



Munich Personal RePEc Archive

PUBLIC INVESTMENT AND GROWTH FOR THE CASE OF MADAGASCAR

Andrianady, Josué R. and Camara, Alyda E. and
Randrianantenaina, Kantotiana S.

2023

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/116863/>
MPRA Paper No. 116863, posted 30 Mar 2023 16:41 UTC

PUBLIC INVESTMENT AND GROWTH FOR THE CASE OF MADAGASCAR

Investissement Public et Croissance économique pour le cas de Madagascar

ANDRIANADY R. Josué¹, CAMARA E. Alyda², and RANDRIANANTENAINA S.
Kantotiana²

¹Service des Etudes Économique
Ministère de l'Économie et des Finances
Antananarivo 101, Madagascar
jrvahiny@gmail.com

²Mention Economie
Université Catholique de Madagascar
Antananarivo 101, Madagascar
camaraalyda1210@gmail.com

³Mention Economie
Université Catholique de Madagascar
Antananarivo 101, Madagascar
kantotianarandria@gmail.com

30 mars 2023

Abstract

This paper explores the role of public investment in the process of economic growth, in the context of Madagascar's economy, using the vector autoregressive approach (VAR). The model also includes monetary supply and exportation. The result show that public investment has positive effect on growth in short term especially in the second quarter but the effect slowly goes down in the next quarter. This is due to the impact of investment on monetary supply which can lead to potential rise of prices. The effect of investment on growth reaches his highest in the fifth quarter after that its return to his stationary state.

Keywords: Madagascar, VAR, Public investment, money, exportation, GDP.

Résumé

Ce travail a pour objectif de mettre en évidence le lien entre les investissements publics et la croissance économique pour le cas de Madagascar en utilisant un modèle VAR. Les résultats affichent un impact positif au cours du second trimestre, néanmoins force est de constater que la tendance accuse une baisse aux troisièmes trimestres en raison des effets sur la masse monétaire qui pourrait engendrer une inflation. Ceci nécessiterait alors l'intervention de la Banque Centrale dans la régulation de l'économie afin d'amortir le choc de l'inflation sur l'investissement. A plus long terme, les effets atteignent leur maximum aux cours du cinquième trimestre pour s'estomper progressivement pour retourner à l'état stationnaire..

Mots clés : Madagascar, VAR, Investissement public, masse monétaire, exportation, PIB.

1 Introduction

Les avis sont partagés quant à l'impact de la politique budgétaire sur la stimulation de la croissance économique. D'une part, les Keynésiens spéculent que laisser à elle-même, une économie fonctionnerait rarement au plein emploi, et à ce titre, une politique budgétaire et monétaire est nécessaire pour stimuler la demande globale. D'autre part, les monétaristes et classiques pensent que la politique finale doit être réduite au minimum pour laisser à l'économie de se réguler toute seule. Nonobstant, en raison du marasme économique engendré par la pandémie COVID-19, l'investissement public est de nouveau d'actualité dans les débats internationaux.

Pour la grande île, l'investissement public occupe une part prépondérante dans le budget du gouvernement à hauteur de 48% du total des dépenses et s'élève à hauteur de 9% du PIB. Dans le contexte de la pandémie, des investissements massifs ont été nécessaires pour entamer la relance économique du pays.

De ce fait, ce travail va essayer de mettre en évidence le lien entre les investissements publics et la croissance économique pour le cas de Madagascar.

2 Revue de la littérature

2.1 Approche théorique

De nombreux auteurs se sont penchés aux liens entre investissements publics et croissance économique.

[Keynes \(1936\)](#) a montré que c'est un facteur déterminant et même un élément clé de l'évolution de la production dans une période à court terme. Dans la même optique, les post-keynésiens placent ce dernier au cœur du processus de la croissance économique. Ils considèrent que l'investissement influence la croissance par le biais des techniques de production, de la nature et de la composition des biens de production et des capitaux produits [Davenport \(1976\)](#).

[Harod \(1939\)](#) prône l'importance d'une demande globale bien ajustée qui permettrait à l'investissement d'avoir des impacts sur la croissance économique. Toutefois en cas d'importantes fluctuations, celui-ci pourrait déstabiliser l'économie.

