



INCIDENCE DU RÉSEAU ROUTIER CONGOLAIS SUR LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE EN RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO : de 1995 à 2019

Par :

Par Jean-Léonard BOMBONAYO NEMBEANA¹

+243810160196

+243815443461

jlispale@gmail.com

Joseph BABEBANE BIKIEMI²

+243814517793

Josephbabeba@gmail.com

Aimé BUAGUO UIPAKUODE³

+243817771090

Ignace KWANDELEMAMA TIBINDE⁴

+243813876481

ignacekwande@gmail.com

Bibiche KABUENGO BATABOMBI⁵

0819642065

RÉSUMÉ

La croissance économique demeure un objectif primordial de toute politique économique des PED. La République Démocratique du Congo, saisissant les opportunités qu'offre l'intégration régionale, devrait identifier les leviers fondamentaux de sa croissance économique capables de booster son économie, le sortir de sa trappe à pauvreté et améliorer le bien-être de sa population. Une analyse économétrique du modèle de régression linéaire multiple a permis de stigmatiser

¹ Jean-Léonard BOMBONAYO NEMBEANA est licencié en économie mathématique de l'université de Kisangani et est actuellement chercheur et assistant à l'Université de l'Uélé(RDC).

² Joseph BABEBANE BIKIEMI est licencié en économie publique de l'université de l'Uélé et est actuellement chercheur à l'Université de l'Uélé(RDC).

³ Aimé BUAGUO UIPAKUODE est licencié en économie publique de l'université de l'Uélé et est actuellement chercheur et assistante à l'Université de l'Uélé(RDC).

⁴ Ignace KWANDELEMAMA TIBINDE est licencié en économie publique de l'Université de l'Uélé et est actuellement chercheur et assistant à l'Université de l'Uélé(RDC).

⁵ Bibiche KABUENGO BATABOMBI est licencié en économie publique de l'Université de l'Uélé et est actuellement chercheur et assistante à l'Université de l'Uélé(RDC).

l'apport des infrastructures routières dans la croissance économique. La croissance observée dans ce pays, en ce début de troisième millénaire, est aussi et surtout la contribution des infrastructures routières. La politique économique de la RDC, devrait s'en inspirer pour une croissance voulue résiliente, non vulnérable et soutenue dans une économie diversifiée à ses secteurs porteurs de la croissance économique.

Mot clé : Réseau routier, infrastructure, croissance économique, régression multiple.

INTRODUCTION

Le potentiel agricole de la République démocratique du Congo (RDC) est immense. Un calcul rapide indique quasi les rendements des 80 millions d'hectares de terres cultivables de la RDC venaient à s'aligner sur ceux des frontières de production mondiales, ce pays pourrait nourrir près d'un tiers de la population mondiale (<http://www.ebrary.ifpri.org>). Mais la potentielle biophysique n'assure pas en elle-même un potentiel économique équivalent.

La revitalisation du secteur agricole est donc un point important dans la stratégie de développement de la RDC. Cependant, pour faire croître réellement l'agriculture, il faut toute une gamme d'investissements dans l'agriculture (par exemple, dans la recherche et le développement, les services de vulgarisation, les projets d'irrigation, ainsi que dans les politiques de distribution des intrants), mais il faut aussi des investissements pour le transport et surtout les infrastructures routières. En RDC, le mauvais état des infrastructures de transports sont le plus gros handicap pour la croissance de l'agriculture et pour l'économie en générale.

En effet, le réseau de transports de la RDC est notoirement insuffisant et l'accès aux marchés est donc l'un des plus difficiles de toute l'Afrique. Plupart de routes de la RDC ne sont de « routes » que le par le nom, tout particulièrement pendant la longue saison pluvieuse, où l'on voit les temps de voyage s'allonger d'environ 40 % (<http://www.ebrary.ifpri.org>).

Beaucoup d'organisations mondiales ont signé de partenariat pour investir dans ce secteur dans le but de réhabiliter les infrastructures de transport bien que ces investissements visent en principe à corriger une réelle entrave à l'économie de la RDC, ils comportent également certains risques. La RDC est un pays historiquement endettée, il est donc important que des investissements fondés sur une augmentation de la dette puissent générer des rendements importants afin de compenser la charge de cette dette. Un autre motif de préoccupation est que les investissements en infrastructures ciblent surtout le secteur minier plutôt que l'agriculture.

La croissance économique est une préoccupation majeure des pays en voie de développement en général et de la RDC en particulier. Elle est essentiellement un processus visant à améliorer la vie des individus en leur procurant plus des biens et services. Cette évolution est amenée par des

mesures d'accroissement de la seule production économique fondée sur les facteurs classiques, telle que la quantité de capital, de travail ou encore la productivité et l'innovation. La croissance économique de la RDC est soutenue par les secteurs Primaire, secondaire et tertiaire. Ainsi que dans le cadre étroit de cette étude, une question a été soulevée: « quel serait l'impact des activités liées aux réseaux de transport routier sur la croissance économique de la RDC durant la période sous examen ? »

Cependant, le présent papier n'est pas, certes, le premier de son genre sur le thème abordé. Il a déjà été réalisé par d'autres chercheurs, celui-ci vient ainsi s'ajouter à ces nombreuses études réalisées sur cette thématique.

Comme l'a fait remarquer P. Chauleur (1979), en disant que les transports représentent pour l'Afrique un élément fondamental du développement et les pays africains y attachent tant d'importance qu'ils consacrent en moyenne le quart du montant total des crédits prévus dans leurs plans de développement nationaux ; plus de 60 % de l'allocation en faveur du transport étaient consacrés à la construction, à l'aménagement et à l'entretien des routes.

M. Kama Funzi (1971, 1983 et 1989), de son côté, évoque l'influence de la route sur l'économie du pays des pays en développement. Selon lui, les voies de communication et les moyens de transport sont insuffisants en pays sous-développés. Généralement ils sont conçus pour permettre l'exportation des matières premières vers les pays industrialisés. Les voies de communication vont souvent des régions minières ou des plantations vers les ports maritimes. Il y a peu de voies favorisant les échanges intérieurs ou des échanges entre Etats du même continent. *Les zones qui ne possèdent pas d'activités organisées pour l'exportation sont souvent isolées* ».

(L. DAKAHUDYNO WAKALE MINADA : 2011), dans l'économie des transports et son cadre juridique a démontré que les transports, la réglementation ne se limitent pas seulement aux aspects commerciaux parce que le droit commercial compte les contrats de transport parmi les contrats commerciaux, mais englobe aussi des notions comme le service d'utilité publique, qui aboutit aux règles de circulation et règles de comportement à bord des véhicules de transport, celle de sécurité dans le sens d'éviter les accidents et leurs conséquences.

(GERONDEAU : 1969) souligne que l'utilisation du sol dans une agglomération est à l'origine même des déplacements de commerçants, des opérateurs économiques, des exploitants agricoles de rejoindre leurs domiciles, les magasins et les marchés n'existent que parce qu'il y a l'offre et la demande, le retour des travailleurs qui les ont désertées le matin.

