

Impact de la dynamique des exportations sur la qualité des infrastructures de transport en Afrique subsaharienne

*Abdarahmane Tall
Birahim Bouna Niang
Ndiack Fall*

Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FASEG)/UCAD

Doi: 10.19044/esipreprint.1.2026.p80

Approved: 06 January 2026

Copyright 2026 Author(s)

Posted: 08 January 2026

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Tall, A., Niang, B.B. & Fall, N. (2026). *Impact de la dynamique des exportations sur la qualité des infrastructures de transport en Afrique subsaharienne*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.1.2026.p80>

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact de la dynamique des exportations sur la qualité des infrastructures de transport dans 32 pays d'Afrique subsaharienne sur la période 2009–2019. Pour ce faire, un modèle ARDL dynamique de panel a été utilisé. Des tests préliminaires, notamment ceux de Pedroni (2004) et Westerlund (2007), ont révélé l'existence d'une relation de cointégration à long terme entre les séries considérées. Les résultats montrent que les coefficients estimés sur les exportations et sur le taux de croissance du PIB sont positifs et statistiquement significatifs à la fois à court et à long terme. Par ailleurs, à long terme, les indicateurs institutionnels, tels que la stabilité politique et le contrôle de la corruption, exercent un impact positif et significatif sur l'indice de qualité des infrastructures (routes, aéroports et ports). L'utilisation de méthodes d'estimation complémentaires, telles que les moindres carrés entièrement modifiés (FMOLS) et les moindres carrés ordinaires dynamiques (DOLS), a permis de confirmer la robustesse des résultats. Ces conclusions suggèrent que la croissance des exportations, lorsqu'elle est accompagnée d'institutions solides, contribue significativement à l'amélioration de la qualité des infrastructures de transport en Afrique subsaharienne, soulignant ainsi le rôle des échanges commerciaux et de la gouvernance dans le développement des infrastructures.

Mots clés : Qualité des infrastructures, Exportations, ARDL Données de panel

Impact of Export Dynamics on the Quality of Transport Infrastructure in Sub-Saharan Africa

*Abdrahamane Tall
Birahim Bouna Niang
Ndiack Fall*

Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FASEG)/UCAD

Abstract

This article examines the impact of export dynamics on the quality of transport infrastructure in 32 sub-Saharan African countries over the period 2009–2019. The analysis is conducted within the framework of a dynamic panel ARDL model. Preliminary cointegration tests, namely those of Pedroni (2004) and Westerlund (2007), confirm the existence of a long-run equilibrium relationship among the variables. The empirical results reveal that exports and GDP growth exert positive and statistically significant effects on infrastructure quality both in the short and long run. In addition, institutional factors, particularly political stability and control of corruption, are found to enhance infrastructure quality in the long run. Robustness checks performed using fully modified least squares (FMOLS) and dynamic ordinary least squares (DOLS) corroborate these findings. The evidence suggests that sustained export growth, when accompanied by strong institutional frameworks, plays a crucial role in improving the quality of transport infrastructure in sub-Saharan Africa. These results highlight the complementary role of trade expansion and governance in fostering infrastructure development.

Keywords: Infrastructure quality, Exports, Panel ARDL, Institutions, Sub-Saharan Africa

Introduction

La qualité des infrastructures constitue un facteur déterminant pour la compétitivité internationale, la connectivité des marchés et le développement économique, et reste une nécessité pour les pays en développement dans leur processus d'industrialisation. Théoriquement, la relation entre les dépenses en infrastructures et la croissance économique a été mise en évidence par Barro (1990). Selon Escrivano et al. (2010), un faible niveau d'infrastructures ainsi que de services de transport et de commerce accroît

les coûts de transaction, limite la production rurale et restreint l'accès des populations aux marchés, exerçant ainsi un effet négatif sur l'activité économique. De même, Melo et Ardo (2013) soulignent que la qualité des infrastructures de transport, grâce aux effets de réseau, favorise le développement socioéconomique des États.

Les initiatives menées par des organisations telles que la Banque mondiale et les programmes d'aide au commerce ont permis aux économies en développement d'accroître leur participation dans la chaîne de production mondiale, en se spécialisant dans des segments spécifiques (Amendolagine et al., 2019). La littérature économique montre également que de bonnes performances à l'exportation améliorent l'efficacité des entreprises, permettent des économies d'échelle et favorisent l'utilisation optimale des ressources, renforçant ainsi la position des pays sur le marché mondial (Ram, 1987). Une infrastructure de transport bien développée réduit les coûts logistiques, facilite la circulation des biens et optimise l'utilisation des facteurs de production tels que le travail et le capital (Bruinsma et al., 1989 ; Schwab, 2018 ; Cho, 2014).

