

ECONOMETRIE APPLIQUEE II

Etude économétrique sur la variation des prix immobiliers

Master 1ère année – Statistique et économétrie

M. Jalal El ouardighi

"Les prix de l'immobilier ne sont pas simplement une question de construction ou de demande, mais sont profondément influencés par les attentes des individus concernant l'avenir économique, les politiques fiscales et la stabilité financière."

- Robert Shiller

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
I. Le cadre statistique	2
1.1 Les données.....	2
1.2 Résultats des estimations et commentaires	3
II. Commentaires : validités statistique et économique du modèle.....	4
Conclusion	5
Bibliographie	6
ANNEXE	7

INTRODUCTION

Pendant plusieurs décennies, les prix immobiliers en union européenne restaient relativement accessibles pour une large partie de la population. Dans de nombreux pays, l'accès à la propriété était à la portée de nombreux individus, avec des prix qui évoluaient en parallèle avec les revenus. Les taux d'intérêt étaient modérés, et les prix des logements n'étaient pas perçus comme un problème majeur pour les citoyens européens. L'immobilier était souvent considéré comme une valeur sûre, et l'accession à la propriété était une ambition réalisable pour une grande majorité des ménages.

Cependant, à partir des années 2000, cette stabilité a commencé à se dégrader. Les prix immobiliers ont commencé à augmenter de manière significative, alimentés par des politiques économiques favorables, des taux d'intérêt bas et des attentes de gains futurs sur les marchés. Dans certains pays européens, comme l'Espagne ou l'Irlande, ces hausses ont donné naissance à de véritables bulles immobilières. En 2008, la crise financière mondiale a éclaté, provoquant une correction brutale des prix dans plusieurs pays et modifiant profondément la dynamique du marché immobilier.

Depuis la crise, les évolutions des prix immobiliers au sein de l'UE ont été contrastées. Certains pays, tels que l'Espagne et la Grèce, ont subi une chute importante des prix à la suite de l'éclatement de ces bulles, tandis que d'autres, comme l'Allemagne et la France, ont connu une reprise plus lente et progressive. Depuis 2010, une tendance haussière des prix s'est généralisée, particulièrement dans les grandes agglomérations et les zones à forte demande, accentuant ainsi les disparités d'accessibilité au logement.

Le taux de propriété varie considérablement selon les États membres. En 2020, environ 65 % des Européens étaient propriétaires de leur résidence principale, mais des écarts importants existent entre les pays, comme la Roumanie et la Croatie, où les taux sont élevés, contre des niveaux plus faibles en Allemagne ou en Suisse. Ces différences traduisent à la fois des spécificités économiques, des structures de marché distinctes et des politiques publiques divergentes en matière de logement.

Les déterminants économiques des prix immobiliers sont multiples. Robert Shiller (2000) a mis en évidence la présence de bulles spéculatives sur les marchés immobiliers, nourries par des anticipations irrationnelles et des comportements collectifs. D'autres recherches, comme celles de Gyourko, Mayer et Sinai (2013), ont souligné l'écart croissant entre l'évolution des revenus et celle des prix de l'immobilier, rendant l'accès à la propriété de plus en plus difficile pour une large portion de la population. Par ailleurs, des facteurs macroéconomiques tels que le chômage, la densité de population et les taux d'intérêt jouent un rôle déterminant dans la dynamique des prix. Mankiw et Weil (1989) ont montré que le taux de chômage influence directement la demande de logements, tandis que Glaeser et Gyourko (2018) ont mis en avant la pression foncière accrue dans les zones densément peuplées.

L'objectif de cette étude est d'analyser l'impact des inégalités de revenus, du chômage, de la densité de population et des taux d'intérêt sur l'évolution des prix immobiliers dans l'Union européenne entre 2012 et 2023. À cet effet, un modèle économétrique sera développé pour quantifier l'influence de ces facteurs et mieux comprendre les dynamiques du marché immobilier européen.

