

Econométrie spatiale : analyse des dynamiques de dépenses publiques en Occitanie

Master 2 Ingénierie Economique

Francis Oloba Lobela

Constantin MARGUIER

George Mouzong Debongnore

Daignon Atindokpo

Maïmouna Signate

Janvier 2025

Contents

Introduction et mise en contexte	2
Données	3
Statistiques descriptives	3
Signes et Corrélation	7
Analyse spatiale des données	14
Modélisation économétrique	17
Moindres carrés ordinaires	17
Modèle SAR	19
Modèle de Durbin Spatial	23
Robustesse	28
Dépenses de fonctionnement	28
Dépenses d'investissement	30
Conclusions	32
Annexes	33
Bibliographie	39

Introduction et mise en contexte

Ce travail aura comme principal objectif de comprendre les dynamiques de dépenses publiques en région Occitanie. L'étude portera plus particulièrement sur les dépenses d'investissement et de fonctionnement des communes. Notre approche consistera à mobiliser des données laticielles et des modèles d'économétrie géographiques afin de comprendre les facteurs qui impactent aussi bien à la hausse qu'à la baisse les dépenses publiques des communes. Avant de nous engager dans cette démarche, il nous semble important d'inscrire cette étude dans un contexte et de la relier aux articles publiés utilisant les techniques. Premièrement, l'article *Municipal Spending in Spain: Spatial Approach* (Bastida et al., 2013) s'intéresse à l'influence de facteurs urbains, démographiques, économiques et discrétionnaires (politiques) sur les dépenses municipales en Espagne. Il s'appuie sur des outils d'économétrie spatiale pour examiner plusieurs liens. A la fois l'impact direct de certaines variables mais aussi les interdépendances, les interconnexions entre municipalités, en mettant en lumière les effets des choix des communes voisines sur les comportements budgétaires. Sur les 3204 municipalités composant leur échantillon, les dépenses totales par habitant s'élèvent en moyenne à 900 euros. Cependant, il existe une forte variabilité car l'écart type représente plus de la moitié de cette valeur ($\sigma = 446$). Derrière cette variabilité se cache des facteurs explicatifs. Pour comprendre ceux-ci, trois modèles ont été déployés. Un SLM qui capture les interactions directes entre les dépenses des municipalités voisines, un SEM qui prend en compte la corrélation spatiale des erreurs ainsi que la méthode des doubles moindres carrés (S2SLS) qui gère les problèmes d'endogénéité liés aux effets réciproque entre voisins. Les principaux résultats sont les suivants :

- Effet négatif de la **densité de population** sur les dépenses par habitant
- Effet positif du **taux de croissance de la population** sur les dépenses par habitant
- Les **majorités politiques** fortes (indice de Herfindahl élevé) augmentent significativement les dépenses municipales.
- Les **transferts reçus** de la part d'autorités nationales ou régionales ainsi que les **revenus fiscaux** augmentent le niveau des dépenses
- **Effet d'interaction spatiale** : L'effet des dépenses des voisins est positif et significatif dans tous les modèles et est de nature à faire augmenter les dépenses

Cela suggère par conséquent des effets d'interactions. Visiblement, plus je suis entouré de communes dépensières, plus je dépense moi-même. Par ailleurs, les choix fiscaux des communes trahissent des effets de concurrence fiscale (entre collectivités) et d'externalité fiscale (entre échelons administratifs, régions, Etat...). Dans le premier cas, les communes ajustent leurs taux de taxe pour aligner leurs politiques fiscales avec celles des collectivités voisines, dans une logique de compétition ou d'imitation stratégique. Dans le second, les collectivités inférieures (communes) réagissent aux décisions des échelons supérieurs (comme les départements ou les régions), reflétant des effets de report fiscal. Ces développements sont traités dans l'article *La concurrence fiscale entre collectivités territoriales* (Madiès, 2007).

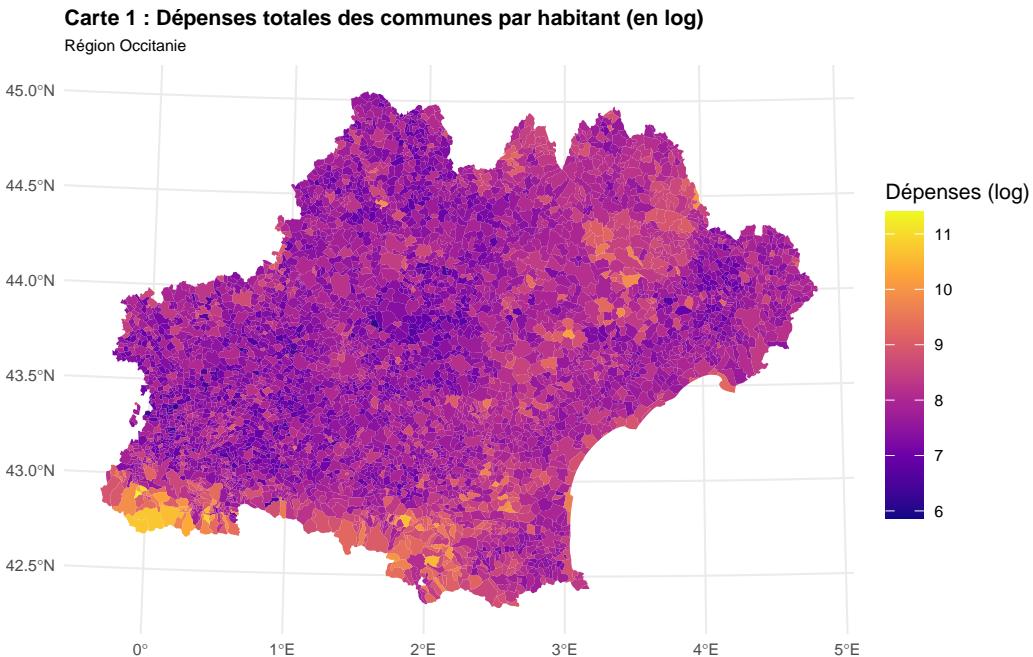
Notre travail visera à s'appuyer sur certaines de ces approches et intuitions pour comprendre quels facteurs agissent sur les dépenses publiques en Occitanie. Il s'agira de présenter, représenter nos données, variables puis mettre en évidence les dynamiques géographiques et les interdépendances avant d'effectuer plusieurs modélisations économétriques, de déduire des résultats et de les discuter.

Données

Nos données concernent la région Occitanie, en France. Un échantillon de 4565 communes est ainsi retenu pour l'analyse. Nous réalisons trois matrices de contiguïté afin de modéliser les relations de voisinage entre les communes. Ces matrices sont normalisées. La première est une matrice classique, de contiguïté à l'ordre un (au sens de la “reine”), la seconde construit les 5 voisins les plus proches de chaque commune et la dernière est basée sur les distances inverses entre les centroïdes de chaque commune. Nous avons trois variables d'intérêt, à expliquer : les dépenses d'investissement, les dépenses de fonctionnement et les dépenses totales (qui sont la somme des deux). Nous avons aussi à notre disposition un set de variables explicatives.

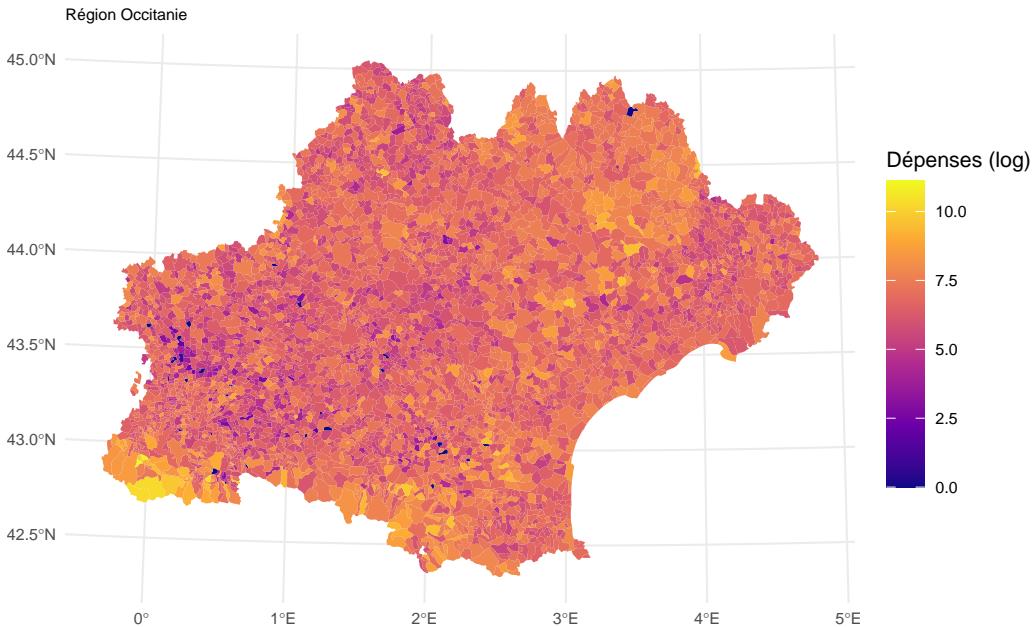
Statistiques descriptives générales

La Carte 1 présente les dépenses totales par habitant (exprimées en logarithme). Les communes qui dépensent le plus par habitant dans cette région sont : Grust, Chèze, Germ, Gavarnie et Gavarnie-Gèdre. Cinq communes situées relativement proches (entre 8 et 25km, par la route, moins à vol d'oiseau) ce qui pourrait suggérer un éventuel cluster et des effets de regroupements qui seront à tester car pour le moment, nous ne pouvons pas encore tirer de conclusion, nous devons nous contenter d'une description. Inversement, les cinq communes ayant le moins dépensé par habitant sont : Escondeaux, Sénac, Roquemaure, Mézens et Leboulin. En termes de dépenses d'investissement et de fonctionnement, la répartition géographique apparaît dans les cartes 2 et 3.

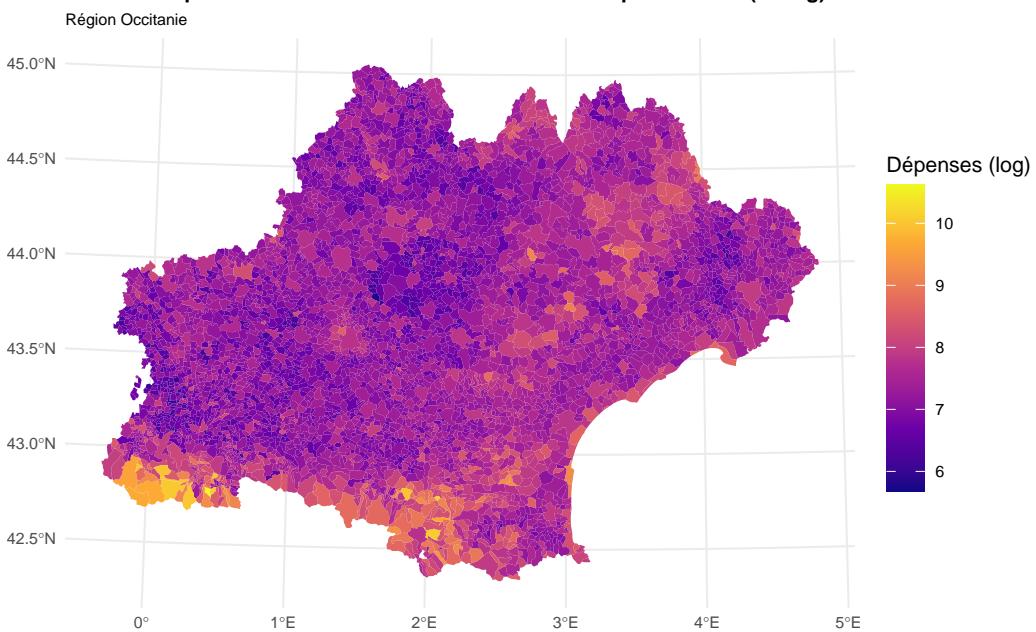


Sur la carte 2, nous pouvons noter, à première vue, avant d'opérer tout test une concentration de hautes dépenses d'investissement au sud-ouest de cette région ainsi qu'au nord-est. Sur la troisième carte représentant les dépenses de fonctionnement, les mêmes dynamiques semblent ressortir. Nous y reviendrons plus tard lorsque nous étudierons l'existance de regroupements locaux que nous identifirons avec plus de précision.

Carte 2 : Dépenses d'investissement des communes par habitant (en log)



Carte 3 : Dépenses de fonctionnement des communes par habitant (en log)



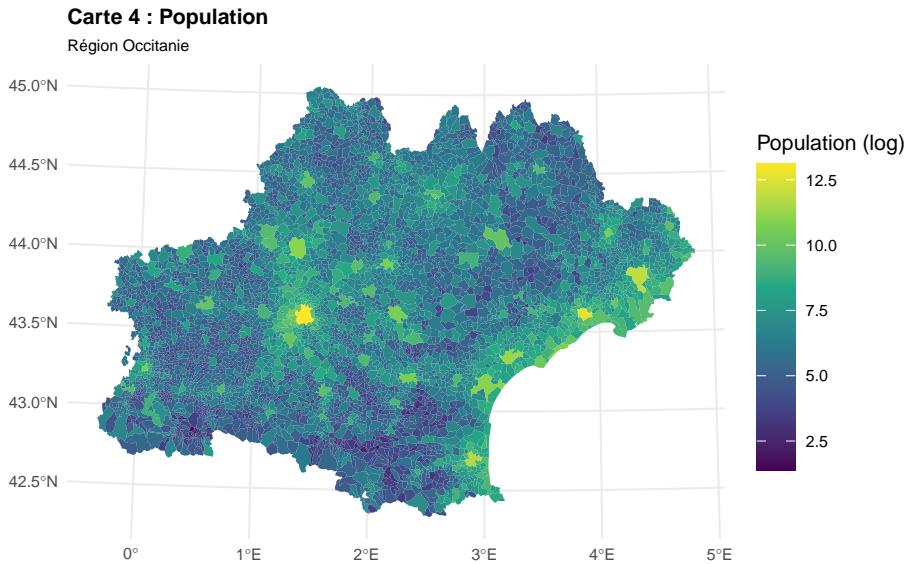
Le tableau 1 présente les statistiques descriptives de l'ensemble des variables dont nous disposons. Il s'agit de la moyenne, de l'écart type, du coefficient de variation et des indicateurs de forme que sont le skewness (mesure de l'asymétrie) et le kurtosis (mesure de l'aplatissement). On remarque que les dépenses d'investissement sont inférieures, en moyenne aux dépenses de fonctionnement. Par ailleurs, les dépenses d'investissement sont sujettes à une asymétrie négative, qui traduit le fait que certaines communes n'investissent peu ou pas et ont tendance à faire diminuer cette moyenne. Également, le kurtosis élevé concernant cette variable peut laisser entendre la présence d'une queue lourde dans la distribution (des communes qui investissent peu et qui investissent beaucoup et une distribution plus "éclatée" et non concentrée autour de la moyenne). Il n'a pas été possible d'exprimer le logarithme des annuités de la dette ou des produits des taxes en raison de la nullité

Table 1: Statistiques descriptives

Variable	Moyenne	EC	CV	Skew.	Kurt.
Produit des trois taxes communales (€/hab)	358.41	344.60	96.14	9.24	137.44
Annuité de la dette (€/hab)	126.35	370.83	293.49	25.07	977.25
Personnes de 65 ans ou plus vivant seules (%)	28.72	9.42	32.79	1.09	5.38
Résidences secondaires (%)	21.46	19.26	89.75	1.13	0.60
Taux de chômage des 15-64 ans (%)	12.17	6.35	52.20	1.36	4.52
Appartements (%)	8.52	11.51	135.03	3.19	12.93
Logements vacants (%)	8.35	4.85	58.02	0.80	1.21
Dépenses totales (€/hab en log)	7.78	0.59	7.63	0.96	2.01
Dépenses de fonctionnement (€/hab en log)	7.28	0.53	7.21	1.09	2.79
Dépenses d'investissement (€/hab en log)	6.58	1.15	17.46	-1.26	6.37
Population (log)	5.85	1.38	23.68	0.55	0.55
Emplois au lieu de travail (log)	4.77	1.68	35.18	0.61	0.83
Surface urbanisée dédiée aux activités économiques (log)	4.45	1.11	24.94	0.09	0.58
Surface urbanisée de type résidentiel (log)	4.35	1.09	25.02	0.00	0.59
Superficie de la commune (log)	2.44	0.82	33.39	-0.03	0.31
Logements sociaux dans les résidences principales (%)	2.04	3.79	185.31	2.78	9.93
Taux d'endettement (%)	0.72	0.66	91.84	2.07	8.71
Équipements d'enseignement du 1er degré (log)	0.65	0.68	104.72	1.25	3.75

de certaines valeurs. Cela ne nous permet pas de lisser la forte asymétrie à droite que nous retrouvons sur ces variables. Cette asymétrie trahit la présence de communes qui ont tendance à “tirer” la moyenne vers le haut.