Des études empiriques confirment ces liens. Pérez et Wilson (2010) observent un effet positif et significatif de la qualité des infrastructures sur la dynamique des exportations dans 101 pays, incluant les économies en développement. Kodongo et Ojah (2016) montrent que la croissance économique en Afrique subsaharienne dépend des dépenses publiques en infrastructures routières, tandis que Rehman et al. (2020) trouvent que des infrastructures de transport efficaces (routes, voies ferrées et aéroports) augmentent les exportations et réduisent le déficit commercial en Asie du Sud. Les infrastructures portuaires jouent également un rôle crucial pour le commerce extérieur, puisque 80% des échanges mondiaux transitent par la voie maritime (CNUCED, 2018). Les auteurs comme Munim et Schramm (2018) confirment que la qualité des ports influence positivement le commerce dans les pays en développement, tandis que Celbis et al. (2014) soulignent que les contraintes d'espace et la congestion portuaire augmentent les coûts de transport.

En Afrique subsaharienne, la prédominance du transport routier coexiste avec un réseau largement non revêtu, limitant l'accès de la population à des services essentiels et réduisant l'efficacité logistique. Les infrastructures portuaires souffrent de capacités limitées et d'un manque de connectivité avec l'arrière-pays, entraînant des retards dans la livraison des marchandises (BAD, 2014). Selon Foster et Briceño-Garmendia (2010), une infrastructure de mauvaise qualité réduit le taux de croissance moyen par habitant d'environ 2% en Afrique. Ces insuffisances constituent un frein à l'intégration des pays dans l'économie mondiale (Button et Yuan, 2013 ; Hoekman et Nicita, 2010).

L’Afrique subsaharienne demeure en retard par rapport aux autres régions en développement dans toutes les dimensions de l’infrastructure (Banque mondiale, 2017). Selon le Forum économique mondial, l’indice de compétitivité basé sur la qualité des infrastructures atteignait respectivement 46,3 et 45,0 en 2018 et 2019 (échelle de 0 à 100). L’accès routier est estimé à seulement 34% contre 50% dans d’autres économies en développement, et la densité ferroviaire reste très faible (Banque mondiale, 2018 ; Union africaine, 2014).

Depuis 2010, la part de l’Afrique subsaharienne dans le commerce extérieur a augmenté, principalement grâce aux exportations de services commerciaux, qui représentent 70% des exportations africaines de biens et services (OMC, 2019). Cependant, ces opportunités peuvent être limitées par la mauvaise qualité des infrastructures et des services logistiques, affectant l’efficacité et la fluidité du commerce international.

Ainsi, cette étude se pose la question suivante : quelle est l’influence de la dynamique des exportations sur la qualité des infrastructures de transport dans les pays d’Afrique subsaharienne ?

L’étude présente un double intérêt. Premièrement, elle apporte un éclairage sur la relation entre la dynamique des exportations et la qualité des infrastructures à court et long terme en Afrique subsaharienne. Deuxièmement, elle examine l’effet des variables institutionnelles, telles que la stabilité politique et le contrôle de la corruption, sur la qualité des infrastructures.

Pour la méthodologie, nous utilisons un modèle ARDL dynamique de panel estimé via l’approche PMG pour analyser la relation à court et long terme. Les méthodes FMOLS et DOLS seront également appliquées pour tester la robustesse des résultats.

Le plan de travail s’articulera comme suit : après cette introduction, la première partie analysera l’évolution récente de la qualité des infrastructures de transport et des indicateurs macroéconomiques en Afrique subsaharienne. La deuxième partie présentera une revue de la littérature. La troisième détaillera la méthodologie adoptée, tandis que la quatrième discutera des résultats. Enfin, la conclusion proposera des implications pour les politiques économiques.

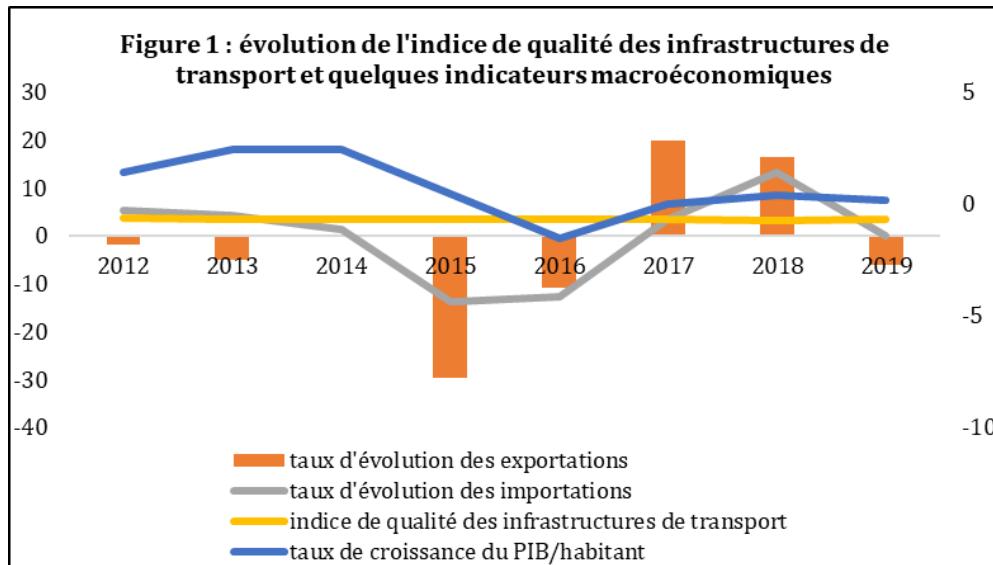
Etat des lieux de la qualité des infrastructures de transport en ASS