I. LE CADRE STATISTIQUE

1.1 LES DONNEES

Pour estimer le modèle présenté précédemment, nous utiliserons des données de panel couvrant les pays de l'Union européenne sur la période allant de 2012 à 2023. Ces données sont issues de différentes bases officielles, notamment *Eurostat*, *la BCE*, *Statista*, *CountryEconomy* et *l'OCDE*. L'objectif est d'analyser l'impact de plusieurs facteurs macroéconomiques sur l'évolution des prix immobiliers en Europe. Les données utilisées concernent plusieurs dimensions économiques et démographiques : inégalités de revenus, taux de chômage, densité de population, revenu moyen et taux d'intérêt. Les prix immobiliers sont représentés par l'indice des prix des logements publié par *Eurostat* et *l'OCDE*, qui permet d'étudier l'évolution du marché immobilier en tenant compte des variations structurelles propres à chaque pays. Cet indicateur est standardisé (base 100 en 2015) et est largement utilisé dans les analyses économiques pour suivre la dynamique des prix de l'immobilier résidentiel. Concernant les inégalités de revenus, nous avons retenu l'indice de Gini, issu des bases de *Statice.is*, *Fipeco* et *Eurostat*, qui mesure la dispersion des revenus dans un pays. Cet indicateur est couramment mobilisé dans la littérature économique pour analyser l'impact des inégalités sur l'accessibilité au logement et les dynamiques de marché. Son évolution nous permettra de mieux comprendre comment les écarts de revenus influencent la formation des prix immobiliers. Le taux de chômage, extrait des bases de *Statista* et de l'Observatoire des Territoires, est un indicateur essentiel de la santé économique. Une hausse du chômage peut réduire la demande immobilière et ralentir l'évolution des prix, tandis qu'un marché du travail dynamique est souvent associé à une augmentation des transactions et à une valorisation accrue du marché du logement. La densité de population, mesurée en nombre d'habitants par kilomètre carré, provient des bases de *Eurostat* et de *la Banque mondiale*. Une forte densité est généralement corrélée à une pression foncière accrue, pouvant entraîner une hausse des prix immobiliers, notamment dans les grandes agglomérations où l'offre de logements est limitée. Le revenu moyen, issu des bases de *CountryEconomy*, permet de mesurer le pouvoir d'achat des ménages et leur capacité à investir dans l'immobilier. Cette variable est un élément clé dans l'analyse de la demande immobilière, car un niveau de revenu élevé favorise l'accession à la propriété et stimule la dynamique du marché. Enfin, nous avons intégré les taux d'intérêt des prêts immobiliers, obtenus auprès de *la BCE* et de *CountryEconomy*, afin de prendre en compte l'impact des conditions de financement sur les prix des logements. Des taux d'intérêt faibles encouragent l'investissement immobilier et peuvent alimenter une hausse des prix, tandis qu'une remontée des taux peut freiner la demande et modérer l'inflation immobilière.

Tableau 1. Statistique descriptive du taux d'intérêt

Statistiques descriptives du Taux d'Intérêt

Statistiques	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Remarques	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000
Minimum	0.000000	0.000000	-0.250000	-0.750000	-0.750000	-0.750000	-0.750000	-0.750000	-0.750000	-0.750000	1.000000	1.600000
Maximum	6.000000	6.000000	4.500000	5.750000	5.000000	4.250000	4.500000	3.000000	2.010000	5.700000	13.000000	10.750000
Moyenne	1.737235	1.146204	0.7608174	0.6123969	0.5094364	0.499922	0.5455587	0.5374005	0.2100394	0.5523838	3.425803	4.725107
Médiane	0.750000	0.250000	0.050000	0.050000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	2.500000	4.500000
Variance	3.281751	2.260660	1.4045425	1.5465276	1.2470283	1.004590	1.1600743	0.9847750	0.3076536	1.5848003	6.583864	3.139143
EcartType	1.811560	1.503549	1.1851340	1.2435946	1.1167042	1.002293	1.0770674	0.9923583	0.5546653	1.2588885	2.565904	1.771763

Dans le tableau 1, on observe une augmentation des valeurs minimales passant par des valeurs négatives ou nulles à des valeurs (1,00 en 2022 et 1,60 en 2023), et le maximum

connaît également une hausse (**de 6 en 2012 à 10,75 en 2023**). En outre, l'augmentation de l'écart-type et de la variance révèle une plus grande instabilité des taux d'intérêt, ce qui pourrait rendre l'accès au crédit plus incertain et influencer les prix des biens immobiliers.

