des calculs de corrélations. Outre sa simplicité de calcul et sa fiabilité pour vérifier des effets de similitude (Degenne et Vergès, 1973 ; Guy et al., 2012), la corrélation permet de résumer si, quand des variables covarient, un écart à la moyenne d'une variable est accompagné par un écart dans le même sens, ou dans le sens opposé, de l'autre. Pour vérifier l'éventuelle similarité ou dissimilarité de choix entre les zones de table, nous avons ainsi calculé, pour chaque catégorie de plats, les corrélations moyennes entre les parts de commandes pour chaque service. La figure 2 présente la matrice d'association des choix (pâtes) pour la salle S<sub>4</sub>. Les commandes de pâtes réalisées au sein des tables A et D sont, par exemple, corrélées avec un coefficient positif et significatif de 0,31 (p=0,000), indiquant que les variations dans les choix vont dans le même sens entre ces deux zones de tables.

**Matrice d'association des choix (corrélations entre les parts de commandes de plats)**

Coefficient de corrélation (pvalue)	Tables A	Tables B	Tables C	Tables D	Tables E	Tables F
<b>Tables A</b>						
<b>Tables B</b>	-0,228 (0,001)					
<b>Tables C</b>	-0,118 (0,039)	0,346 (0,003)				
<b>Tables D</b>	0,310 (0,000)	-0,252 (0,115)	0,357 (0,000)			
<b>Tables E</b>	0,267 (0,098)	0,369 (0,149)	-0,047 (0,203)	-0,257 (0,024)		
<b>Tables F</b>	0,015 (0,003)	0,471 (0,048)	0,234 (0,348)	0,129 (0,002)	-0,143 (0,049)	

**Figure 2 : matrice de similarités dans les choix (exemple pour la salle S<sub>4</sub>)**

*Les dépenses.* De la même façon, les matrices de dépenses sont construites à partir des corrélations entre les dépenses pour chaque couple de tables. Si, dans nos données, les dépenses et la (dis)similarité des choix sont corrélées positivement, la force de leur lien est faible (le plus souvent inférieure à 0,10). Selon les balises de Cohen (1988), cette faible taille d'effet justifie de vérifier les incidences de notre variable indépendante sur chaque variable dépendante (similarité des choix et dépenses).

*Étape 2 : calcul de corrélation  $r$  entre les matrices.* Les matrices de distance et de (dis)similarité peuvent ensuite être corrélées l'une avec l'autre via la méthode de Mantel. Par exemple, pour la catégorie des salades, le calcul de corrélation entre les tables A et B est le suivant :

$$r = \frac{1}{n-1} \frac{\text{cov}(\text{part de commandes de salades table A ; part de commandes de salades table B})}{\sqrt{V(\text{part de commandes de salades table A})} \cdot \sqrt{V(\text{part de commandes de salades table B})}}$$

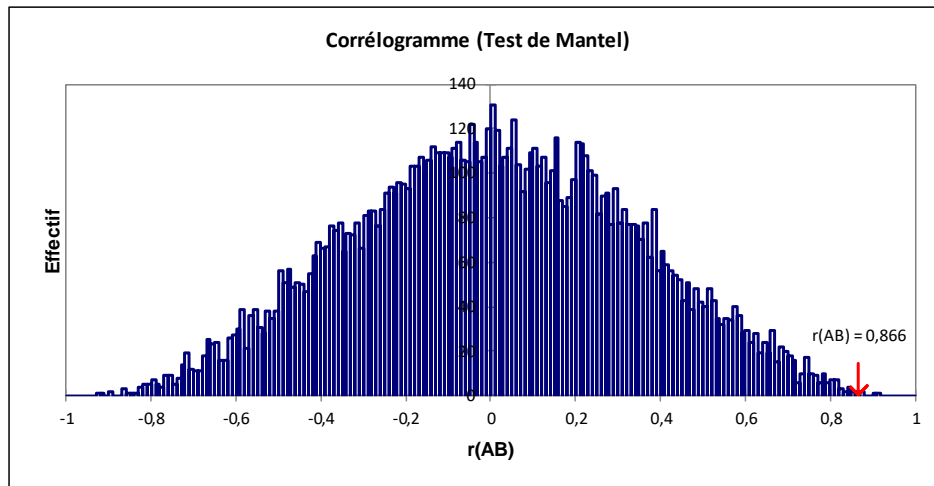
Où cov : covariance entre les deux variables et V représente la variance.

*Étapes 3 et 4 : permutations aléatoires des éléments d'une matrice et calcul d'un nouveau coefficient de corrélation.* 10 000 permutations aléatoires de la matrice de (dis)similarité ont été réalisées avec un recalcul systématique du coefficient de corrélation entre les deux matrices.

*Étape 5 : Tracé du corrélogramme ou graphe des corrélations.* La distribution des corrélations obtenues à chaque permutation permet de représenter graphiquement un corrélogramme dont les pics reflètent les valeurs significativement différentes de 0 (hors de l'intervalle de plus ou moins 2 écart-types puisque nous retenons un taux d'erreur de 5%). La figure 3 illustre le corrélogramme obtenu par exemple pour la salle S<sub>4</sub> (catégorie des pâtes).

*Étape 6 : Test de significativité.* La probabilité critique, ou *pvalue*, définie comme le niveau significatif le plus bas auquel l'hypothèse d'indépendance peut être rejetée, permet alors de savoir si le coefficient de corrélation est significatif.





$r$	0,866
$p$	0,001
Alpha	0,05
Nombre de permutations	10000
Ecart type	0,332

Interprétation du test :

H0 : Les matrices ne sont pas corrélées.

H1 : Les matrices sont corrélées.

Etant donné que la  $p$ -value calculée est inférieure au niveau de signification  $\alpha=0,05$ , on doit rejeter l'hypothèse nulle H0, et retenir l'hypothèse alternative H1.

**Figure 3 : test de Mantel (exemple pour les choix de plats dans la salle S4)**

### ***Résultats et interprétation des tests de Mantel***

*L'interprétation possible du test de Mantel.* Elle dépend du signe des corrélations observées et de la significativité du coefficient obtenu :

- Si la **corrélacion est significativement négative**, cela signifie que plus les tables sont proches et visibles, plus les commandes se ressemblent (*i.e.* lorsque la distance sociospatiale baisse, la similarité augmente). Les choix sont alors uniformes entre clients qui ont tendance à faire des choix similaires à leurs voisins. Concernant les dépenses, si la corrélation est négative, cela signifie que plus les tables sont proches et visibles, plus les dépenses augmentent (distance plus courte et bonne visibilité, dépenses plus élevées).
- Si, au contraire, la **corrélacion est significativement positive**, cela signifie que plus les tables sont proches et visibles entre elles, moins les commandes se ressemblent (*i.e.* lorsque la distance sociospatiale baisse, la similarité baisse). Les choix sont alors plutôt hétérogènes. Les clients ont tendance à faire des choix différents de leurs voisins : l'exemple présenté en figure 3 est l'illustration de ce cas avec un coefficient de corrélation significatif de + 0,866

( $p = 0,001$ ) pour la catégorie des pâtes. De la même façon pour les dépenses, si la corrélation est positive, plus la distance sociospatiale inter-tables est intime, plus les dépenses baissent.