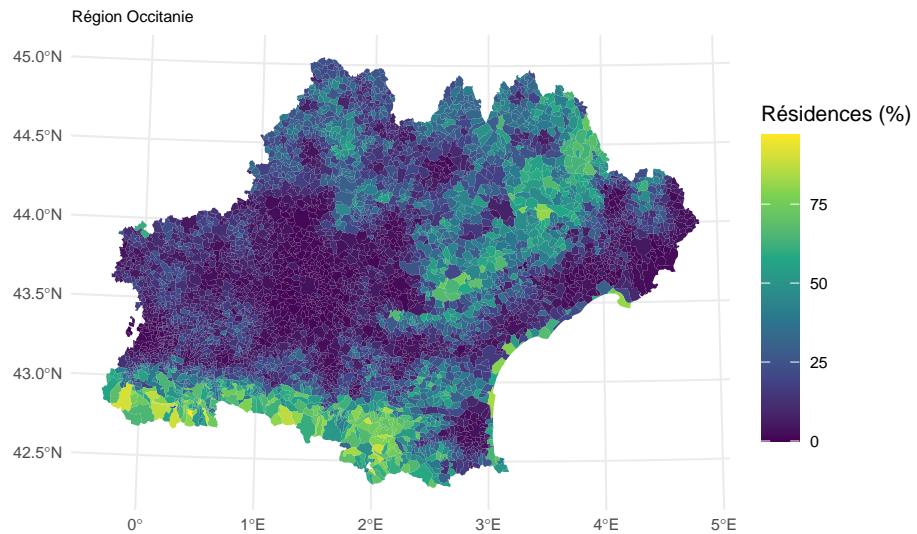
Nous avons fait le choix de représenter cartographiquement trois variables explicatives. La population des communes tout d'abord afin de comprendre comment les individus sont répartis sur cette région. Cela nous semblait nécessaire pour visualiser les zones peuplées ou non. Seconde variable, les résidences secondaires qui peuvent trahir le caractère “touristique” des communes concernées ainsi que le taux de chômage. Cette dernière variable pourrait être intéressante car elle laisserait supposer des services supplémentaires dans les communes concernées.



L'essentiel de la population semble se concentrer sur le littoral ou proche de celui-ci (à l'est) ainsi qu'en région

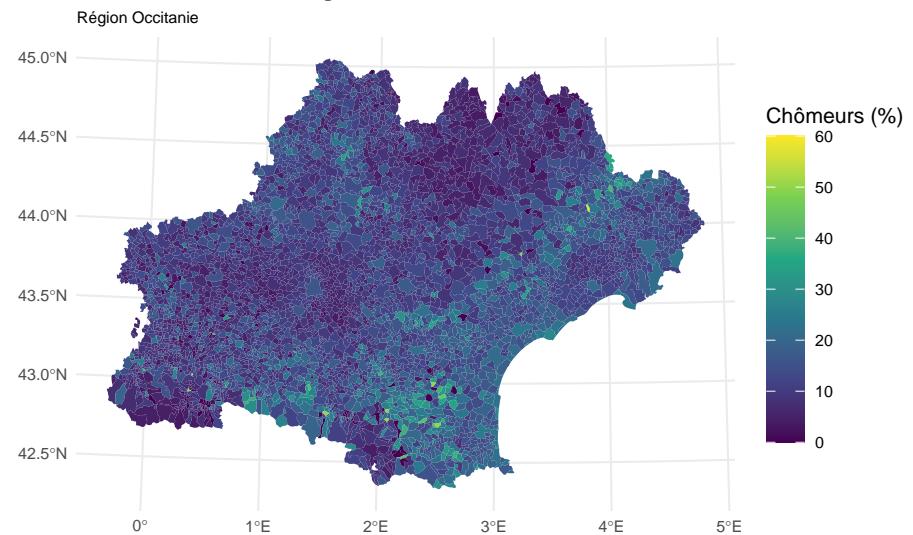
toulousaine. La ville rose est la plus peuplée de la région et les communes avoisinantes emblent également assez peuplées. Inversement, les communes situées au sud de la région, à proximité du massif pyrénéen le sont nettement moins.

Carte 5 : Taux de résidences secondaires



Les résidences secondaires se concentrent dans la partie sud, peu peuplée décrite précédemment, au nord-est ainsi que sur certaines villes côtières. Par contraste, la région toulousaine est, plus globalement l'ouest de l'Occitanie frôle les 0%.

Carte 6 : Taux de chômage des 15-64 ans



La carte 6 présente le taux de chômage des 15-64 ans, par commune. Nous remarquons que celui-ci tend à être plus important à l'est de la région, sur une bande allant de la Lozère à la zone perpignanaise. L'extrême sud-ouest et le nord semblent ici épargnés.

Nous n'allons pas analyser les résultats descriptifs pour toutes les variables. Cependant, nous allons faire des hypothèses, économiques sur le sens de l'effet que peut avoir chacune des variables explicatives sur les dépenses des communes. Ensuite, nous évaluerons le degré de corrélation entre les variables.

Signes et Corrélation

Dans cette sous partie, deux objectif, effectuer une revue de littérature sur les signes attendus de chacune de nos variables explicatives sur les dépenses communales (1) et évaluer, empiriquement le degré de corrélation statistiques entre les dites variables (2).

Population

Le signe attendu de cette variable est positif. Ceci s'explique par le fait que les recettes fiscales sont croissantes avec la population. Plus la population est importante, plus l'autorité compétente pourra prélever d'impôts, toutes choses égales par ailleurs. On peut donc s'attendre à ce que les dépenses publiques augmentent suite à cette augmentation des recettes (effet revenu). En effet, comme l'a exprimé John Maynard Keynes (1936) : « La loi psychologique fondamentale sur laquelle nous pouvons nous appuyer en toute sécurité, à la fois a priori en raison de notre connaissance de la nature humaine et a posteriori en raison des renseignements détaillés de l'expérience, c'est qu'en moyenne et la plupart du temps les hommes ont tendance à accroître leur consommation à mesure que le revenu croît, mais non d'une quantité aussi grande que l'accroissement du revenu. »

Cette loi psychologique peut être déclinée pour les institutions publiques, ce qui prête à penser que celles-ci augmentent leurs dépenses à mesure que leur revenu augmente. En l'occurrence, une population plus importante implique des dépenses de santé plus importantes, plus d'allocations chômage, un plus grand besoin en infrastructures publiques, etc. Toutefois, certaines études empiriques montrent que les dépenses par habitant diminuent avec l'augmentation de la population, suggérant des effets d'échelle. Curado et al. (2021) examinent l'activité de passation de marchés publics dans 278 municipalités portugaises entre 2011 et 2018. Les résultats montrent que les dépenses publiques en matière de passation de marchés augmentent avec la taille de la population, mais de manière sous-linéaire, indiquant des économies d'échelle dans les dépenses publiques à mesure que la population urbaine croît.

Emplois au lieu de travail

L'effet de l'emploi au lieu de travail sur les dépenses publiques est incertain. En effet, si l'existence d'un impact significatif de l'emploi sur les dépenses publiques est irréfutable, la nature de cet impact est, elle, sujette à débat. Pour cause, l'existence d'effets en sens contraire complique toute tentative d'anticipation de l'effet final. En l'occurrence, un taux d'emploi (au lieu de travail) plus élevé peut, d'une part, s'accompagner de la réduction de certaines prestations (allocations chômage, aides au logement et autres transferts sociaux) dans la mesure où une part de ces emplois est occupée par des résidents de la région. D'autre part, une concentration élevée d'emplois peut nécessiter des infrastructures et services supplémentaires, augmentant ainsi les dépenses de fonctionnement. Selon Marshall (1920), la mise en place d'un pôle d'emploi dans une région donnée augmente les investissements publics en infrastructures tels que les transports et les services publics. De même, Krugman (1991) montre que les pôles d'emploi créent d'importants besoins en infrastructures, ce qui tend à augmenter les dépenses publiques au niveau local. De plus, une plus grande activité est associée à des recettes plus importantes et donc plus de dépenses si l'on suppose un effet revenu. Nous avons donc des effets contraires et un effet global incertain.

Superficie

Le signe attendu est positif. En effet, les grandes superficies impliquent un besoin accru en infrastructures comme les routes, écoles, hôpitaux, et réseaux de transport, ce qui élève les dépenses publiques. Ces coûts

sont amplifiés dans les zones à faible densité démographique où les infrastructures doivent desservir des zones éparsees (Breuillé et al., 2019). L'entretien de ces infrastructures engendre des coûts fixes élevés, qui augmentent proportionnellement avec la superficie. Théoriquement, Fujita et al. (2001) montrent que les grandes superficies géographiques augmentent les coûts fixes d'infrastructure, comme les routes et les réseaux d'assainissement, ce qui justifie un signe positif de cette variable.

Surface dédiée aux activités

Le signe attendu de cette variable est indéterminé a priori, car il dépend du contexte économique et organisationnel des zones étudiées, comme le suggèrent Oates (1972) et Krugman (1991). En effet, cette variable peut avoir un effet positif sur les dépenses de fonctionnement lorsque les besoins en services publics augmentent significativement. Par exemple, Oates (1972) explique que les zones dédiées aux activités économiques nécessitent des biens publics locaux supplémentaires (entretien, sécurité, gestion des espaces, etc.) pour soutenir les entreprises et les travailleurs. Cela entraîne une hausse des dépenses publiques locales. À l'inverse, la variable peut avoir un effet négatif si la concentration des activités économiques permet de générer des économies d'échelle ou des revenus suffisants pour couvrir les besoins en services publics avec des coûts unitaires réduits. Krugman (1991) souligne que les zones concentrées économiquement peuvent tirer profit des économies d'échelle, réduisant ainsi les dépenses par unité de service fourni. Cependant, il est essentiel de noter que ces deux effets peuvent coexister, rendant l'effet net sur les dépenses publiques incertain. D'un côté, les besoins croissants en infrastructures et services publics peuvent accroître les dépenses, tandis que de l'autre, les économies d'échelle peuvent réduire les coûts. En conclusion, pour déterminer si l'effet est globalement positif ou négatif, il est indispensable d'analyser les conditions spécifiques du territoire concerné. Les travaux de Oates (1972) et de Krugman (1991) ne doivent pas être interprétés comme contradictoires, mais plutôt comme complémentaires, car ils mettent en lumière les forces opposées qui influencent les dépenses publiques en fonction des particularités locales.

Surafce résidentielle

Le signe attendu sur les dépenses de fonctionnement est indéterminé a priori. Il dépend de plusieurs facteurs contextuels, tels que le degré de densité urbaine, la qualité des infrastructures résidentielles, et la gestion municipale. Ces facteurs influencent différemment les coûts. D'un côté, cette variable peut avoir un effet positif sur les dépenses de fonctionnement lorsque les zones étendues ou peu densément peuplées nécessitent des infrastructures coûteuses à maintenir. Comme l'expliquent Alonso (1964) et Oates (1972), les zones faiblement peuplées ou mal planifiées entraînent une augmentation des besoins en biens publics locaux, tels que les routes, les systèmes de gestion des eaux ou les services de sécurité, ce qui augmente les coûts fixes pour les municipalités. D'un autre côté, elle peut avoir un effet négatif lorsque les économies d'échelle, caractéristiques des zones densément peuplées, permettent de mutualiser les coûts des infrastructures publiques. Jacobs (1961) souligne que les quartiers résidentiels denses bénéficient souvent d'une optimisation des services publics, réduisant les coûts unitaires. Cependant, ces économies d'échelle ne sont pas infinies et peuvent être contrebalancées par des coûts liés à la congestion ou à la surutilisation des infrastructures. Breuillé et al. (2019) montrent que « la densification entraîne dans l'ensemble une baisse des dépenses publiques, mais que ses effets sont hétérogènes et complexes selon la forme urbaine. Les bénéfices de la densification pour les dépenses de fonctionnement, et également de façon moins prononcée pour les dépenses d'investissement, concernent surtout les zones centrales et les communes de faible densité dotées d'un centre-bourg ». En outre, les infrastructures modernes, bien qu'elles puissent réduire les coûts de fonctionnement à long terme, nécessitent souvent des investissements initiaux importants qui alourdissent les budgets municipaux à court

terme. Il convient de noter que ces effets ne sont pas mutuellement exclusifs, mais qu'ils coexistent dans la dynamique économique. Ainsi, le signe attendu de cette variable varie selon les spécificités locales, telles que la densité réelle, la qualité de la planification urbaine, et la capacité des municipalités à gérer efficacement leurs ressources. Une analyse empirique contextuelle est indispensable pour déterminer si l'effet net est positif ou négatif.

Taux de chômage

Pour cette variable, le signe attendu sur les dépenses totales est positif, car un taux de chômage élevé peut augmenter la demande de services sociaux et d'assistance, entraînant des dépenses plus élevées. Comme le suggère comme le suggère l'étude de l'Observatoire Français de Conjoncture Économique (OFCE, 2022), les dépenses publiques sont souvent utilisées pour stabiliser l'économie en période de chômage élevé. Selon, la théorie keynésienne, un taux de chômage élevé incite les gouvernements locaux à augmenter les dépenses publiques pour soutenir la demande globale et fournir des aides sociales.

Personnes âgées vivant seules

Pour cette variable, le signe attendu est positif. En effet, une proportion élevée de personnes âgées vivant seules peut augmenter la demande de services sociaux et de santé, entraînant des dépenses publiques plus élevées. Une étude de la Banque mondiale (2006) révèle que les dépenses publiques en santé et en services sociaux augmentent avec le vieillissement de la population. Cette relation positive est théoriquement soutenue par plusieurs auteurs. Barr (2012) explique que les besoins des personnes âgées, notamment celles vivant seules, augmentent la pression sur les services de santé publique, les soins à domicile, et les allocations. Atkinson (1995) développe également l'idée que le vieillissement démographique implique des ajustements budgétaires importants, notamment dans les services sociaux. Shelton (2007), montre une corrélation positive entre les dépenses sociales et la proportion de population âgée de plus de 65 ans. Ces arguments montrent que la proportion de personnes âgées vivant seules est étroitement liée à une augmentation des dépenses publiques, en raison des besoins accrus en santé et en services sociaux.

Appartements

Le signe attendu de cette variable dépend des contextes. Il peut donc prendre un signe négatif ou positif selon les contextes. En effet, une forte proportion d'appartements peut être liée à des zones urbaines denses, ce qui peut à la fois augmenter les besoins en infrastructures (effet positif) ou réduire les coûts par habitant grâce à des économies d'échelle (effet négatif). Théoriquement, une forte proportion d'appartements peut refléter la densité urbaine, réduisant les coûts par habitant grâce aux économies d'échelle, ou augmentant les coûts en raison de besoins accrus en infrastructures urbaines. Selon Jacobs, J. (1961) dans *The Death and Life of Great American Cities*, la densité urbaine (souvent associée à un pourcentage élevé d'appartements) peut entraîner des économies d'échelle, mais aussi des dépenses accrues en infrastructures urbaines. De même, Bertaud, A. (2021) dans *Order Without Design : How Markets Shape Cities* explore l'impact des formes urbaines sur les coûts publics. Il trouve qu'une proportion élevée d'appartements peut nécessiter des infrastructures spécifiques comme les égouts et les transports, renforçant le lien variable. Par conséquent, le signe attendu de cette variable sur les dépenses totales peut être négatif ou positif, car il dépend des contextes spécifiques, comme l'ont souligné Jacobs (1961) et Bertaud (2021).

Résidences secondaires

Le signe attendu de cette variable est positif. Les résidences secondaires sont généralement occupées de

façon saisonnière ou temporaire. Cela signifie que les infrastructures (routes, réseaux d'eau, d'électricité, etc.) doivent être dimensionnées pour supporter une population de pointe, même si ces résidents ne sont pas présents toute l'année. Cela peut engendrer des coûts fixes élevés pour des périodes de faible utilisation. Les résidences secondaires en France sont soumises à une fiscalité plus lourde que les résidences principales, avec une combinaison de taxes locales (foncière, habitation) et nationales (plus-values). Les politiques fiscales locales (notamment en zones tendues) peuvent significativement alourdir la charge fiscale des propriétaires, notamment via les majorations de la taxe d'habitation et les taxes spécifiques. Nous pouvons donc possiblement entrevoir un effet revenu. De plus, une proportion élevée de résidences secondaires peut augmenter les besoins en infrastructures et services, surtout dans les zones touristiques où pendant les périodes touristiques, les besoins en infrastructures temporaires (routes, éclairage public, gestion des déchets) augmentent, entraînant une augmentation des dépenses publiques totale. Les auteurs comme Candela et Figini (2012) en analysant l'impact économique des zones touristiques, ont montré que les communes avec un grand nombre de résidences secondaires ont des dépenses accrues en infrastructures temporaires. De même, Dwyer et al. (2004), mentionnent que les dépenses publiques totales augmentent dans les zones touristiques, où les services doivent s'adapter aux variations saisonnières.