(BABEBANE : 2007) a parlé de transport routier et son incidence sur la commercialisation des produits agricoles dans la cité d'Isiro. Selon lui, l'état favorable des infrastructures routières suscitent et préparent les investissements, source de tout développement.

Ce travail s'est assigné comme objectif, celui d'analyser l'apport du réseau routier congolais sur sa croissance économique. Dans cette optique, pour la période allant de 1995 à 2019.

1. REVUE DE LITTERATURE

Il est évident qu'un réseau routier asphalté pourrait être un moyen essentiel porteur d'une croissance saine et durable. A contrario, un secteur de transport insuffisamment développé et qui a un accès limité au financement constitue un sérieux effet d'éviction à la croissance économique.

1.1. Les pensées des auteurs

En dehors de quelques zones isolées dans la partie nord-ouest de la RDC, les rivières sont relativement peu utilisées pour le transport local (**Richard DAMANIA : 2007**). Concrètement, seuls 14 % d'individus en RDC et 7 % du PIB du pays, se retrouvent dans les zones où il serait rentable d'utiliser le transport fluvial pour une partie de leur voyage vers le marché local, ce qui implique que les investissements dans le transport fluvial n'auront pas un impact significatif sur les marchés locaux, compte tenu de la géographie économique actuelle du pays.

Il est évident donc que le réseau routier soit probablement beaucoup plus important pour le transport local que le transport fluvial. Cependant, l'accès au transport fluvial devient plus important pour les voyages à plus longue distance et pour les produits à faible valeur par rapport à ceux en vrac. Lorsqu'en minimisant les coûts de voyage vers Kinshasa (capital de la RDC), le modèle géo - spatial indique qu'environ 80 % de la population de la RDC, et près de 60 % du PIB, se trouvent dans les zones où la trajectoire de voyage la plus efficace utilise le transport fluvial, au moins en partie. Alors que les économies de coûts de transports locaux sont assez faibles et isolés uniquement aux zones le long de la rivière, les économies de coût de transport de Kinshasa sont beaucoup plus grandes et s'étendent rapidement à travers le pays, sauvant la partie sud du pays qui est la partie la plus en dehors du Bassin du Congo.

Par ailleurs, les transports ont une importance unique du fait qu'ils concourent au succès ou à l'échec de presque toutes les activités économiques. Les transports intérieurs où l'automobile dicte ses impératifs à l'aménagement d'autant plus qu'« *un pays sans infrastructures de transport ne peut espérer voir les activités économiques à l'intérieur se développer harmonieusement* » (Selon W. Owen : 1970).

1.2. Terminologie

1.2.1. Le réseau routier

On distingue deux types des voix de circulations :

1. Les routes principales ;
2. Les routes secondaires qui sont un ensemble des voix des circulations aménagés dans un environnement rural, pour permettre la circulation fluide mais dans la faible distance.

En RDC, il comprend au total 153 209 Km de route dont 58 509 km sont des routes d'intérêt général et 87 300 km sont des routes d'intérêt local ou de desserte agricole. Les routes d'intérêt général sont réparties de la manière suivante dont 3 000 km seulement sont revêtus :

- 21 140 Km des routes nationales (RN) ;
- 20 142 Km des routes provinciales prioritaires (RPP) ;
- 17 245 Km des routes provinciales secondaires (RPS).

Le réseau comprend aussi 1965 ponts pour 25 130 m linéaire et 187 bacs (à trailles, à moteurs et à pirogues (www.congo-autrement.com)).

- **Infrastructure routière** : est l'ensemble des ouvrages et équipements au sol destinés à faciliter les trafics routiers c'est-à-dire le déplacement des personnes et biens d'un point donné à un autre ;
- **Réseau routier** : est l'ensemble des voix de circulation terrestre permettant des transports par véhicules routiers et en particulier les véhicules motorisés.

Réseau routier dans une économie

Les routes constituent une épine dorsale dans le processus de développement d'un pays. Elles sont pour une économie une infrastructure de base pour le démarrage du processus de croissance économique du fait qu'elle joue un rôle important dans le sentier du développement en établissant les liaisons entre les régions productrices et celles qui ne le sont pas.

➤ Réseau prioritaire

Le ministère de l'infrastructure, travaux publics et reconstructions ont défini les réseaux prioritaires à 23 140 Km qui présentent les caractéristiques principales suivantes :

- ❖ Ils articulent sur les trois principaux corridors de transport de Ouest/Nord et Est, Nord/Sud, Ouest/Sud et Est qui relient les chefs-lieux de la province et les principaux centres administratifs ;
- ❖ Il draine à lui seul 91% des trafics routiers ;
- ❖ Il fait jonction avec réseau ferré et fluvial ;
- ❖ Il dessert toutes les zones en forte potentialité économique et densité de la population ;
- ❖ Il comprend les principales voix d'intégration régionale.

Le transport en République Démocratique du Congo a toujours été un défi en raison de la morphologie du terrain et de condition climatique difficile. Les réseaux fluviaux à l'origine incomplète pour des raisons historiques ou géographiques.

Le réseau routier est lui-même considérablement altéré. Kinshasa n'est pas accessible par les routes depuis les autres villes du pays qui sont Mbuji-Mayi, Lubumbashi, Kananga et Goma, les liaisons de la capitale avec l'extérieur du pays ce sont cependant améliorées depuis 2000 avec la réhabilitation de la route de Matadi.

Les réseaux de transport facilitent les échanges et entraînent le déplacement des personnes, des biens et idées. Ils développent l'ouverture des nouveaux débouchés pour les producteurs et la création des nouveaux marchés. Ce qui a pour résultat d'augmenter la production et la consommation, de stimuler l'industrie et de transformer les modes de vie (BukomeItongwa, 1997).

En 2005, le réseau national totalise 152 320 km comprenant 7 400 km de voies urbaines, 58 305 km de routes d'intérêt général dont seulement 2 801 km de routes sont revêtues et 86 615 km de routes d'intérêt local. Le réseau comprend aussi 1 965 ponts pour 25 130 m linéaire et 187 bacs (à trailles, à moteurs et à pirogues).

La STUC s'occupe des transports routiers en commun à travers le pays. L'Office national des routes (ONR) s'occupe du maintien des routes. Le réseau routier est organisé en un réseau de routes nationales et chaque province maintient un réseau de routes provinciales. Ce dernier est subdivisé en réseau de routes prioritaires et secondaires.

a. croissance économique

La croissance économique désigne la variation positive de la production des biens et services dans une économie sur une période donnée, généralement une période longue. En pratique, l'indicateur le plus utilisé pour la mesure de la croissance économique est le produit intérieur brut

ou PIB. Il est mesuré « en volume » ou « à prix constants ». Pour corriger les effets de l'inflation, le taux de croissance, lui, est le taux de la variation du PIB.

On utilise souvent la croissance du PIB par habitant comme indicateur de l'amélioration de la richesse individuelle, assimilée au niveau de vie. La croissance est un processus fondamental des économies contemporaines, reposant sur le développement des facteurs de production, liés notamment à la révolution industrielle, à l'accès à des nouvelles ressources minérales (mines profondes) et énergétiques (charbon, pétrole, gaz, énergie nucléaire...) ainsi qu'au progrès technique. Elle transforme la vie des populations dans la mesure où elle crée davantage de biens et de services. À long terme, la croissance a un impact important sur la démographie et le niveau de vie (à distinguer de la qualité de vie) des sociétés qui en sont le cadre. De même, l'enrichissement qui résulte de la croissance économique peut permettre de faire reculer la pauvreté.

