

U.E : Économétrie I : théorie et pratique

La Courbe Environnementale de Kuznets, le cas de la Chine pour la période 1990-2020.

ÉCONOMIE QUANTITATIVE : groupe 10

CORBARI Ugo, BRESSON Aurélien, FROUSSART Samuel

Table des matières

Introduction	3
I/. Présentation des données	4
II/. Présentation du modèle économétrique	5
III/. Résultats et inférence statistique	5
IV/. Analyse des résultats et discussion critique ...	7
Conclusion.....	7

Introduction

Le 18 octobre 2017, lors du discours d'ouverture du 19e Congrès national du Parti communiste chinois, le président de la Chine Xi Jinping a exprimé la volonté de la Chine de jouer un rôle de premier plan dans la promotion de la durabilité environnementale et de la conservation des ressources naturelles. Il a souligné l'importance de construire une "civilisation écologique" en Chine, marquant un engagement envers un développement plus respectueux de l'environnement, cependant le paysage écologique de la Chine connaît quelques contrastes. D'une part, la situation écologique du pays se veut plus qu'alarmante, en effet selon l'Indice de performance environnementale (EPI) de 2020 la Chine se retrouve classée 120-ème sur 180 pays, cet indice est calculé en prenant en compte 32 indicateurs dont la qualité de l'air, l'assainissement et eaux potables ou encore la gestion des déchets. D'autre part, le développement économique fulgurant de la Chine au cours des dernières décennies l'a propulsé parmi les pays émettant de plus de gaz à effets de serre et à la première place des pays émettant le plus de CO₂. Cette croissance économique faisant passer l'empire du milieu de 2% du PIB mondial en 1990 à une part de 18 % du PIB mondial à l'heure actuelle s'est elle faite en dépit des questions liées à l'écologie ? La Chine a-t-elle les moyens, la richesse et la volonté de diminuer son empreinte écologique ? En 1955 S. Kuznets met en place un corollaire visant à démontrer que les nations les moins développées cherchent en priorité à lutter contre la pauvreté en dépit des questions écologiques tandis que les nations riches ont les moyens de continuer de développer leurs économies tout en minimisant leurs empreintes écologiques. En d'autres termes dans les premières étapes du développement économique d'un pays la dégradation environnementale augmente jusqu'à un certain point où elle atteint un pic avant de diminuer à mesure que le niveau de richesse augmente, graphiquement la relation de Kuznets apparaît sous la forme d'un U-inversé. Cette relation appelée courbe environnementale de Kuznets (ECK) nous amène à nous poser la question suivante : la courbe environnementale de Kuznets est-elle valide pour le cas de la Chine entre 1990 et 2020 ?

Pour répondre à cette question nous étudierons la dégradation environnementale sous l'aspect de l'émission de gaz à effets de serre par habitants qui sont composés de dioxyde de carbone, de méthane et d'oxyde nitreux provenant de toutes les sources et mesurés en tonnes d'équivalent dioxyde de carbone. En Chine, les principaux secteurs à l'origine des gaz à effet de serre sont la production d'électricité, les transports et l'industrie. L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère a un impact sur le réchauffement climatique et la dégradation de la couche d'ozone, ce qui a et aura des répercussions sur les écosystèmes à court et moyen terme. L'émission de gaz à effet de serre par habitants exprimée en tonnes fera office de variable expliquée, tandis que le PIB/habitants exprimé en dollars constants de 2015 constitue notre variable explicative. Tout d'abord nous présenteront les données et les statistiques descriptives (1) puis nous expliciteront notre model (2) avant de présenter les résultats et les inférences statistiques (3), enfin, nous analyserons de manière critique ces résultats (4) avant de conclure.

I/. Présentation des données

Les données utilisées pour réaliser notre étude proviennent toutes du site Our World In Data et s'organisent ainsi :

Variabes	Minimum	1er Quartile	Médiane	Moyenne	3e Quartile	Maximum
PIB/Habitants	905	1849	3391	4437	6824	10358
GES/Habitants	3,72	4,22	5,895	6,201	8,544	9,231
Années	1990	1998	2005	2005	2012	2020

Tableau 1: Statistiques Descriptives

Ces statistiques fournissent une vue d'ensemble des tendances centrales et de la dispersion des données pour chaque variable. Pour que notre étude puisse aboutir à un résultat, il faut d'abord vérifier que les variables soient corrélées entre elles, ainsi le calcul de la covariance des GES et du PIB donne un résultat supérieur à 0 ce qui signifie qu'il existe bien une relation linéaire positive entre les deux variables. Le calcul du coefficient de corrélation des deux variables donne le résultat de 0.9597937 ce qui implique que les deux variables sont très fortement corrélées.

Il s'agit maintenant de représenter graphiquement la relation entre l'émission de gaz à effet de serre par habitants et le PIB par habitants afin d'avoir une première intuition de la valabilité du modèle que l'on veut tester.