[Cornwall \(1974\)](#) Affirme que plus la part de la production consacrée à l'investissement est grande, plus le processus de croissance va se développer.

Le modèle de croissance endogène de [Barro \(1991\)](#) met en exergue les externalités positives que génèrent les services publics à travers les dépenses publiques d'infrastructures. Ainsi, ces dernières jouent un rôle essentiel dans le processus de croissance. Cependant, la complémentarité entre l'investissement privé et l'investissement public est nécessaire puisqu'elle contribue à l'amélioration de la productivité des facteurs privés [Barro et al. \(1995\)](#).

Toutefois, d'autres auteurs comme [Solow \(1956\)](#) [Burmeister et al \(1970\)](#) ne sont pas du même avis et ont démontré que les investissements publics n'ont aucune place dans l'analyse de la croissance.

2.2 Approche empirique

Les résultats des études empiriques sur le lien entre les investissements publics et la croissance économique sont classés en deux catégories bien distinctes.

2.2.1 Les dépenses publiques ont un effet sur la croissance économique

[Aschauer \(1989\)](#) a effectué des travaux de recherches, orientés sur l'impact de l'investissement public par rapport à la croissance économique des Etats-Unis pour la période de 1949 à 1985. Ainsi, l'auteur a opté pour une fonction de production agrégée, composée de trois facteurs : le travail (L), le capital (K), et le stock des infrastructures publiques non militaires (S). Les résultats de l'analyse le poussent à

déduire que la productivité d'une économie se trouve sous l'influence des investissements, plus particulièrement dans les infrastructures publiques. Ainsi, une hausse de 1% du capital public permet d'accroître la productivité de 0,4%. En plus, l'auteur constate que la diminution de la croissance économique est influencée par la chute des dépenses d'investissement en infrastructures.

[Barro \(1991\)](#) a étudié l'apport des investissements publics (constitués par l'éducation et la défense) sur la croissance économique, portant sur 98 pays de 1980 à 1985. Il a trouvé un impact positif mais statistiquement non significatif. Il estime qu'une hausse de 1% du ratio investissement public PIB stimule de 0,1 % le taux de croissance moyen du revenu par tête.

De nombreuses études empiriques ont avancé l'existence d'une relation positive entre la croissance économique et les investissements en infrastructures routières dans les pays en développements.

Nous pouvons citer [Canning et al. \(1999\)](#) qui ont consacré leurs études sur l'analyse de l'impact des routes revêtues et de l'électricité sur la croissance. Ils ont utilisé deux fonctions de production, l'une de type Cobb-Douglas et l'autre de type translog.

[Boopen \(2006\)](#) est parvenu à une conclusion que le capital de transport engendre positivement et significativement la croissance économique des pays Subsahariennes. Pour ce faire, il a utilisé en même temps des données en coupe traversable et des données de panel.

En se basant sur la méthode des Moindres Carrés Ordinaires, [Bosede et al. \(2013\)](#) ont déduit que l'amélioration des infrastructures de transport impacte positivement et significativement l'économie du Nigéria pour la période de 1981 à 2011.

[Morley et al. \(2000\)](#) affirmait une existence d'impact positif à long terme des dépenses publiques totales sur la croissance Egyptienne. En analysant l'impact de l'infrastructure publique sur la compétitivité et la croissance de l'économie du Sénégal, [Dumont et al. \(2000\)](#) ont constaté qu'une augmentation des dépenses publiques en infrastructures favorise la croissance économique et améliore la performance commerciale.

[Veganzones \(2001\)](#) a révélé un lien positif entre les investissements publics en infrastructures sur la croissance sur un échantillon de 87 pays et a démontré la complémentarité des investissements publics et privés. Pour ce faire, il a testé 25 pays d'Afrique Subsaharienne basé sur la méthode des triples moindres carrés.

[Reinikka et al. \(2004\)](#) ont également relevé que la croissance économique était significativement justifiée par les dépenses publiques dans une étude en séries temporelles réalisée en Ouganda.