*Les résultats des tests de Mantel.* Le tableau 7 présente une vision synoptique des résultats obtenus sur les 75 services.

*Les effets de la distance sur les choix de produits.* Les taux de corrélations entre matrices, significatifs pour l'ensemble des analyses menées dans les 4 salles au cours des 75 services, sont tantôt positifs tantôt négatifs selon la salle étudiée. Une influence significative de la distance sociospatiale sur les choix de plats apparaît. L'analyse spatiale de Mantel permet de conclure sur le sens pris par l'influence identifiée (tableau 7) :

- Concernant les salles  $S_1$  et  $S_2$ , plus les tables sont proches et visibles entre elles, plus les choix sont uniformes.
- Concernant les salles  $S_3$  et  $S_4$ , les choix des consommateurs ont tendance à être hétérogènes à mesure que les tables sont visibles et proches.

Si les salles étudiées sont initialement comparables en termes de répartition des distances sociospatiales, deux groupes distincts de salles apparaissent après les tests de Mantel. Ces deux groupes de salles ( $S_1 / S_2$  vs.  $S_3 / S_4$ ) offrent notamment une surface moyenne en mètres carrés par table différente (*i.e.* le ratio d'implantation (RI) des tables qui s'appuie sur un critère exclusivement métrique) : plus 'aéré' pour  $S_1$  et  $S_2$  (RI=3,09 m<sup>2</sup>) et plus 'confiné' pour  $S_3$  et  $S_4$  (RI=1,92m<sup>2</sup>). Les résultats des tests simples et partiels<sup>5</sup> de Mantel permettraient de valider  $H_1$  (choix différenciés si la distance sociospatiale baisse) lorsque la surface moyenne par table est plus faible (espace 'plus confiné'). Toutefois, puisque ce n'est pas le cas lorsque l'espace est plus 'aéré', nous ne pouvons pas valider  $H_1$  dans un contexte de coprésence sédentaire (tableau 7), ce qui est discuté dans la section suivante.

*Les effets de la distance sur les dépenses.* Les résultats soulignent globalement des effets comparables à ceux obtenus sur les choix, notamment sur la distinction entre les salles  $S_1$  et  $S_2$  vs.  $S_3$  et  $S_4$ . Cependant, les niveaux de significativité sont plus variables et les résultats plus nuancés. Les dépenses baissent significativement à mesure que les voisins sont proches et visibles dans les salles  $S_3$  et  $S_4$  (pour deux catégories de produits sur trois), avec une moyenne de dépenses par plat (et par personne) de 14,75€. Concernant les salles  $S_1$  et  $S_2$ , seules trois mesures sur six permettent de noter que les dépenses augmentent lorsque les voisins sont proches et visibles, avec une dépense moyenne par personne et par plat de 16,9€. La dépense par plat et par personne augmente ainsi en moyenne de 2,2€ dans les salles  $S_1$  et  $S_2$  dans

lesquelles la surface moyenne par table est plus élevée. Si l'hypothèse 2 serait validée dans les aménagements plus confinés, elle est infirmée dans un contexte d'aménagement plus aéré, ce qui nous conduit à invalider H<sub>2</sub> (tableau 7), comme discuté dans la section suivante.

Salle	Spécificités du contexte étudié	Effets de la distance sur le choix...	... en contrôlant le nombre de clients (tests partiels de Mantel)	Effets de la distance sur les dépenses	Interprétation
S <sub>1</sub>	Espace fixe : 45 tables Données : 1 358 clients, 62 services Nb. client / table : 2,49 Ratio d'implantation : 3,31m <sup>2</sup>	$r_{Pizzas} = -0,51$ $p=0,010$ $r_{Viande} = -0,26$ $p=0,04$ $r_{Salade} = -0,62$ $p = 0,000$	$r_{Pizzas} = -0,021$ $p=0,750^*$ $r_{Viande} = -0,024$ $p=0,881$ $r_{Salade} = -0,41$ $p=0,052^*$	$r_{Pizzas} = -0,333$ $p=0,071$ $r_{Viande} = -0,022$ $p=0,882$ $r_{Salade} = -0,408$ $p=0,046$ Dép. moy/pers. /plat : 17,388€	Choix uniformes Dépenses en hausse Tendance à faire des choix <b>ressemblant</b> à ceux des voisins les plus proches et visibles
S <sub>2</sub>	Espace fixe : 22 tables Données : 618 clients, 56 services Nb. client / table : 1,87 Ratio d'implantation : 2,85m <sup>2</sup>	$r_{Pizzas} = -0,39$ $p=0,020$ $r_{Viande} = -0,47$ $p=0,000$ $r_{Salade} = -0,42$ $p = 0,051$	$r_{Pizzas} = -0,35$ $p=0,032$ $r_{Viande} = -0,40$ $p=0,056^{**}$ $r_{Salade} = +0,032$ $p=0,848$	$r_{Pizzas} = -0,445$ $p=0,023$ $r_{Viande} = -0,122$ $p=0,761$ $r_{Salade} = +0,269$ $p=0,098$ Dép. moy/pers. /plat : 16,467€	
S <sub>3</sub>	Espace fixe : 43 tables Données : 2 134 clients, 62 services Nb. client / table : 1,99 Ratio d'implantation : 1,97m <sup>2</sup>	$r_{Pizzas} = +0,64$ $p=0,000$ $r_{Viande} = +0,88$ $p=0,001$ $r_{Salade} = +0,59$ $p = 0,021$	$r_{Pizzas} = +0,51$ $p=0,023$ $r_{Viande} = +0,73$ $p=0,011$ $r_{Salade} = +0,114$ $p=0,838$	$r_{Pizzas} = +0,606$ $p=0,057$ $r_{Viande} = +0,490$ $p=0,014$ $r_{Salade} = +0,180$ $p=0,672$ Dép. moy/pers. /plat : 15,163€	Choix hétérogènes Dépenses moindres
S <sub>4</sub>	Espace fixe : 15 tables Données : 957 clients, 13 services Nb. client / table : 3,38 Ratio d'implantation : 1,88m <sup>2</sup>	$r = +0,866$ $p = 0,001$	$r = +0,898$ $p=0,000$	$r = +0,871$ $p < 0,001$ Dép. moy/pers. /plat : 14,326€	Tendance à faire des choix <b>différents</b> des voisins les plus proches et visibles