Logements sociaux

Le signe attendu pour cette variable est positif. En effet, une proportion élevée de logements sociaux peut nécessiter des subventions et des services supplémentaires, augmentant les dépenses publiques. L'étude de l'OFCE menée en 2022 sur les dépenses publiques et leurs déterminants mentionnée un peu plus haut, montre que les dépenses publiques en logement social sont une composante importante des budgets locaux. D'un point de vue théorique, il a été montré que les logements sociaux nécessitent des subventions et une gestion municipale accrue, augmentant les dépenses totales locales. Pour justifier cela, Glaeser et Gyourko (2002), expliquent que les logements sociaux nécessitent des subventions gouvernementales importantes et des dépenses supplémentaires pour leur maintenance. Cela justifie un signe positif entre la proportion de logements sociaux et les dépenses totales. Aussi Bramley (1994), trouve qu'une extension des logements sociaux entraîne des coûts significatifs pour les collectivités locales, ce qui confirme le signe positif attendu.

Taux d'endettement

Un taux d'endettement élevé (mesuré comme la dette publique par rapport au PIB) peut augmenter les charges d'intérêts sur la dette publique, ce qui réduit la marge de manœuvre budgétaire pour les autres dépenses publiques. Il impose des contraintes budgétaires aux gouvernements, qui peuvent mener à des politiques d'austérité, c'est-à-dire à une réduction des dépenses publiques. En pratique, les gouvernements coupent souvent dans les secteurs tels que les investissements publics, les subventions, et les aides sociales. Il y a donc un effet d'évitement de l'investissement public. Blanchard (2019) met en exergue les conditions sous lesquelles un endettement élevé devient insoutenable et mène à des ajustements budgétaires drastiques.

Produit des taxes

Le signe attendu de cette variable sur les dépenses d'investissement est positif car il augmente la capacité des collectivités locales à financer des projets d'infrastructure et des biens publics, renforce l'autonomie fiscale des collectivités, leur permettant de répondre aux besoins locaux et stimule des investissements productifs ayant un impact durable sur l'économie locale. Selon Buchanan, J.M. (1967) dans *Public Finance in Democratic Process*, les recettes fiscales plus importantes incitent les administrations locales à investir davantage dans des biens publics durables, comme les infrastructures, ce qui augmente les dépenses d'investissement, d'où le

signe positif attendu.

Annuité de la dette

Le signe attendu de cette variable sur les dépenses totales est positif, car les remboursements de la dette, incluant les intérêts et le principal, sont considérés comme des dépenses obligatoires. En ajoutant ces remboursements aux dépenses courantes, cela alourdit le budget global. De plus, le financement des projets par la dette engendre des coûts de maintenance quotidienne, augmentant ainsi les engagements financiers futurs. C'est dans ce sens que Barro (1979) justifie ce signe positif. Il montre que les annuités de la dette représentent un engagement financier constant, qui, même en cas de rationalisation des autres dépenses, contribue à l'augmentation des dépenses totales. Empiriquement, Pan et al. (2016) trouvent une relation positive entre l'annuité de la dette et les dépenses publiques locales. Ils suggèrent que les communes ayant des annuités plus élevées tendent à dépenser davantage, ce qui renforce l'idée d'un signe positif attendu de cette variable sur les dépenses totales.

Equipements d'enseignement

Un équipement d'enseignement du premier degré désigne les infrastructures, bâtiments, et installations dédiés à l'enseignement primaire. Ces équipements sont destinés à accueillir les élèves, les enseignants, et le personnel scolaire pour les activités d'éducation et d'apprentissage au niveau élémentaire. Le signe attendu Pour cette variable sur les dépenses de fonctionnement est positif dans le sens où les équipements d'enseignement font l'objet régulier d'entretien, de maintenance, d'acheminement qui constituent des coûts à supporter. Dans une étude, Barro (1991) suggère qu'un investissement dans les infrastructures éducatives, en tenant compte des équipements, augmenterait les dépenses de fonctionnement à court terme dans la mesure où ces équipements doivent faire l'objet d'une gestion.

Après avoir exploré les canaux théoriques de transmission de nos variables économiques sur les dépenses d'investissement et de fonctionnement, nous allons calculer la corrélation statistique entre chacune des variables de notre jeu de données. Nous optons pour utiliser le coefficient de corrélation de Spearman, plus robustes à une éventuelle non-normalité des données. Il se définit, entre deux variables par la quantité :

$$\rho_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

1

Le graphique 1 représente le coefficient de corrélation de Spearman entre chacune des variables de notre jeu de données. Il permet de supposer l'existence de lien statistiques entre celles-ci. Les cases barrées représentent les corrélations non significatives au seuil de 5%. Nous allons nous concentrer sur les trois premières colonnes qui montrent la corrélation entre chaque variable et les dépenses (fonctionnement, investissement et totales). Nous remarquons que :

Sont correlées **positivement** avec les dépenses de fonctionnement :

- Taux d'endettement, annuité de la dette
- Equipements d'enseignement
- Appartements, résidences secondaires, logements sociaux

¹ ρ_s : coefficient de corrélation de Spearman, d_i : différence entre les rangs des deux variables pour chaque observation i , n : nombre d'observations.

- Personnes âgées seules, taux de chômage, emplois au lieu de travail
- Superficie de la commune

Sont correlées **négativement** avec les dépenses de fonctionnement :

- Surface urbanisée liée aux activités, surface résidentielle
- Population

Des résultats similaires sont constatés pour les dépenses d'investissement à l'exception de l'absence de significativité des corrélations négatives susmentionnées.

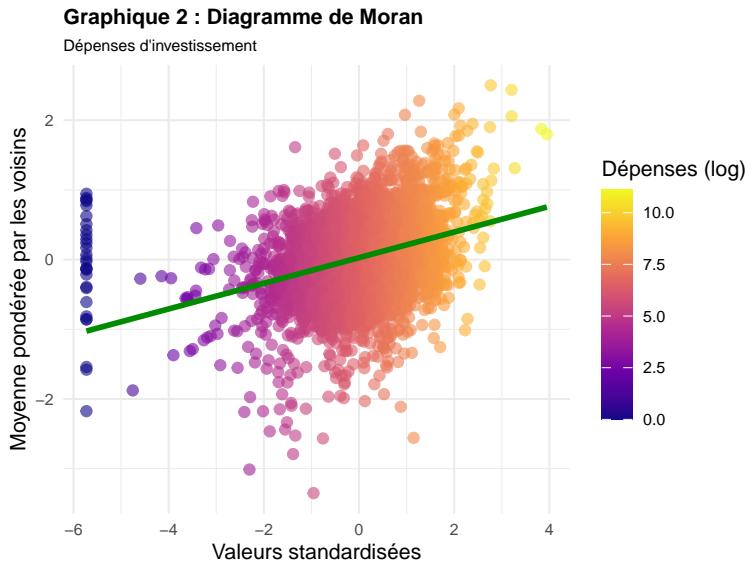
Nous pouvons remarquer quelques corrélations assez marquées, entre variables explicatives. Par exemple, la surface dédiée aux activités ou urbanisée de type résidentiel est fortement correlée positivement à la population ou aux emplois. Le nombre d'établissements d'enseignement du 1er degré l'est également avec la population. Notons une corrélation négative entre résidences secondaires et population. Il suffit de regarder le graphique 1 pour observer l'ensemble de ces résultats.

Graphique 1 : matrice de corrélation

	Taux d'endettement (%)	Produit des trois taxes communales (./hab)	Annuité de la dette (./hab)	Équipements d'enseignement du 1er degré (log)	Appartements (%)	Logements vacants (%)	Résidences secondaires (%)	Logements sociaux dans les résidences principales (%)	Personnes de 65 ans ou plus vivant seules (%)	Taux de chômage des 15–64 ans (%)	Surface urbanisée dédiée aux activités économiques (log)	Surface urbanisée de type résidentiel (log)	Superficie de la commune (log)	Emplois au lieu de travail (log)	Population (log)	Dépenses totales (./hab en log)	Dépenses d'investissement (./hab en log)	Dépenses de fonctionnement (./hab en log)	
Var2	0.3 X	0.4 0.3	0.4 0.2	0.1 0	0.2 0.3	0.2 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.2 0.2	0.2 0.1	0.2 0.1	0.2 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1
Var1	0.3 X	0.4 0.3	0.4 0.2	0.1 0	0.2 0.3	0.2 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.2 0.2	0.2 0.1	0.2 0.1	0.2 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1
Dépenses de fonctionnement (./hab en log)	0.3 X	0.4 0.3	0.4 0.2	0.1 0	0.2 0.3	0.2 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.2 0.2	0.2 0.1	0.2 0.1	0.2 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1
Dépenses d'investissement (./hab en log)	0.4 1	0.8 X	0.8 -0.1	0.1 0.1	0.3 0.3	-0.1 -0.1	0.2 0.2	0.3 0.3	0.2 0.2	0.4 0.4	X 0.2	0.3 0.2	0.4 0.3	0.1 0.1	0.5 0.3	0.8 0.6	0.2 0.1	0.2 0.1	0.4 0.3
Dépenses totales (./hab en log)	0.8 0.4	0.8 0.4	1 0.8	-0.1 -0.1	0.3 0.1	0.3 0.1	-0.1 -0.1	0.2 0.2	0.3 0.3	0.2 0.2	X 0.4	0.3 0.2	0.4 0.3	0.1 0.1	0.3 0.2	0.3 0.2	0.5 0.4	0.2 0.2	0.4 0.3
Population (log)	-0.1 X	-0.1 -0.1	1 0.9	1 0.9	0.4 0.4	0.9 0.9	0.9 0.9	0.1 0.1	0 0	0.6 0.5	-0.4 -0.4	0.1 0.1	0.4 0.3	0.8 0.8	0.2 0.2	0.1 0.1	0.2 0.2	0.1 0.1	0.1 0.1
Emplois au lieu de travail (log)	0.1 0	0 X	0.9 0.9	1 1	0.5 0.5	0.8 0.8	0.9 0.9	0.1 0.1	0.1 0.1	0.6 0.6	-0.4 -0.4	0.1 0.1	0.5 0.5	0.8 0.8	0.3 0.3	0.3 0.3	0.3 0.3	0.3 0.3	0.2 0.2
Surface urbanisée dédiée aux activités économiques (log)	-0.1 -0.1	-0.1 -0.1	0.9 0.9	0.9 0.8	0.5 0.5	1 1	1 1	0 0	0 0	0.6 0.5	-0.4 -0.4	0.1 0.1	0.4 0.3	0.8 0.8	0.2 0.2	0.2 0.2	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1
Surface urbanisée de type résidentiel (log)	-0.1 -0.1	-0.1 -0.1	0.9 0.9	0.8 0.8	0.5 0.5	1 1	1 1	0 0	0 0	0.5 0.5	-0.4 -0.4	0.1 0.1	0.3 0.3	0.8 0.8	0.2 0.2	0.2 0.2	0.1 0.1	0.1 0.1	0.1 0.1
Superficie de la commune (log)	0.3 0.2	0.3 0.2	0.4 0.3	0.5 0.4	0.5 0.5	1 1	0.5 0.5	0.5 0.5	0.1 0.1	0.2 0.2	0.3 0.3	0.2 0.2	0.1 0.1	0.2 0.2	0.3 0.3	0.3 0.3	0.1 0.1	0.2 0.2	0.2 0.2
Emplois au lieu de travail (log)	0.1 0	0 X	0.9 0.9	1 1	0.5 0.5	0.8 0.8	0.9 0.9	0.1 0.1	0.1 0.1	0.6 0.6	-0.4 -0.4	0.1 0.1	0.5 0.5	0.8 0.8	0.3 0.3	0.3 0.3	0.3 0.3	0.3 0.3	0.2 0.2
Population (log)	-0.1 X	-0.1 -0.1	1 1	0.9 0.9	0.4 0.4	0.9 0.9	0.9 0.9	0.1 0.1	0 0	0.6 0.6	-0.5 -0.5	0.1 0.1	0.5 0.5	0.8 0.8	0.2 0.2	0.3 0.3	0.1 0.1	0.2 0.2	0.1 0.1
Dépenses totales (./hab en log)	0.8 0.8	0.8 0.8	1 1	-0.1 -0.1	0.3 0.3	-0.1 -0.1	-0.1 -0.1	0.2 0.2	0.3 0.3	0.2 0.2	0.4 0.4	X 0.2	0.3 0.2	0.3 0.2	0.5 0.4	0.2 0.2	0.2 0.2	0.4 0.4	0.2 0.2
Dépenses d'investissement (./hab en log)	0.4 1	1 1	0.8 0.8	X 0	0 0.2	-0.1 -0.1	1 0.1	0.1 0.2	0.1 0.1	0.3 0.3	X 0.2	0.2 0.2	0.3 0.3	0.2 0.2	0 0.2	0.2 0.2	0.3 0.3	0.4 0.4	0.2 0.2
Dépenses de fonctionnement (./hab en log)	1 1	0.4 0.4	0.8 0.8	-0.1 -0.1	0.1 0.1	0.3 0.3	-0.1 -0.1	0.2 0.2	0.3 0.3	0.2 0.2	0.4 0.4	X 0.2	0.3 0.3	0.1 0.1	0.6 0.6	X 0.3	0.1 0.1	0.2 0.2	0.3 0.3

Analyse spatiale des données

Ici, nous allons nous intéresser aux dynamiques d'autocorrélation spatiale globale et locale pour nos variables d'intérêt. Nous déterminerons l'existence éventuelle d'autocorrélation spatiale globale avec le I de Moran avant d'étudier les regroupements locaux.

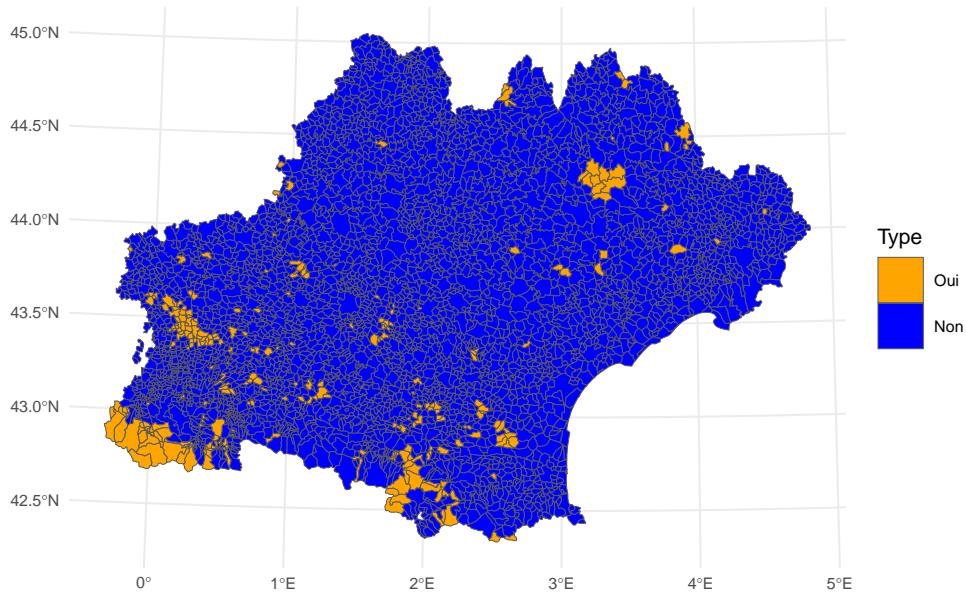


Le graphique 2 représente le diagramme de Moran pour les dépenses d'investissement des communes. Les points du quart Nord-Est sont ceux correspondant aux communes ayant des dépenses importantes elles-mêmes entourées de communes qui investissent beaucoup et inversement au Sud-Ouest. La pente de la droite de régression correspond en tout point au I de Moran. Cette pente est positive ce qui suggère la présence d'autocorrélation spatiale globale positive. Résultat confirmé par le calcul du I de Moran. Si on modélise les relations de voisinage par la matrice de contiguïté d'ordre un, la p-value du test de Moran est quasiment égale à zéro ($2.2e^{-16}$). On rejette l'absence d'autocorrélation au profit d'une autocorrélation positive. Cherchons à déterminer quelles observations tirent cette statistique vers le haut et quels regroupements locaux existent.

Pour déterminer les observations les plus influentes, nous avons recours au calcul des effets de levier et distances de Cook. Cette dernière permet de réterminer quelles observations, en l'occurrence quelles communes ont l'impact le plus élevé sur la pente de la droite du diagramme, donc sur le I de Moran. Il s'agit de calculer pour chaque observation la valeur de levier avant d'en déduire la distance de Cook. Ensuite, nous devons comparer les valeurs obtenues avec le seuil défini par $T = 4/n = 0.00087$. Les communes ayant une distance de Cook supérieure à ce seuil sont considérées comme influentes et inversément. La carte n°4 montre les communes qui exercent une influence forte sur le I de Moran au sens de la distance de Cook. La carte A en annexe présente les valeurs apparemment parlé de ces distances.