Selon une étude de la [Banque mondiale \(2005\)](#) réalisée sur le Sénégal sur la période 1966-2000, l'effet de l'investissement public est décalé dans le temps et son impact positif estimé à 2,47 points semble apparaître après deux ans. L'une des rares contributions à notre connaissance sur l'impact des dépenses publiques sur la croissance au Bénin a été réalisée par le CAPOD en 2011 à partir d'un Modèle d'Equilibre Général Calculable (MEGC) à dynamique séquentielle prenant en compte les externalités des dépenses d'infrastructures sociales et basée sur la Matrice de Comptabilité Sociale (MCS) du Bénin construit pour l'année 2007 : Les dépenses d'infrastructures stimulent-elles la croissance et la productivité au Bénin ? Les simulations effectuées montrent que les effets des dépenses publiques sur les variables macroéconomiques, sectorielles et sur la pauvreté peuvent varier assez fortement selon l'orientation qui est donnée à ces dépenses. Ainsi, le rapport suggère d'orienter les investissements vers les secteurs les plus porteurs et aussi vers les infrastructures sociales et d'appui à la production, puisque cette option conduit à des résultats meilleurs sur le plan de la croissance économique et de la réduction de la pauvreté et des inégalités.

[Zahira et al. \(2015\)](#) avaient établi une analyse empirique sur l'interaction entre la croissance en Algérie durant la période de 1970 à 2006 et la contribution des infrastructures dans cette dernière. D'après les résultats, l'Algérie a enregistré une augmentation de ses dépenses de l'ordre de 2% de son PIB en 2012, son déficit budgétaire ne représentant que 1,9% de ce même PIB. Ainsi, l'Algérie a atteint une

croissance de l'ordre de 2,5% durant la même année, ce qui a permis à l'économie algérienne d'enregistrer des progrès tangibles au plan de la réduction de la pauvreté et de la modernisation des infrastructures économiques et sociales.

Koffi Yovo (2017) évalue d'une part l'impact du niveau et de la composition des dépenses publiques sur la croissance et d'autre part le lien entre l'investissement public et l'investissement privé au Togo. Pour ce faire, un modèle de croissance néoclassique et un modèle d'investissement privé ont été estimés à l'aide de la méthode des moindres carrés en deux étapes. Les résultats soulignent qu'au cours de la période 1980-2013, la composition des dépenses publiques, contrairement à leur niveau, a eu un effet significatif sur la croissance économique. En effet, la consommation publique a eu un impact négatif alors que l'investissement public a eu un impact positif sur la croissance. De plus, l'étude montre que l'augmentation des dépenses publiques a un effet d'éviction sur l'investissement privé.

2.2.2 Les dépenses publiques n'ont aucun effet sur la croissance

Dhanasekaran (2001) et Martinez-Lopez (2005) montrent une très faible corrélation entre les dépenses publiques et le taux de croissance du PIB respectivement en Inde et en Espagne.

Agell et al. (1999) mettent en doute la capacité des méthodes habituelles de régression à produire des conclusions fiables concernant les effets du secteur public sur la croissance. Ils soulignent les plus importantes limites de ces travaux en raison à la fois des données et des méthodes notamment la spécification de modèles économétriques. En réestimant les équations de croissance de Folster (1999), ils trouvent que les effets des dépenses publiques sur la croissance économique sont statistiquement non significatifs.

Nubukpo K. (2007) avait mesuré l'effet des dépenses publiques sur la croissance pendant de la période 1965-2000. En pratiquant un modèle de correction d'erreur, il concluait que les dépenses publiques brutes n'ont pas eu de conséquence significative sur la croissance économique presque dans la plupart des pays de l'UEMOA.

Elalaoui et al. (2018) ont étudié l'impact des dépenses publiques sur la croissance économique au Maroc au cours de la période 1975 à 2016. Les résultats de l'estimation à partir du modèle Autorégressif Distribué à Lag (ARDL) indiquent que l'impact des dépenses publiques totales sur la croissance est négatif. Seules les dépenses publiques de consommation ont un impact positif sur la croissance parmi les variables qu'ils ont utilisé.

Comme on peut le constater, il y a eu un vif intérêt pour la recherche liée à la relation entre les dépenses publiques et à la croissance économique. Les résultats de la recherche montrent une image mitigée selon les méthodes de calcul utilisées, la structure des dépenses publiques et la situation géographique du pays étudié.

3 L'investissement public à Madagascar

L'économie malagasy est de manière générale désarticulée. La croissance économique affiche un sentier en dent de scie poinçonnée par des crises cycliques presque tous les cinq ans (1991,2002,2009 et tout récemment la crise de Covid 19 survenue en 2020).