Tableau 2. Statistique descriptive du revenu moyen

Statistiques descriptives du Revenu Moyen

Statistiques	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Remarques	28.00000	29.00000	30.00000	29.00000	29.00000	30.00000	30.00000	30.00000	30.00000	30.00000	30.00000	30.00000
Minimum	4.59000	4.84500	5.14600	5.53500	5.98200	6.58100	7.02000	7.85200	8.52200	9.37200	10.72400	12.05600
Maximum	74.14300	73.37600	71.48000	81.01300	81.78300	80.61800	78.44200	82.82900	87.63800	90.10700	100.87600	105.10500
Moyenne	31.04529	30.74879	30.78150	32.15538	32.70469	33.09253	33.67797	34.84300	35.08953	36.57427	38.97070	40.97107
Médiane	32.79150	29.98300	28.26900	30.55000	30.61900	28.62300	28.94200	29.33050	29.12200	29.79500	30.48550	31.86450
Variance	379.37131	382.04971	366.62465	415.09277	426.39737	428.70183	411.61240	419.82392	423.69589	454.72981	522.66064	533.84889
EcartType	19.47746	19.54609	19.14744	20.37383	20.64939	20.70512	20.28823	20.48961	20.58387	21.32439	22.86177	23.10517

Dans le tableau 2, quant à lui, le minimum passe de **4,59 en 2012 à 12,05 en 2023** et maximales (**de 74,14 en 2012 à 105,10 en 2023**). Cette évolution montre non seulement une amélioration des revenus, mais aussi une accentuation des écarts entre les revenus les plus bas et les plus élevés. Plus précisément, l'augmentation de l'écart-type et de la variance suggère que les inégalités s'aggravent. Ces inégalités peuvent, en conséquence, expliquer en partie les écarts de prix sur le marché immobilier, car elles influencent directement la capacité d'achat des ménages. Pour les trois autres variables explicatives (voir annexe), on constate que l'indice de Gini voit sa variance augmenter de **13,445 en 2012 à 42,169 en 2023** et son écart-type passer de **3,666 à 6,493**, ce qui traduit une dispersion croissante des inégalités de revenus entre les pays de l'Union européenne et peut influencer de manière différenciée l'évolution des prix immobiliers selon les niveaux d'inégalités propres à chaque pays. De même pour la densité où sa variance passe de **58 363,7473 en 2012 à 90 033,7766 en 2023** et son écart-type de **241,5859 à 300,0563**, traduisant une hétérogénéité démographique croissante susceptible de moduler l'évolution des prix immobiliers. Enfin, la variance du taux de chômage diminue de **28,019 en 2012 à 5,136 en 2023**, tout comme son écart-type, qui passe de **5,293 à 2,259**, indiquant une convergence des niveaux de chômage entre les pays de l'Union européenne.

1.2 RESULTATS DES ESTIMATIONS ET COMMENTAIRES

Nous avons donc cherché à étudier un modèle de régression linéaire en semi-log afin d'analyser les facteurs explicatifs des prix immobiliers :

$$\begin{aligned} \text{Log}(\text{prix_immobilier}_{it}) = & \beta_1 \cdot \text{gini}_{it} + \beta_2 \cdot \text{tx}_{\text{dechomage}_{it}} + \beta_3 \cdot \text{densite}_{it} + \\ & \beta_4 \cdot \text{revenu_moyen}_{it} + \beta_5 \cdot \text{tx_interet}_{it} + \alpha_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

	<i>Dependent variable:</i>		
	prix		
	<i>OLS</i>	<i>panel</i>	<i>linear</i>
	OLS	Effets Fixes	Effets Aléatoires
gini	0.002 (0.002)	-0.002 (0.002)	0.001 (0.003)
tx_chomage	-0.016*** (0.003)	-0.028*** (0.003)	-0.026*** (0.004)
densite	-0.00005 (0.00004)	0.001* (0.0003)	-0.0001 (0.0001)
revenu_moyen	-0.001** (0.001)	0.023*** (0.002)	0.001 (0.001)
tx_interet	0.053*** (0.005)	0.027*** (0.005)	0.054*** (0.005)
Constant	4.860*** (0.077)		4.863*** (0.097)
Observations	301	301	301
R ²	0.390	0.689	0.508
Adjusted R ²	0.379	0.649	0.499
<i>Note:</i> *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01			