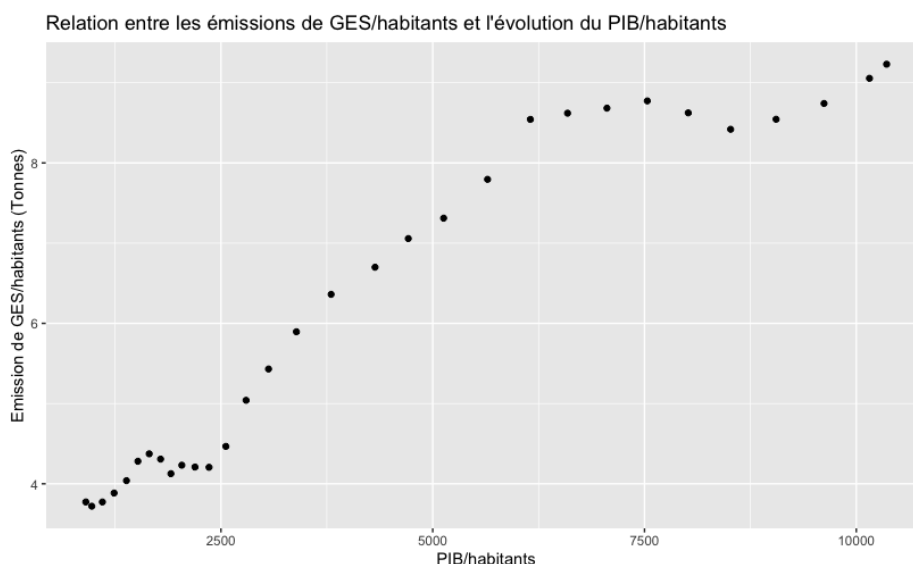


Figure 1 Relation GES/habitants vs PIB/habitants

À première vue, la relation est purement croissante, il ne semble pas y avoir de point d'inflexion comme le veut la courbe environnementale de Kuznets, peut-on alors en déduire que notre cadre d'analyse ne respecte pas le corollaire de Kuznets ? La réponse est non, car il y a plusieurs pistes de réponses qui peuvent nous permettre d'expliquer pourquoi nous obtenons de tels résultats. Tout d'abord, il faut mettre en perspective la durée de l'analyse

qui porte jusqu'à 2020, or, il n'est pas impossible, avec une période d'analyse plus large que la courbe finisse par suivre le modèle ECK. D'autre part même si la Chine s'est hissée au premier plan des puissances économiques mondiales le pays reste toujours en phase de développement sur les questions de production d'électricité de transports et d'industrie & construction qui sont les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre.

II/. Présentation du modèle économétrique

Le modèle de Kuznets étant sous forme de U-inversé, notre modèle économétrique devait intégrer une forme quadratique du type x^2 afin d'être le plus représentatif possible :

$$GES = \beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 PIB^2 + e$$

Où GES représente l'émission de gaz à effets de serre par habitants exprimé en tonnes, PIB représente le PIB par habitants exprimé en dollars constants de 2015, e constitue le terme d'erreur et $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ correspondent aux coefficients empiriques. Il est temps de tester ce modèle afin de vérifier si nos paramètres sont cohérents et si nous pouvons valider ou non la courbe de Kuznets.

III/. Résultats et inférence statistique

La résolution du modèle économétrique avec le logiciel R permet d'obtenir le tableau récapitulatif suivant :

Tableau 2: Résultats d'estimation du modèle

e	Minimum	1 ^{er} Quartile	Médiane	3 ^{ème} Quartile	Maximum
0,3540024	-7,71454	-0,294202	0,02959	0,22782	0,63801

Variable	β	Std. Error	T-value	Pr(> t)	
Constante	2,129	1.988e-01	10.709	2.08e-11	***
PIB	0.001335	9.651e-05	13.832	4.87e-14	***
PIB_2	-6.438e-08	8.848e-09	-7.276	6.38e-08	***
Observations	30				
R ²	0.9727				
R ² ajusté	0.9708				
P-value	< 2.2e-16				
F statistique	499,62*** (df = 2; 28)				

Note :

*p < 0,01 ; **p < 0,05; ***p < 0,01

D'après le tableau, nous pouvons réécrire notre modèle en attribuant des valeurs aux coefficients empiriques tels que $\beta_0 = 2,129$; $\beta_1 = 0.001335$ et $\beta_2 = -6.438e-08$. Ainsi l'équation de modèle devient :

$$GES = 2,219 + 0,001335 PIB - 6,438e-08 PIB^2$$

Il est temps de déterminer si notre modèle est significatif avec les variables utilisées, tout d'abord les valeurs des tests t individuels (colonne T-value) sont tous significativement différent de 0, de plus les valeurs p associées (colonne Pr(>|t|)) sont toutes très proches de 0 ce qui suggère que les trois coefficients sont statistiquement significatifs à un seuil d'erreur de 5%. De plus, la valeur du R2 ajusté montre que les variables explicatives expliquent 97,08% des variables expliquées du modèle après l'ajustement. Le test F (indiqué par la F-statistique) permet d'évaluer la significativité globale du modèle, ici la F-statistique est de 499,6 avec une valeur p-value très petite ($< 2,2 e-6$) ce qui semble indiquer que le modèle est statistiquement significatif de plus ces indicateurs nous permettent d'écarter l'hypothèse nulle selon laquelle $\beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$. Enfin l'erreur résiduelle standard mesurant la dispersion autour de la courbe de régression est de 0,354 de plus la médiane des résidus proche de 0 indique que les résidus présentent une distribution symétrique comme nous le montre la courbe de régression linéaire ci-dessous.