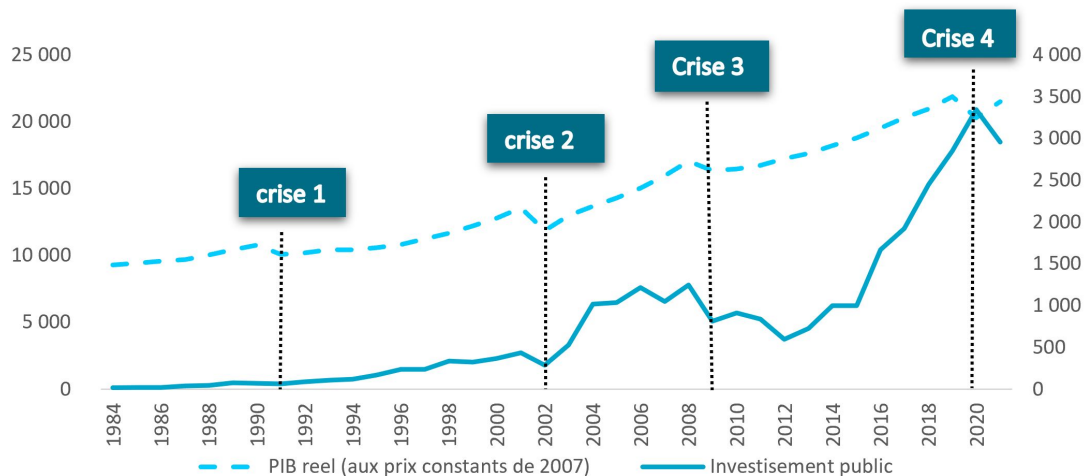


FIGURE 1 – Evolution du PIB réel et l’investissement public à Madagascar en Millions d’Ariary

L’investissement public enregistre également une évolution assez similaire. D’après la Banque Mondiale, les enveloppes budgétaires à Madagascar figurent parmi les plus faibles par rapport à ceux des pays subsahariens en 1984.

C’est au cours de la période 2006 à 2008 qu’ils arborent une tendance à la hausse pour atteindre un niveau supérieur aux pays africains. Les dépenses de l’Etat sont passées de 531,5 milliards d’Ariary en 2006 à 1244 milliards d’Ariary en 2008. Ce constat est également observable pour le Produit Intérieur Brut (PIB).

L’année 2009 marque un arrêt brutal suite au coup d’Etat perpétré qui engendra l’apparition d’une nouvelle crise. Tous les financements extérieurs que ce soient les aides budgétaires ou les financements des projets sont suspendus. Cette situation s’explique par le désaccord entre le gouvernement mis en place et les bailleurs de fonds internationaux. De ce fait, une grosse quantité de financement destinée à l’investissement public a été annulée.

A partir de la période de 2012, ce dernier progresse de façon exponentielle pour atteindre un pic de 3 300 milliards d’ariary en 2019. Cette montée résulte d’une passation démocratique dans les normes entraînant de bonnes conditions pour que l’économie se reprenne en mains notamment à travers le retour de la confiance des partenaires économiques et financiers. Cette reprise se reflète dans les chiffres avec une courbe ascendante pendant cette période.

Néanmoins, force est de constater que l’apparition soudaine de la pandémie de Covid 19 en 2020 a mis un frein à cette montée entraînant une chute du niveau de croissance et de l’investissement.

4 Méthodologie

Nous avons utilisé des données trimestrielles du Ministère de l’Economie et Finances notamment au sein de la Direction Générale de l’Economie et du Plan (DGEP) et aussi celles de l’Institut Nationale des statistiques (INSTAT). La période d’étude s’étale entre le premier trimestre 2009 jusqu’aux derniers trimestres de l’année 2020.

4.1 Modèle de base et variables utilisées

Afin d’entamer la relation entre l’investissement public et la croissance économique, les variables qui ont été retenues sont les suivantes : le PIB réel, les investissements publics, les exportations, et la

monnaie. De ce fait, l'équation de notre modèle peut s'écrire sous la forme suivante :

$$PIB_t = f(IG, M3, X)$$

Avec

PIB : Le Produit Intérieur Brut réel ou proxy de la croissance économique

IG : L'investissement public

X : L'exportation

M3 : Masse monétaire m3

Les exportations a été retenue du fait que Madagascar soit un pays plus tourné vers l'extérieur. Ainsi, l'intégration de cette variable s'avère être nécessaire dans le cadre de cette analyse.