En parlant de la croissance économique, il importe de la distinguer du développement qui s'étend, dans sa définition, à l'amélioration dans des domaines plus divers de la vie de l'homme. Le concept du développement, loin de se limiter à l'économie, englobe divers domaines entre autres : la santé, l'éducation, l'environnement, la culture, etc.

b. Le produit intérieur brut (PIB)

Le PIB correspond à la valeur totale de la production interne des biens et services marchands dans un pays donné au cours d'une année par les agents résidents à l'intérieur du territoire national. Comme les biens et services produits dans une économie ont des unités de mesure différentes et donc non comparables directement les uns aux autres ; il faut les sommer proportionnellement à leur valeur. Cette valeur est donnée par leur coût complet de production (au coût des facteurs) exprimé par le prix. Théoriquement, il existe donc trois approches pour calculer le PIB d'un pays :

- **Par la production** : on fait la somme des valeurs ajoutées en se basant sur les résultats fournis par les entreprises et les administrations.
- **Par la dépense** : on additionne les dépenses finales effectuées par les différents agents économiques (les ménages, les entreprises, l'Etat et les administrations publiques) et le solde des opérations courantes avec l'extérieur.
- **Par les revenus** : par le total des salaires distribués par les entreprises, les impôts indirects et l'excédent brut d'exploitation des entreprises.

A côté du PIB dont l'usage est aujourd'hui largement répandu, certains pays développés utilisent le produit national brut (PNB) qui est la somme des valeurs ajoutées de toutes les entreprises nationales implantées tant dans le pays qu'à l'étranger.

1.3. Détermination des facteurs de la croissance économique

On peut distinguer plusieurs types de déterminants à la croissance : richesses naturelles, environnement extérieur, population, innovation (concept qui ne concerne pas seulement le progrès technique), investissement, connaissance (capital humain), cohérence du développement. Les principales conclusions des travaux de Xavier Sala-i-Martin, économiste espagnol spécialiste de la croissance, confirment qu'il n'y a pas qu'un seul déterminant simple de la croissance économique (<http://www.researchgate.net>).

En parlant des sources de la croissance, on tente de comprendre pourquoi certains pays sont économiquement plus avancés que d'autres ou quel est le moteur de la croissance économique. Il est difficile de dresser un inventaire exhaustif des facteurs de la croissance économique. Néanmoins, les enseignements de la science économique permettent d'en énumérer quelques-uns, assez pertinents pour être souvent cités par divers auteurs. Nous avons par exemple l'investissement, les infrastructures, la taille du marché, le progrès technique et l'environnement institutionnel. Mais dans cette étude, nous parlons uniquement des infrastructures et de tous ceux qui ont très à voir avec les réseaux routiers en RDC.

2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

La méthodologie est une science par excellence qui étudie les démarches intellectuelles utilisées par un chercheur pour étudier un phénomène afin d'arriver aux résultats et à une certaine conclusion. La méthodologie comporte aussi bien les méthodes que les techniques.

2.1. Adaptation et fonctionnement de la méthode

Nous avons utilisé la méthode inductive pour l'analyse des données. Cette méthode part de l'observation des cas particuliers pour déboucher sur les cas généraux. De ce fait, elle a été accompagnée par la Méthode des Moindres Carrées Ordinaires, dont il a été question d'appliquer à l'aide de logiciel Eviews, les différentes régressions (MCO) des données tirées de la base de données de la Banque mondiale pour 2020, afin de pouvoir dégager un résultat déduit et en faire sujet d'interprétation.

2.2. Techniques de récolte

2.2.1. Technique documentaire

La technique documentaire est une technique qui permet au chercheur de puiser des informations dans des documents écrits ou non écrits. La technique documentaire a été d'application dans la phase de récolte des données car nous avons trouvé les informations utiles pour ce travail dans les différents rapports des cliniques universitaires ainsi que ceux de la Division Provinciale de la santé.

2.2.2. Techniques de traitement des données

L'étude des phénomènes humains ne peut devenir scientifique que grâce à l'analyse, au traitement, à la comparaison et à la réduction des données brutes. Faute de ce long travail d'analyse minutieuse, de transformation mathématique des données brutes, la plupart d'observations de comportements humains restent descriptives et ne permettent pas d'augmenter les connaissances dans un domaine de recherche. Cette étape cruciale de la recherche s'avère probablement la plus difficile. Elle a justement pour but de remplacer la connaissance naïve des phénomènes par une connaissance scientifique. Partant de la nature des données en présence et le but de la recherche, nous allons faire recours à l'analyse quantitative suivant l'approche économétrique. Étant donné que cette démarche s'inscrit dans le domaine des sciences quantitatives se servant des données quantitatives, il est sans doute clair que l'analyse quantitative-économétrique nous soit utile.

De ce qui précède, l'approche économétrique est un domaine qui s'occupe des applications de la statistique mathématique et des outils de l'inférence statistique à la mesure empirique des relations postulée par les théories de base.

2.3. Spécification du modèle et méthode d'estimation

Le modèle est la représentation simplifiée de la réalité faisant appel à des graphiques ou des équations pour montrer les interactions entre les variables (GREGORY-N-Manchiw : 1994).

Un modèle repose surtout sur une théorie préalable qui permet de privilégier un aspect du réel, une relation causale. Cette théorisation est provisoire, elle est toujours susceptible d'être remise en cause après la confrontation du modèle à la réalité.

Vu la pertinence de cette thématique, nous avons utilisé un modèle de série temporelle se basant sur la régression linéaire multiple.

$$Y_t = a_0 + a_1 X_{1t} + a_2 X_{2t} + a_3 X_3 + a_4 X_4 + \varepsilon_t$$

Avec:

Y_t : PIB par habitant (monnaie locale courante)

X_1 : Lignes de routes construites (total de Km)

X_2 : indice de la performance logistique (efficacité de transport par container)

X_3 : transport par route (nombre de tonne transportés par km)

X_4 : Indice de connectivité des expéditions par cargo (valeur maximale 2004=100)

ε_t : Terme d'erreur ; four tous ou boîte noire ;

a_0, a_1, a_2 sont des paramètres à estimer.

Les phénomènes économiques sont caractérisés par l'interdépendance entre de nombreux éléments, ce qui entraîne que les variables explicatives susceptibles d'exercer une influence sur la variable expliquée sont très nombreuses, et on ne peut pas les retenir toutes. Mais l'effet des variables qui ont été omises explique qu'il y ait des écarts entre la réalité observée et le résultat du modèle. C'est pour cette raison qu'on a choisi de traduire ces écarts par le terme d'erreur ε qui est une variable aléatoire appelé aussi boîte noir ou four tous.

2.3.1. Validation statistique

Il va s'agir de faire des tests de t de student et F de Fischer qui sera obtenu à partir du tableau d'estimation du modèle. Pour la validation statistique, nous chercherons à examiner si les différents paramètres du modèle sont significatifs individuellement ou si le modèle est globalement significatif.