Carte 7 : distances de Cook significatives

Dépenses d'investissement

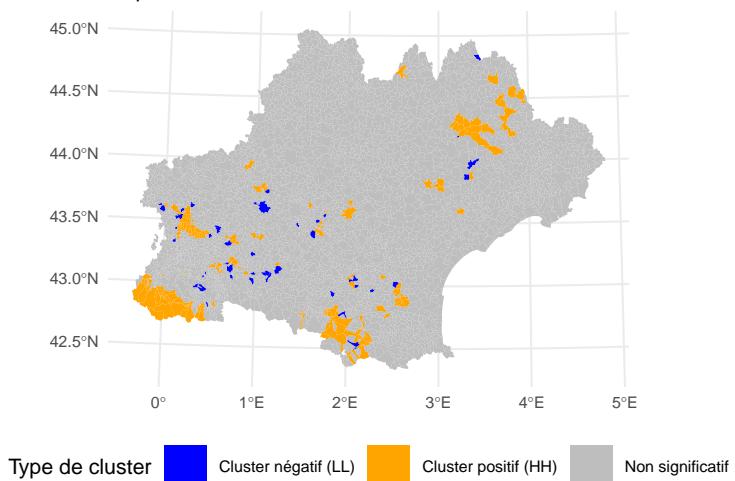


Une analyse similaire portant sur les dépenses de fonctionnement donne un résultat similaire. Présence d'autocorrélation spatiale globale positive (la p-value du I de Moran global est quasiment nulle). Les communes ayant des dépenses de fonctionnement par habitant élevées sont entourées de communes ayant elles-mêmes des dépenses de fonctionnement élevées. Les résultats figurent dans les annexes (Graphique A , cartes B et C). Après avoir évalué la présence d'autocorrélation globale, nous allons nous intéresser aux dynamiques de regroupement local. Objectif, mettre en lumière des zones précises où les dépenses de fonctionnement ou d'investissement sont élevées ou faibles. Pour réaliser cette tâche nous allons calculer les statistiques LISA pour chacune des communes de l'échantillon.

Commençons par les dépenses d'investissement. Les statistiques demandées et les p-values sont calculées. Afin d'éviter le problème des comparaisons multiples, le seuil de significativité ne doit pas être fixé à $\alpha = 0.05$ mais à un niveau plus bas. On choisit de diviser ce seuil par le nombre moyen de voisins (5.92), ce qui donne $\alpha_* = 0.05/5.92 = 0.0084$. La carte suivante représente les clusters significatifs avec ce seuil corrigé α_* . En jaune apparaissent les regroupements locaux de valeurs élevées. Concrètement, il s'agit de zones où les communes ont tendance à avoir de grosses dépenses d'investissement. Par opposition, en bleu, nous retrouvons les clusters négatifs correspondant aux zones où se concentrent des communes qui investissent peu. En gris, ce n'est pas significatif.

Carte 8 : cartographie des clusters locaux de Moran

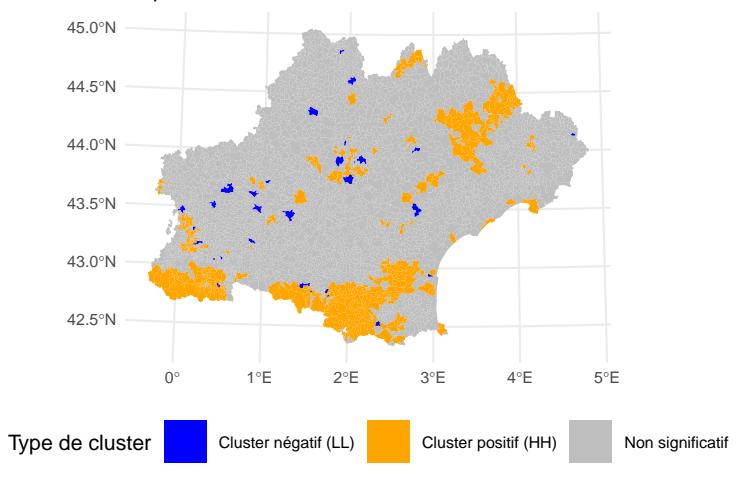
Dépenses d'investissement



Sur cette carte, nous retrouvons ainsi des clusters de fortes dépenses d'investissement au sud-ouest (déjà mentionné, c'était la même zone qui tirait le I de Moral global vers le haut), au sud et au nord-est. Inversement, les clusters négatifs se font plus rares et diparates et sont localisés plus vers l'intérieur de la région. Réalisons le même travail pour les dépenses de fonctionnement. Les résultats sont présentés dans la carte suivante

Carte 9 : cartographie des clusters locaux de Moran

Dépenses de fonctionnement



Source : Analyse spatiale

Ici, les clusters sont plus grands que pour les dépenses d'investissement. Nous avons en effet trois zones assez étendues où les communes tendent à avoir des dépenses de fonctionnement élevées. Celles-ci sont situées au sud et au nord-est de l'Occitanie. Les regroupements de communes très "économies" sont très rares et dispersés.

En conclusion de l'analyse des données, nous pouvons énumérer les faits stylisés suivants. Les dépenses d'investissement et de fonctionnement font, toutes les deux objet d'une importante autocorrélation spatiale globale qui se traduit plus localement par une concentration de valeurs particulièrement élevées dans le sud de cette région. Les communes situées proches de Toulouse ou sur le littoral sont plus peuplées. Par ailleurs, les résidences secondaires occupent une part plus importante du parc immobilier au sud de la région et le

chômage est plus élevé au sud-est, dans la région de Perpignan. Une analyse purement descriptive a montré l'existence d'une corrélation positive entre les dépenses totale et la plupart de nos variables explicatives, notamment l'annuité de la dette, le taux d'endettement, de chômage et de résidences secondaires. L'objectif de la partie suivante sera d'introduire une succession de modélisations économétriques pour comprendre mieux les relations entre ces variables et les effets spatiaux qui y sont liés.

Modélisation économétrique

Dans cette partie, nous nous attacherons à réaliser plusieurs modèles économétriques pour expliquer les dynamiques de dépenses de fonctionnement et d'investissement en région Occitanie. En premier lieu, nous allons ignorer le caractère géographique de nos données et estimer un modèle basique, l'OLS Simple. Ensuite, nous prendrons en compte les effets de rétroaction spatiale susmentionnés en réalisant un modèle SAR et un modèle de Durbin.

Moindres carrés ordinaires

Nous allons estimer deux modèles par la méthode des moindres carrés (OLS) sans prise en compte des effets spatiaux. Le premier modèle visera à estimer les dépenses de fonctionnement et le second les dépenses d'investissement. Nous allons utiliser l'ensemble des variables explicatives à notre disposition.

Les résultats sont consignés dans le tableau 2. Les écarts type robustes sont utilisés. Nous y remarquons que :

- Le nombre d'emplois, la superficie, la surface urbanisée dédiée aux activités économiques, les résidences secondaires, les logements vacants ainsi que l'annuité de la dette ont un effet positif et significatif sur les deux catégories de dépenses
- La surface résidentielle a un effet négatif significatif sur les deux catégories de dépenses
- Le taux de chômage, la part des personnes âgées vivant seules, les logements sociaux, les appartements, les équipements d'enseignement et le produit des taxes augmentent tous, de façons significative les dépenses de fonctionnement mais pas celles d'investissement*
- L'effet de la population et du taux d'endettement est plus ambigu. Une population plus élevée fait augmenter les dépenses d'investissement par habitant mais réduit celles de fonctionnement.
- Nos variables expliquent environ 65% de la variance des dépenses de fonctionnement contre seulement 25% des dépenses d'investissement

Cependant, nos deux modèles souffrent de défauts majeurs. Toutes les hypothèses sont violées, aussi bien la normalité des résidus que l'homoscédasticité et l'absence d'autocorrélation des erreurs. Nous avons utilisé des écarts types robustes ce qui peut limiter les dégâts de ce point de vue. Cependant, notre modèle OLS simple n'est pas adéquat car il ignore totalement les effets spatiaux que l'on cherche à mettre en évidence. Nous allons par conséquent estimer des modèles prenant en compte cette dimension très importante de nos données.

Table 2: Résultats des régressions MCO

	Fonctionnement	Investissement
Population	-0.089*** (0.014)	0.155*** (0.049)
Emplois	0.110*** (0.010)	0.104*** (0.032)
Superficie	0.083*** (0.008)	0.189*** (0.028)
Surface urbanisée résidentielle	-0.341*** (0.043)	-0.678*** (0.104)
Surface urbanisée économique	0.151*** (0.043)	0.369*** (0.106)
Taux de chômage	0.003*** (0.001)	0.001 (0.003)
Personnes de 65 ans ou plus vivant seules	0.001** (0.001)	-0.004 (0.003)
Logements sociaux	0.010*** (0.002)	-0.005 (0.004)
Résidences secondaires	0.010*** (0.0005)	0.015*** (0.002)
Logements vacants	0.007*** (0.001)	0.013*** (0.004)
Appartements	0.004*** (0.001)	0.003 (0.002)
Équipements d'enseignement du 1er degré	0.161*** (0.015)	-0.053 (0.044)
Produit des trois taxes communales	0.0004*** (0.0001)	0.0001 (0.0001)
Taux d'endettement	-0.015* (0.008)	0.448*** (0.028)
Annuité de la dette	0.0001*** (0.00003)	0.0005*** (0.0001)
Constant	7.233*** (0.054)	5.308*** (0.210)
Observations	4,565	4,565
R ²	0.651	0.254
R ² ajusté	0.650	0.252
Écart type (df = 4549)	0.311	0.993
F (df = 15; 4549)	565.992***	103.262***

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Modèle SAR

Le modèle SAR permet de prendre en compte les effets liés à la valeur de la variable dépendante dans les localités voisines. Dans notre étude, cela permet d'endogénéiser l'autocorrélation spatiale en prenant en compte l'effet des dépenses des communes voisines sur les dépenses d'une commune donnée. Trois étapes, estimer le modèles, étudier sa significativité et les impacts.

Commençons par les dépenses de fonctionnement. Le modèle SAR à estimer a pour écriture

$$y = \rho W y + X\beta + \epsilon$$

$$\epsilon \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2 I)$$

où :

- y : vecteur des valeurs de la variable dépendante ($\log(\text{dép. fonction.})$),
- ρ : coefficient de dépendance spatiale,
- W : matrice de pondération spatiale (ici, basée sur la contiguïté),
- X : matrice des variables explicatives (incluant $\log(\text{popul.})$, $\log(\text{emplois.})$, ...),
- β : vecteur des coefficients associés aux variables explicatives,
- ϵ : vecteur des erreurs résiduelles.

L'équation explicite pour ce modèle est donnée par :

$$\log(\text{CFT_COM}_i) = \rho \sum_{j=1}^N W_{ij} \log(\text{dép. fonction.}_j) + \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{ik} + \epsilon_i$$

Avec toutes les variables explicatives X définies comme :

$$X = \{\log(\text{popul.}), \log(\text{emplois.}), \dots\}$$

Cette matrice X contient par ailleurs des effets fixes pour chacun des départements par l'ajout de variables binaires valant 1 si la commune appartient au département en question et 0 sinon. L'objectif est de prendre en compte des caractéristiques structurelles liées aux départments qui n'apparaissent pas dans nos variables explicatives.

Pour les dépenses d'investissement, c'est exactement le même modèle mais avec les dépenses d'investissement à la place de celles de fonctionnement. L'estimation peut s'effectuer soit par maximum de vraisemblance soit par la méthode des doubles moindres carrés (**Bivand et Piras, 2015**). Il nous est renvoyé un coefficient autorégressif (ρ) ainsi que des coefficients pour les variables. Les coefficients ne sont pas interprétables en l'état et nous avons besoin d'expliquer les impacts directs, indirects et totaux. Ceux-ci apparaissent sur le tableau n°3. La significativité de chacun d'entre eux (Oui ou Non) est déterminée par *bootstrap* (réchantillonnage). Nous considérons un seuil $\alpha = 0.05$. Un effet est significatif si l'intégralité de son intervalle de confiance bilatéral à 95% ne contient pas la valeur zéro.

Table 3: Effets sur les dépenses de fonctionnement

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	-0.1734 [-0.1991, -0.1451]*	-0.0543 [-0.0603, -0.0388]*	-0.2277 [-0.2637, -0.1871]*
Emplois (log)	0.1104 [0.0926, 0.1243]*	0.0346 [0.0315, 0.0429]*	0.1450 [0.1215, 0.1643]*
Superficie (log)	0.0608 [0.0466, 0.0738]*	0.0191 [0.0157, 0.0247]*	0.0799 [0.0606, 0.0977]*
Surface résid. (log)	-0.2460 [-0.3127, -0.1793]*	-0.0771 [-0.0854, -0.0542]*	-0.3231 [-0.3992, -0.2365]*
Surface éco. (log)	0.1606 [0.0963, 0.2206]*	0.0503 [0.0429, 0.0702]*	0.2109 [0.1290, 0.2893]*
Taux de chômage (%)	0.0023 [0.0006, 0.0039]*	0.0007 [0.0005, 0.0013]*	0.0031 [0.0008, 0.0052]*
+65 ans seuls (%)	0.0016 [0.0007, 0.0026]*	0.0005 [0.0004, 0.0009]*	0.0021 [0.0009, 0.0034]*
Logements sociaux (%)	0.0087 [0.0062, 0.0120]*	0.0027 [0.0024, 0.0040]*	0.0114 [0.0082, 0.0158]*
Résidences secondaires (%)	0.0075 [0.0066, 0.0085]*	0.0023 [0.0022, 0.0028]*	0.0098 [0.0088, 0.0109]*
Logements vacants (%)	0.0069 [0.0051, 0.0088]*	0.0022 [0.0019, 0.0029]*	0.0091 [0.0066, 0.0115]*
Appartements (%)	0.0042 [0.0029, 0.0052]*	0.0013 [0.0011, 0.0018]*	0.0055 [0.0040, 0.0070]*
Equip. d'enseig. (log)	0.1777 [0.1545, 0.1988]*	0.0557 [0.0504, 0.0685]*	0.2333 [0.1989, 0.2644]*
Produit des taxes (€/hab)	0.0003 [0.0003, 0.0004]*	0.0001 [0.0001, 0.0001]*	0.0004 [0.0004, 0.0005]*
Taux d'endettement (%)	-0.0065 [-0.0282, 0.0064]	-0.0021 [-0.0034, 0.0023]	-0.0086 [-0.0282, 0.0087]
Annuité de dette (€/hab)	0.0001 [0.0001, 0.0002]*	0.0000 [0.0000, 0.0001]*	0.0002 [0.0001, 0.0002]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

Le coefficient autorégressif ρ donne une mesure de la dépendance spatiale. Ici, nous avons $\rho = 0.2471$ qui est significatif (p-valeur proche de zéro) ce qui indique une dépendance spatiale positive. Cela signifie que les communes voisines ont tendance à présenter des dépenses similaires donc autocorrelées. Si les dépenses augmentent dans une commune, celles des communes voisines augmentent également. C'est cohérent avec la présence d'autocorrélation spatiale globale que nous avons détecté auparavant. Voici les interprétations des impacts sur les dépenses de fonctionnement pour chacune des variables :

- La population a un effet négatif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de -0.2277%, dont un effet direct négatif de l'ordre de -0.1734% et un effet indirect négatif de l'ordre de -0.0543%, pour une variation de 1% de la population.
- Le nombre d'emplois a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.1450%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.1104% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0346%, pour une variation de 1% du nombre d'emplois.
- La superficie a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0799%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.0608% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0191%, pour une variation de 1% de la superficie.
- La surface résidentielle a un effet négatif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de -0.3231%, dont un effet direct négatif de l'ordre de -0.2460% et un effet indirect négatif de l'ordre de -0.0771%, pour une variation de 1% de la surface résidentielle.
- La surface économique a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.2109%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.1606% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0503%, pour une

variation de 1% de la surface économique.

- Le taux de chômage a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0031%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.0023% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0007%, pour une variation de 1 point de pourcentage du taux de chômage.
- La proportion de personnes de plus de 65 ans vivant seules a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0021%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.0016% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0005%, pour une variation de 1 point de pourcentage de cette population.
- La proportion de logements sociaux a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0114%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.0087% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0027%, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion de logements sociaux.
- La proportion de résidences secondaires a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0098%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.0075% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0023%, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion de résidences secondaires.
- La proportion de logements vacants a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0091%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.0069% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0022%, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion de logements vacants.
- La proportion d'appartements a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0055%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.0042% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0013%, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion d'appartements.
- La quantité d'équipements d'enseignement a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.2333%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.1777% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0557%, pour une variation de 1% des équipements d'enseignement.
- Le produit des taxes par habitant a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0004%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.0003% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.0001%, pour une augmentation de 1 euro par habitant.
- Le taux d'endettement n'a pas d'effet significatif sur les dépenses de fonctionnement.
- L'annuité de la dette par habitant a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0002%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.0001% et un effet indirect mesure quasi-nulle, pour une augmentation de 1 euro par habitant.

Nous procédons de même pour les dépenses d'investissement des communes. Nous y avons $\rho = 0.19$ ce qui traduit la dépendance spatiale positive. Si les dépenses d'investissement par habitant des communes voisines augmente, mes dépenses augmentent également et ce, de façon significative. Les impacts sont donnés dans le tableau 4.