La monnaie a été prise en compte dans le sens où l'investissement public entraîne une injection massive d'argent qui indubitablement va entrainer un accroissement de la masse monétaire qui pourrait engendrer une hausse généralisée des prix.

4.2 Détermination du modèle

Afin d'étudier la relation entre l'investissement public et le PIB de Madagascar, il est nécessaire de déterminer le modèle à utiliser afin de bien mener l'analyse. Cette démarche va se faire à travers un test de stationnarité sur chacune des variables et un test de cointégration sur toute la série. Si les résultats montrent que les variables sont intégrées de même ordre et qu'il existe une relation de cointégration entre elles, on utilise le Vector Error Correction Model (VECM). Toutefois, on a recours au modèle Vecteur Autorégressif (VAR) si ces variables sont intégrées de même ordre, mais qu'il existe aucune relation de cointégration entre elles. Et enfin, on emploie le modèle Autoregressive Distributed Lag (ARDL) si les variables sont toutes intégrées de différents ordres.

Dans ce travail, les tests de stationnarité (Philip-Perron and the Augmented Dickey-Fuller) et de cointégration ont montré que les variables PIB, investissement public, monnaie et exportation sont toutes stationnaires à la première différence. On en déduit donc qu'on aura recours au modèle Variable autorégressive communément appelé VAR pour mener l'étude de lien entre les investissements publics et la croissance économique de Madagascar.

5 Résultats et discussions

Les variables sont exprimées en logarithme puis différenciées pour avoir des données en taux de croissance. Le résultat de la sélection de retard (test AIC and SBIC) affiche un retard optimal égal à 3.

La fonction de réponse impulsionnelle ou IRF (figure 2) montre les effets d'un choc standard des variables endogènes sur le PIB. Pour le cas de l'investissement public, la réponse de l'économie varie avec le temps. En effet, son impact sur le PIB est positif au cours de la deuxième période à savoir le second trimestre ce qui arbore une bonne tenue du plan de relance. Néanmoins, force est de constater que la tendance accuse d'une chute à la troisième période. Cette situation est relative au contre coups de la hausse de la masse monétaire engendré par l'injection d'argent massif issu de l'investissement qui pourrait entrainer une hausse généralisée des prix ralentissant l'économie mais également des effets aux niveau des exportations. Ceci nécessiterait alors l'intervention de la Banque Centrale dans la régulation de l'économie afin d'amortir le choc de l'inflation sur l'investissement. A plus long terme, les effets atteignent leur maximum à la cinquième période où au cinquième trimestre pour s'estomper progressivement pour retourner à l'état stationnaire.