2.3.2. Validation de l'inférence

La validation du modèle portera essentiellement sur les estimations. Pour effectuer cette estimation, nous allons recourir à la méthode de moindres carrés ordinaires (MCO), à travers le logiciel Eviews et Excel. Les résultats issus de cette estimation doivent pouvoir être validé, statistiquement avant de conclure de la qualité explicative du modèle.

Ainsi, nous allons apprécier la qualité des résidus de l'estimation de ce modèle. Par l'application du test de Jarque-Bera pour la normalité des résidus, le LM-test de Breush-Godfrey pour l'auto-corrélation des erreurs, le test de WHITE ou de ARCH pour l'hétéroscédasticité des erreurs et le Reset-test de Ramsey pour la forme fonctionnelle du modèle et le test de causalité de granger pour tester la causalité bidirectionnelle entre les variables.

2.3.2.1. Tests statistiques

- **Impact des variables explicatives sur la variable expliquée (Test Individuel ou de Student)**

On effectue le test de signification des paramètres à l'aide de la statistique de student. Il permet de déterminer la significativité de paramètre au seuil de signification de 5%. Pour ce faire, on émet les hypothèses suivantes :

$H_0 : a_i = 0$, le paramètre n'est pas significatif ;

$H_1 : a_i \neq 0$, le paramètre est significatif.

Si la valeur de t statistique est inférieure à 2.086 (au seuil de 5 pourcent), on valide hypothèse nulle. Le contraire est valable pour l'hypothèse alternative. Avec l'application Eviews, si la probabilité associée à chaque paramètre est supérieure à 0.05, on accepte l'hypothèse nulle. Par contre, si elle est inférieure à 0.05, on rejette l'hypothèse nulle au profit de l'hypothèse alternative. L'expression mathématique du test de student est

$$|t_{cal}| = \left| \frac{\hat{a}_i}{\delta_{\hat{a}_i}} \right|; \text{ avec } \delta_{\hat{a}_i} = \hat{\sigma} / \sqrt{\sum x^2} \text{ et } \hat{\sigma}^2 = \sum e^2 / (N-k),$$

Si $t_{calculé} > t_{théorique}$, H_0 est rejetée et H_1 acceptée.

➤ Degré d'explication du modèle

Pour mesurer ce degré, nous faisons recours au *coefficient de détermination* donné par la relation ci-après :

$$R^2 = \frac{SCE}{SCT} = \frac{\sum \hat{y}^2}{\sum y^2} = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum y^2}$$

Parfois, R^2 a tendance à croître avec le nombre de variables explicatives du modèle, même si ces variables n'ont rien à avoir avec le phénomène étudié, Pour pallier à cet inconvénient, certains chercheurs ont proposé d'introduire un R^2 corrigé, noté par \bar{R}^2 qui est défini par :

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{N-1}{N-k} (1-R^2)$$

$\bar{R}^2 < R^2$ si $\bar{R}^2 \approx R^2$, Il n'est utilisable que dans le modèle avec le terme constant.

➤ Test de significativité du modèle (Test de FISHER)

On pose comme hypothèses :

$H_0 : R^2 = 0$, le modèle n'est pas significatif,

$H_1 : R^2 \neq 0$, le modèle est significatif, son expression mathématique est:

$$F_{cal} = \frac{R^2}{1-R^2} \times \frac{n-k}{k-1} \text{ et } F_{théorique} = (k-1, N-k)\alpha,$$

Si la statistique de F calculé est supérieure à celle de tabulée, on rejette l'hypothèse nulle en faveur de l'hypothèse alternative.

2.3.2.2. Tests économétriques

Ces tests se fondent sur les tests des résidus et sur leurs stabilités.

➤ Tests sur les résidus

Examiner les résidus est un des moyens les plus sûrs d'évaluer la qualité de la régression. Pour cela, nous allons nous intéresser aux tests suivants :

➤ Test de normalité de résidus de JARQUE-BERA

Le principe de ce test repose sur le calcul des coefficients d'asymétrie A et d'aplatissement K. Cette statistique est calculée par la formule :

$$JB = n \left[\frac{A^2}{6} - \frac{(K - 3)^2}{24} \right]$$

Où A est le coefficient d'asymétrie, calculé à partir du moment d'ordre 3 (Skewness) : $A = \frac{\mu_3^2}{\mu_2^3} K$

est le coefficient d'aplatissement de PEARSON calculé à partir du moment d'ordre 4 (Kurtosis) :

$$K = \frac{\mu_4}{\mu_2^2}$$

Cette statistique suit une loi de Khi-carré avec 2 degrés de liberté. Le test se formule en posant :

H₀ : il y a normalité des résidus ;

H₁ : pas de normalité des résidus,

Règle de décision : Si la valeur de JB calculée est supérieure à la valeur du Khi-carré de la table (5,99 à 5%), on rejette alors l'hypothèse nulle et par conséquent la distribution des résidus n'est pas normale. Si on utilise le logiciel, il faudrait que la probabilité associée à ce test soit supérieure au seuil de signification choisi.

➤ Test de Multiplicateur de LAGRANGE :

Ce test examine la corrélation entre les résidus et la probabilité des valeurs retardées à un degré supérieur, Le critère de validation repose sur les hypothèses ci-après :

H₀ : il y a absence d'auto corrélation des erreurs

H₁ : il y a présomption d'auto corrélation des erreurs

La probabilité de NR² doit être supérieure à 0,05 pour que H₀ soit validée, au cas contraire, on valide l'hypothèse alternative.

➤ Test d'auto corrélation des erreurs de Durbin-Watson

Ce test permet de vérifier s'il y a l'auto corrélation d'ordre 1 des erreurs.

Pour l'application pratique de ce test, on calcule la statistique de Durbin-Watson (d) de la

manière suivante : $d = \frac{\sum (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum \varepsilon_t^2}$; d varie toujours entre 0 et 4. Donc $0 \leq d \leq 4$.

Il repose sur les hypothèses suivantes :

H_0 : il y a absence d'autocorrélation d'ordre 1

H_1 : il y a présomption d'autocorrélation d'ordre 1

On lit dans la table de Durbin-Watson, au seuil de 5% et **Durbin-Watson** doit être à l'intervalle de **1.5 à 2.4**, il doit être proche de **2** pour valider H_0 dans le cas contraire on valide H_1 .

➤ **Test de l'hétéroscédasticité**

Pour vérifier l'hétéroscédasticité, nous faisons recours au test de WHITE et ou de celui d'ARCH. Ces deux tests posent les mêmes hypothèses et le même critère de validation :

H_0 : il y a homoscedasticité ;

H_1 : il y a hétéroscédasticité,

On accepte H_0 si la probabilité de NR^2 est supérieure à 0,05, L'inverse est valable pour accepter H_1 .

➤ **Test de stabilité du modèle**

Ces tests permettent de voir au seuil d'erreur de 5%, si le modèle est stable à travers le temps.