\* Les résultats ont été grisés car ils ne sont pas statistiquement significatifs

\*\* Même s'ils dépassent un peu le seuil de 0,05, nous considérons ces résultats comme étant directionnellement significatifs

**Tableau 7 : Résultats des tests de Mantel sur l'ensemble des salles**

## Discussion, apports et perspectives

### *Discussion et implications.*

*Implications méthodologiques.* Cet article présente une méthode d'analyse spatiale originale en sciences de gestion. Adaptée aux contextes de coprésence sédentaire, la méthode de Mantel permet de vérifier l'(in)dépendance entre des matrices de distanciation / (dis)similarités. La transversalité d'usage de cette méthode, empruntée à d'autres disciplines, la biostatistique et l'écologie principalement, est importante en management tant les situations de coprésence y sont nombreuses. Les méthodes d'analyse spatiale qui existent portent principalement sur l'analyse du nombre de voisins (*e.g.* indice de Moran), l'étude de flux à des échelles géographiques urbaines et des espaces ouverts (*e.g.* analyse LISA, GRP) ou encore sur des approches descriptives (*e.g.* redondance). En marketing, certaines d'entre elles sont mobilisées pour étudier des situations de coprésence mobile mais les travaux portant sur les coclients sédentaires sont plus rares, récents et étudient surtout la densité spatiale - *i.e.* perçue - et ses effets sur la satisfaction ou encore les émotions (*e.g.* Hwang et al., 2018). Par ailleurs, ils considèrent peu l'orientation des choix de produits par les clients au regard d'effets de distance. Mesurer le 'comportement proxémique' en contexte de coprésence sédentaire est alors un défi méthodologique qui interroge les chercheurs de nombreuses disciplines, en management (Bradlow et al. 2005 ; Mc Call, 2015) ou ici en comportement du consommateur.

*Implications théoriques.* Outre un apport méthodologique, cet article contribue au champ de la consommation partagée de service et, en particulier, aux travaux sur le rôle de l'espacement interpersonnel en cas de coprésence (*e.g.* Levav et Zhu, 2009 ; Robson et al., 2011 ; Clauzel et Riché, 2015). Sa singularité réside également dans l'étude d'une variable peu étudiée, la distance sociospatiale, dans ses effets sur le choix de produits et les dépenses réelles. Lorsque les ratios moyens d'implantation sont plus élevés (contexte 'aéré'), les choix de produits tendent à être plus uniformes, et les dépenses tendent à augmenter (environ 2 euros en moyenne par plat et par personne) à mesure que les groupes de clients sont visibles et proches<sup>6</sup>. Lorsque ces ratios sont plus faibles (contexte plus 'confiné'), les choix de produits tendent à s'hétérogénéiser, et les dépenses tendent à baisser à mesure que les coclients sont visibles et proches. Si nos résultats méritent d'être approfondis dans une perspective explicative comme nous le développons *supra*, plusieurs interprétations, reposant sur des fondements théoriques, pourraient être envisagées.

- Lorsque le contexte spatial est ‘confiné’, les réactions des consommateurs pourraient être mises en perspectives avec les résultats obtenus par Hall (1966 ; 1968) ou Robson (2002) qui identifient des réactions individuelles de recul physique, d’évitement ou d’installation de barrières psychologiques lorsque d’autres individus ou groupes d’individus s’approchent de leur territoire intime. D’ailleurs, Szybillo (1973) note que la distinction sociale pour se protéger des autres est souvent associée au choix de produits nouveaux et différents des produits choisis par les autres. Une piste explicative envisagée, qu’il s’agirait de confirmer *via* une étude qualitative perceptuelle, pourrait également trouver origine dans les travaux sur la recherche de variété souvent guidée par des motifs interpersonnels (Laurent, 1978 ; Levav et Zhu, 2009) visant pour l’individu à se distinguer délibérément des autres en modifiant les choix qu’il aurait pu faire initialement (Aurier, 1991).
- Lorsque le contexte spatial est plus aéré, les résultats obtenus entrent en cohérence avec la théorie de l’identité sociale. Tajfel et Turner (1979 ; 1986) soulignent, en effet, que les réactions individuelles peuvent être uniformes à celles des membres de l’exogroupe notamment lorsque sont combinées proximité physique et similarité perçue. Or, les individus qui visitent les mêmes environnements commerciaux auraient tendance à se ressembler (Martin et Pranter, 1989 ; Brocato et al., 2012) et à percevoir chez l’autre cette similarité dite interpersonnelle (Kwon et Ha, 2013 ; Bezes et Mercanti-Guérin, 2017). Il semble cependant apparaître une frontière, une limite du territoire endogroupal qui, si elle est franchie en cas de contexte plus confiné, modifie les réactions (choix plus hétérogènes et dépenses plus faibles). L’uniformité des choix que nous observons en contexte aéré pourrait être prochainement étudiée par la voie perceptuelle au regard de ce concept de similarité perçue. Il serait intéressant alors de lier similarité perçue et seuil d’acceptation de distance avec les coclients.

*Implications managériales.* Laissant entrevoir de nombreuses possibilités d’application en sciences sociales et dans différents domaines des sciences de gestion comme le management, le marketing, les ressources humaines ou encore le management des personnels en contact, la méthode de Mantel est adaptée aux situations de coprésence sédentaire. Au cours, par exemple, de l’assemblée générale de copropriétaires d’un immeuble, les individus et groupes d’individus sont assis dans le même espace pendant un intervalle de temps donné. Dans ce cadre, la méthode de Mantel pourrait être mobilisée en cherchant à vérifier les incidences éventuelles de la structuration des individus assis (matrice de distances) sur la convergence/divergence des décisions prises (matrices d’association des votes individuels). Dans la même veine, d’autres

opportunités d'application apparaissent : bureaux en *open-space*, salles de spectacles (sièges collés ou espacés), concerts (gestion des foules assises et non assises), salons de coiffure (espaces entre les clients à coiffer), spas, avions ou lors de réunions d'intérêt particulier (conseils de classe, rencontres enseignants-parents, réunions de motivation *Weight Watchers* pour l'amincissement par exemple).