Après avoir appliqué la régression, nous avons comparé trois modèles économétriques : les Moindres Carrés Ordinaires (OLS), effets fixes et effets aléatoires. Le modèle à effets fixes se distingue alors par son pouvoir explicatif supérieur, avec un R² ajusté de 0,689, contre 0,390 pour le modèle OLS et 0,508 pour le modèle à effets aléatoires. Cela suggère que le modèle à effets fixes capture mieux les variations des prix immobiliers. Concernant le taux de chômage, il émerge comme un facteur significatif et négatif dans tous les modèles, en particulier dans les modèles à effets fixes (-0,028) et à effets aléatoires (-0,026), par rapport au modèle OLS (-0,016). Ainsi, une augmentation du taux de chômage est associée à une baisse plus marquée des prix immobiliers lorsque la structure en panel est prise en compte. À l'inverse, le taux d'intérêt présente un coefficient positif et significatif dans tous les modèles, bien que cet effet soit plus marqué dans les modèles GLS (0.054) et OLS (0.053) que dans le modèle à effets fixes (0,027). Cette relation positive pourrait s'expliquer par des facteurs macroéconomiques, où une hausse des taux d'intérêt pourrait être liée à une forte demande immobilière ou à une croissance économique, ce qui pousse simultanément les prix immobiliers à la hausse. En revanche, la variable du revenu moyen présente des résultats divergents entre les modèles. Tandis que le modèle OLS indique une relation négative (-0,001), le modèle à effets fixes montre une relation positive (0.023). Cette disparité suggère que les effets de composition ou des variables omises peuvent être capturés différemment selon le modèle. L'effet positif dans le modèle à effets fixes indique qu'une hausse du revenu moyen est associée à une augmentation des prix immobiliers. Enfin, il est intéressant de noter que l'indice de Gini et la densité de population ne montrent pas d'effet significatif sur les prix immobiliers dans aucun des modèles. Cela pourrait signifier que ces facteurs, bien que souvent considérés comme importants dans la théorie économique urbaine, n'ont pas d'impact direct mesurable dans cette analyse spécifique. Toutefois, leur influence pourrait être indirecte ou masquée par d'autres variables.

II. COMMENTAIRES : VALIDITES STATISTIQUE ET ECONOMIQUE DU MODELE.

On pousse notre étude plus loin en présentant les résultats de différents tests. Le test de Breusch-Pagan met en évidence une forte hétéroscédasticité dans le modèle, avec une statistique de 31,869 et une p-value extrêmement faible (6,306e-06). Cela rejette l'hypothèse d'homoscédasticité, ce qui implique que la variance des erreurs n'est pas constante. Le test de Hausman confirme l'inadéquation du modèle à effets aléatoires, avec une p-value inférieure

à $2,282e-10$, ce qui rejette l'hypothèse d'effets aléatoires et indique que le modèle à effets fixes est plus adapté pour nos données. Le test de Wooldridge indique également une forte corrélation sérielle dans les erreurs du modèle à effets fixes, avec une p-value inférieure à $2,2e-16$. Le facteur d'inflation de la variance (VIF) montre qu'il n'y a pas de multicolinéarité importante entre les variables du modèle, ce qui renforce la fiabilité des estimations. Et Le test de Jarque-Bera révèle que les résidus du modèle ne suivent pas une distribution normale (p-value = 0,0004522), cela peut bien affecter la précision des tests statistiques et des prévisions.