Pour effectuer ce test on peut passer par :

➤ **Test de Chow**

Ce test se calcule de la manière suivante :

$$F_{cal} = \frac{SCR - (SCR_1 + SCR_2)}{SCR_1 + SCR_2} \times \frac{n - 2k}{k}$$

$$F_{th}(k, n - 2k)\alpha$$

H_0 : $SCR = SCR_1 + SCR_2$, le modèle est stable ;

H_1 : $SCR \neq SCR_1 + SCR_2$, le modèle est instable.

Si $F_{cal} > F_{th}$, on rejette H_0 .

Lorsque les données ne sont pas suffisamment élevées par sous échantillon, on utilise le test de Chow réduit. Il s'agit du test sur un seul sous échantillon : le sous échantillon ayant plus ou moins 15 données. On construit dans ce cas, la statistique F du test comme suit :

$$F_C = \left(\frac{SCR_T - SCR_1}{SCR_1} \right) x \left(\frac{n_1 - k}{n_2} \right)$$

Où n_1 = taille de l'échantillon total

n_2 = taille du sous échantillon

Cette statistique suit une distribution F de Fisher à n_2 et $(n_1 - k)$ degrés de liberté. Si $F_C > F_T$, on rejette H_0 .

Avec l'application sur le logiciel Eviews, les coefficients du modèle sont stables si la probabilité est supérieure à 5%.

Les coefficients du modèle sont instables si la probabilité est inférieure ou égale à 5%.

On choisit les dates de rupture

➤ **Test de CUSUM (Brown, Durbin, Ewans)**

Le test de cusum fait appel à un modèle de cadrage. Les résidus vont se présenter dans un cadran.

H_0 : si la courbe ne coupe pas le corridor : modèle est stable

H_1 : si la courbe coupe le corridor : le modèle est instable.

Il existe deux types de tests de Cusum :

➤ **Test de CUSUM**

Ce test permet de détecter les **instabilités structurelles**.

➤ **Test de CUSUM Carré**

Ce test permet de détecter les **instabilités ponctuelles**.

Si la courbe ne coupe pas le corridor : modèle est stable. Si la courbe coupe le corridor : le modèle est instable.

Le corridor est en pointillés

➤ **Test de spécification du modèle (test de Ramsey)**

Le test de Ramsey consiste à vérifier si la forme fonctionnelle est correcte.

Nous vérifions cela en utilisant les hypothèses suivantes :

H_0 : $P > 0,05$: le modèle est bien spécifié ;

H_1 : $P < 0,05$: le modèle est mal spécifié.

➤ **Test de causalité**

L'un des inconvénients des modèles économétriques est de déceler des corrélations superflues, qui sont simplement fausses ou sans signification. Le test de causalité a pour rôle d'établir les liens

d'interdépendance entre les variable clés du modèle en vue de mieux les utiliser comme variables instrumentales de politique économiques. Elle porte sur les relations instantanées entre les variables.

En effet, l'existence d'une corrélation entre deux variables ne signifie absolument pas l'existence d'une relation de cause à effet entre ces variables. Traditionnellement, l'analyse de la causalité se fait au travers de deux tests: le test de SIMS et le test de GRANGER (B. BOFOYA : 2018).

Les statistiques du test (F-statistics) sont des statistiques de WALD. Si la valeur p-value associée à la statistique du test est inférieure au seul de signification (0.05), on rejette H_0 .

Pour l'estimation du modèle nous avons recouru à la méthode de moindre carré ordinaire (MCO) du fait qu'elle consiste à minimiser la somme des carrés des erreurs. C'est la méthode la plus populaire pour l'estimation de paramètre du modèle de régression. Cependant, pour obtenir des résultats fiables avec cette méthode, il est nécessaire de s'assurer que les hypothèses ayant prévalu pour la mise en place de cette méthode ont été respecté (B. BOFOYA : 2018). Elle nous a permis de déterminer les expressions des estimateurs de a et b que nous notons \hat{a} et \hat{b} . L'estimation des paramètres se fait à partir des données observées des variables X_1, X_2, X_3, X_4 et Y.

3. Estimation du modèle et interprétation du résultat

Tableau d'estimation du modèle

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 09/20/21 Time: 14:30
Sample: 1995 2019
Included observations: 25

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	170.7485	96.66464	1.766400	0.0006
X1	-0.008693	0.024093	-0.360795	0.0020
X2	1.37E-08	1.01E-09	13.60144	0.0000
X3	-0.044367	0.086037	-0.515672	0.0007
X4	-7.97E-17	2.73E-17	-2.920731	0.0085
R-squared	0.964595	Meandependent var		312.1167
Adjusted R-squared	0.957514	S.D. dependent var		151.5927
S.E. of regression	31.24632	Akaike info criterion		9.898537
Sumsquaredresid	19526.65	Schwarz criterion		10.14231
Log likelihood	-118.7317	Hannan-Quinn criter.		9.966150
F-statistic	136.2244	Durbin-Watson stat		1.975301
Prob(F-statistic)	0.000000			

Source : Auteur

Après cet estimation, nous avons constaté que :

- $R^2 = 0.9646$ c'est le pouvoir explicatif du modèle. $0.5 < R^2 < 1$. La variable dépendante est expliquée à 0,96% par les variables exogènes. et 3.54 % sont expliquée par d'autre variable non retenues dans ce modèle;
- La probabilité des variables exogènes sont respectivement de 0.0020, 0.0000, 0.0007, et 0.0085. Nous constatons que toutes ces probabilités sont inférieures au seuil de signification qui est de 0,05. Donc toutes nos variables exogènes influence significativement la variable sous examen. Dans ce cas, nous validons l'hypothèse H_0 et nous rejetons l'hypothèse H_1 ;
- Le modèle est globalement significatif. La Probabilité de F-stat est de $0.000000 < 0.05$ ce qui conclut le test de Fisher ;
- DW Stat est de 1.975301 [1.5 ; 2.4]. Donc, il y'a l'absence de l'autocorrélation.
- **Hypothèse de normalité** : Test de JB voir annexe. La probabilité associée à ce test est de $0.924243 > 0.05$. On conclut à la normalité de résidus ;
- **Linéarité de la forme fonctionnelle**. Test de **Ramsay Reset** P-value = $0.6576 > 0.05$ concernant l'autocorrélation des erreurs, nous ne trouvons plus l'utilité d'interpréter le test de LM. Tous ces tests sont concluants ;
- **Hétéroscédasticité**: Test de Chow P-value associée est $0,5794 > 0.05$. Donc on accepte l'hypothèse H_0 d'homoscédasticité.

La stabilité des coefficients

Pour CUSUM-Test, Le graphique restitué par le test indique que la courbe se trouve belle et bien à l'intérieur du corridor défini par le test, donc on conclut qu'il y a la stabilité conjoncturelle du modèle a lors que CUSUM of squares, après correction du modèle en introduisant la variable DUMMY (variable muette) que la courbe est rentrée en l'intérieure de corridor, donc l'hypothèse H_0 de stabilité des coefficients est acceptée. C'est-à-dire le modèle est stable en long terme.