Par ailleurs, de nombreux établissements sont à la recherche de pistes d'amélioration concernant l'aménagement de leurs espaces de consommation déjà contraints par l'espace fixe (murs, immobilier) qui est immuable. Les résultats obtenus soulignent l'importance de (re)considérer l'espace offert aux clients au regard de l'architecture intérieure (espacement et décorations pare-vue par exemple) mais aussi des ratios d'implantation (surface moyenne allouée par table). Les restaurateurs sont souvent en quête de maximisation du taux de remplissage. Pourtant, à moins d'un arrangement réfléchi, un restaurant aménagé avec des tables serrées a des effets sur la satisfaction (Robson et al., 2011) et, comme nous le montrons ici, également des effets sur la structuration des commandes-client et les dépenses. La gestion des stocks et des flux de produits alimentaires s'en trouve nécessairement impactée, ce qui doit être considéré par le restaurateur. Selon sa stratégie d'occupation initiale (maximiser le nombre de repas par service - plus de tables - ou maximiser la durée et les dépenses d'un repas au cours d'un service - plus de surface par table), le restaurateur pourra ainsi mieux anticiper sa politique de réassort, en prêtant également attention aux effets d'une forte proximité des tables sur le niveau d'insatisfaction ou de réenchantement des clients (Song et Noone, 2017).

*Limites et voies de recherche.* Ce travail pâtit également de limites de différentes natures qu'il est essentiel de souligner afin de réfléchir à des perspectives de recherches futures.

Si la collecte de nombreux tickets de commande a permis d'obtenir un grand volume de données et de réduire les biais de désirabilité sociale inhérent aux enquêtes en face à face, les renseignements obtenus ne permettent pas, en l'état, de définir précisément le profil des clients. Si, grâce au concours des professionnels, nous savons que ces consommateurs représentent une cible homogène, leur profilage précis pourrait néanmoins permettre d'affiner les résultats. Obtenir des données qualifiantes serait également intéressant pour identifier d'éventuels effets de la culture, du sexe ou encore de l'âge vis-à-vis de la tolérance à la proximité interpersonnelle par exemple, à l'instar des travaux de Sorokowska et al. (2017). Si différentes modalités de la distance sociospatiale pourraient par ailleurs être retenues, d'autres techniques d'observation *in situ* permettraient également de relever des éléments complémentaires : posture, kinesthésie

(mouvements corporels), arrangements sociofuges (repoussant) ou sociopètes (attirant) du lieu ou facteurs sensoriels (chaleur, olfaction, bruits, échanges verbaux).

En dehors des caractéristiques sociodémographiques ou situationnelles, le niveau de fidélité des clients, leur nationalité, leur culture de référence ou encore l'occasion du repas (professionnel, loisirs, repas contraint, etc.) et les affinités qui existent au sein des tables (amis, famille, collègues) sont autant d'éléments qui permettraient d'étayer nos conclusions et d'enrichir les implications théoriques et managériales. Plus particulièrement, une piste de travail consiste à vérifier si les influences qui agissent au niveau de l'intragroupe pourraient avoir des répercussions sur nos résultats qui concernent exclusivement l'échelle intergroupe. Partager son expérience de consommation avec des compagnons semble, en effet, influencer les choix de l'individu (Debenedetti, 2003 ; Merrilees et Miller, 2019). Si Tajfel et Turner (1986) soulignent qu'il n'y a pas nécessairement de concurrence intergroupe, d'autres auteurs soulignent toutefois que l'individu a tendance à favoriser son groupe dans un esprit antagoniste à l'exogroupe (*e.g.* Shérif, 1966 ; Maeng et al., 2013). Une recherche envisagée prochainement consiste à identifier le rôle des affinités intragroupes au cours d'une expérience de service d'une part, et à étudier dans quelle mesure le fait de venir en groupe (et selon le type d'affinités dans ce groupe) pourrait modérer, ou non, le lien que nous trouvons entre distance sociospatiale et influences intergroupes d'autre part. D'un point de vue méthodologique, la méthode de Mantel pourrait être répliquée dans le même contexte en faisant varier le type de distance (distance purement métrique, visibilité pure, distance et orientation du corps une fois assis par exemple) mais aussi dans de plus nombreuses salles du même type de restaurant afin de vérifier si la répartition des distances sociospatiales observées initialement reste stable.

La validité externe de la recherche pourrait être améliorée en répliquant l'étude des effets de la distance dans d'autres types d'établissements/enseignes au positionnement différent ou d'autres offres de service (réunions de consommateurs, salon de coiffure, spectacle sportif) ainsi que dans d'autres agglomérations en différenciant par exemple zone urbaine et zone rurale. Ainsi, les réactions des consommateurs pourraient-elles être différentes dans des restaurants à thèmes (étrangers : japonais, indien, chinois, libanais, ...), des restaurants gastronomiques ou au sein de maisons d'hôtes par exemple. Par ailleurs, réitérer l'étude dans d'autres contextes culturels est une voie de recherche plus lointaine mais potentiellement intéressante car les individus adopteraient des stratégies d'ajustement d'intensité différente face à une distance sociospatiale qui varie, et selon leurs spécificités culturelles (Dion et Bonnin, 2004 ; Sorokowska et al., 2017).

Une autre limite, méthodologique, doit être considérée car un biais lié à l'enquêteur peut apparaître. C'est le chercheur qui établit les matrices de distanciations et de similarités. Or, les tables peuvent parfois bouger entre deux services. Dans notre cas, la complicité des restaurateurs pendant l'enquête et lors du prétest a permis de contrôler certains facteurs exogènes que nous avons déjà évoqués. Cependant, cela n'a pas toujours été possible compte tenu de la spontanéité et de la flexibilité nécessaires lors de la production d'un service. En effet, les exigences du service ou du client modifient parfois l'espace de consommation sans transition (rassembler deux tables pour y assoir un groupe). Dans le cas présent, la collaboration des professionnels en salle, et la présence de l'enquêteur sur place ont permis d'être instantanément informé (et d'exclure de l'analyse) d'éventuels déplacements inattendus (soit une dizaine de repas pour la salle S<sub>4</sub> et environ 300 repas/tickets pour les salles S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>). Par ailleurs, si les choix ont été étudiés ici par catégories de plats, il serait intéressant de réitérer l'analyse en s'appuyant sur d'autres catégorisations (par prix par exemple). La technique de l'imagerie proxémique proposée par McCall (2015) pourrait permettre, via les captures numériques des mouvements/immobilités des clients d'un restaurant, d'avoir des données plus précises et quasi-continues mais aussi de mesurer le seuil en deçà duquel la surface moyenne par table fait basculer les réactions liées aux choix (uniformes vs. hétérogènes).