Ici encore, le coefficient autorégressif ρ , qui donne une mesure de la dépendance spatiale, est significatif (p-valeur proche de zéro). Nous avons $\rho = 0.1987$ qui ce qui indique une dépendance spatiale positive. Cela signifie que les communes voisines ont tendance à présenter des dépenses similaires donc autocorrelées. Si les dépenses augmentent dans une commune, celles des communes voisines augmentent également. Les interprétations sont les suivantes :

Table 4: Impacts estimés sur les dépenses d'investissement

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	0.0209 [-0.0808, 0.1096]	0.0050 [-0.0231, 0.0283]	0.0259 [-0.0984, 0.1334]
Emplois (log)	0.1018 [0.0405, 0.1651] [*]	0.0243 [0.0075, 0.0564] [*]	0.1261 [0.0518, 0.2012] [*]
Superficie (log)	0.1645 [0.1121, 0.2158] [*]	0.0393 [0.0152, 0.0731] [*]	0.2038 [0.1395, 0.2648] [*]
Surface rés. (log)	-0.4965 [-0.6861, -0.2675] [*]	-0.1187 [-0.2357, -0.0476] [*]	-0.6152 [-0.8943, -0.3351] [*]
Surface éco. (log)	0.3610 [0.1402, 0.5489] [*]	0.0863 [0.0268, 0.1930] [*]	0.4473 [0.1836, 0.7248] [*]
Taux chômage (%)	0.0038 [-0.0016, 0.0090]	0.0009 [-0.0004, 0.0032]	0.0047 [-0.0020, 0.0125]
Taux pers. âgées seules (%)	-0.0038 [-0.0067, -0.0004] [*]	-0.0009 [-0.0024, -0.0000]	-0.0048 [-0.0088, -0.0004] [*]
Logements sociaux (%)	-0.0004 [-0.0102, 0.0111]	-0.0001 [-0.0029, 0.0020]	-0.0005 [-0.0129, 0.0137]
Résidences secondaires (%)	0.0099 [0.0070, 0.0127] [*]	0.0024 [0.0010, 0.0041] [*]	0.0123 [0.0091, 0.0157] [*]
Logements vacants (%)	0.0079 [0.0002, 0.0129] [*]	0.0019 [0.0000, 0.0046] [*]	0.0097 [0.0002, 0.0172] [*]
Appartements (%)	0.0027 [-0.0011, 0.0072]	0.0006 [-0.0004, 0.0021]	0.0033 [-0.0014, 0.0093]
Établ. enseig. (log)	-0.0709 [-0.1529, 0.0089]	-0.0169 [-0.0463, 0.0018]	-0.0878 [-0.1871, 0.0112]
Prod. taxes (€/hab)	0.0001 [0.0000, 0.0002] [*]	0.0000 [0.0000, 0.0001] [*]	0.0002 [0.0000, 0.0003] [*]
Taux endettement (%)	0.4538 [0.4110, 0.4992] [*]	0.1085 [0.0407, 0.2035] [*]	0.5623 [0.4767, 0.6722] [*]
Ann. dette (€/hab)	0.0004 [0.0003, 0.0005] [*]	0.0001 [0.0000, 0.0002] [*]	0.0005 [0.0004, 0.0007] [*]

* Effet significatif au seuil de 5% (IC ne contenant pas zéro).

- La population n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement, avec un effet total de 0.0259%, dont un effet direct de 0.0209% et un effet indirect de 0.0050%, pour une variation de 1% de la population.
- Le nombre d'emplois a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.1261%, dont un effet direct positif de 0.1018% et un effet indirect positif de 0.0243%, pour une variation de 1% du nombre d'emplois.
- La superficie a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.2038%, dont un effet direct positif de 0.1645% et un effet indirect positif de 0.0393%, pour une variation de 1% de la superficie.
- La surface résidentielle a un effet négatif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de -0.6152%, dont un effet direct négatif de -0.4965% et un effet indirect négatif de -0.1187%, pour une variation de 1% de la surface résidentielle.
- La surface économique a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.4473%, dont un effet direct positif de 0.3610% et un effet indirect positif de 0.0863%, pour une variation de 1% de la surface économique.
- Le taux de chômage n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement, avec un effet total de 0.0047%, dont un effet direct de 0.0038% et un effet indirect de 0.0009%, pour une variation de 1 point de pourcentage du taux de chômage.
- La proportion de personnes âgées seules a un effet négatif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de -0.0048%, dont un effet direct négatif de -0.0038% et un effet indirect négatif de -0.0009%, pour une variation de 1 point de pourcentage de cette population.
- La proportion de logements sociaux n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement, avec un effet total de -0.0005%, dont un effet direct de -0.0004% et un effet indirect de -0.0001%, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion de logements sociaux.
- La proportion de résidences secondaires a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre

de 0.0123%, dont un effet direct positif de 0.0099% et un effet indirect positif de 0.0024%, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion de résidences secondaires.

- La proportion de logements vacants a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.0097%, dont un effet direct positif de 0.0079% et un effet indirect positif de 0.0019%, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion de logements vacants.
- La proportion d'appartements n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement, avec un effet total de 0.0033%, dont un effet direct de 0.0027% et un effet indirect de 0.0006%, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion d'appartements.
- Le nombre d'établissements d'enseignement n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement, avec un effet total de -0.0878%, dont un effet direct de -0.0709% et un effet indirect de -0.0169%, pour une variation de 1% des établissements d'enseignement.
- Le produit des taxes par habitant a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.0002%, dont un effet direct positif de 0.0001% et un effet indirect de mesure quasi-nulle, pour une augmentation de 1 euro par habitant.
- Le taux d'endettement a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.5623%, dont un effet direct positif de 0.4538% et un effet indirect positif de 0.1085%, pour une variation de 1 point de pourcentage du taux d'endettement.
- L'annuité de la dette par habitant a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.0005%, dont un effet direct positif de 0.0004% et un effet indirect positif de 0.0001%, pour une augmentation de 1 euro par habitant.

Modèle de Durbin Spatial

Le modèle spatial de Durbin permet de prendre en compte les effets liés à la valeur de la variable dépendante dans les localités voisines, ainsi que les effets des variables explicatives des localités voisines. Dans notre étude, cela permet d'endogéniser l'autocorrélation spatiale et de modéliser l'effet des caractéristiques des communes voisines sur les dépenses d'une commune donnée. Nous suivrons les mêmes étapes que pour le modèle SAR exposé plus haut.

Commençons par les dépenses de fonctionnement. Le modèle spatial de Durbin à estimer s'écrit comme suit :

$$y = \rho W y + X\beta + WX\theta + \epsilon$$

$$\epsilon \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2 I)$$

où :

- y : vecteur des valeurs de la variable dépendante (log(dép. fonction.)),
- ρ : coefficient de dépendance spatiale,
- W : matrice de pondération spatiale (ici, basée sur la contiguïté),
- X : matrice des variables explicatives (incluant log(popul.), log(emplois.), ...),

- β : vecteur des coefficients associés aux variables explicatives locales,
- $WX\theta$: effets des variables explicatives des communes voisines (interactions spatiales),
- ϵ : vecteur des erreurs résiduelles.

L'équation explicite pour ce modèle est donnée par :

$$\log(\text{CFT_COM}_i) = \rho \sum_{j=1}^N W_{ij} \log(\text{dép. fonction.}_j) + \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{ik} + \sum_{k=1}^K \theta_k \sum_{j=1}^N W_{ij} X_{jk} + \epsilon_i$$

Avec toutes les variables explicatives X définies comme :

$$X = \{\log(\text{popul.}), \log(\text{emplois.}), \dots\}$$

À l'instar des modèles précédents, le coefficient autorégressif ρ , est significatif ($\rho = 0.3721$) ce qui indique une dépendance spatiale positive. Les communes voisines ont tendance à présenter des dépenses similaires, comme dans le modèle SAR. Si les dépenses augmentent dans une commune, celles des communes voisines augmentent également. Les interprétations sont les suivantes :

Table 5: Tableau des impacts sur les dépenses de fonctionnement (modèle Durbin)

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	-0.253 [-0.286, -0.218]*	0.159 [0.079, 0.239]*	-0.092 [-0.178, -0.008]*
Emplois (log)	0.114 [0.100, 0.133]*	0.071 [0.015, 0.125]*	0.186 [0.131, 0.242]*
Superficie (log)	0.067 [0.049, 0.084]*	0.070 [0.025, 0.108]*	0.136 [0.096, 0.173]*
Surface résid. (log)	-0.188 [-0.255, -0.125]*	-0.394 [-0.573, -0.199]*	-0.585 [-0.783, -0.367]*
Surface éco. (log)	0.164 [0.099, 0.233]*	0.152 [-0.066, 0.338]	0.316 [0.067, 0.522]*
Taux de chômage (%)	0.003 [0.001, 0.004]*	0.000 [-0.005, 0.004]	0.003 [-0.002, 0.008]
+65 ans seuls (%)	0.002 [0.001, 0.003]*	-0.001 [-0.005, 0.003]	0.001 [-0.003, 0.005]
Logements sociaux (%)	0.009 [0.006, 0.012]*	0.008 [-0.002, 0.018]	0.018 [0.007, 0.027]*
Résidences secondaires (%)	0.008 [0.007, 0.009]*	0.002 [-0.0003, 0.004]	0.010 [0.008, 0.012]*
Logements vacants (%)	0.009 [0.007, 0.010]*	-0.005 [-0.011, 0.001]	0.003 [-0.003, 0.009]
Appartements (%)	0.005 [0.004, 0.006]*	-0.003 [-0.006, -0.002]*	0.002 [-0.002, 0.006]
Équipement scolaire (log)	0.179 [0.157, 0.201]*	-0.046 [-0.127, 0.045]	0.131 [0.045, 0.230]*
Produit des taxes (€)	0.0003 [0.0003, 0.0004]*	0.0001 [0.0000, 0.0001]	0.0004 [0.0003, 0.0005]*
Taux d'endettement (%)	-0.004 [-0.017, 0.012]	-0.079 [-0.120, -0.035]*	-0.084 [-0.129, -0.036]*
Annuité de dette (€)	0.0001 [0.0001, 0.0001]*	0.0001 [-0.00004, 0.00018]	0.0002 [0.0001, 0.0003]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

- La population a un effet négatif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de -0.092%, dont un effet direct négatif de l'ordre de -0.253% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.159%, pour une variation de 1% de la population.
- Le nombre d'emplois a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.186%, dont

un effet direct positif de l'ordre de 0.114% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.071%, pour une variation de 1% du nombre d'emplois.

- La superficie a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.136%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.067% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.070%, pour une variation de 1% de la superficie.
- La surface résidentielle a un effet négatif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de -0.585%, dont un effet direct négatif de l'ordre de -0.188% et un effet indirect négatif de l'ordre de -0.394%, pour une variation de 1% de la surface résidentielle.
- La surface économique a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.316%, dont un effet direct positif de l'ordre de 0.164% et un effet indirect positif de l'ordre de 0.152%, pour une variation de 1% de la surface économique.
- Le taux de chômage a un effet non significatif sur les dépenses de fonctionnement, avec un effet total de 0.003%, dont un effet direct positif de 0.003% et un effet indirect non significatif de 0.000%.
- La proportion de personnes de plus de 65 ans vivant seules a un effet non significatif sur les dépenses de fonctionnement, avec un effet total de 0.001%, dont un effet direct positif de 0.002% et un effet indirect négatif de -0.001%.
- La proportion de logements sociaux a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.018%, dont un effet direct positif de 0.009% et un effet indirect positif de 0.008%, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion de logements sociaux.
- La proportion de résidences secondaires a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.010%, dont un effet direct positif de 0.008% et un effet indirect positif de 0.002%, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion de résidences secondaires.
- La proportion de logements vacants a un effet non significatif sur les dépenses de fonctionnement, avec un effet total de 0.003%, dont un effet direct positif de 0.009% et un effet indirect négatif de -0.005%.
- La proportion d'appartements a un effet non significatif sur les dépenses de fonctionnement, avec un effet total de 0.002%, dont un effet direct positif de 0.005% et un effet indirect négatif de -0.003%.
- L'équipement scolaire a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.131%, dont un effet direct positif de 0.179% et un effet indirect non significatif de -0.046%, pour une variation de 1% des équipements scolaires.
- Le produit des taxes par habitant a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0004%, dont un effet direct positif de 0.0003% et un effet indirect positif de 0.0001%, pour une augmentation de 1 euro par habitant.
- Le taux d'endettement a un effet négatif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de -0.084%, dont un effet direct non significatif de -0.004% et un effet indirect négatif de -0.079%, pour une variation de 1 point de pourcentage du taux d'endettement.
- L'annuité de la dette par habitant a un effet positif sur les dépenses de fonctionnement de l'ordre de 0.0002%, dont un effet direct positif de 0.0001% et un effet indirect positif de 0.0001%, pour une augmentation de 1 euro par habitant.

Avec le modèle Durbin, plusieurs variables voient leurs effets changer en significativité par rapport au modèle SAR. La population, qui présentait un effet indirect négatif significatif dans le modèle SAR, voit cet effet devenir positif et significatif, mais son effet total reste négatif. Le taux de chômage, dont l'effet total était significatif dans le modèle SAR, devient non significatif, indiquant une moindre influence sur les dépenses de fonctionnement. La proportion de personnes de +65 ans vivant seules, qui avait des effets direct, indirect et total significatifs, ne conserve que son effet direct significatif, tandis que ses effets indirect et total deviennent non significatifs, suggérant un impact local sans externalités spatiales marquées. Les logements sociaux et les résidences secondaires, bien qu'ayant toujours un effet direct et total significatif, voient leurs effets indirects devenir non significatifs, montrant que leur influence est avant tout locale. Leurs effets totaux démeurent pour autant positifs. Les logements vacants et les appartements, dont l'effet total était significatif dans le modèle SAR, ne présentent plus d'effet total significatif dans le modèle Durbin, ce qui atténue leur rôle dans les dépenses de fonctionnement. L'équipement scolaire, qui avait un effet indirect significatif, perd cette significativité, indiquant une diminution des interactions spatiales liées à cette variable. Le produit des taxes par habitant conserve un effet direct et total significatif, mais son effet indirect devient non significatif, soulignant une influence plus locale que spatiale. À l'inverse, le taux d'endettement, dont les effets étaient non significatifs dans le modèle SAR, présente désormais des effets indirect et total négatifs significatifs, révélant un impact spatial jusque-là masqué. Enfin, l'annuité de la dette et la surface économique, qui avaient des effets indirects significatifs, voient ces effets devenir non significatifs dans le modèle Durbin, confirmant un impact principalement local.

Table 6: Tableau des impacts sur les dépenses d'investissement (modèle Durbin)

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	-0.022 [-0.140, 0.095]	0.066 [-0.146, 0.261]	0.040 [-0.157, 0.229]
Emplois (log)	0.100 [0.050, 0.154]*	0.093 [-0.029, 0.228]	0.195 [0.060, 0.312]*
Superficie (log)	0.151 [0.091, 0.214]*	0.060 [-0.060, 0.180]	0.209 [0.102, 0.311]*
Surface résid. (log)	-0.449 [-0.668, -0.197]*	-0.062 [-0.596, 0.429]	-0.500 [-1.040, -0.015]*
Surface éco. (log)	0.366 [0.129, 0.582]*	-0.096 [-0.628, 0.469]	0.263 [-0.229, 0.795]
Taux de chômage (%)	0.004 [-0.002, 0.010]	-0.004 [-0.019, 0.007]	0.000 [-0.014, 0.011]
+65 ans seuls (%)	-0.004 [-0.008, -0.001]*	-0.011 [-0.021, -0.003]*	-0.015 [-0.026, -0.006]*
Logements sociaux (%)	-0.001 [-0.012, 0.009]	0.024 [0.001, 0.047]*	0.023 [-0.004, 0.050]
Résidences secondaires (%)	0.009 [0.004, 0.012]*	0.007 [0.002, 0.013]*	0.016 [0.011, 0.021]*
Logements vacants (%)	0.006 [-0.000, 0.014]	0.002 [-0.014, 0.017]	0.009 [-0.007, 0.025]
Appartements (%)	0.004 [-0.001, 0.008]	-0.009 [-0.017, -0.001]*	-0.005 [-0.013, 0.004]
Équipement scolaire (log)	-0.076 [-0.154, 0.001]	-0.031 [-0.216, 0.156]	-0.109 [-0.317, 0.074]
Produit des taxes (€)	0.0001 [0.0001, 0.0002]*	0.00003 [-0.0002, 0.0003]	0.00014 [-0.0001, 0.00037]
Taux d'endettement (%)	0.455 [0.407, 0.497]*	-0.019 [-0.132, 0.116]	0.435 [0.311, 0.556]*
Annuité de dette (€)	0.00043 [0.00035, 0.00052]*	0.00007 [-0.00019, 0.00033]	0.00050 [0.00022, 0.00078]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

À l'instar des modèles précédents, le coefficient autorégressif ρ , est significatif ($\rho = 0.1335$) ce qui indique une dépendance spatiale positive. Les communes voisines ont tendance à présenter des dépenses d'investissement similaires, comme dans le modèle SAR. Si les dépenses augmentent dans une commune, celles des communes

voisines augmentent également. Les interprétations sont les suivantes :

- La population n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement.
- Le nombre d'emplois a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.195%, dont un effet direct positif et un effet indirect positif, pour une variation de 1% du nombre d'emplois.
- La superficie a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.209%, dont un effet direct positif et un effet indirect non significatif, pour une variation de 1% de la superficie.
- La surface résidentielle a un effet négatif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de -0.500%, dont un effet direct négatif et un effet indirect non significatif, pour une variation de 1% de la surface résidentielle.
- La surface économique n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement.
- Le taux de chômage n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement.
- La proportion de personnes de plus de 65 ans vivant seules a un effet négatif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de -0.015%, dont un effet direct négatif et un effet indirect négatif, pour une variation de 1 point de pourcentage de cette population.
- La proportion de logements sociaux n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement.
- La proportion de résidences secondaires a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.016%, dont un effet direct positif et un effet indirect positif, pour une variation de 1 point de pourcentage de la proportion de résidences secondaires.
- La proportion de logements vacants n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement.
- La proportion d'appartements n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement.
- L'équipement scolaire n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement.
- Le produit des taxes par habitant n'a pas d'effet significatif sur les dépenses d'investissement.
- Le taux d'endettement a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.435%, dont un effet direct positif et un effet indirect non significatif, pour une variation de 1 point de pourcentage du taux d'endettement.
- L'annuité de la dette par habitant a un effet positif sur les dépenses d'investissement de l'ordre de 0.00050%, dont un effet direct positif et un effet indirect non significatif, pour une augmentation de 1 euro par habitant.