Le résultat de cette étude révèle que toutes les variables exogènes : Lignes de routes construites (total de Km) soit X_1 , indice de la performance logistique (efficacité de transport par container) soit X_2 , transport par route (nombre de tonne transportés par km) soit X_3 et indice de connectivité des expéditions par cargo (valeur maximale 2004=100) soit X_4 , ont de l'influence significative sur la variable endogène (croissance économique) en R D C pour la période sous examen. Cela indique que toutes ces activités contribuent positivement à la croissance économique de la RDC.

CONCLUSION

En conclusion, on comprend l'inquiétude des décideurs quant aux impacts de l'amélioration de l'infrastructure de transports sur le bien-être des populations. L'impact des investissements routiers sur la pauvreté vise à savoir s'il améliore le niveau de vie de la population congolaise. De ce fait, on se demande s'il contribue à une hausse des prix agricoles, et/ou s'il fait baisser les prix de détail des biens alimentaires. Certes, la population rurale de la RDC est plus pauvre que la population urbaine, et le quintile le plus pauvre de la RDC est aussi deux à trois fois plus isolé des marchés que les deux quintiles les plus riches. Pourtant, si la réhabilitation des grandes routes Interurbaines ne s'accompagne pas d'une amélioration des chemins ruraux de desserte, les effets immédiats de meilleurs investissements dans l'infrastructure routière sur la pauvreté pourraient être assez mitigés.

Mais si l'accès au marché pouvait vraiment s'améliorer pour l'agriculteur moyen, celui-ci aurait des chances certaines de bénéficier de ces améliorations. « Dans une étude récente sur deux villes équidistantes de Kinshasa (Rodríguez et al. 2004), on a pu voir que les agriculteurs de la ville reliée à Kinshasa par une route pavée recevaient du maïs et du manioc à des prix de 50 à 60 % plus élevés que les agriculteurs de la ville desservie par une route non pavée. Ceci donne à penser que, si les transporteurs et les grossistes tirent sans doute profit de l'amélioration des routes, les agriculteurs ne sont pas en reste (<http://www.ebrary.ifpri.org>).

BIBLIOGRAPHIE

1. BABEBANE J. (2007) : « *Le transport routier et son incidence sur la commercialisation des produits agricoles dans la cité d'Isiro* », , mémoire inedit, Université de l'Uélé ;
2. BOFOYA B. (2018) : « *économétrie appliquée* », Kinshasa, Gamilage;
3. GERONDEAU.C (1969) : « *Les transports urbains* », Presses Universitaire de France, Paris.
4. DAKAHUDYNO. (2011) : « *Éléments de droit des transports : l'économie des transports et son cadre juridique* », imprimerie cism, 11^{ème} rue/Limité – Kinshasa/R.D.Congo,.
5. OWEN.T (1970) : « *Transport et développement. Tendances actuelles* », Paris, Les Éditions internationales ;
6. TOLLENSE () : « *La revue de la coopération belge au développement* », Kinshasa, N°4, La Voix du Congo ;
7. BOFOYA.B (2018) : « *économie politique cours et exercices résolus*, Galimage, Kinshasa ;
8. BOFOYA.B (2018) : « *statistique pour économiste cours et exercices résolus* » 2^{ème} édition, Galimage, Kinshasa ;
9. AFD (2015), « *La croissance de l'Afrique subsaharienne : diversité des trajectoires et des processus de transformation structurelle* ».
10. BAD (2011), « *L'Afrique dans 50 ans – Vers une croissance inclusive* », Tunis : BAD.
11. BAD, OCDE, PNUD et CEA (2012), « *Perspectives économiques en Afrique 2012 : Promouvoir l'emploi des jeunes* », Paris et Tunis : BAD et OCDE.

12. BAD (2013), « *rapport sur le développement en Afrique 2012: vers une croissance verte en Afrique* », Agence temporaire de relocalisation (ATR), 2013.
13. Banque mondiale (1981), « *Le développement accéléré en Afrique au Sud du Sahara* », *Rapport Berg*.
14. CNUCED (2014), « *le développement économique en Afrique : catalyser l'investissement pour une croissance transformatrice en Afrique* », Nations unies.
15. FMI (2010), « *Afrique subsaharienne, résilience et risques : perspectives économiques régionales* » Washington, D.C.
16. Gujarati Damodar (2004), « *Econométrie* », Bruxelles, De Boeck Université.
17. MAGNAC Thierry (2005), « *Econométrie linéaire des panels : introduction* », Université des Sciences Sociales, Toulouse.
18. LUBANZA Germain (2017), « *Cours d'économétrie* », inédit, L1 Economie, Université de Kisangani.
19. LUBANZA Germain (2017), « *Cours d'informatique* », inédit, L2 Economie, Université de Kisangani.
20. CEPII (1998), « *La Compétitive des nations* », Economica, Paris.
21. Charmettant Hervé et al (2012), « *Comprendre l'économie : questions économiques contemporaines* », de Boeck, Paris.
22. Darreau Philippes (2004), « *Croissance et politique économique* », Prémisses.
23. Guellec Dominique et Pierre Ralle (1995), « *Les nouvelles théories de la croissance* », La Découverte, Paris
24. Pierre Jacquemot (2013), « *Economie Politique de l'Afrique contemporaine : concepts, analyses et politiques* », Armand colin, Paris ;
25. Schultz, T. (1961), « *Il n'est de richesses que d'hommes* », Economie sans rivages, Paris.
26. Smith A., (1776), « *La Richesse des nations (1re édition)* », trad. de Germain Garnier revue par Adolphe Blanqui (1881), 2 tomes, Gallimard, Paris ;
27. BONGONGO Aloma A. (2014), « *Dépenses publiques et bien-être en RDC : une application de modèle macroéconométrique* », Mémoire DEA, inédit, Université de Yaoundé 2 ;
28. Lahrèche-Révil, Amina (1998), « *Taux de change réel et développement* », Thèse de doctorat, Université de Paris1 ;
29. Rivière Françoise (1997), « *Effets des dépenses publiques d'infrastructures et d'éducation sur la croissance : Approches macro-économique et micro-économique – Cas de la Réunion, de Maurice et Madagascar* », Thèse de Doctorat, Université AX-Marseille
30. Abramovitz, Moses (1986), « *Catching up, Forging Ahead and Falling Behind* », Journal of Economic History, vol. XLVI, n°2, Juin;
31. Acemoglu D., S. Johnson et J. Robinson (2001), « *The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation* », American Economic Review, n° 91 (5);
32. Adelman Irma (2000), « *Fifty Years of Development* », miméo, Annual Bank Conference on Development Economics, Paris, June;
33. Afrobaromètre (2013), « *Après une décennie de croissance en Afrique, peu de changement de la pauvreté pour le peuple* », octobre. Revue Economique Française, Paris.
34. Aghion, Philippe et Peter Howitt (1992), « *A model of growth through creative destruction* », Econometrica, vol. 60 (2), March;
35. Alesina, Alberto et Roberto Perotti (1994), « *The Political Economy of Growth: A Critical Survey of the Recent Literature* », World Bank Economic Review, vol. 8, No 3, September.