D’après les statistiques de la CNUCED, l’évolution du taux de croissance du PIB par habitant en Afrique subsaharienne entre 2012 et 2019 peut être divisée en trois phases distinctes. La première phase, de 2012 à 2014, se caractérise par une croissance soutenue du PIB, stimulée par l’augmentation des investissements dans les ressources naturelles et les infrastructures, ainsi que par la forte consommation des ménages. Selon la

Banque mondiale (2014), cette période a été particulièrement dynamique dans les pays riches en ressources naturelles, tels que la République démocratique du Congo et la Sierra Leone. La deuxième phase, couvrant 2014 à 2016, est marquée par un ralentissement significatif de la croissance du PIB par habitant, principalement lié à l'effondrement des cours du pétrole amorcé à la mi-2014. Cette crise conjoncturelle a fortement affecté les finances publiques des principaux pays exportateurs de pétrole, notamment le Nigeria, l'Angola et les pays de la zone CEMAC. La dernière phase, de 2016 à 2019, correspond à une reprise relativement modérée de l'activité économique dans la région. Le taux de croissance du PIB par habitant est ainsi passé de -1,54% en 2016 à 0,19% en 2019, soutenu par le redressement des prix des principaux produits de base et par la mise en œuvre de réformes visant à renforcer l'attractivité des investissements directs étrangers dans plusieurs pays de la région.

Parallèlement, entre 2012 et 2019, les exportations et les importations de l'Afrique subsaharienne ont suivi une trajectoire similaire à celle du PIB par habitant. Les exportations ont diminué de 5,9% en 2019, après des progressions respectives de 16,4% et 19,8% en 2018 et 2017. Les importations ont également reculé de 0,2% en 2019, contre une hausse de 3,4% en 2018 et 2017.

Afin de stimuler ces échanges, les pays d'Afrique subsaharienne doivent investir dans des infrastructures de transport de haute qualité, permettant une meilleure fluidité des échanges extérieurs. Dans ce contexte, le Forum économique mondial (FEM) a développé un indicateur évaluant la qualité des infrastructures de transport dans chaque pays. Cet indicateur, construit sous forme de variable qualitative à sept modalités, est converti en score de performance compris entre 0 et 100, le score le plus élevé reflétant la meilleure situation. À l'échelle de l'Afrique subsaharienne, l'indice agrégé est passé de 2,4 points en 2012 à 3,5 points en 2019, soit une progression de 1,1 point.

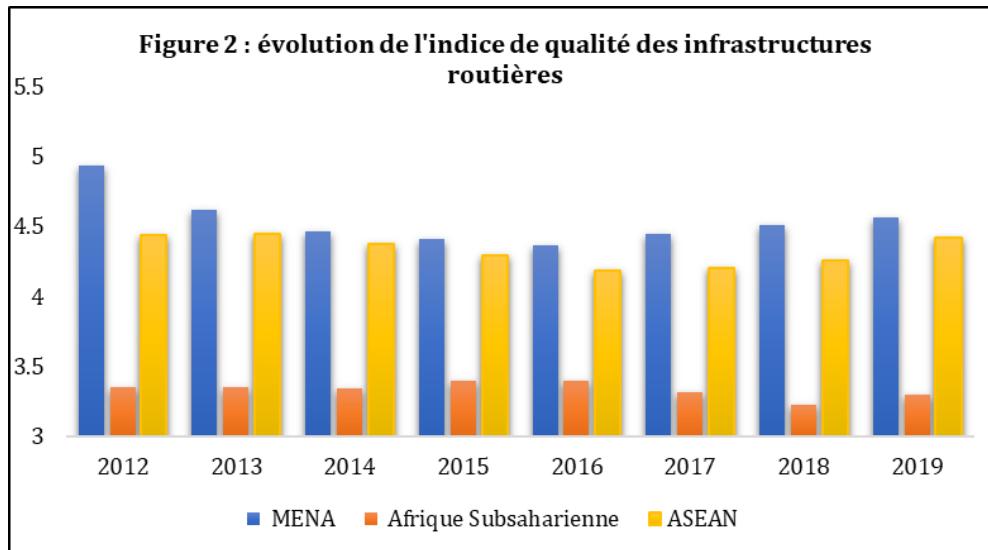


Source : Auteur, base de données FEM et CNUCED

La qualité des routes

La figure 2 illustre une évolution relativement faible de l'indice de qualité des routes en Afrique subsaharienne entre 2012 et 2019. En 2020, la Namibie (5,3), le Rwanda (5,1), l'Île Maurice (4,7), l'Afrique du Sud (4,5) et la Tanzanie (4,1) figurent parmi les cinq pays ayant enregistré les scores les plus élevés de l'indice de qualité des infrastructures routières dans la région. À l'inverse, dans les pays à faible revenu, la qualité des infrastructures routières demeure insuffisante, limitant la connectivité et freinant le développement des exportations. C'est le cas notamment de la Mauritanie et du Tchad, dont les scores respectifs s'établissent à 2 et 1,9 point en 2020, soit en dessous de la moyenne africaine (3,43). Cette insuffisance constitue un obstacle pour certaines entreprises, les contraignant à se limiter au marché local.