Avec le modèle Durbin appliqué aux dépenses d'investissement, plusieurs variables voient leur significativité évoluer. La population, qui n'avait aucun effet significatif dans le modèle SAR, conserve cette absence de significativité dans le modèle Durbin. L'emploi, la superficie et la surface résidentielle restent globalement significatifs, malgré des effets indirects devenus non-significatifs, suggérant une influence plus locale que spatiale. La surface économique présente un effet direct significatif, mais ses effets indirect et total, auparavant positifs et significatifs, deviennent non significatifs, réduisant ainsi l'influence spatiale de cette variable. Le taux de chômage, dont l'effet total était faible et non significatif dans le modèle SAR, reste non significatif dans le modèle Durbin, confirmant son absence d'influence claire sur les dépenses d'investissement. La proportion de personnes de +65 ans vivant seules, qui était significative uniquement en effet direct (et total)

dans le modèle SAR, voit son effet indirect devenir significatif et négatif dans le modèle Durbin, entraînant un effet total également négatif et significatif. Les logements sociaux, dont les effets étaient non significatifs dans le modèle SAR, voient apparaître un effet indirect positif et significatif dans le modèle Durbin, bien que l'effet total démeure négligeable. Les résidences secondaires conservent leurs effets dans le modèle Durbin. Les logements vacants perdent toute significativité. Les appartements, non significatifs dans le modèle SAR, voient leur effet indirect devenir négatif et significatif dans le modèle Durbin, bien que l'effet total reste non significatif. Les équipements scolaires restent non significatifs. Le produit des taxes par habitant conserve un effet direct significatif dans les deux modèles, bien que les effets indirect et total perdent leur significativité dans le modèle Durbin. Enfin, le taux d'endettement et l'annuité de la dette, qui avaient des effets significatifs dans le modèle SAR, conservent ce statut dans le modèle Durbin, mais avec des effets indirects devenus non significatifs.

Robustesse

Dépenses de fonctionnement

Afin de nous assurer de la fiabilité de nos résultats sur les dépenses de fonctionnement, nous reestimons les modèles SAR et SDM en utilisant cette fois la matrice de distance inverse et la matrice de contiguïté. Les résultats, résumés ci-dessous, sont détaillés en annexe². La table 7

Table 7: Résumé des effets pour les différents modèles de dépenses de fonctionnement

Variable	SAR - Contiguïté	Durbin - Contiguïté	SAR - Distance inverse	Durbin - Distance inverse	SAR - Voisins	Durbin - Voisins
Population (log)	- - -	- + -	- - -	- o o	- - -	- + -
Emplois (log)	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Superficie (log)	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Surface résid. (log)	- - -	- - -	- - -	- o o	- - -	- - -
surface économique (log)	+++	+ o +	+++	+ o o	+++	+ o +
Taux de chômage (%)	+++	+ o o	+++	+ o o	+++	+ o o
+65 ans seuls (%)	+++	+ o o	+++	+++	+++	+ o o
Logements sociaux (%)	+++	+ o +	+++	+++	+++	+ o +
Résidences secondaires (%)	+++	+ o +	+++	- - -	+++	+++
Logements vacants (%)	+++	+ o o	+++	+ o o	+++	+ o o
Appartements (%)	+++	+ - o	+++	+ o o	+++	+ - o
Équipement scolaire (log)	+++	+ o +	+++	- - -	+++	+ o +
Produit des taxes (€/hab)	+++	+ o +	+++	+++	+++	+ o +
Taux d'endettement (%)	o o o	o - -	- - -	- - -	o o o	- - -
Annuité de dette (€/hab)	+++	+ o +	+++	+++	+++	+ o +

Note:

o : non significatif | + : significativement positif | - : significativement négatif

Population (log)

L'effet de la population est négatif et significatif dans tous les modèles SAR. Cependant, avec le modèle Durbin en matrice de contiguïté, un effet indirect positif apparaît, réduisant l'effet total négatif. Dans les matrices de distance inverse et des voisins, l'effet indirect devient non significatif, laissant un effet total non significatif, suggérant que l'influence spatiale de cette variable est plus faible lorsqu'on considère une structure de voisinage plus large.

Emplois (log)

L'effet du nombre d'emplois est positif et significatif dans tous les modèles. Cependant, avec le modèle Durbin en contiguïté, l'effet indirect devient non significatif, alors qu'il reste significatif dans les autres modèles. Cela

²Tables 3, 5, 9, 11, 13, 15 en annexe

suggère que l'impact spatial du nombre d'emplois est plus dépendant du type de matrice utilisée.

Superficie (log) L'effet est positif et significatif pour toutes les matrices et modèles. Cependant, en Durbin-distance inverse, l'effet indirect devient non significatif, indiquant une réduction de la transmission spatiale de cet effet lorsque l'on considère les relations de distance.

Surface résidentielle (log)

L'effet direct est négatif et significatif dans tous les modèles. Toutefois, l'effet indirect, initialement négatif et significatif en SAR, devient non significatif en Durbin-distance inverse et voisins. Cela montre que l'impact spatial de cette variable diminue lorsque l'on prend en compte des effets plus globaux.

Surface dédiées aux activités économiques (log)

L'effet est positif et significatif dans tous les modèles SAR, mais en Durbin-contiguïté, l'effet indirect devient non significatif, réduisant l'effet total. De plus, en Durbin-distance inverse, l'effet indirect est non significatif, suggérant une diminution de l'influence spatiale à mesure que l'on élargit la structure spatiale.

Taux de chômage (%)

L'effet direct est positif et significatif dans tous les modèles SAR. Dans Durbin-contiguïté et Durbin-voisins, l'effet indirect devient non significatif, indiquant que l'impact du chômage est principalement local et non spatialement diffusé.

+65 ans seuls (%)

L'effet est positif et significatif dans tous les modèles SAR, mais en Durbin-contiguïté et voisins, l'effet indirect devient non significatif, réduisant son impact total. Cette transition montre que l'effet des personnes âgées vivant seules est surtout local et perd en influence lorsque l'on considère des interactions spatiales plus fines.

Logements sociaux (%)

L'effet est positif et significatif dans tous les modèles. Toutefois, en Durbin-contiguïté et Durbin-voisins, l'effet indirect devient non significatif, suggérant que cette variable a un impact direct mais limité en termes de diffusion spatiale.

Résidences secondaires (%)

L'effet est positif et significatif dans tous les modèles SAR. Cependant, en Durbin-contiguïté, l'effet indirect devient non significatif, et en Durbin-distance inverse, l'effet indirect devient négatif et significatif, réduisant l'effet total. Cela signifie que l'effet des résidences secondaires sur les dépenses peut varier en fonction de la matrice spatiale utilisée.

Logements vacants (%)

L'effet est positif et significatif dans tous les modèles SAR. En Durbin-distance inverse et Durbin-voisins, l'effet indirect devient non significatif, montrant que l'impact des logements vacants est principalement local.

Appartements (%)

L'effet est positif et significatif dans les modèles SAR, mais en Durbin-contiguïté et Durbin-voisins, l'effet indirect devient négatif et significatif, suggérant un effet indirect négatif qui compense partiellement l'effet direct.

Équipement scolaire (log)

L'effet est positif et significatif dans tous les modèles SAR. En Durbin-distance inverse, l'effet indirect devient négatif et significatif, réduisant ainsi son effet total. Cela montre que l'équipement scolaire a un impact local positif mais un effet spatial négatif dans certains modèles.

Produit des taxes (€)

L'effet est positif et significatif dans tous les modèles. En Durbin-contiguïté et Durbin-voisins, l'effet indirect devient non significatif, réduisant l'effet total. Cela indique que l'effet des taxes est principalement local et ne se diffuse pas spatialement.

Taux d'endettement (%)

L'effet est non significatif dans SAR-contiguïté et SAR-voisins, mais devient négatif et significatif en Durbin-contiguïté et distance inverse. Cela signifie que l'effet de l'endettement sur les dépenses varie fortement selon le modèle.

Annuité de dette (€/hab)

L'effet est positif et significatif dans tous les modèles SAR. En Durbin-contiguïté et Durbin-voisins, l'effet indirect devient non significatif, réduisant son effet total, suggérant que l'annuité de dette affecte principalement les dépenses localement sans diffusion spatiale.

Enfin, il convient de préciser que le coefficient autorégressif ρ , est significatif pour tous les modèles, ce qui indique une dépendance spatiale positive.

Dépenses d'investissement

Comme pour les dépenses de fonctionnement, nous reestimons les modèles SAR et SDM mobilisés pour expliquer les dépenses d'investissement, en utilisant cette fois la matrice de distance inverse et la matrice de contiguïté. Les résultats, résumés ci-dessous, sont détaillés en annexe³.

Table 8: Résumé des effets pour les modèles des dépenses d'investissement

Variable	SAR - Contiguïté	Durbin - Contiguïté	SAR - Distance inverse	Durbin - Distance inverse	SAR - Voisins	Durbin - Voisins
Population (log)	o o o	o o o	o o o	o o o	o o o	o o o
Emplis (log)	+++	+ o +	+++	+ o o	+++	+++
Superficie (log)	+++	+ o +	+++	+ o o	+++	+ o +
Surface résid. (log)	- - -	- o -	- - -	- o o	- - -	- o o
surface économique (log)	++ +	+ o o	++ +	+ o o	++ +	+ o o
Taux de chômage (%)	o o o	o o o	o o o	o o o	o o o	o o o
+65 ans seuls (%)	- o -	- - -	- - -	o o o	- - -	- - -
Logements sociaux (%)	o o o	o + o	o o o	o + +	o o o	o + +
Résidences secondaires (%)	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	+ o +
Logements vacants (%)	++ +	o o o	o o o	+ o o	++ +	+ o o
Appartements (%)	o o o	o - o	o o o	o + +	o o o	o o o
Équipement scolaire (log)	o o o	o o o	o o o	o o o	o o o	o o o
Produit des taxes (€/hab)	++ +	+ o o	++ +	o o o	++ +	o o +
Taux d'endettement (%)	++ +	+ o +	++ +	+ o o	++ +	+ o +
Annuité de dette (€/hab)	++ +	+ o +	++ +	++ +	++ +	+ o +

Légende:

o : non significatif | + : significativement positif | - : significativement négatif

Population (log)

³Tables 4, 6, 10, 12, 14, 16 en annexe

La population ne montre aucun effet significatif sur les dépenses d'investissement dans tous les modèles, que ce soit en termes d'effet direct, indirect ou total. Cela suggère que la taille de la population n'a pas d'impact notable sur les décisions d'investissement, quel que soit le modèle ou la matrice utilisée.

Emplois (log)

Les emplois ont un effet direct positif et significatif dans tous les modèles. L'effet indirect et total est également positif et significatif dans la plupart des modèles, à l'exception du modèle Durbin avec les matrices de distance inverse et de contiguïté, où ces effets ne sont pas significatifs. Cela suggère que les emplois ont un impact robuste et positif sur les dépenses d'investissement, principalement via l'effet direct.

Superficie (log) La superficie présente un effet direct positif et significatif dans tous les modèles. L'effet indirect est significatif dans les modèles SAR et non-significatifs dans les modèles de Durbin. Quant à l'effet total, il est également positif et significatif dans la plupart des modèles, sauf pour le modèle Durbin avec la matrice de distance inverse. Cela montre que la superficie a un impact positif sur les dépenses d'investissement, principalement via l'effet direct.

Surface résidentielle (log) La surface résidentielle a un effet direct négatif et significatif dans tous les modèles. L'effet indirect est significatif dans les modèles SAR et non-significatifs dans les modèles de Durbin. L'effet total est significativement négatif dans la plupart des modèles⁴. Cela suggère que la surface résidentielle a un impact négatif sur les dépenses d'investissement, surtout via l'effet direct.

Surface dédiées aux activités économiques (log) La surface économique montre un effet direct positif et significatif dans tous les modèles. Les effets indirect et total sont significativement positifs dans les modèles SAR, mais non significatifs dans les modèles Durbin. Cela indique que la surface économique a un impact positif sur les dépenses d'investissement, principalement via l'effet direct.

Taux de chômage (%)

Le taux de chômage ne montre généralement aucun effet significatif sur les dépenses d'investissement, sauf dans le modèle Durbin avec matrice des voisins, où l'effet direct est positif et significatif. Cela suggère que le taux de chômage n'a pas d'impact notable sur les dépenses d'investissement.

+65 ans seuls (%) La proportion de personnes âgées de plus de 65 ans vivant seules a un effet direct négatif et significatif dans la plupart des modèles. Seuls le modèle SDM avec matrice de distance et le modèle SAR avec matrice de contiguïté font exception. Le premier conclut à une absence d'effets significatifs, et le second à des effets indirects non significatifs. Cela montre que cette variable a généralement un impact négatif.

Logements sociaux (%)

Les logements sociaux montrent un effet direct non significatif dans tous les modèles. Les effets directs et indirects sont non significatifs dans les modèles SAR, et positifs dans la plupart des modèles de Durbin. Ainsi, si les logements sociaux ont un impact, celui-ci très probablement positif et dû à des effets indirects.

Résidences secondaires (%)

Les résidences secondaires ont un effet direct, indirect et total positif et significatif dans la quasi-totalité des modèles. Cela indique que les résidences secondaires ont un impact positif et robuste sur les dépenses d'investissement.

⁴Sauf Durbin-distance et Durbin-voisin

Logements vacants (%)

Les logements vacants montrent un effet direct positif et significatif dans certains modèles, comme les modèles SAR avec matrice de contiguïté et Durbin avec matrice des voisins. L'effet indirect et total est également positif et significatif dans certains modèles, comme le modèle SAR avec matrice des voisins. Dans d'autres modèles, ces effets directs, indirects et totaux sont non-significatifs.

Appartements (%) La proportion d'appartements montre un effet indirect négatif et significatif dans le modèle Durbin avec matrice de contiguïté, mais positif et significatif dans le modèle Durbin avec matrice de distance inverse. Aucun effet significatif n'est observé dans les autres modèles. Ceci est de nature à suggérer des une absence d'effets significatifs de cette variable sur les dépenses d'investissement.

Équipement scolaire (log) L'équipement scolaire ne montre aucun effet significatif sur les dépenses d'investissement dans tous les modèles. Cela suggère que cette variable n'a pas d'impact notable sur les décisions d'investissement.

Produit des taxes (€/hab) Le produit des taxes montre un effet direct, indirect et total positif et significatif dans les modèles SAR, mais pas dans les modèles Durbin, où les effets sont plus ambigus. Cela indique que le produit des taxes a probablement un impact significativement positif sur les dépenses d'investissement.

Taux d'endettement (%)

Le taux d'endettement a un effet direct, indirect et total positif et significatif dans la plupart des modèles. Cela montre que le taux d'endettement a un impact positif et robuste sur les dépenses d'investissement.

Annuité de dette (€/hab)

L'annuité de dette montre un effet direct, indirect et total positif et significatif dans la plupart des modèles. Cela indique que l'annuité de dette a un impact positif et robuste sur les dépenses d'investissement.