Compléter l'analyse par une approche perceptuelle immédiatement après le repas, afin d'avoir une approche complète du phénomène et de trouver des éléments explicatifs à nos résultats (en les comparant aux éventuelles 'impressions de foule' par exemple) est également une perspective de recherche. Elle présente néanmoins des risques de non-réponse importants selon l'occasion et le moment du repas. Dans un autre contexte, Welté et al. (2017) étudient, via une démarche ethnographique, les relations entre distance spatiale domicile/magasin et distance symbolique. Cette méthodologie pourrait également être l'objet d'un prolongement dans une visée explicative qualitative. Cette démarche devra toutefois être complémentaire à l'analyse de données réelles d'observations car les approches verbales ou ethnographiques ne sont pas exemptes de biais lorsque l'on étudie les phénomènes d'influence sociale, difficiles à cerner pour le consommateur. En la matière, de nombreuses perspectives apparaissent si l'on considère le nombre croissant d'offres fondées sur le partage d'un service pour réduire les prix par exemple (UberCab, blablacar, services entre particuliers) et impliquant une forte coprésence.



## Références

- Anselin L (1995) Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*, 27(2): 93-115.
- Argo JJ, Dahl DW and Manchanda RV (2005) The influence of a mere social presence in a retail context. *Journal of Consumer Research* 32(2): 207-212.
- Aurier P (1991) Recherche de variété: un concept majeur de la théorie en marketing. *Recherche et Applications en Marketing* 6(1): 85-106.
- Baum A and Paulus PB (1987) *Crowding*. Handbook of Environmental Psychology 1: 533-570.
- Bechtel RB (1997) *Environment and behavior: An introduction* Thousand Oaks, California: Sage.
- Belle EM and Barbujani G (2007) Worldwide analysis of multiple microsatellites: language diversity has a detectable influence on DNA diversity. *American Journal of Physical Anthropology* 133(4): 1137-1146.
- Bèzes C and Mercanti-Guérin M (2017) La similarité en marketing: périmètre, mesure et champs d'application. *Recherche et Applications en Marketing* 32(1): 86-109.
- Borcard D and Legendre P (2012) Is the Mantel correlogram powerful enough to be useful in ecological analysis? A simulation study. *Ecology* 93(6): 1473-1481.
- Borcard D, Legendre P and Drapeau P (1992) Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73(3): 1045-1055.
- Bradlow E, Bronnenberg B, Russell GJ, Arora N, Bell DR, Duvvuri S, Ter Hofstede F, Sismeiro C, Thomadsen R and Yang S (2005) Spatial models in marketing. *Marketing Letters* 16(3-4): 267-278.
- Brocato ED, Voorhees CM and Baker J (2012) Understanding the influence of cues from other customers in the service experience: A scale development and validation. *Journal of Retailing* 88(3): 384-398.
- Brunet R and Dollfus O (1990) *Mondes nouveaux*. Géographie Universelle, Belin, Paris & Montpellier, 551 p.
- Camélias C, Dano F, Goudarzi K, Hamon V and Llosa S (2013) Les rôles des « co-clients » et leurs mécanismes d'influence sur la satisfaction globale durant une expérience de service. *Recherche et Applications en Marketing* 28(1): 46-69.
- Cesaroni D, Matarazzo P, Allegrucci G and Sbordoni V (1997) Comparing patterns of geographic variation in cave crickets by combining geostatistic methods and Mantel tests. *Journal of Biogeography* 24(4): 419-431.
- Chen RR, Gerstner E and Yang Y (2009) Should captive sardines be compensated? Serving customers in a confined zone. *Marketing Science* 28(3): 599-608.
- Chessel D and Thioulouse J (2003) Analyse de données spatialisées. *Fiche de biostatistiques*, 30.
- Clauzel A and Riché C (2015) Rencontre de service et rôle de la distance sociospatiale : le cas des restaurants. *Recherche et Applications en Marketing* 30(2): 4-29.
- Cliquet G and Baray J (2019) *Géomarketing et géolocalisation: Un marketing spatial dynamique*. ISTE Group. 268 p.
- Codol JP (1985) L'estimation des distances physiques entre personnes: suis-je aussi loin de vous que vous l'êtes de moi? *L'année Psychologique* 85(4): 517-534.
- Cohen J (1988) *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* Hillsdale, New Jersey: 12 Lawrence Erlbaum Associates.
- Cristani M, Paggetti G, Vinciarelli A, Bazzani L, Menegaz G and Murino V (2011) Towards computational proxemics: Inferring social relations from interpersonal distances. *IEEE Third International Conference on Social Computing*, 290-297.
- Debenedetti S (2003) L'expérience de visite des lieux de loisirs: le rôle central des compagnons. *Recherche et Applications en Marketing* 18(4): 43-58.
- Degenne A and Vergès P (1973) Introduction à l'analyse de similitude. *Revue française de sociologie* 14(4): 471-511.

- Desjeux D (2006) La question des échelles d'observation en sciences humaines appliquées au domaine de la santé. *Recherche en soins infirmiers* (2): 14-21.
- Di Salvo M, Gadais M and Roche-Woillez G (2005) L'estimation de la densité par la méthode du noyau: méthode et outils. *Note méthodologique et technique*. Centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques.
- Diniz-Filho JA, Soares TN, Lima JS, Dobrovolski R, Landeiro VL, Telles MPDC, Rangel T and Bini LM (2013) Mantel test in population genetics. *Genetics and Molecular Biology* 36(4): 475-485.
- Dion D (2000) L'influence de la foule dans un contexte commercial in Volle P (eds) *Études et recherches sur la distribution* Paris : Economica, 168-183.
- Dion D and Bonnin G (2004) Une étude comparative des systèmes proxémiques français et tunisiens. *Recherche et Applications en Marketing* 19(3): 45-60.
- Eroglu SA, Machleit K and Barr TF (2005) Perceived retail crowding and shopping satisfaction: the role of shopping values. *Journal of Business Research* 58(8): 1146-1153.
- Evans GW and Wener RE (2007) Crowding and personal space invasion on the train: Please don't make me sit in the middle. *Journal of Environmental Psychology* 27(1): 90-94.
- Fabrizi J (2016) Unplugged "Place as spatio-temporal events": Empirical evidence from everyday life in a coworking space. *M@n@gement* 19(4): 353-361.
- Floch JM (2016) Prendre en compte l'hétérogénéité spatiale pour calculer des estimateurs : l'apport de la geographically weighted regression, maasc2016.sciencesconf.org/data/pages/7.DiapoFlochJeanMichel.pdf, Journée MAASC, Nantes.
- Fotheringham AS, Brunson CA and Charlton M (2002) *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*, New York: John Wiley and Sons.
- Geary RC (1954) The contiguity ratio and statistical mapping. *The Incorporated Statistician* 5(3): 115-146.
- Gifford R (1983) The experience of personal space: Perception of interpersonal distance. *Journal of Nonverbal Behavior* 7(3):170-178.
- Gilbert B and Bennett JR (2010) Partitioning variation in ecological communities: do the numbers add up? *Journal of Applied Ecology* 47(5): 1071-1082.
- Grewal D, Roggeveen AL, Puccinelli NM and Spence C (2014) Retail Atmospheric and In-Store Nonverbal Cues: An Introduction. *Psychology & Marketing* 31(7): 469-471.
- Guest DE (2017) Human resource management and employee well-being: Towards a new analytic framework. *Human Resource Management Journal* 27(1): 22-38.
- Guillot G and Rousset F (2013) Dismantling the Mantel tests. *Methods in Ecology and Evolution* 4(4): 336-344.
- Guy SJ, Van Den Berg J, Liu W, Lau R, Lin MC and Manocha D (2012) A statistical similarity measure for aggregate crowd dynamics. *ACM Transactions on Graphics* 190 (31/6): 2-11.
- Hall ET (1959) *The silent language*, Anchor books, 948.
- Hall ET (1966) *The hidden dimension* Garden City, New York: Doubleday.
- Hall ET (1968) Proxemics, *Current Anthropology* 9(2/3): 83-95.
- Hall ET (1976), *Beyond culture*, New York: Doubleday.
- Hanks L, Line N and Kim WGW (2017) The impact of the social servicescape, density, and restaurant type on perceptions of interpersonal service quality. *International Journal of Hospitality Management* 61: 35-44.
- Hwang J and Yoon SY (2009) Where would you like to sit? Understanding customers' privacy-seeking tendencies and seating behaviors to create effective restaurant environments. *Journal of Foodservice Business Research* 12(3): 219-233.
- Hwang YE, Shin J and Mattila AS (2018) So private, yet so public: The impact of spatial distance, other diners, and power on solo dining experiences. *Journal of Business Research* 92: 36-47.