Il est aussi important de souligner que certaines variables importantes pourraient être omises dans ce modèle. Par exemple, des facteurs externes comme les politiques publiques de logement, les fluctuations économiques mondiales ou des événements géopolitiques pourraient avoir un impact sur les prix immobiliers, mais n'ont pas été intégrés dans cette analyse en raison de la difficulté à obtenir des données fiables et comparables. De plus, nous avons rencontré un nombre significatif de valeurs manquantes dans les prix immobiliers, en grande partie dues à des problèmes de collecte de données homogènes à travers les différents pays de l'Union européenne. Ces manques d'informations, notamment liées aux différences dans les unités de mesure ou à des inégalités dans la disponibilité des données, ont pu altérer la cohérence de certaines variables dans notre panel, rendant l'application du test Im-Pesaran-Shin difficile. En raison de ces limites dans les données, il n'est pas possible de tirer une conclusion définitive quant à la stationnarité des variables dans le modèle.

CONCLUSION

Cette étude a exploré le lien entre les prix immobiliers dans l'Union européenne et plusieurs facteurs économiques, dont le revenu moyen, la taille de la population et les politiques monétaires, dans l'objectif de comprendre les principaux déterminants de cette évolution.

Les résultats montrent que le revenu moyen et le taux d'intérêt ont un effet significatif sur les prix immobiliers, tandis que la densité présente une influence plus incertaine selon les modèles testés.

Bien que cette analyse permette d'expliquer une partie des variations observées, il convient de noter que des biais potentiels peuvent affecter les conclusions. Des éléments tels que les variations locales des politiques de logement, la régulation des marchés immobiliers, ou encore des critères spécifiques à chaque pays, restent des facteurs sous-jacents importants qui nécessitent une attention particulière. De plus, l'hypothèse d'homoscédasticité des erreurs, bien que vérifiée par certains tests, pourrait être influencée par des facteurs externes non inclus dans le modèle. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle les facteurs macroéconomiques, bien qu'importants, ne suffisent pas à expliquer l'intégralité des variations des prix immobiliers dans l'Union européenne.

L'élargissement de l'échantillon à une période plus longue et l'introduction de variables supplémentaires, comme les taux d'inflation ou les évolutions démographiques précises, permettraient d'améliorer la précision du modèle et de mieux capter les dynamiques de long terme. De plus, cela offrirait l'opportunité de tester la stationnarité des données à l'aide de tests d'unité racine spécifiques aux panels, renforçant ainsi nos estimations. Une analyse comparative entre différents pays de l'Union européenne, prenant en compte leurs spécificités économiques et politiques, permettrait également d'apporter une vision plus complète et nuancée des déterminants des prix immobiliers. Enfin, une approche qualitative, incluant des études de cas ou des enquêtes sur le terrain, pourrait enrichir cette analyse en mettant en lumière les dynamiques locales et les mécanismes sous-jacents influençant le marché immobilier.

BIBLIOGRAPHIE

Revenu moyen

Countryeconomy.com. - *Salaire moyen* : <https://countryeconomy.com>

Indice de Gini

Statice.is. (2022). *Gini Coefficient - Preliminary Figures for 2022* : <https://statice.is/publications/news-archive/quality-of-life/gini-coefficient-preliminary-figures-for-2022/>

Mister Prepa. (s.d.). *Les inégalités au Royaume-Uni* :

Fipeco. (2019). *Les inégalités et la redistribution des revenus en 2019* : <https://www.fipeco.fr>

Densité de population

European Union | Data. (s.d.). *Densité de la population (personnes par kilomètre carré de superficie des terres)* : <https://data.europa.eu>

Taux de chômage

L'Observatoire des Territoires. (s.d.). *Taux de chômage - Europe* : <https://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr>

Statista. (2023). *Taux de chômage au Royaume-Uni 2012-2028* : <https://www.statista.com>

Taux d'intérêt

Trading Economics. (2024). *Lettonie - Taux d'intérêt (1998-2024) et prévisions 2025-2027* : <https://tradingeconomics.com>

Prix immobilier

OCDE. (s.d.). *Prix du logement (House price index, 2015 = 100)* : <https://www.oecd.org>