36. Anupam Basu Evangelos A. Calamitsis Dhaneshwar Ghura (2000), « *Promotion de la croissance en Afrique subsaharienne* » : les leçons de l'expérience, FMI ;
37. Arestis, Philip, and Panicos Demetriades (1997), « *Financial Development and Economic Growth: Assessing the Evidence* », The Economic Journal, 107, May;

WEBOGRAPHIE

1. <http://www.ebrary.ifpri.org>
2. <http://bsglg.be>
3. <http://www.researchgate.net>
4. <http://www.ebrary.ifpri.org>

ANNEXES

Annexe N° 01 : LA BASE DE DONNEES

ANNEES	Y PIH PH	X1 LIG ROUT	X2 IND PERF	X3 TRANSP	X4 IND CONN
1995	135.823593568292	4477	6.503256	251	150
1996	134.995164821237	3641	5.709326	318	130
1997	138.979048219289	3641	5.679366	262	120
1998	138.589100270811	3641	7.982567	365	120
1999	102.597973159678	3641	8.130945	326	110
2000	405.216218582649	3641	6.609256	362	130
2001	153.591044080197	3641	5.5098123	409	140
2002	175.009951043154	4499	6.6094367	430	190
2003	173.796125167459	4499	8.6498216	403	170
2004	194.040002646806	3641	8.509267	491	190
2005	218.386226715772	3641	8.78533231474408	427	200
2006	255.433043197206	4007	1.23400365630713	323	230
2007	286.330472470967	4007	8.60639557836558	299	260
2008	327.563721821663	3641	8.20763087843833	275	290
2009	298.619691614791	3641	10.0344695518958	152	300
2010	334.02157774666	3641	30.5020632737276	193	320
2011	387.082476958569	3641	35.1011649294911	158	340
2012	424.60037381496	3641	40.6264021706953	170	380
2013	457.963747509632	3641	55.084873672127	174	410
2014	486.787095119436	3641	56.3755572028694	148	440
2015	497.317039077365	3641	79.7018169789808	133	460
2016	471.318822463486	3641	75.5194316124582	174	470
2017	467.07423172679	3641	58.3501656138864	194	460
2018	557.064411697928	3641	20.7758490318878	188.0536	500
2019	580.716860516731	3641	16.140496829471	158	530

Annexe n° 02 RESULTAT DE L'ESTIMATION

Dependent Variable: Y

Method: Least Squares

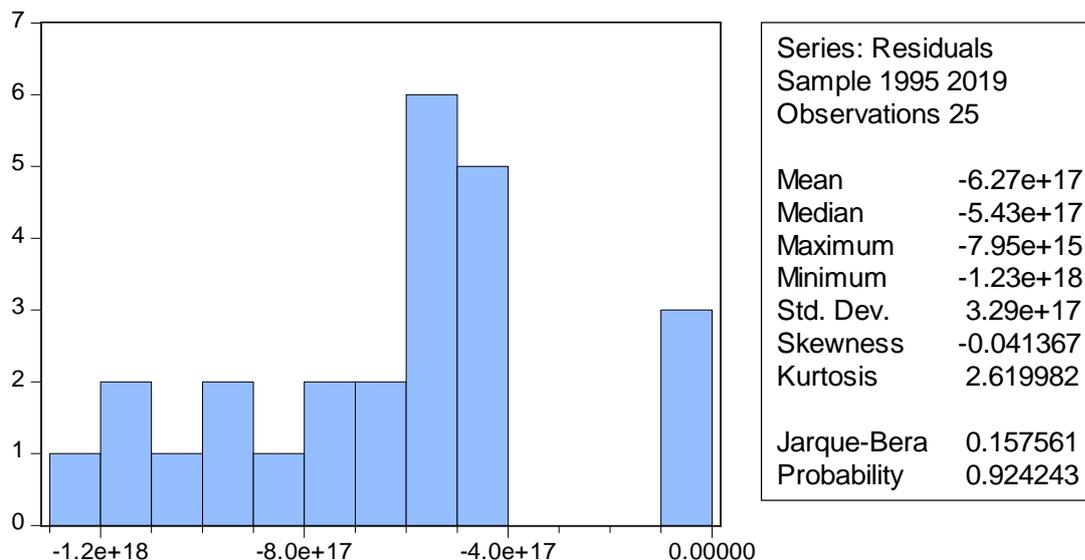
Date: 09/20/21 Time: 14:30

Sample: 1995 2019

Included observations: 25

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	170.7485	96.66464	1.766400	0.0006
X1	-0.008693	0.024093	-0.360795	0.0020
X2	1.37E-08	1.01E-09	13.60144	0.0000
X3	-0.044367	0.086037	-0.515672	0.0007
X4	-7.97E-17	2.73E-17	-2.920731	0.0085
R-squared	0.964595	Meandependent var		312.1167
Adjusted R-squared	0.957514	S.D. dependent var		151.5927
S.E. of regression	31.24632	Akaike info criterion		9.898537
Sumsquaredresid	19526.65	Schwarz criterion		10.14231
Log likelihood	-118.7317	Hannan-Quinn criter.		9.966150
F-statistic	136.2244	Durbin-Watson stat		1.975301
Prob(F-statistic)	0.000000			

Annexe n° 03 Test de JB



Annexe n° 04 Test de Ramsey RESET

Ramsey RESET Test:

F-statistic	0.202745	Prob. F(1,19)	0.6576
Log likelihood ratio	0.265357	Prob. Chi-Square(1)	0.6065

Test Equation:

Dependent Variable: Y

Method: Least Squares

Date: 09/20/21 Time: 12:40

Sample: 1995 2019

Included observations: 25

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
----------	-------------	------------	-------------	-------

C	234.3573	187.8912	1.247303	0.2274
X1	-0.045708	0.051854	-0.881471	0.3891
X2	-0.144893	0.821124	-0.176456	0.8618
X3	0.001690	0.183038	0.009231	0.9927
X4	0.741638	0.610853	1.214102	0.2396
FITTED^2	0.000379	0.000841	0.450273	0.6576
R-squared	0.879447	Meandependent var		312.1167
Adjusted R-squared	0.847723	S.D. dependent var		151.5927
S.E. of regression	59.15559	Akaike info criterion		11.20378
Sumsquaredresid	66488.29	Schwarz criterion		11.49631
Log likelihood	-134.0473	Hannan-Quinn criter.		11.28492
F-statistic	27.72143	Durbin-Watson stat		2.417980
Prob(F-statistic)	0.000000			

Annexe n° 05LM Test

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.613987	Prob. F(2,18)	0.5521
Obs*R-squared	1.596597	Prob. Chi-Square(2)	0.4501

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 09/20/21 Time: 12:38

Sample: 1995 2019

Included observations: 25

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-67.17613	215.8300	-0.311246	0.7592
X1	0.009852	0.050448	0.195298	0.8473
X2	0.190557	0.814325	0.234007	0.8176
X3	0.069192	0.194530	0.355688	0.7262
X4	0.023280	0.159383	0.146065	0.8855
RESID(-1)	-0.243100	0.240673	-1.010083	0.3258
RESID(-2)	-0.188469	0.277373	-0.679479	0.5055