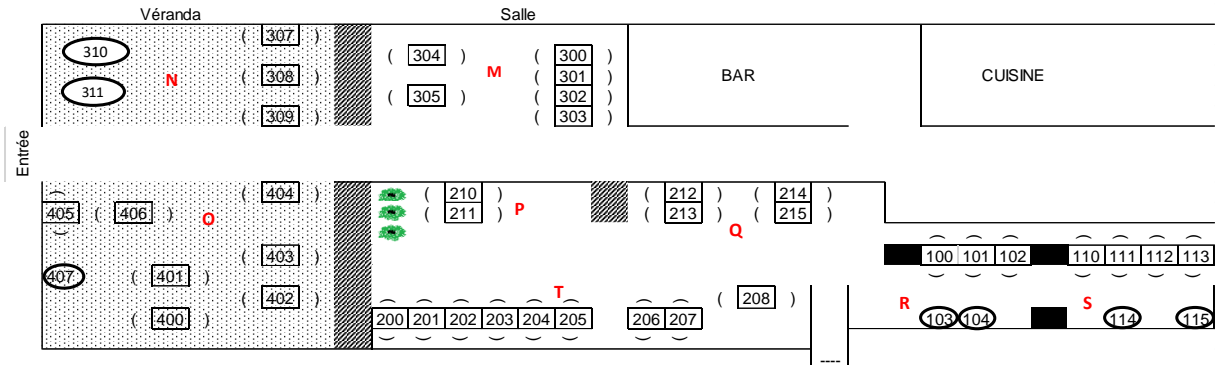
- Iachini T, Coello Y, Frassinetti F, Senese VP, Galante F and Ruggiero G (2016) Peripersonal and interpersonal space in virtual and real environments: Effects of gender and age. *Journal of Environmental Psychology* 45: 154-164.
- Jacob C et Guéguen N (2012) The effect of physical distance between patrons and servers on tipping. *Journal of Hospitality & Tourism Research* 36(1): 25–31.
- Kim DY and Park S (2008) Customers' responses to crowded restaurant environments: Cross-cultural differences between American and Chinese. *Journal of Hospitality & Leisure Marketing* 16(1-2): 137-157.
- Kim G, Seok JH and Mark TB (2018) New market opportunities and consumer heterogeneity in the US Organic food market. *Sustainability* 10(9): 3166.
- Kimes SE and Robson S (2004) The impact of restaurant table characteristics on meal duration and spending. *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly* 45(4): 333-346.
- Kwon H and Ha S (2013) The effects of perceived similarity with others on shopping mall satisfaction. *Society for Marketing Advances Proceedings*, 25: 249-250.
- Latané B (1981) The psychology of social impact. *American Psychologist* 36(4): 343-356.
- Latané B, Liu JH, Nowak A, Bonevento M and Zheng L (1995) Distance matters: Physical space and social impact. *Personality and Social Psychology Bulletin* 21(8): 795-805.
- Laurent G (1978) A Study of Multiple Variant Consumption for Frequently Purchased Consumer Products, *unpublished Ph.D. dissertation*, Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- Legendre P and Fortin MJ (2010) Comparison of the Mantel test and alternative approaches for detecting complex multivariate relationships in the spatial analysis of genetic data. *Molecular Ecology Resources* 10(5): 831-844.
- Legendre P and Legendre L (1998) Canonical analysis, Numerical Ecology, Chap. 11 [http://biol09.biol.umontreal.ca/PLcourses/Legendre\\_Canonical.pdf](http://biol09.biol.umontreal.ca/PLcourses/Legendre_Canonical.pdf)
- Legendre P, Borcard D and Peres-Neto PR (2005) Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs* 75(4): 435-450.
- Legendre P, Fortin MJ and Borcard D (2015) Should the Mantel test be used in spatial analysis? *Methods in Ecology and Evolution* 6(11): 1239-1247.
- Levav J and Zhu R J (2009) Seeking freedom through variety. *Journal of Consumer Research* 36(4): 600-610.
- Li JGT, Kim JO and Lee SY (2009) An empirical examination of perceived retail crowding Emotions and retail outcomes. *The Service Industries Journal* 29(5): 635-652.
- Lichstein JW (2007) Multiple regression on distance matrices: a multivariate spatial analysis tool. *Plant Ecology* 188(2): 117-131.
- Loonis V (2018) *Manuel d'analyse spatiale*. Insee Méthodes – Eurostat, Théorie et mise en œuvre pratique avec R (131).
- Low SM (2003) Embodied space(s) anthropological theories of body, space and culture. *Space and Culture* 6(1): 9-18.
- Luck M and Benkenstein M (2015) Consumers between supermarket shelves: The influence of interpersonal distance on consumer behavior. *Journal of Retailing and Consumer Services* 26: 104-114.
- Lutz SU (2019) The European digital single market strategy: Local indicators of spatial association 2011–2016. *Telecommunications Policy* 43(5): 393-410.
- Maeng A, Tanner RJ and Soman D (2013) Conservative when crowded: Social crowding and consumer choice. *Journal of Marketing Research* 50(6): 739-752.
- Manly BFJ (1997) *Randomization, bootstrap and monte carlo methods in biology*. Chapman & Hall, London. 424 p.
- Mantel N (1967) The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer research* 27(2): 209-220.