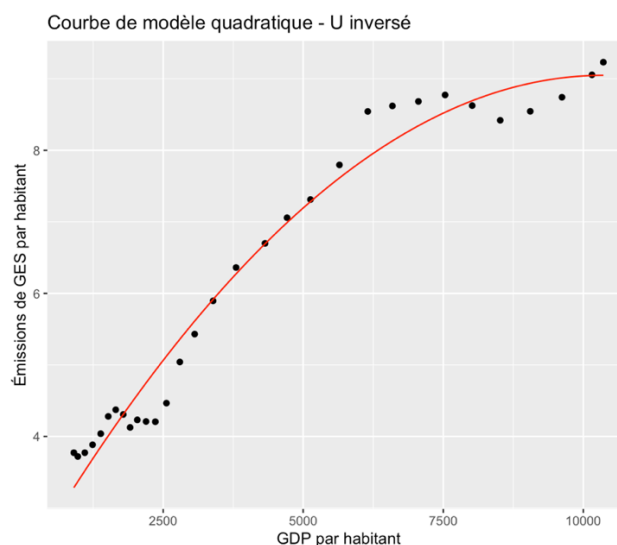


Figure 2: Courbe de régression linéaire du modèle

Ainsi, le modèle que nous avons mis en place est significatif, il existe bien une relation positive entre l'augmentation du PIB / habitants et la hausse des émissions de gaz à effet de serre par habitants. D'autre part cette relation semble être de forme concave ce qui suggère qu'il y a une valeur maximisant l'émission de GES/habitants, nous pouvons écrire l'équation $PIB^* = -\beta_1 / 2\beta_2$ issue du programme de maximisation suivant :

$$\text{Max GES} = \frac{\partial \beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 PIB^2 + e}{\partial PIB} = 0$$

Nôtre modèle permet ainsi d'estimer une valeur théorique du PIB/habitants qui maximise l'émission de GES/habitants tels que $PIB^* = 10\,368,12675$. À ce seuil maximal, la courbe de régression linéaire change de signe et les émissions de gaz à effet de serre diminuent au fur et à mesure que le PIB par habitants augmente.

IV/. Analyse des résultats et discussion critique

Nos résultats d'estimation des coefficients nous dévoilent des informations essentielles. Nous avons observé que $\beta_1 = 0.001335$ et $\beta_2 = -6.438e-08$. On trouve donc que β_1 est positif tandis que β_2 est négatif. Ces résultats concordent donc avec les conditions nécessaires à la formation d'une courbe de Kuznets.

Cependant, nous devons rester prudents quant à l'interprétation de nos résultats. Bien que β_1 soit positif et que β_2 soit négatif, ce qui concorde avec les conditions d'une courbe de Kuznets, il est encore trop tôt pour affirmer catégoriquement que cette relation entre le PIB par habitant et les émissions de GES représente une courbe de Kuznets. En effet, notre modèle suggère qu'il existe un seuil théorique, estimé à environ 10 368 dollars de PIB par habitant à partir duquel les émissions de GES par habitant pourraient diminuer. Ainsi, cette estimation indique une potentielle inversion de tendance et donc une forme concave qui confirmerait la forme de U-inversé. Cependant, il convient de garder à l'esprit que cette prédiction est basée sur des observations passées et des données limitées. Ainsi, des évolutions économiques et environnementales futures pourraient exercer une influence sur l'avenir et donc modifier la relation théorique entre nos deux variables.

Conclusion

Notre étude a mis en lumière une relation significative entre le PIB par habitant et les émissions de GES par habitant en Chine sur la période 1990-2020. Bien que les résultats suggèrent une corrélation évoquant potentiellement la courbe de Kuznets, des analyses complémentaires et une exploration plus approfondie sont nécessaires pour confirmer la validité de cette théorie puisque la concavité de la relation entre ces variables pourrait être interprétée seulement comme un début de confirmation de la courbe de Kuznets pour la Chine. Ainsi, il est crucial de noter que cette relation n'implique pas automatiquement la validation de la théorie.

L'analyse économétrique a révélé une forte corrélation statistique entre les variables étudiées, cependant des tests supplémentaires, tel que le test de Durbin-Watson pour évaluer l'autocorrélation des résidus, pourraient fournir des informations supplémentaires sur la robustesse du modèle.

Notre étude souligne donc l'importance de rester attentif aux évolutions futures. La prédiction d'un seuil de PIB par habitant au-delà duquel les émissions de GES pourraient diminuer, bien que suggérée par notre modèle, nécessite une validation plus poussée.

Ainsi, une analyse étendue sur une période plus longue s'avère essentielle pour confirmer la validité de la courbe de Kuznets dans le contexte de la Chine.