Par ailleurs, la qualité des infrastructures routières est généralement supérieure dans les pays du Moyen-Orient et d'Asie du Sud-Est par rapport à ceux d'Afrique subsaharienne. Selon la BAD (2010b), le réseau routier dans cette région est estimé à 204 km pour 1000 km² de superficie, soit 3,6 km de routes pour 1000 habitants. Ces valeurs restent cependant inférieures à la moyenne considérée comme normale, estimée à 944 km pour 1000 km², soit 7 km de routes pour 1 000 habitants.



Source : Auteur, base de données Forum Economique Mondial (FEM)

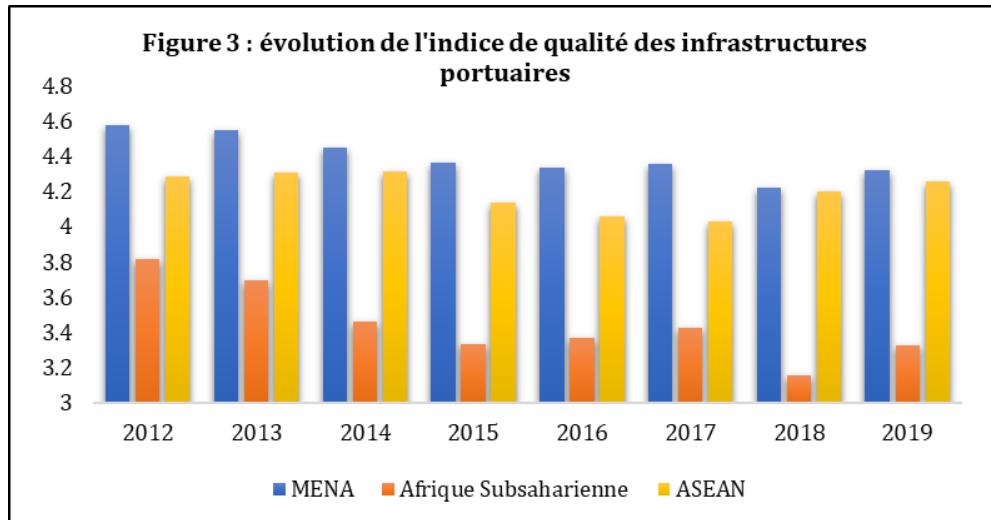
La qualité des ports

L’Afrique est confrontée à d’importants problèmes liés à la capacité des installations portuaires existantes, ainsi qu’à des coûts de manutention élevés. Selon la BAD (2010b), ces coûts représentent en moyenne 50% en Afrique, les plus élevés comparativement à d’autres régions du monde.

Les ports constituent un élément crucial pour le développement du commerce dans plusieurs pays, compte tenu de la dépendance du continent aux exportations de matières premières et aux importations de produits alimentaires. Selon la CEA (2016), plus de 90% des échanges mondiaux transitent par les ports maritimes. Cependant, malgré d’importants investissements, le développement des ports africains reste très contrasté. Selon le rapport ACF (2020), l’Égypte, l’Afrique du Sud et le Maroc sont les seuls pays à avoir accueilli plus de conteneurs en 2018, représentant à eux seuls 51% des volumes transitant en Afrique. La productivité des ports africains demeure faible : aucun port du continent ne figure dans le top 20 des ports les plus performants au niveau mondial (Observatoire Europe-Afrique, 2020).

Le score moyen de l’indice de qualité des ports en Afrique subsaharienne a reculé de 3,8 à 3,3 points entre 2012 et 2019, soit une baisse de 13,1%. Comme pour les infrastructures routières, la qualité des infrastructures portuaires en Afrique subsaharienne reste inférieure à celle de la région MENA. Au cours de la dernière décennie, les pays de la zone MENA ont investi entre 3% et 5% de leur PIB annuel dans les infrastructures portuaires et aéroportuaires. Néanmoins, cette région fait également face à des problèmes logistiques. Selon la BAD (2019), le coût des installations

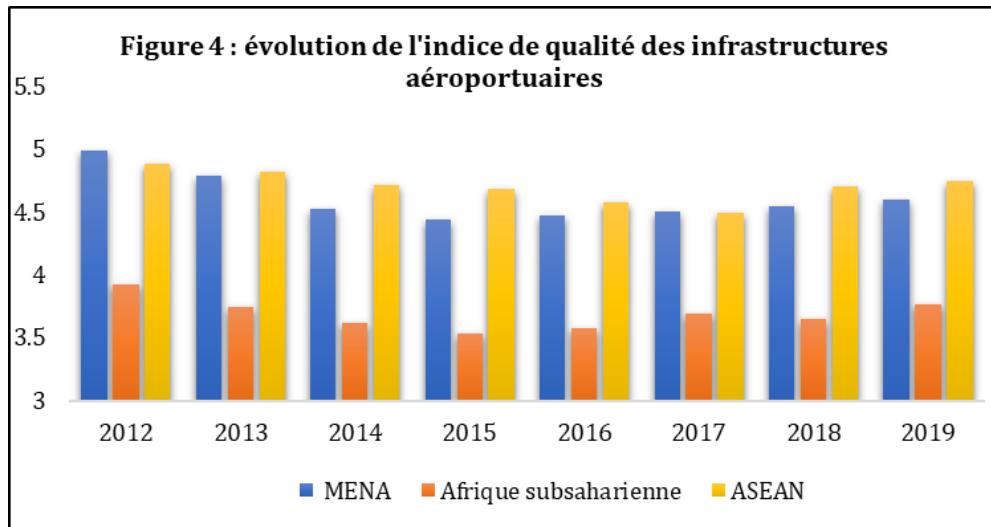
portuaires en Afrique du Nord est estimé à 40%, supérieur à la norme mondiale, en raison de longues durées d'entreposage des conteneurs, de délais de traitement prolongés et de retards dans l'obtention des autorisations de mouvement des navires.