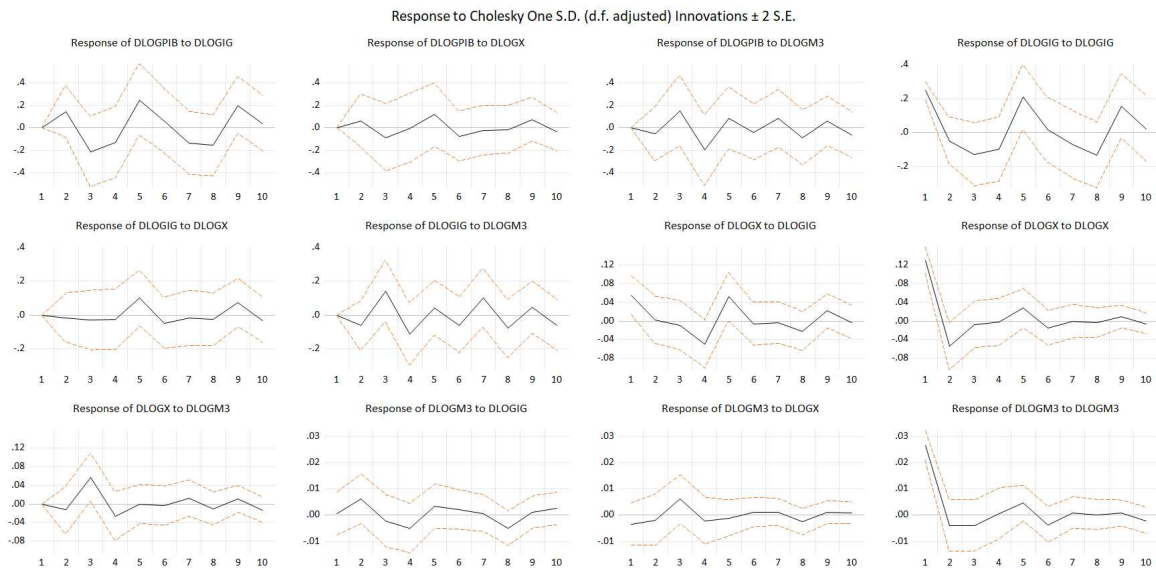


FIGURE 2 – Résultats de l'IRF du modèle

6 Conclusion

La relation entre investissement public et croissance a été développée par plusieurs grands noms de la théorie économique notamment Keynes, Barro. Ces derniers attestent que l'investissement public a une influence positive sur l'économie. Néanmoins, certaines études empiriques ont conclu dans certains cas une corrélation négative entre ces deux agrégats.

Dans ce travail, l'approche VAR a été utilisée pour modéliser cette relation pour le cas de Madagascar. Les résultats montrent qu'à court terme l'investissement public a un effet positif sur la croissance. Les effets de ce dernier apparaissent surtout à long terme aux bouts de cinq trimestres. Néanmoins, les effets fluctuent de manière ondulatoire dans le sens où une hausse de l'investissement public a des conséquences sur d'autres agrégats. De ce fait, l'investissement public est un bon outil de relance qui influence positivement la croissance pour le cas de Madagascar, cependant il doit s'accompagner d'une bonne politique monétaire pour limiter les effets.

Références

- Aschauer, D. (1989). Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics*, 177-200.
- Agell, Lindh, T., Ohlsson (1999) Growth and the public sector : a critique of the critics, *European Journal of Political Economy*, 337-358.
- Barro, R. J. (1991). Economic Growth in the cross-section of countries. p. 106.
- Barro, R. J., & Sala-I-Martin, X. (1991). Public finance in models of economic growth. p. 89.
- Barro, R. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *Quarterly Journal of Economics*, 407-443.
- Banque Mondiale (2005) Sénégal : Améliorer l'Efficacité de l'Investissement Public, Région Afrique : Revue des dépenses publiques, 2005.
- Boopen S. (2006). Transport Infrastructure and Economic Growth. *The Empirical Economics Letters*, 37-52

- Bosedé, Abalaba, Afolabi. (2013). Transport infrastructure improvement and economic growth in Nigéria. *International Journal of Humanities*
- Burmeister, Dobell. (1970). *Mathematical Theories of Economic Growth*.
- Canning, Bennathan. (1999). *The Social Rate of return on Infrastructure Investments*. Policy Research working papers
- Cornwall, J. (1978). *Macrodynamics*.
- Davenport. (1976). *Capital Accumulation and Economic Growth*. (D. o. University of Toronto, Éd.)
- Dumont C. et MESPLE-S. (2000) L'impact des infrastructures publiques sur la compétitivité et la croissance : une analyse en EGC appliquée au Sénégal, 1-37
- Elalaoui, J. et Ahmed Hefnaoui *Revue du Contrôle de la Comptabilité et de l'audit*, 2018.
- Folster (1999) Dépenses d'investissements publiques et croissance économique au Congo, 1999, 21-37
- Harrod. (1939). *An Essay in Dynamic Theory*. 49, pp. 14 - 33.
- K.Dhanasekaran *Government Tax Revenue, Expenditure and Causality : the Experience of India*, *Indian Economic Review*, 359-379
- Koffi (2017) *Public Expenditure and Economic Growth in Togo*, African Economic Research Consortium, Research Department, 331.
- Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest, and Money*.
- Morley B. et Perdakis N. (2000). Trade liberalisation, government expenditure and economic growth in Egypt, 38-54
- Martinez-Lopez (2005) *Government Spending and Economic Growth in Cameroun*, Academia.Edu, 2001, 2005.
- Nbukpo (2007) Dépenses publiques et croissance des économies de l'UEMOA, *Afrique contemporaine*, 223-250, 2007.
- Robert Solow, (1956) A contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, p.65-94
- Renikka et Jakob S. *Local Capture : Evidence from a Central Government Transfer Program in Uganda*, (2004) 679-705
- Veganzones (2001) *Infrastructures, investissement et croissance*, *Revue d'économie du développement*, 31-46, 2001.
- Zahira SARI, Mostefa B. (2015) *Effets sur la croissance économique : cas des dépenses des infrastructures en Algérie*, 2015.