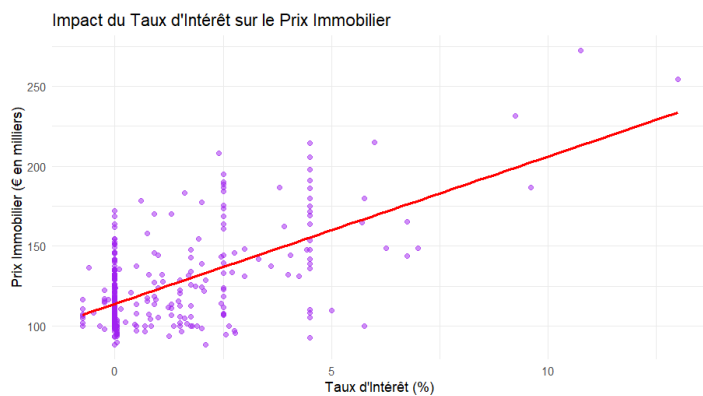
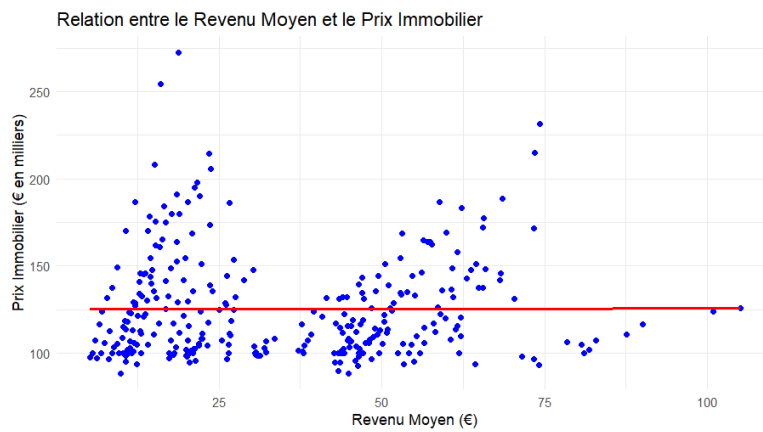
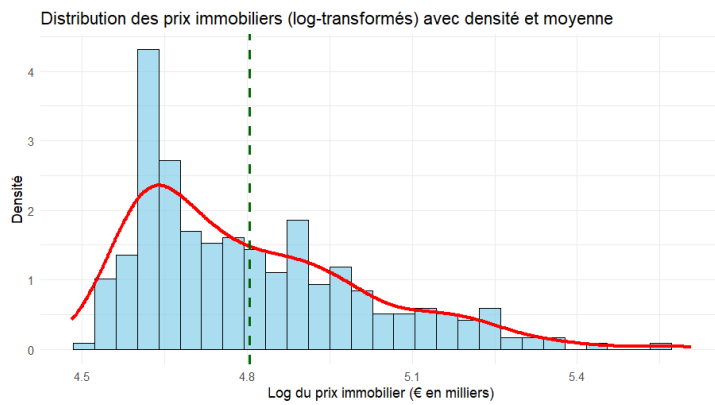
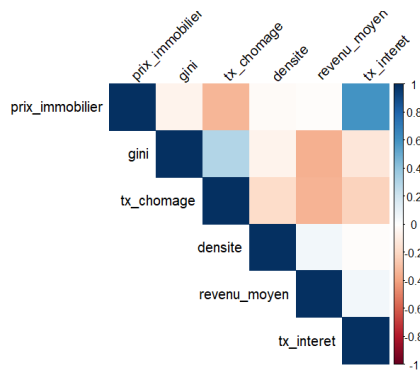
Eurostat. (s.d.). *Statistics | Eurostat* : <https://ec.europa.eu/eurostat>

Glaeser, E. L., & Gyourko, J. (2018). The economic implications of housing supply. *Journal of Economic Perspectives*, 32(1), 3-30.

Gyourko, J., Mayer, C., & Sinai, T. (2013). Superstar cities. *American Economic Journal: Economic Policy*.

Mankiw, N. G., & Weil, D. N. (1989). The baby boom, the baby bust, and the housing market. *Regional Science and Urban Economics*.