- Marchand D and Weiss K (2009) Représentations sociales du confort dans le train: vers une conceptualisation de la notion de confort social. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale* 4: 107-124.
- Martin BA (2012) A stranger's touch: effects of accidental interpersonal touch on consumer evaluations and shopping time. *Journal of Consumer Research* 39(1): 174-184.
- Martin BA and Nuttall P (2017) Tense from touch: Examining accidental interpersonal touch between consumers. *Psychology & Marketing* 34(10): 946-955.
- Mattila AS and Hanks L (2012) Time styles and waiting in crowded service environments. *Journal of Travel & Tourism Marketing* 29(4): 327-334.
- Mattila AS and Wirtz J (2008) The role of store environmental stimulation and social factors on impulse purchasing. *Journal of Services Marketing* 22(7): 562-567.
- McCall C (2015) Mapping social interactions: the science of proxemics. *Social Behavior from Rodents to Humans* 30: 295-308.
- McCall C and Singer T (2015) Facing off with unfair others: introducing proxemic imaging as an implicit measure of approach and avoidance during social interaction. *PloS one* 10(2).
- Mehta R, Sharma NK and Swami S (2013) The impact of perceived crowding on consumers' store patronage intentions: Role of optimal stimulation level and shopping motivation. *Journal of Marketing Management* 29(7-8): 812-835.
- Merrilees B and Miller D (2019) Companion shopping: the influence on mall brand experiences. *Marketing Intelligence & Planning* 37(4): 465-478.
- Moles AA and Rohmer E (1972) *Psychologie de l'espace* Paris: Casterman.
- Moran PA (1950) Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika* 37(1-2): 17-23.
- Oliveau S (2005) Les indicateurs locaux d'association spatiale (LISA) comme méthode de régionalisation : Une application en Inde. *7<sup>ème</sup> rencontres ThéoQuant* :1-10.
- Oliveau S (2011) *L'espace compte ! Mesurer les structures spatiales du changement social*, Mémoire d'habilitation à diriger des recherches en géographie, Université d'Aix-Marseille.
- Oliveau S (2017) Autocorrélation spatiale. *Hypergéométrie*.
- Pan Y and Siemens JC (2011) The differential effects of retail density: An investigation of goods versus service settings. *Journal of Business Research* 64(2): 105-112.
- Pauser S and Wagner U (2019) A wearable sales assistant: capturing dynamic nonverbal communication behaviors using sensor technology. *Marketing Letters* 30(1): 1-13.
- Pícha K and Navrátil J (2019) The factors of Lifestyle of Health and Sustainability influencing pro-environmental buying behaviour. *Journal of Cleaner Production* 234: 233-241.
- Pluta D, Shen T, Ombao H and Yu Z (2017) Adaptive Mantel Test for Penalized Inference, with Applications to Imaging Genetics. *arXiv preprint arXiv:1712.07270*.
- Prime N and Usunier JC (2004) Marketing international. *Développement des marchés et management multiculturel*. Paris: Vuibert.
- Rallet A (2002) L'économie de proximités : Propos d'étape. *Études et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, INRA Editions: 11-25.
- Rapoport A (1975) Toward a redefinition of density. *Environment and Behavior* 7(2): 133-158.
- Robson SK (2002) A review of psychological and cultural effects on seating behavior and their application to foodservice settings. *Journal of Foodservice Business Research* 5(2): 89-107.
- Robson SK and Kimes SE (2009) Don't sit so close to me: Restaurant table characteristics and guest satisfaction. *Center for Hospitality Research Report* 9(2) Ithaca: Cornell University.
- Robson SK, Kimes SE, Becker FD and Evans GW (2011) Consumers' responses to table spacing in restaurants. *Cornell Hospitality Quarterly* 52(3): 253-264.
- Rossi JP (1996) Statistical tool for soil biology. XI. Autocorrelogram and mantel test. *European Journal of Soil Biology* 32(4): 195-203.

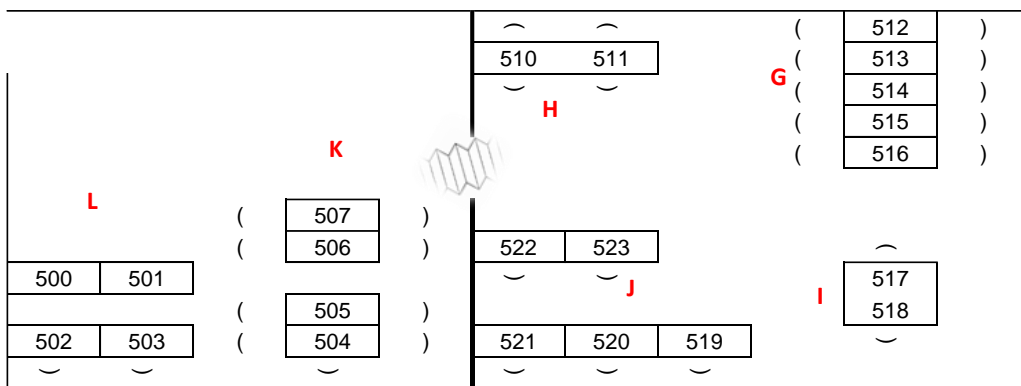
- Rulence D (2003) Gestion des réseaux de points de vente: l'importance de la dimension spatiale. *Recherche et Applications en Marketing* 18(3):65-80.
- Rüstemli A (1992) Crowding effects of density and interpersonal distance. *The Journal of Social Psychology* 132(1): 51-58.
- Shannon WD, Watson MA, Perry A and Rich K (2002) Mantel statistics to correlate gene expression levels from microarrays with clinical covariates. *Genetic Epidemiology* 23: 87-96.
- Sherif M (1966) *In common predicament: Social psychology of intergroup conflict and cooperation*. Boston : Houghton Mifflin Company.
- Smouse PE, Long JC and Sokal RR (1986) Multiple regression and correlation extensions of the Mantel test of matrix correspondence. *Systematic Zoology* 35(4): 627-632.
- Song M and Noone BM (2017) The moderating effect of perceived spatial crowding on the relationship between perceived service encounter pace and customer satisfaction. *International Journal of Hospitality Management* 65: 37-46.
- Sorokowska A, Sorokowski P, Hilper P, Cantarero K and Frackowiak T (2017) Preferred interpersonal distances: A global comparison. *Journal of Cross-Cultural Psychology* 48(4): 577-592.
- Szybillo GJ (1973) The Effects of Price and Scarcity on the Valuation of Fashions by Fashion Opinion Leaders and Non-opinion Leaders, *unpublished Ph.D. dissertation* West Lafayette, Indiana: Purdue University.
- Tajfel H and Turner JC (1979) *An integrative theory of intergroup conflict* in Worchel S and Austin W eds, *The social psychology of intergroup relations*, Pacific Grove, California: Brooks/Cole, 33-48.
- Tajfel H and Turner JC (1986) *The social identity theory of intergroup behavior* in Worchel S and Austin W eds, *Psychology of intergroup relations*, Chicago: Nelson-Hall, 7-24.
- Tseng YP, Kyle GT, Shafer CS, Graefe AR, Bradle TA and Schuett MA (2009) Exploring the crowding-satisfaction relationship in recreational boating. *Environmental Management* 43(3): 496-507.
- Walters ML, Dautenhahn K, Te Boekhorst R, Koay KL, Syrdal DS and Nehaniv CL (2009) An empirical framework for human-robot proxemics. *Procs of new frontiers in human-robot interaction* <http://hdl.handle.net/2299/9670>
- Welté JB, Ochs A and Badot O (2017) « Loin des yeux, loin du cœur ? ». De la distance spatiale au rapport symbolique dans les espaces commerciaux : application aux centres commerciaux. *Revue Française du Marketing* 261: 35-48.
- Wilbaut M (2010) *La négociation interculturelle* Paris: Dunod.
- Wynn M, Kidwell KM and Merajver SD (2016) The Impact of Nathan Mantel's 'The Detection of Disease Clustering and a Generalized Regression Approach'. *Cancer Research* 76(9): 2495-2496.
- Xu J, Shen H and Wyer RS (2012) Does the distance between us matter? Influences of physical proximity to others on consumer choice. *Journal of Consumer Psychology* 22(3): 418-423.
- Zaninetti JM (2007) Statistiques de produit croisé pour l'analyse spatiale exploratoire. *Cybergeo: European Journal of Geography* (397).
- Zehrer A and Raich F (2016) The impact of perceived crowding on customer satisfaction. *Journal of Hospitality and Tourism Management* (29): 88-98.
- Zhang H, Zhang J, Lu S, Cheng S and Zhang J (2011) Modeling hotel room price with geographically weighted regression. *International Journal of Hospitality Management* 30(4): 1036-1043.
- Zinkhan GM and Locander WB (1988) ESSCA: a multidimensional analysis tool for marketing research. *Journal of the Academy of Marketing Science* 16(1): 36-46.