7 Annexes

Null Hypothesis: DLOGIG has a unit root
 Exogenous: None
 Bandwidth: 12 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-14.78505	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.616203	
5% level	-1.948140	
10% level	-1.612320	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.423903
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.103347

Phillips-Perron Test Equation
 Dependent Variable: D(DLOGIG)
 Method: Least Squares
 Date: 03/26/23 Time: 19:04
 Sample (adjusted): 2009Q3 2020Q4
 Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLOGIG(-1)	-1.384960	0.142119	-9.745059	0.0000
R-squared	0.678319	Mean dependent var		0.026765
Adjusted R-squared	0.678319	S.D. dependent var		1.160629
S.E. of regression	0.658273	Akaike info criterion		2.023105
Sum squared resid	19.49955	Schwarz criterion		2.062859
Log likelihood	-45.53143	Hannan-Quinn criter.		2.037997
Durbin-Watson stat	2.144082			

Null Hypothesis: DLOGIG has a unit root
 Exogenous: None
 Bandwidth: 12 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-14.78505	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.616203	
5% level	-1.948140	
10% level	-1.612320	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.423903
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.103347

Phillips-Perron Test Equation
 Dependent Variable: D(DLOGIG)
 Method: Least Squares
 Date: 03/26/23 Time: 19:04
 Sample (adjusted): 2009Q3 2020Q4
 Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLOGIG(-1)	-1.384960	0.142119	-9.745059	0.0000
R-squared	0.678319	Mean dependent var		0.026765
Adjusted R-squared	0.678319	S.D. dependent var		1.160629
S.E. of regression	0.658273	Akaike info criterion		2.023105
Sum squared resid	19.49955	Schwarz criterion		2.062859
Log likelihood	-45.53143	Hannan-Quinn criter.		2.037997
Durbin-Watson stat	2.144082			

Null Hypothesis: DLOGM3 has a unit root
 Exogenous: None
 Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-4.148989	0.0001
Test critical values:		
1% level	-2.616203	
5% level	-1.948140	
10% level	-1.612320	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.001464
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.001353

Phillips-Perron Test Equation
 Dependent Variable: D(DLOGM3)
 Method: Least Squares
 Date: 03/26/23 Time: 19:04
 Sample (adjusted): 2009Q3 2020Q4
 Included observations: 46 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DLOGM3(-1)	-0.597741	0.141233	-4.232299	0.0001
R-squared	0.283980	Mean dependent var		0.001454
Adjusted R-squared	0.283980	S.D. dependent var		0.045724
S.E. of regression	0.038690	Akaike info criterion		-3.644947
Sum squared resid	0.067363	Schwarz criterion		-3.605194
Log likelihood	84.83378	Hannan-Quinn criter.		-3.630055
Durbin-Watson stat	2.066219			

Null Hypothesis: STATIONNDLOGXPP has a unit root
 Exogenous: None
 Bandwidth: 16 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-8.839735	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.616203	
5% level	-1.948140	
10% level	-1.612320	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Residual variance (no correction)	0.024648
HAC corrected variance (Bartlett kernel)	0.026721

Phillips-Perron Test Equation
 Dependent Variable: D(STATIONNDLOGXPP)
 Method: Least Squares
 Date: 03/26/23 Time: 19:05
 Sample (adjusted): 2009Q3 2020Q4
 Included observations: 46 after adjustments