Source : Auteur, base de données Forum Economique Mondial (FEM)

La qualité des aéroports

La qualité des infrastructures constitue un levier fondamental pour le développement économique et social en Afrique. Toutefois, entre 2012 et 2015, l'indice de qualité des infrastructures aéroportuaires en Afrique subsaharienne a enregistré une tendance à la baisse, restant en dessous de la moyenne des pays du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA) ainsi que de celle des pays d'Asie du Sud-Est. Entre 2016 et 2019, une amélioration relative de l'indice de qualité des aéroports a été observée. Le secteur aérien des pays d'Afrique subsaharienne peine cependant à se développer de manière significative, en raison de contraintes politiques et financières, des plans d'ajustement imposés par le FMI, de la pauvreté et des conflits internes et internationaux.



Source : Auteur, base de données Forum Economique Mondial (FEM)

Dans la mesure où le nombre de passagers devrait augmenter en Afrique Subsaharienne, des mesures allant dans l'optique de renforcer les infrastructures aéroportuaires devraient être initiées par les pays. En effet, le nombre d'aéroports est relativement faible et, la plupart d'entre eux commencent à vieillir.

Revue de la littérature

Approche théorique

Sur la base des hypothèses de la nouvelle théorie du commerce international (Feenstra, 2004 ; Helpman & Krugman, 1985) et de la nouvelle économie géographique (Fujita, Krugman & Venables, 2001), l'amélioration de l'environnement des transports constitue une condition nécessaire pour la compétitivité des exportations régionales. En effet, la nouvelle économie géographique souligne l'existence d'imperfections de marché liées aux économies d'échelle et aux préférences hétérogènes des consommateurs. Selon cette approche, la taille du marché régional influence positivement la spécialisation productive grâce aux rendements d'échelle croissants et à la réduction des coûts de transport. La baisse des coûts logistiques renforce ainsi les gains de productivité liés aux économies d'agglomération, améliorant la compétitivité et l'intensité du commerce extérieur. Ces analyses théoriques ont été appuyées par Fujita & Mori (2005), Konishi (2000) et Krugman (1993), et corroborées empiriquement par Becchetti & Rossi (2000), Cosar & Fajgelbaum (2016), Diaz et al. (2013) ainsi que Roberts & Tybout (1997). La spécialisation et l'activité d'exportation dans les secteurs échangeables tendent à se concentrer autour des plateformes

internationales, des districts industriels et des zones franches d'exportation, reflétant un avantage géographique et un meilleur accès aux marchés.

Par ailleurs, plusieurs travaux issus de la théorie de la croissance endogène ont mis en évidence le rôle catalyseur des infrastructures sur la croissance économique (Romer, 1986 ; Lucas, 1988 ; Barro, 1990), en lien avec les externalités positives générées sur l'ensemble de l'économie. Selon Eustace et Fay (2007), une infrastructure de qualité stimule la croissance, et inversement, la croissance accroît la demande d'infrastructures. Le système de transport, les communications et l'énergie constituent des facteurs infrastructurels déterminants pour la structure des coûts commerciaux, la compétitivité internationale et le développement économique. La logistique et la facilité des échanges jouent un rôle essentiel pour rehausser le niveau de développement des États. À ce titre, Perez et Wilson (2012), s'appuyant sur l'indice de performance logistique de la Banque mondiale, soutiennent que les pays ayant de meilleures performances logistiques enregistrent une croissance plus rapide des échanges, un accroissement économique accéléré et une diversification des exportations.

Enfin, selon Krugman (1980), la baisse des coûts de transport découlant de réseaux d'infrastructures performants élargit le marché et augmente le volume des transactions. Toutefois, Abdo (2014) souligne que les infrastructures peuvent générer des forces centripètes accentuant les écarts liés à l'intensité capitaliste. L'analyse du cadre institutionnel (North, 1994) montre également que la qualité des infrastructures influence la dynamique des exportations. Cependant, plusieurs travaux indiquent qu'une infrastructure seule ne suffit pas à faciliter les échanges et à stimuler le développement économique, car des déficiences administratives et réglementaires (douanes, bureaux d'immigration) peuvent engendrer des goulots d'étranglement. Dans cette perspective, un cadre institutionnel solide reste essentiel pour inciter et soutenir les comportements économiques positifs (Robinson, 2008 ; Tebellini, 2007).