R-squared	0.063864	Meandependent var	1.09E-13
Adjusted R-squared	-0.248181	S.D. dependent var	52.91415
S.E. of regression	59.11677	Akaike info criterion	11.22840
Sumsquaredresid	62906.27	Schwarz criterion	11.56969
Log likelihood	-133.3550	Hannan-Quinn criter.	11.32306
F-statistic	0.204662	Durbin-Watson stat	1.988678
Prob(F-statistic)	0.970838		

Annexe n° 06 Test de ARCH Test

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.285239	Prob. F(1,22)	0.5986
Obs*R-squared	0.307187	Prob. Chi-Square(1)	0.5794

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 09/20/21 Time: 17:11

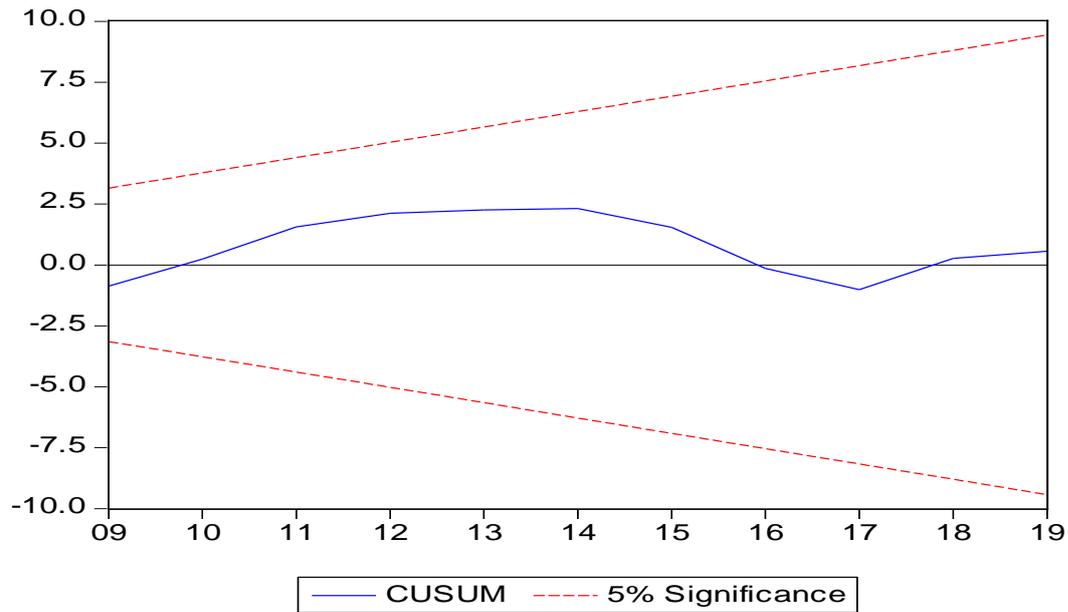
Sample (adjusted): 1996 2019

Included observations: 24 afteradjustments

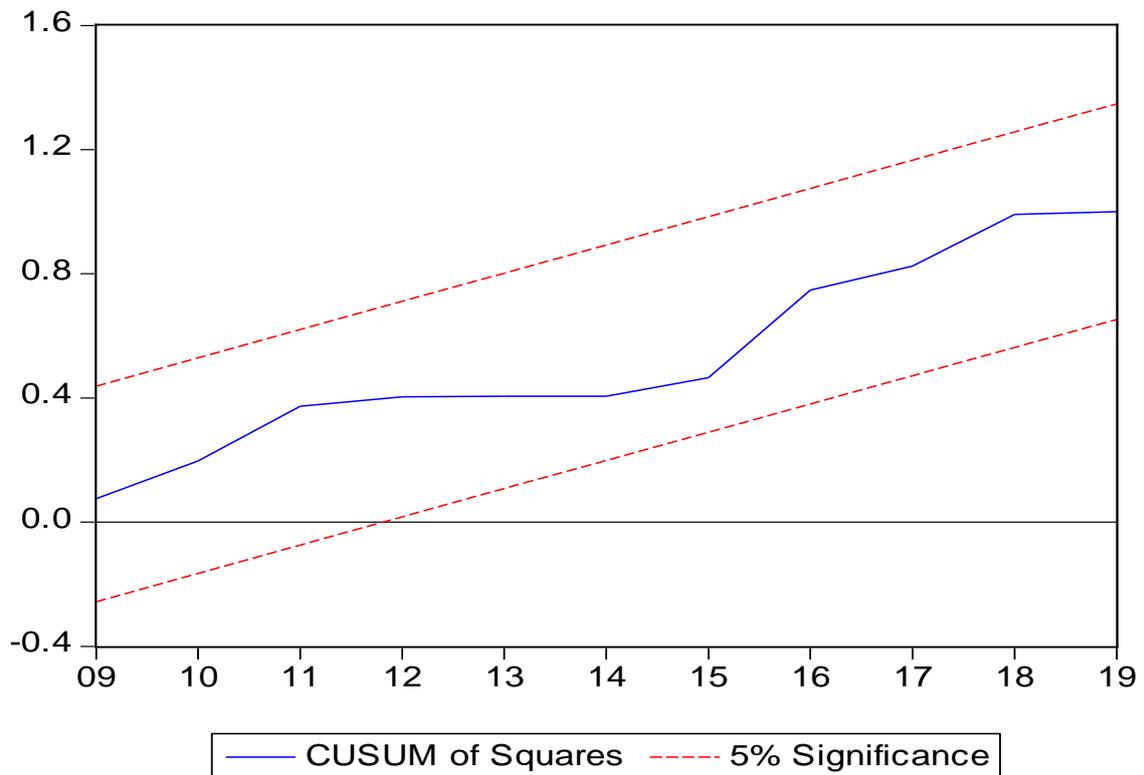
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	727.4193	285.1665	2.550858	0.0182
RESID^2(-1)	0.127997	0.239659	0.534078	0.5986

R-squared	0.012799	Meandependent var	813.4627
Adjusted R-squared	-0.032073	S.D. dependent var	1134.662
S.E. of regression	1152.715	Akaike info criterion	17.01728
Sumsquaredresid	29232523	Schwarz criterion	17.11545
Log likelihood	-202.2074	Hannan-Quinn criter.	17.04333
F-statistic	0.285239	Durbin-Watson stat	1.738205
Prob(F-statistic)	0.598644		

Annexe n° 07 Test de CUSUM



Annexe n° 08 Test de of Squares



Annexe N° 09 TEST DE GRANGER

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 09/22/21 Time: 17:47

Sample: 1995 2019

Lags: 2

NullHypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
X2 does not Granger Cause X1	23	1.74410	0.2031
X1 does not Granger Cause X2		0.31029	0.7371
X3 does not Granger Cause X1	23	6.13598	0.0093
X1 does not Granger Cause X3		0.68468	0.5169
X4 does not Granger Cause X1	23	5.13416	0.0172
X1 does not Granger Cause X4		0.01364	0.9865
X3 does not Granger Cause X2	23	1.26769	0.3054
X2 does not Granger Cause X3		0.64170	0.5380
X4 does not Granger Cause X2	23	5.28830	0.0156
X2 does not Granger Cause X4		1.01556	0.3820
X4 does not Granger Cause X3	23	0.55238	0.5850
X3 does not Granger Cause X4		0.99505	0.3892