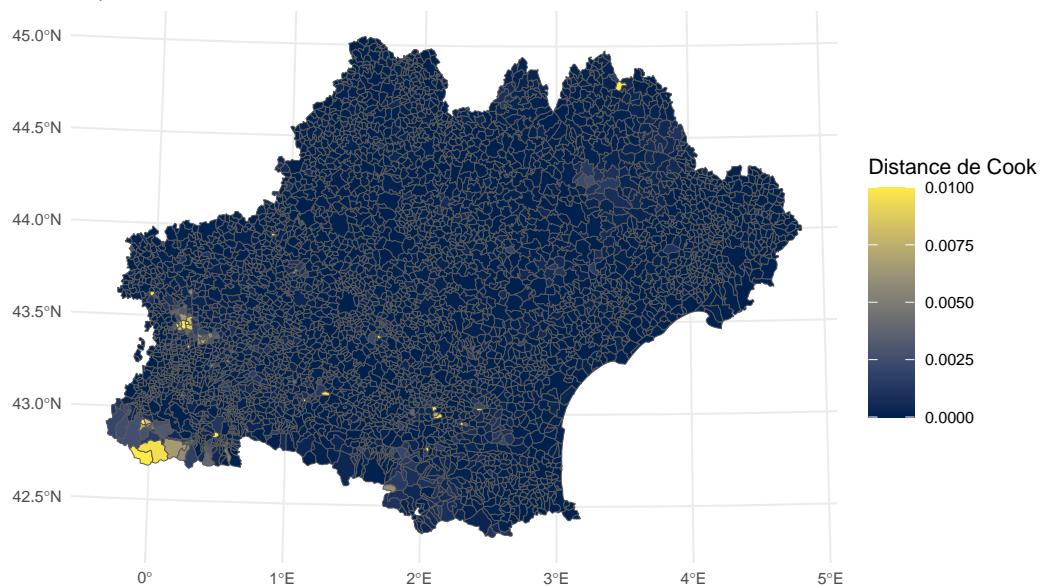
Conclusions

Cette étude a analysé les dynamiques des dépenses publiques en région Occitanie, en mettant en lumière les facteurs influençant les dépenses de fonctionnement et d'investissement des communes, ainsi que les interactions spatiales entre elles. Les résultats révèlent une autocorrélation spatiale positive significative, indiquant que les dépenses des communes sont fortement influencées par celles de leurs voisines. Les variables telles que la population, les emplois, la superficie, les résidences secondaires et le taux de chômage jouent un rôle clé dans la détermination des dépenses, avec des effets variés selon les catégories de dépenses. Les tests de robustesse, utilisant différentes matrices de pondération spatiale, confirment la stabilité des résultats pour la plupart des variables, bien que certaines, comme le taux de chômage, montrent des effets moins robustes. Ces résultats suggèrent que les politiques publiques devraient prendre en compte les interactions spatiales et les spécificités locales pour optimiser les dépenses publiques. Des initiatives de coopération intercommunale pourraient ainsi être envisagées pour mutualiser les coûts et améliorer l'efficacité des services publics. Enfin, cette étude ouvre des perspectives pour des recherches futures, notamment en explorant d'autres dimensions des dépenses publiques et en étendant l'analyse à d'autres régions ou pays.

Annexes

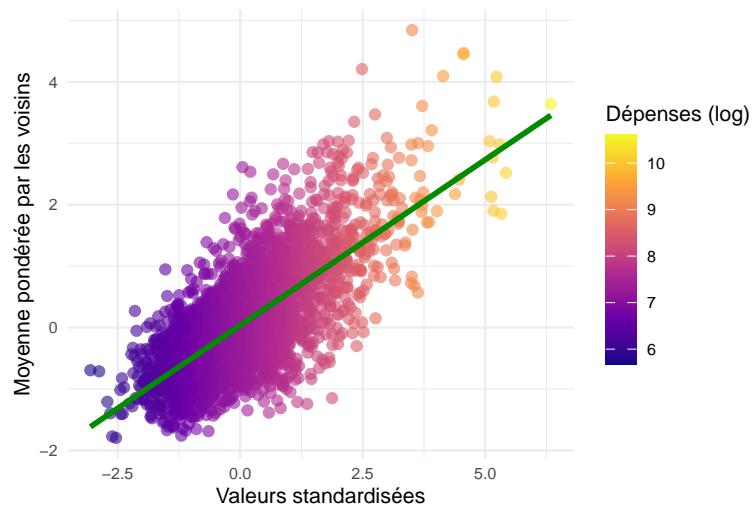
Carte A : distances de Cook

Dépenses d'investissement



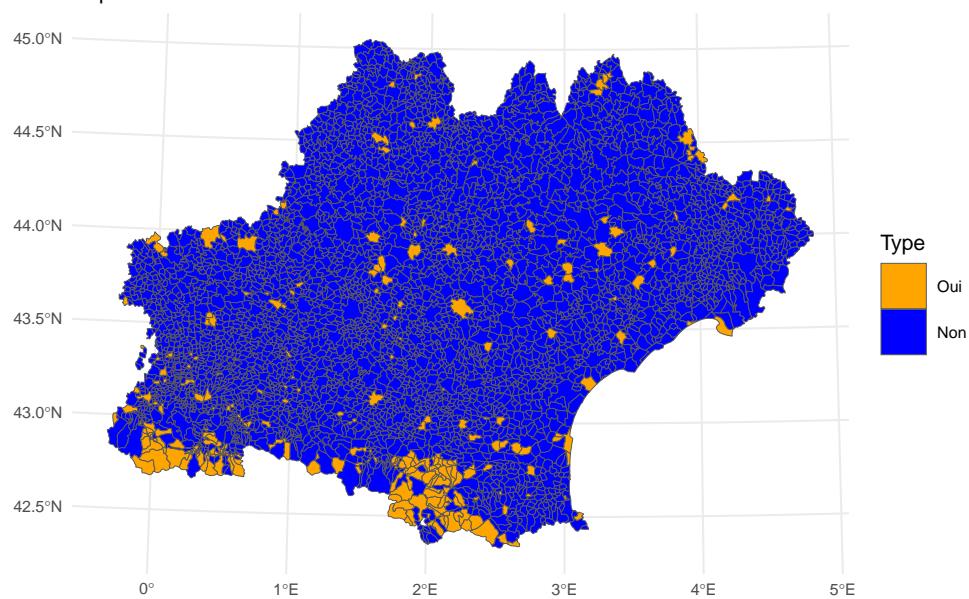
Graphique A : Diagramme de Moran

Dépenses de fonctionnement



Carte B : distances de Cook significatives

Dépenses de fonctionnement



Carte C : distances de Cook

Dépenses de fonctionnement

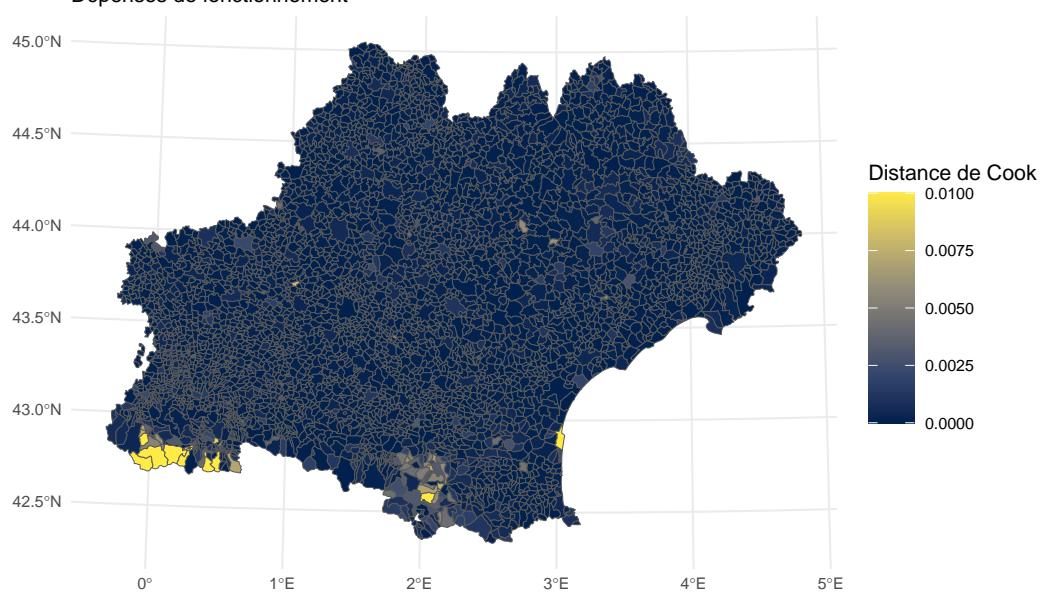


Table 9: Tableau des impacts sur les dépenses de fonctionnement (modèle SAR, matrice de distance inverse)

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	-0.1777 [-0.2035, -0.1476]*	-0.1407 [-0.2176, -0.0892]*	-0.3184 [-0.4054, -0.2512]*
Emplois (log)	0.1137 [0.0957, 0.1294]*	0.0900 [0.0597, 0.1283]*	0.2036 [0.1573, 0.2488]*
Superficie (log)	0.0668 [0.0507, 0.0845]*	0.0531 [0.0342, 0.0779]*	0.1198 [0.0916, 0.1537]*
Surface résid. (log)	-0.2501 [-0.3220, -0.1809]*	-0.1980 [-0.2826, -0.1372]*	-0.4481 [-0.5705, -0.3293]*
Surface éco. (log)	0.1671 [0.0961, 0.2308]*	0.1335 [0.0757, 0.2153]*	0.2993 [0.1885, 0.4252]*
Taux de chômage (%)	0.0023 [0.0011, 0.0039]*	0.0018 [0.0007, 0.0035]*	0.0042 [0.0019, 0.0073]*
+65 ans seuls (%)	0.0014 [0.0004, 0.0023]*	0.0011 [0.0003, 0.0020]*	0.0025 [0.0007, 0.0042]*
Logements sociaux (%)	0.0098 [0.0066, 0.0128]*	0.0077 [0.0047, 0.0120]*	0.0175 [0.0116, 0.0243]*
Résidences secondaires (%)	0.0078 [0.0068, 0.0087]*	0.0061 [0.0046, 0.0080]*	0.0140 [0.0121, 0.0162]*
Logements vacants (%)	0.0064 [0.0040, 0.0085]*	0.0051 [0.0029, 0.0076]*	0.0115 [0.0076, 0.0152]*
Appartements (%)	0.0043 [0.0032, 0.0055]*	0.0034 [0.0022, 0.0054]*	0.0077 [0.0055, 0.0106]*
Equip. d'enseig. (log)	0.1719 [0.1468, 0.1991]*	0.1361 [0.0915, 0.2009]*	0.3080 [0.2471, 0.3856]*
Produit des taxes (€/hab)	0.0003 [0.0003, 0.0004]*	0.0003 [0.0002, 0.0004]*	0.0006 [0.0005, 0.0008]*
Taux d'endettement (%)	-0.0133 [-0.0290, -0.0006]*	-0.0110 [-0.0289, -0.0005]*	-0.0238 [-0.0573, -0.0011]*
Annuité de dette (€/hab)	0.0001 [0.0001, 0.0002]*	0.0001 [0.0001, 0.0002]*	0.0002 [0.0002, 0.0003]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

Table 10: Tableau des impacts sur les dépenses d'investissement (modèle SAR, matrice de distance inverse)

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	-0.0245 [-0.2482, 0.1998]	-0.0150 [-0.1656, 0.0913]	-0.0395 [-0.3164, 0.2911]
Emplois (log)	0.2303 [0.1110, 0.4172]*	0.1199 [0.0332, 0.2777]*	0.3506 [0.1942, 0.5845]*
Superficie (log)	0.3506 [0.2126, 0.5845]*	0.1813 [0.0656, 0.3921]*	0.5319 [0.3337, 0.8501]*
Surface résid. (log)	-0.8922 [-1.5410, -0.4350]*	-0.4576 [-0.9809, -0.1568]*	-1.3498 [-2.2219, -0.5918]*
Surface éco. (log)	0.6632 [0.1898, 1.2811]*	0.3416 [0.0973, 0.8501]*	1.0048 [0.2871, 2.1312]*
Taux de chômage (%)	0.0086 [-0.0044, 0.0233]	0.0045 [-0.0023, 0.0154]	0.0131 [-0.0067, 0.0387]
+65 ans seuls (%)	-0.0088 [-0.0176, -0.0022]*	-0.0045 [-0.0108, -0.0009]*	-0.0133 [-0.0284, -0.0031]*
Logements sociaux (%)	0.0001 [-0.0207, 0.0225]	-0.0000 [-0.0105, 0.0114]	0.0001 [-0.0312, 0.0349]
Résidences secondaires (%)	0.0184 [0.0119, 0.0286]*	0.0094 [0.0038, 0.0197]*	0.0278 [0.0162, 0.0482]*
Logements vacants (%)	0.0126 [-0.0017, 0.0263]	0.0065 [-0.0006, 0.0167]	0.0191 [-0.0023, 0.0430]
Appartements (%)	0.0053 [-0.0030, 0.0127]	0.0027 [-0.0010, 0.0078]	0.0080 [-0.0040, 0.0205]
Equip. d'enseig. (log)	-0.1496 [-0.3628, 0.0425]	-0.0776 [-0.2306, 0.0184]	-0.2272 [-0.5933, 0.1051]
Produit des taxes (€/hab)	0.0003 [0.0001, 0.0006]*	0.0002 [0.0000, 0.0004]*	0.0005 [0.0002, 0.0008]*
Taux d'endettement (%)	0.9391 [0.6091, 1.5283]*	0.4883 [0.1736, 1.0767]*	1.4274 [0.7827, 2.6050]*
Annuité de dette (€/hab)	0.0009 [0.0005, 0.0013]*	0.0004 [0.0002, 0.0009]*	0.0013 [0.0007, 0.0022]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

Table 11: Tableau des impacts sur les dépenses de fonctionnement (modèle de Durbin, matrice de distance inverse)

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	-0.2431 [-0.2760, -0.2101]*	1.9208 [-1.8800, 7.3850]	1.6777 [-2.1350, 7.1579]
Emplois (log)	0.1204 [0.1047, 0.1359]*	4.3884 [1.2150, 10.0885]*	4.5088 [1.3350, 10.2022]*
Superficie (log)	0.0646 [0.0489, 0.0798]*	4.0257 [1.4800, 9.7287]*	4.0902 [1.5390, 9.7943]*
Surface résid. (log)	-0.2166 [-0.2839, -0.1517]*	-10.8210 [-31.4100, 0.4265]	-11.0376 [-31.6500, 0.1749]
Surface éco. (log)	0.1786 [0.1156, 0.2458]*	6.3922 [-5.7850, 25.0584]	6.5708 [-5.6020, 25.2583]
Taux de chômage (%)	0.0029 [0.0015, 0.0045]*	0.0836 [-0.1891, 0.4124]	0.0866 [-0.1876, 0.4147]
+65 ans seuls (%)	0.0022 [0.0010, 0.0033]*	0.2151 [0.1153, 0.5642]*	0.2173 [0.1170, 0.5668]*
Logements sociaux (%)	0.0114 [0.0079, 0.0147]*	0.7901 [0.4671, 2.1460]*	0.8014 [0.4763, 2.1582]*
Résidences secondaires (%)	0.0086 [0.0076, 0.0097]*	-0.1283 [-0.2932, -0.0345]*	-0.1197 [-0.2847, -0.0262]*
Logements vacants (%)	0.0087 [0.0067, 0.0106]*	-0.1385 [-0.5202, 0.0900]	-0.1298 [-0.5126, 0.0988]
Appartements (%)	0.0045 [0.0034, 0.0056]*	-0.0330 [-0.2766, 0.1862]	-0.0285 [-0.2721, 0.1905]
Equip. d'enseig. (log)	0.1673 [0.1377, 0.1905]*	-10.4068 [-24.3100, -4.2957]*	-10.2395 [-24.1300, -4.1221]*
Produit des taxes (€/hab)	0.0003 [0.0003, 0.0004]*	0.0041 [-0.0001, 0.0104]*	0.0044 [0.0002, 0.0107]*
Taux d'endettement (%)	-0.0142 [-0.0296, -0.0013]*	-7.6013 [-17.8700, -3.6643]*	-7.6155 [-17.9100, -3.6853]*
Annuité de dette (€/hab)	0.0001 [0.0001, 0.0002]*	0.0062 [0.0005, 0.0150]*	0.0063 [0.0007, 0.0152]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

Table 12: Tableau des impacts sur les dépenses d'investissement (modèle de Durbin, matrice de distance inverse)