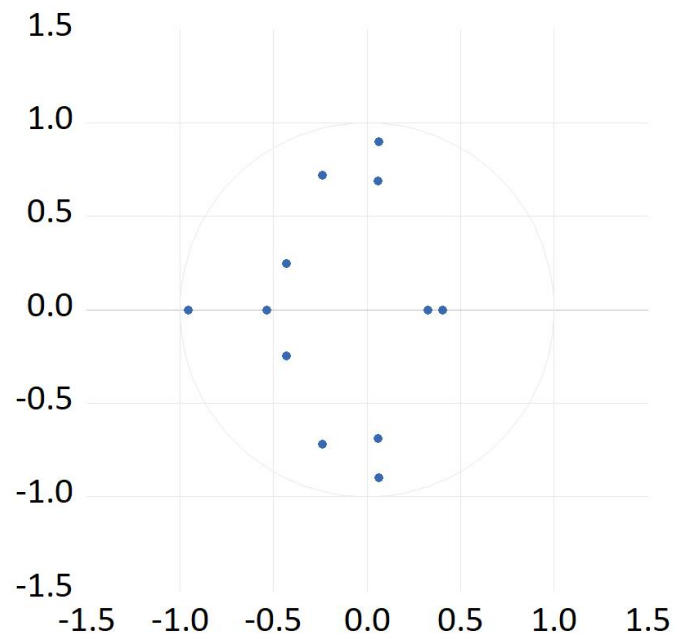
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
STATIONNDLOGXPP(-1)	-1.274806	0.142742	-8.930819	0.0000
R-squared	0.639306	Mean dependent var		-0.000293
Adjusted R-squared	0.639306	S.D. dependent var		0.264301
S.E. of regression	0.158733	Akaike info criterion		-0.821684
Sum squared resid	1.133831	Schwarz criterion		-0.781931
Log likelihood	19.89873	Hannan-Quinn criter.		-0.806792
Durbin-Watson stat	2.076369			

VAR Lag Order Selection Criteria

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	51.84791	NA	1.27e-06	-2.225484	-2.061652*	-2.165068
1	71.80004	35.26422	1.06e-06	-2.409304	-1.590141	-2.107222
2	86.79584	23.71428	1.13e-06	-2.362597	-0.888104	-1.818850
3	117.2754	42.52963*	6.10e-07*	-3.036065*	-0.906242	-2.250652*
4	125.0803	9.438431	9.91e-07	-2.654896	0.130258	-1.627817

* indicates lag order selected by the criterion
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
 FPE: Final prediction error
 AIC: Akaike information criterion
 SC: Schwarz information criterion
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



VAR Residual Serial Correlation LM Tests

Null hypothesis: No serial correlation at lag h

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	22.58444	16	0.1253	1.487299	(16, 74.0)	0.1277
2	9.361777	16	0.8978	0.566652	(16, 74.0)	0.8988
3	25.66317	16	0.0590	1.724116	(16, 74.0)	0.0605
4	14.79802	16	0.5395	0.927054	(16, 74.0)	0.5427

Null hypothesis: No serial correlation at lags 1 to h

Lag	LRE* stat	df	Prob.	Rao F-stat	df	Prob.
1	22.58444	16	0.1253	1.487299	(16, 74.0)	0.1277
2	33.38540	32	0.3998	1.052612	(32, 75.4)	0.4161
3	48.53371	48	0.4513	0.995697	(48, 63.7)	0.5013
4	63.73095	64	0.4860	0.933119	(64, 49.3)	0.6061

*Edgeworth expansion corrected likelihood ratio statistic.

VAR Residual Heteroskedasticity Tests (Levels and Squares)

Joint test:

Chi-sq	df	Prob.
262.4321	240	0.1530

Individual components:

Dependent	R-squared	F(24,19)	Prob.	Chi-sq(24)	Prob.
res1*res1	0.745980	2.324890	0.0324	32.82314	0.1079
res2*res2	0.724949	2.086591	0.0530	31.89777	0.1295
res3*res3	0.768301	2.625117	0.0178	33.80523	0.0882
res4*res4	0.450308	0.648534	0.8430	19.81356	0.7073
res2*res1	0.753147	2.415376	0.0269	33.13849	0.1012
res3*res1	0.637576	1.392701	0.2325	28.05336	0.2578
res3*res2	0.544599	0.946727	0.5563	23.96235	0.4638
res4*res1	0.707159	1.911734	0.0767	31.11500	0.1505
res4*res2	0.651575	1.480463	0.1931	28.66930	0.2328
res4*res3	0.563687	1.022778	0.4863	24.80221	0.4166