Approche empirique

Depuis le début des années 1990, de nombreuses études empiriques ont confirmé l'existence d'une relation positive entre l'investissement public dans les infrastructures et la production économique. Dans son ouvrage fondateur, Aschauer (1989) montre que les infrastructures publiques produisent des rendements marginaux très élevés, pouvant atteindre 100% par an. Ces résultats ont été confirmés par Agénor (2011) et Straub (2008). En Afrique, N'Guessan (2010) a estimé que les coûts de transport routier représentent 24% et 23% du total des coûts de transport au Mali et au Niger respectivement, obligeant les entreprises à adopter des stratégies de stockage réduisant leur compétitivité et leurs opportunités de croissance.

D'autres études ont analysé l'effet des infrastructures de transport sur le commerce extérieur. Limão et Venables (2001) soulignent que la médiocrité des infrastructures peut représenter jusqu'à 40% des coûts de transport pour les pays côtiers et 60% pour les pays enclavés. Nicolini (2003), à partir de données de panel sur des régions européennes, montre l'importance de la densité du réseau de transport sur les flux d'exportation de textile et de mécanique. Matthee et Naude (2008), utilisant un modèle Tobit, illustrent que la taille du marché intérieur et la distance au port le plus proche influencent significativement les exportations manufacturières sud-africaines.

En utilisant des mesures distinctes d'infrastructure, routes, chemins de fer, télécommunications, ports et aéroports NordÅs et Piermartini (2004) constatent que les infrastructures aéroportuaires ont l'impact le plus significatif sur le commerce extérieur. Iwanow et Kirkpatrick (2009) confirment l'effet positif des infrastructures et de la facilitation du commerce sur les exportations. Behar, Manners et Nelson (2009) montrent qu'une amélioration d'un écart-type dans la logistique peut accroître les exportations d'environ 46% pour un pays en développement de taille moyenne. De même, Cizkowicz et al. (2013) indiquent que l'accès à la mer favorise les exportations régionales polonaises de produits agricoles et alimentaires, tandis qu'Albarran et al. (2013) soulignent, via un modèle probit dynamique, l'effet positif des améliorations de transport intérieur sur la probabilité d'exportation des PME espagnoles.

Enfin, Rehman et al. (2020), utilisant un modèle ARDL et l'estimateur Pooled Mean Group (PMG) ainsi que des tests de cointégration (Pedroni, 2004), montrent que l'agrégat et les sous-indices d'infrastructures (transports, télécommunications, énergie, secteur financier) exercent un impact significatif à long terme sur les exportations et le déficit commercial dans certains pays asiatiques. D'autres travaux fondés sur des modèles de gravité confirment que la qualité et la proximité des infrastructures logistiques (frontières, ports, routes) influencent positivement les flux d'exportation, notamment dans les provinces turques et en Espagne (Artuc et al., 2014 ; Bensassi et al., 2015 ; Cosar & Demir, 2016), avec un effet plus marqué pour les industries sensibles au facteur temps.

Méthodologie

Dans le cadre de la présente étude, pour évaluer la relation à court et à long terme entre la qualité des infrastructures de transport et les exportations en Afrique subsaharienne, le modèle ARDL en panel dynamique est appliqué. Cependant, partant du modèle de Pesaran et al. (1999), Louyza et Ranciere (2004) ont utilisé la technique d'estimation ARDL (p,q), en incorporant la régression dynamique en panel hétérogène

dans le modèle de correction d'erreur. De façon explicite, le modèle ARDL se présente comme suit :

$$\Delta(y)_{it} = \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{ij} \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_{ij} \Delta X_{i,t-j} + \varphi_i \left((y_{i,t-1}) - (\beta_0^i + \beta_1^i (X_{i,t-1})) \right) + e_{it} \quad (1)$$

$$(y)_{it} = \beta_0^i + \beta_1^i X_{it} + \mu_{i,t} \text{ où } \mu_{i,t} \sim I(0) \quad (2)$$

Ainsi, y désigne la variable dépendante (qualité des routes, qualité des aéroports, qualité des routes), X est le vecteur des variables indépendantes (taux de croissance du produit intérieur brut par habitant, exportations, contrôle de la corruption et stabilité politique), γ et δ représentent respectivement les coefficients de court terme des variables dépendantes et indépendantes retardées, β est le vecteur des coefficients à long terme et φ désigne le coefficient d'ajustement de l'équilibre à long terme.