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	-0.0139 [-0.1250, 0.0897]	0.0081 [-2.0553, 1.9479]	-0.0057 [-2.0570, 1.9848]
Emplois (log)	0.1095 [0.0607, 0.1632]*	1.1970 [-0.6768, 3.3952]	1.3065 [-0.5916, 3.4941]
Superficie (log)	0.1748 [0.1165, 0.2257]*	-0.7596 [-2.6199, 0.3387]	-0.5848 [-2.4733, 0.5071]
Surface résid. (log)	-0.4981 [-0.7012, -0.2762]*	0.5868 [-4.9551, 6.7378]	0.0887 [-5.3059, 6.2925]
Surface éco. (log)	0.3634 [0.1470, 0.5862]*	-0.2667 [-6.8733, 5.5658]	0.0967 [-6.5265, 5.8724]
Taux de chômage (%)	0.0045 [-0.0014, 0.0100]	-0.0625 [-0.1876, 0.0677]	-0.0581 [-0.1798, 0.0710]
+65 ans seuls (%)	-0.0033 [-0.0065, 0.0005]	-0.0417 [-0.1594, 0.0755]	-0.0449 [-0.1661, 0.0719]
Logements sociaux (%)	-0.0005 [-0.0106, 0.0075]	0.3542 [0.0377, 0.7605]*	0.3537 [0.0343, 0.7601]*
Résidences secondaires (%)	0.0108 [0.0067, 0.0143]*	0.0446 [0.0065, 0.0975]*	0.0554 [0.0199, 0.1076]*
Logements vacants (%)	0.0075 [0.0010, 0.0144]*	-0.0713 [-0.2151, 0.0770]	-0.0638 [-0.2097, 0.0854]
Appartements (%)	0.0034 [-0.0001, 0.0075]	-0.1208 [-0.2567, -0.0364]*	-0.1174 [-0.2563, -0.0364]*
Equip. d'enseig. (log)	-0.0656 [-0.1397, 0.0156]	-2.4770 [-6.1845, 0.9946]	-2.5426 [-6.2977, 1.0292]
Produit des taxes (€/hab)	0.0001 [-0.00002, 0.0002]	-0.0014 [-0.0039, 0.0009]	-0.0014 [-0.0038, 0.0009]
Taux d'endettement (%)	0.4486 [0.3982, 0.4868]*	-0.6372 [-2.1813, 0.8699]	-0.1886 [-1.7494, 1.3225]
Annuité de dette (€/hab)	0.0004 [0.0003, 0.0005]*	0.0051 [0.0017, 0.0106]*	0.0055 [0.0021, 0.0111]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

Table 13: Tableau des impacts sur les dépenses de fonctionnement (modèle SAR, matrice des voisins)

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	-0.1657 [-0.1949, -0.1355]*	-0.0480 [-0.0648, -0.0331]*	-0.2137 [-0.2551, -0.1738]*
Emplois (log)	0.1113 [0.0957, 0.1268]*	0.0321 [0.0236, 0.0423]*	0.1434 [0.1240, 0.1648]*
Superficie (log)	0.0600 [0.0436, 0.0753]*	0.0172 [0.0120, 0.0224]*	0.0772 [0.0571, 0.0956]*
Surface résid. (log)	-0.2571 [-0.3291, -0.1979]*	-0.0739 [-0.0996, -0.0521]*	-0.3310 [-0.4202, -0.2600]*
Surface éco. (log)	0.1657 [0.1045, 0.2271]*	0.0477 [0.0269, 0.0706]*	0.2135 [0.1346, 0.2967]*
Taux de chômage (%)	0.0022 [0.0006, 0.0037]*	0.0006 [0.0002, 0.0011]*	0.0029 [0.0007, 0.0046]*
+65 ans seuls (%)	0.0015 [0.0004, 0.0024]*	0.0004 [0.0001, 0.0007]*	0.0020 [0.0005, 0.0031]*
Logements sociaux (%)	0.0087 [0.0053, 0.0121]*	0.0025 [0.0015, 0.0037]*	0.0112 [0.0070, 0.0157]*
Résidences secondaires (%)	0.0077 [0.0069, 0.0086]*	0.0022 [0.0018, 0.0027]*	0.0099 [0.0088, 0.0109]*
Logements vacants (%)	0.0069 [0.0050, 0.0089]*	0.0020 [0.0013, 0.0027]*	0.0089 [0.0065, 0.0116]*
Appartements (%)	0.0043 [0.0030, 0.0053]*	0.0012 [0.0008, 0.0017]*	0.0054 [0.0038, 0.0069]*
Equip. d'enseig. (log)	0.1723 [0.1484, 0.1985]*	0.0498 [0.0376, 0.0643]*	0.2221 [0.1897, 0.2593]*
Produit des taxes (€/hab)	0.0003 [0.0003, 0.0004]*	0.0001 [0.0001, 0.0001]*	0.0004 [0.0004, 0.0005]*
Taux d'endettement (%)	-0.0067 [-0.0204, 0.0065]	-0.0019 [-0.0060, 0.0020]	-0.0087 [-0.0261, 0.0085]
Annuité de dette (€/hab)	0.0001 [0.0001, 0.0002]*	0.00004 [0.00003, 0.00005]*	0.0002 [0.0001, 0.0002]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

Table 14: Tableau des impacts sur les dépenses d'investissement (modèle SAR, matrice des voisins)

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	0.0175 [-0.0903, 0.1185]	0.0038 [-0.0270, 0.0237]	0.0213 [-0.1163, 0.1382]
Emplois (log)	0.1051 [0.0585, 0.1462]*	0.0226 [0.0077, 0.0502]*	0.1277 [0.0709, 0.1934]*
Superficie (log)	0.1637 [0.1187, 0.2171]*	0.0353 [0.0146, 0.0639]*	0.1989 [0.1383, 0.2602]*
Surface résid. (log)	-0.4880 [-0.6761, -0.2774]*	-0.1052 [-0.2090, -0.0400]*	-0.5932 [-0.8333, -0.3445]*
Surface éco. (log)	0.3536 [0.1318, 0.5448]*	0.0762 [0.0210, 0.1722]*	0.4298 [0.1494, 0.6697]*
Taux de chômage (%)	0.0037 [-0.0021, 0.0080]	0.0008 [-0.0004, 0.0023]	0.0045 [-0.0025, 0.0101]
+65 ans seuls (%)	-0.0038 [-0.0065, -0.0007]*	-0.0008 [-0.0019, -0.0001]*	-0.0046 [-0.0080, -0.0009]*
Logements sociaux (%)	-0.0003 [-0.0098, 0.0091]	-0.0001 [-0.0026, 0.0027]	-0.0004 [-0.0129, 0.0107]
Résidences secondaires (%)	0.0101 [0.0066, 0.0126]*	0.0022 [0.0010, 0.0036]*	0.0123 [0.0082, 0.0152]*
Logements vacants (%)	0.0081 [0.0014, 0.0146]*	0.0017 [0.0004, 0.0037]*	0.0097 [0.0018, 0.0182]*
Appartements (%)	0.0025 [-0.0011, 0.0069]	0.0005 [-0.0002, 0.0018]	0.0033 [-0.0013, 0.0084]
Equip. d'enseig. (log)	-0.0711 [-0.1527, 0.0292]	-0.0153 [-0.0367, 0.0053]	-0.0864 [-0.1873, 0.0352]
Produit des taxes (€/hab)	0.0001 [0.0000, 0.0002]*	0.00003 [0.00001, 0.00006]*	0.0002 [0.00004, 0.00028]*
Taux d'endettement (%)	0.4550 [0.4093, 0.4953]*	0.0981 [0.0408, 0.1790]*	0.5531 [0.4750, 0.6544]*
Annuité de dette (€/hab)	0.0004 [0.0003, 0.0005]*	0.0001 [0.00004, 0.00016]*	0.0005 [0.0004, 0.0006]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

Table 16: Tableau des impacts sur les dépenses d'investissement (Modèle Durbin, matrice des voisins)

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	-0.041 [-0.161, 0.067]	0.089 [-0.098, 0.256]	0.048 [-0.128, 0.209]
Emplois (log)	0.100 [0.050, 0.151]*	0.129 [0.084, 0.236]*	0.229 [0.095, 0.362]*
Superficie (log)	0.132 [0.075, 0.194]*	0.118 [-0.014, 0.236]	0.250 [0.140, 0.372]*
Surface résid. (log)	-0.402 [-0.619, -0.152]*	-0.084 [-0.586, 0.364]	-0.486 [-0.966, 0.002]
Surface éco. (log)	0.354 [0.105, 0.539]*	-0.149 [-0.641, 0.331]	0.205 [-0.294, 0.675]
Taux de chômage (%)	0.006 [0.001, 0.012]*	-0.010 [-0.022, 0.002]	-0.004 [-0.016, 0.008]
+65 ans seuls (%)	-0.003 [-0.007, -0.0004]*	-0.009 [-0.017, -0.002]*	-0.012 [-0.021, -0.005]*
Logements sociaux (%)	-0.001 [-0.010, 0.009]	0.013 [0.005, 0.034]*	0.012 [0.002, 0.037]*
Résidences secondaires (%)	0.009 [0.005, 0.013]*	0.005 [-0.0005, 0.010]	0.014 [0.009, 0.018]*
Logements vacants (%)	0.008 [0.002, 0.014]*	-0.001 [-0.017, 0.013]	0.006 [-0.009, 0.023]
Appartements (%)	0.004 [-0.0003, 0.008]	-0.005 [-0.012, 0.003]	-0.002 [-0.009, 0.006]
Équipement scolaire (log)	-0.073 [-0.165, 0.014]	-0.119 [-0.291, 0.049]	-0.192 [-0.383, 0.007]
Produit des taxes (€)	0.00007 [-0.00005, 0.00021]	0.00015 [-0.00008, 0.00040]	0.00023 [0.00005, 0.00048]*
Taux d'endettement (%)	0.460 [0.420, 0.502]*	-0.093 [-0.198, 0.016]	0.367 [0.253, 0.475]*
Annuité de dette (€)	0.00042 [0.00035, 0.00051]*	0.00003 [-0.00022, 0.00026]	0.00045 [0.00019, 0.00071]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

Table 15: Tableaux des impacts sur les dépenses de fonctionnement (Modèle Durbin, matrice des voisins)

Variable	Effet direct	Effet indirect	Effet total
	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%	IC 2.5% - 97.5%
Population (log)	-0.249 [-0.282, -0.217]*	0.175 [0.115, 0.241]*	-0.074 [-0.136, -0.004]*
Emplois (log)	0.114 [0.096, 0.131]*	0.053 [0.008, 0.103]*	0.167 [0.120, 0.224]*
Superficie (log)	0.069 [0.049, 0.088]*	0.054 [0.012, 0.100]*	0.122 [0.078, 0.165]*
Surface résid. (log)	-0.202 [-0.271, -0.133]*	-0.324 [-0.519, -0.112]*	-0.527 [-0.739, -0.320]*
Surface éco. (log)	0.171 [0.101, 0.236]*	0.107 [-0.094, 0.310]	0.278 [0.067, 0.504]*
Taux de chômage (%)	0.0027 [0.001, 0.004]*	-0.002 [-0.006, 0.002]	0.0006 [-0.004, 0.004]
+65 ans seuls (%)	0.0016 [0.0008, 0.0025]*	0.0004 [-0.0023, 0.0035]	0.0020 [-0.0009, 0.0054]
Logements sociaux (%)	0.0098 [0.0071, 0.0129]*	0.0061 [-0.0033, 0.0154]	0.0159 [0.0055, 0.0269]*
Résidences secondaires (%)	0.0081 [0.0071, 0.0093]*	0.0028 [0.0008, 0.0047]*	0.0110 [0.0093, 0.0127]*
Logements vacants (%)	0.0084 [0.0065, 0.0103]*	-0.0034 [-0.0093, 0.0022]	0.0050 [-0.0018, 0.0109]
Appartements (%)	0.0050 [0.0040, 0.0062]*	-0.0029 [-0.0062, -0.0004]*	0.0021 [-0.0013, 0.0047]
Équipement scolaire (log)	0.179 [0.155, 0.202]*	-0.053 [-0.129, 0.034]	0.125 [0.043, 0.226]*
Produit des taxes (€)	0.0003 [0.0003, 0.0004]*	0.00005 [-0.00003, 0.00014]	0.0004 [0.0003, 0.0005]*
Taux d'endettement (%)	-0.0025 [-0.017, 0.010]	-0.059 [-0.101, -0.014]*	-0.062 [-0.109, -0.011]*
Annuité de dette (€)	0.0001 [0.0001, 0.0002]*	0.00003 [-0.00005, 0.00012]	0.0002 [0.00006, 0.00026]*

* Effet significatif au seuil de 5% (intervalle de confiance ne contenant pas zéro).

Table 17: Extrait de la Matrice de Distance Inverse

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.0000000	2.98e-05	2.61e-05	2.65e-05	4.15e-05	3.64e-05	0.0001122	3.05e-05	0.0001284	0.00e+00
0.0000298	0.00e+00	9.83e-05	3.22e-05	0.00e+00	3.15e-05	0.0000237	0.00e+00	0.0000290	0.00e+00
0.0000261	9.83e-05	0.00e+00	4.16e-05	0.00e+00	3.55e-05	0.0000217	0.00e+00	0.0000269	0.00e+00
0.0000265	3.22e-05	4.16e-05	0.00e+00	2.60e-05	8.46e-05	0.0000239	2.03e-05	0.0000311	0.00e+00
0.0000415	0.00e+00	0.00e+00	2.60e-05	0.00e+00	3.69e-05	0.0000557	8.84e-05	0.0000550	3.33e-05
0.0000364	3.15e-05	3.55e-05	8.46e-05	3.69e-05	0.00e+00	0.0000329	2.63e-05	0.0000475	0.00e+00
0.0001122	2.37e-05	2.17e-05	2.39e-05	5.57e-05	3.29e-05	0.0000000	4.03e-05	0.0001019	2.38e-05
0.0000305	0.00e+00	0.00e+00	2.03e-05	8.84e-05	2.63e-05	0.0000403	0.00e+00	0.0000354	5.31e-05
0.0001284	2.90e-05	2.69e-05	3.11e-05	5.50e-05	4.75e-05	0.0001019	3.54e-05	0.0000000	2.13e-05
0.0000000	0.00e+00	0.00e+00	0.00e+00	3.33e-05	0.00e+00	0.0000238	5.31e-05	0.0000213	0.00e+00

Bibliographie

- Alonso, W. (1964). Location and land use: Toward a general theory of land rent. *Harvard University Press Google Schola*, 2, 16–22.
- Barro, R. J. (1979). On the determination of the public debt. *Journal of Political Economy*, 87(5, Part 1), 940–971.
- Barro, R. J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407–443.
- Bastida, F., Guillamón, M.-D., & Benito, B. (2013). Municipal spending in spain: Spatial approach. *Journal of Urban Planning and Development*, 139(2), 79–93.
- Bertaud, A. (2021). Order without design: How markets shape cities. *Town and Regional Planning*, 79, 2–5.
- Blanchard, O. (2019). Public debt and low interest rates. *American Economic Review*, 109(4), 1197–1229.
- Bramley, G. (1994). An affordability crisis in british housing: Dimensions, causes and policy impact. *Housing Studies*, 9(1), 103–124.
- Breuillé, M.-L., Grivault, C., Le Gallo, J., & Le Goix, R. (2019). Impact de la densification sur les coûts des infrastructures et services publics. *Revue économique*, 70(3), 345–373.
- Buchanan, J. M. (1987). *Public finance in democratic process: Fiscal institutions and the individual choice*. UNC Press Books.
- Callois, J.-M. (2017). Le citoyen, grand oublié des réformes territoriales. *Population & Avenir*, 2, 14–16.
- Candela, G., Figini, P., Candela, G., & Figini, P. (2012). *The economics of tourism destinations*. Springer.
- Cassette, A., & Paty, S. (2006). La concurrence fiscale entre communes est-elle plus intense en milieu urbain qu'en milieu rural? *Cahiers d'Economie Et de Sociologie Rurales (CESR)*, 78, 5–30.
- Chen, Z., Pan, J., Wang, L., & Shen, X. (2016). Disclosure of government financial information and the cost of local government's debt financing—empirical evidence from provincial investment bonds for urban construction. *China Journal of Accounting Research*, 9(3), 191–206.
- Curado, A., Damásio, B., Encarnaçao, S., Candia, C., & Pinheiro, F. L. (2021). Scaling behavior of public procurement activity. *Plos One*, 16(12), e0260806.
- Dwyer, L., Forsyth, P., & Spurr, R. (2004). Evaluating tourism's economic effects: New and old approaches. *Tourism Management*, 25(3), 307–317.
- Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. (2001). *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*. MIT press.

- Glaeser, E. L., & Gyourko, J. (2002). The impact of building restrictions on housing affordability. *Federal Reserve Bank of New York, Economic Policy Review*, 2002, 1–19.
- Jacobs, J. (1961). Jane Jacobs. *The Death and Life of Great American Cities*, 21(1), 13–25.
- Keynes, J. M. (2017). *Théorie générale de l'emploi, de l'intérêt et de la monnaie*. Éditions Payot.
- Krugman, P. (1992). *Geography and trade*. MIT press.
- Lechevalier, A., & Vigny, L. (2022). Les dépenses publiques et leurs déterminants. *Revue de l'OFCE*, 179(4), 49–101.
- Madiès, T. (2007). La concurrence fiscale entre collectivités territoriales: Concurrence fiscale et externalités horizontales et verticales: Une grille de lecture des comportements stratégiques entre collectivités territoriales. *Regards Croisés Sur l'économie*, 1, 218–230.
- Marshall, A. (2013). *Principles of economics*. Springer.
- Oates, W. E. (1972). Fiscal federalism. *Harcourt Brace Jovanovich Inc.*
- Shelton, C. A. (2007). The size and composition of government expenditure. *Journal of Public Economics*, 91(11-12), 2230–2260.