ANNEXE



Statistiques descriptives du taux de Chômage

Statistiques	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Observations	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000
Minimum	2.910000	3.160000	3.040000	3.180000	3.010000	2.830000	2.550000	2.310000	3.170000	2.990000	2.170000	2.330000
Maximum	24.800000	27.500000	26.500000	24.900000	23.500000	21.500000	19.300000	17.300000	16.300000	14.900000	13.000000	12.200000
Moyenne	10.363667	10.666667	10.064000	9.312667	8.385000	7.375667	6.366000	5.825667	6.534000	6.419333	5.557333	5.582667
Médiane	9.300000	9.350000	8.600000	8.750000	7.700000	6.650000	5.400000	4.950000	5.600000	6.200000	5.200000	5.550000
Variance	28.019859	32.475988	29.354990	24.368103	19.969578	16.320225	12.676645	10.250901	9.342301	7.991496	6.155269	5.103669
EcartType	5.293379	5.698771	5.418025	4.936406	4.468733	4.039830	3.560428	3.201703	3.056518	2.826923	2.480981	2.259130

Statistiques descriptives de la Densité

Statistiques	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Observations	30.000000	30.000000	30.000000	30.0000	30.000000	30.000000	30.000000	30.00000	30.000000	30.000000	30.000000	30.0000
Minimum	3.199162	3.229566	3.265696	3.2999	3.346025	3.425436	3.498175	3.57595	3.634464	3.694535	3.788585	3.7600
Maximum	1312.587500	1331.146875	1357.993750	1390.7906	1422.987500	1462.496875	1514.468750	1575.19375	1610.412500	1620.425000	1660.971875	1665.4900
Moyenne	165.905504	167.038557	168.475251	170.1768	171.829137	173.708583	175.893914	178.43569	180.062181	180.637219	182.756164	176.3147
Médiane	105.868939	106.020210	105.840458	106.2958	106.706246	106.932473	107.124794	107.33929	107.448122	107.463455	107.625926	106.6800
Variance	58363.747351	59961.536483	62254.560918	65114.3866	67988.955641	71577.195771	76381.789141	82231.99934	85771.528346	86879.243080	91163.326622	90033.7766
EcartType	241.585901	244.870448	249.508639	255.1752	260.746919	267.539148	276.372555	286.76122	292.867766	294.752851	301.932653	300.0563

Statistiques descriptives de Gini

Statistiques	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Observations	30.000000	30.000000	30.000000	30.000000	30.00000	30.000000	30.000000	30.00000	30.000000	30.000000	30.000000	29.000000
Minimum	22.500000	22.700000	22.700000	23.700000	24.10000	23.200000	20.900000	22.80000	20.900000	21.800000	0.350000	0.370000
Maximum	35.447273	35.400000	35.600000	37.900000	37.70000	40.200000	39.600000	40.80000	40.000000	39.700000	38.400000	37.200000
Moyenne	29.350485	29.640000	30.086667	30.143333	29.95667	29.933333	29.623333	29.89667	29.410000	29.743333	28.225000	28.561035
Médiane	29.600000	30.150000	29.850000	29.650000	29.55000	29.200000	29.000000	29.20000	29.250000	29.500000	28.750000	29.600000
Variance	13.445872	14.830069	15.638437	17.815644	14.54461	15.416092	17.874264	19.47413	14.927828	16.771506	41.585647	42.169245
EcartType	3.666861	3.850983	3.954546	4.220858	3.81374	3.926333	4.227797	4.41295	3.863655	4.095303	6.448693	6.493785

```
> ##Test de multicollinéarité
> library(car)
> vif_model <- lm(log(prix_immobilier) ~ gini + tx_chomage + densite + revenu_moyen + tx_interet, data = panel_data)
> vif(vif_model)
```

```
      gini    tx_chomage      densite  revenu_moyen    tx_interet
1.197210    1.273793    1.041118    1.241658    1.064297
```

Wooldridge's test for serial correlation in FE panels

```
data: within_model
F = 491.22, df1 = 1, df2 = 269, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: serial correlation
```

Jarque Bera Test

```
data: residus
X-squared = 15.403, df = 2, p-value = 0.0004522
```

Hausman Test

```
data: log(prix_immobilier) ~ gini + tx_chomage + densite + revenu_moyen + ...
chisq = 53.82, df = 5, p-value = 2.282e-10
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```

> |

studentized Breusch-Pagan test

```
data: within_model
BP = 31.869, df = 5, p-value = 6.306e-06
```