Ainsi, la relation entre les différentes variables dépendantes et les variables indépendantes peut être spécifiée de la manière suivante :

Première équation avec comme variable dépendante l'indice de qualité des routes

$$IQR_{it} = \alpha_{it} IQR_{it-1} + \gamma_{1i} TXPIB/H_{it} + \gamma_{2i} TXPIB/H_{it-1} + \beta_{1i} EXP_{it} + \beta_{2i} EXP_{it-1} + \beta_{3i} CC_{it} + \beta_{4i} CC_{it-1} + \beta_{5i} STP_{it} + \beta_{6i} STP_{it-1} + \eta_t + \eta_t + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Deuxième équation avec comme variable dépendante l'indice de qualité des ports (IQP)

$$IQP_{it} = \alpha_{it} IQP_{it-1} + \gamma_{1i} TXPIB/H_{it} + \gamma_{2i} TXPIB/H_{it-1} + \beta_{1i} EXP_{it} + \beta_{2i} EXP_{it-1} + \beta_{3i} CC_{it} + \beta_{4i} CC_{it-1} + \beta_{5i} STP_{it} + \beta_{6i} STP_{it-1} + \eta_t + \eta_t + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Troisième équation avec comme variable dépendante l'indice de qualité des aéroports (IQA)

$$IQA_{it} = \alpha_{it} IQA_{it-1} + \gamma_{1i} TXPIB/H_{it} + \gamma_{2i} TXPIB/H_{it-1} + \beta_{1i} EXP_{it} + \beta_{2i} EXP_{it-1} + \beta_{3i} CC_{it} + \beta_{4i} CC_{it-1} + \beta_{5i} STP_{it} + \beta_{6i} STP_{it-1} + \eta_t + \eta_t + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Les modèles autorégressifs à retards échelonnés ou distribués sont avantageux par rapport aux modèles statiques, car ils facilitent le calcul des élasticités à court et à long terme.

Choix de l'estimateur

Dans le cas d'un panel hétérogène dynamique, l'estimateur MG (groupe moyen) ainsi que l'estimateur à effets fixes et aléatoires sont les méthodes les plus fréquemment utilisées. Selon Pesaran et Smith (1995), l'estimateur MG estime, séparément, l'équation pour chaque groupe, sans tenir compte les similitudes de certains paramètres entre les différents groupes. L'estimateur à effets fixes et aléatoires, quant à lui, varie en fonction du groupe tandis que tous les autres coefficients et variances d'erreur sont limités à être les mêmes.

Dans le cadre de la présente étude, pour prendre en compte de façon simultanée la mise en commun et la moyenne, l'estimateur Pooled Mean Group (PMG) est utilisé. Le choix de cet estimateur se justifie par le fait que les coefficients à court terme et les variances d'erreur varient d'un groupe à l'autre, tandis que les coefficients, à long terme, sont constants. En outre, selon Pesaran et al. (1997), il semble moins convaincant de supposer que les variations à court terme et les variances sont les mêmes d'un groupe à l'autre. Contrairement à l'estimateur MG, celui de PMG restreint les coefficients à long terme pour qu'ils soient homogènes. En effet, l'homogénéité du coefficient de pente à long terme est utile lorsqu'il y a des raisons de penser que la relation d'équilibre à long terme entre les variables est similaire d'un pays à l'autre. L'estimateur MG n'impose aucune restriction sur les coefficients aussi bien à long terme qu'à court terme.

Source et analyses descriptives des données

Notre étude couvre 32 pays d'Afrique Subsaharienne sur une période allant de 2009 à 2019. Ainsi, sept (7) variables sont utilisées telles que la qualité des infrastructures routières (QIR), la qualité des infrastructures aéroportuaires (QIA), la qualité des infrastructures portuaires (QIP), les exportations, le taux de croissance du PIB/habitant, le contrôle de la corruption et la stabilité politique. Les séries utilisées sont tirées de la base de données du Forum Economique Mondial (FEM), de la Banque Mondiale (BM) et de la Conférence des Nations-Unies pour le Commerce et le Développement (CNUCED).

Le résumé des statistiques descriptives de notre échantillon de travail est consigné dans le tableau (1). Sur la base des indicateurs de qualité des infrastructures de transport, celui des aéroports (7,7 points) a la valeur maximale le plus élevée, avec un écart type de 0,9, comparativement à l'indice de qualité des routes (5,8 points) et de l'indice de qualité des ports (5,6 points). En outre, au cours de la période sous revue, le taux de croissance du PIB par habitant de l'Afrique subsaharienne est évalué à 1,9% en moyenne, alors que les exportations, exprimées en % du PIB, sont estimées à 22,2% sur la même période. Pour les indicateurs de bonne

gouvernance, notamment la stabilité politique et le contrôle de la corruption, la valeur moyenne est ressortie respectivement à -0,4 et -0,5.

Tableau 1 : Statistiques descriptives des variables

Variables	Observation	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
IQR	352	3,336	0,862	1,900	5,830
IQP	352	3,545	0,828	1,370	5,640
IQA	352	3,790	0,909	1,000	7,710
TXPIB	352	1,877	3,478	-15,891	19,939
EXPO	352	22,159	1,379	18,589	25,567
STAP	352	-0,398	0,824	-2,211	1,111
CCOR	352	-0,482	0,664	-1,485	1,211

Source : Auteur, base de données Forum Economique Mondial et Banque Mondial

Tests de stationnarité des séries

Pour vérifier la stationnarité des variables du modèle, le test de CIPS ($Z(t-bar)$) de Pesaran (2007) pour les racines unitaires est effectué. Ainsi, le test indique que l'indice de qualité des routes, l'indice de qualité des ports, l'indice de qualité des aéroports, la stabilité politique et le contrôle de la corruption sont stationnaires en différence première. En revanche, le test révèle une stationnarité en niveau du taux de croissance du PIB et des exportations. Par conséquent, dans la mesure où les séries n'ont pas le même ordre d'intégration, les tests de cointégration sont effectués pour vérifier l'existence d'une relation à long terme entre les variables.