## Annexes : plans des salles de restaurant

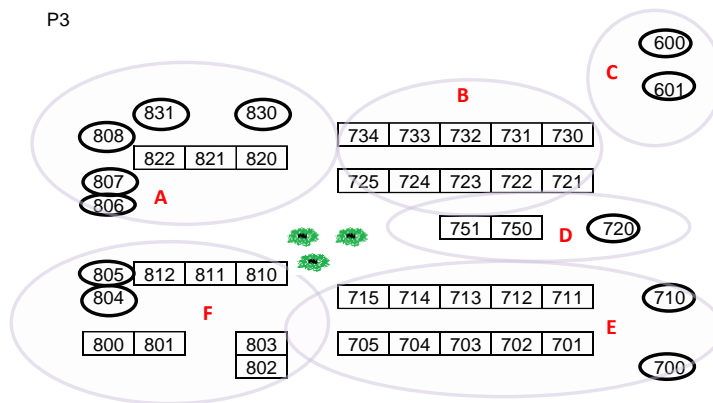
### Restaurant – Salle S<sub>1</sub>



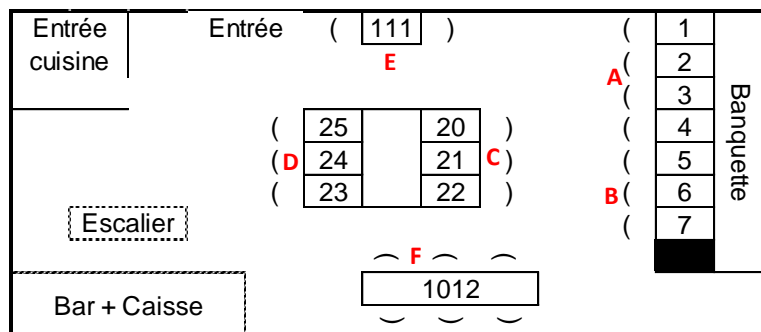
### Restaurant – Salle S<sub>2</sub>



### Restaurant – Salle S<sub>3</sub>



### Restaurant – Salle S<sub>4</sub>



## Endnotes

---

<sup>1</sup> Il s'agit d'une approche factorielle visant, lorsque l'on explore statistiquement deux groupes de données quantitatives observées sur les mêmes individus, à réduire les dimensions

<sup>2</sup> Initialement, pour les salles S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub>, plus de 4 000 tickets de commandes ont été obtenus, parmi lesquels seuls les tickets incluant un repas ont été retenus (vs. tickets incluant exclusivement des boissons : alcool, sodas, café, etc.). Cela peut expliquer d'apparentes variations des taux de remplissage. Toutefois, il est à noter que les consommateurs de repas vs. consommateurs de boissons sont placés dans des zones dédiées, ce qui permet de conserver des zones avec un taux de remplissage stable et relativement élevé. Le taux de remplissage moyen sur la période est de 63%, ce qui reste cohérent avec le taux moyen annuel de remplissage de l'établissement de 68%.

<sup>3</sup> Les réactions à ces types de distances dépendent aussi du contexte culturel situé sur un continuum entre culture de bas et de haut contact et du 'style culturel de communication', plus ou moins explicite (Hall, 1976 ; Prime et Usunier, 2004). Le contexte français, étudié ici, reflète un contexte culturel et un style de communication dits mixtes, et se situe au 'niveau moyen' des deux continuum (Prime et Usunier, 2004 ; Wilbaut, 2010).

<sup>4</sup> À ce calcul est, selon un standard d'usage, souvent appliqué un coefficient de 1,20 afin de prévoir 20% de marge de dégagement selon le mobilier (calcul : longueur surface x largeur surface x 1.20m). (<http://technorestor.org/tr/materiel/index.html>)

<sup>5</sup> Lorsque l'on contrôle le nombre moyen de clients par table, les tests partiels sont statistiquement significatifs pour six mesures sur les dix effectuées. Les résultats non significatifs sont présentés, dans le tableau 7, en couleur grise lorsqu'ils ne sont pas significatifs.

<sup>6</sup> Les variables 'similarité des choix' et 'dépenses' ont été étudiées indépendamment car, si elles sont positivement corrélées, la force de leur lien est systématiquement faible ( $\leq 0,10$ ).