Tableau 2 : Résultats du test de racine unitaire de Pesaran (2007)

Variables	En niveau	En différence première	Conclusion
	Constante et tendance	Constante et tendance	
IQR	0.3658	-4.6660***	I (1)
IQP	0.8033	-5.7956***	I (1)
IQA	0.7624	-5.5848***	I (1)
TXPIB	-4.4517***		I (0)
EXPO	-5.5894***		I (0)
STPO	-1.4982	-7.2787***	I (1)
CCOR	0.0955	-5.6339***	I (1)

Source : Auteur, base de données Forum Economique Mondial et Banque Mondiale

Tests de cointégration en panel

Pour tenir compte de la dépendance transversale des séries, les tests de cointégration en panel de seconde génération tels que le test de Pédroni (2004) et celui de westerlund (2007) sont utilisés. Cependant, dans les deux tests, l'hypothèse d'absence de cointégration est rejetée. Les résultats découlant de ces tests montrent l'existence d'une relation de cointégration à long terme entre les séries.

Tableau 3 : Résultat du test de cointégration entre les séries

	Test de Pédroni (2004)					
	IQA		IQP		IQR	
	t-statistic	p-value	t-statistic	p-value	t-statistic	p-value
Modified PP t	6.804	0.000	7.263	0.000	6.573	0.000
PP- t	-0.042	0.483	-0.734	0.231	-0.272	0.392
ADF-t	-4.105	0.000	-3.835	0.000	-4.720	0.000
Test de westerlund (2007)						
Variance ratio	4.448	0.000	5.927	0.000	4.8533	0.000

Source : Auteur, base de données Forum Economique Mondial et Banque Mondiale

Discussion des résultats et tests de robustesse

Interprétations des résultats

Les résultats montrent qu'à long terme, les variables dépendantes, à savoir la qualité des routes, des ports et des aéroports, sont influencées positivement par les variables explicatives. Ainsi, les exportations, le contrôle de la corruption et la stabilité politique exercent un effet positif et statistiquement significatif sur la qualité des infrastructures de transport en Afrique subsaharienne sur la période 2009–2019. Par ailleurs, un effet positif et significatif, au seuil de 10 %, est observé entre le taux de croissance du PIB par habitant et l'indice de qualité des infrastructures de transport, avec un impact plus marqué sur la qualité des ports.

Dans les trois modèles étudiés, relatifs respectivement à la qualité des infrastructures portuaires, des routes et des aéroports, le coefficient estimé des exportations est positif et significatif tant à long terme qu'à court terme. Ce résultat souligne l'importance des infrastructures de transport pour le développement du commerce extérieur des pays d'Afrique subsaharienne. Il corrobore les conclusions de Rehman et al. (2020) et de Bensassi et al. (2015). Récemment, Rahman et al. (2021), utilisant les méthodes des moindres carrés ordinaires (OLS) et du pseudo maximum de vraisemblance de Poisson (PPML) sur la période 1999–2018, ont également confirmé l'existence d'une relation positive entre les infrastructures de transport et la dynamique des exportations dans 21 pays asiatiques.

Par ailleurs, à long terme, les estimations révèlent un effet positif et significatif des indicateurs institutionnels, notamment la stabilité politique et le contrôle de la corruption, sur l'indice de qualité des infrastructures (routes, aéroports et ports). Ces résultats s'alignent sur ceux de Zergawu et al. (2020), selon lesquels l'interaction entre capital infrastructurel et qualité institutionnelle favorise la croissance économique.

À court terme, le coefficient de correction d'erreur (ECM) est négatif et statistiquement significatif. En effet, il renseigne sur la vitesse d'ajustement des variables vers l'équilibre à long terme après un choc transitoire. Sa valeur absolue, inférieure à 1, indique que les variables

convergent progressivement vers la tendance de long terme. Pour l'indice de qualité des ports en Afrique subsaharienne, le coefficient ECM est de 0,18, ce qui signifie qu'environ 18% du déséquilibre initial est corrigé un an après le choc. Pour la qualité des routes et celle des aéroports, le coefficient d'ajustement est estimé respectivement à 17,3% et 15,3%.

Tableau 4 : Résultats des estimations par la méthode ARDL

Variables	IQP	IQR	IQA
	Relation à long terme		
Taux de croissance du PIB	0,043* (0,041)	0,012* (0,038)	0,010* (0,050)
Exportations	0,163*** (0,009)	0,169*** (0,008)	0,186* (0,011)
Contrôle de la corruption	0,215** (0,322)	0,737*** (0,296)	0,662*** (0,385)
Stabilité politique	0,513* (0,251)	0,001* (0,237)	0,083** (0,305)
	Relation à court terme		
Coefficient d'ajustement	-0,185*** (0,033)	-0,173*** (0,032)	-0,150*** (0,032)
Taux de croissance du PIB	0,008 (0,008)	0,002 (0,007)	0,002 (0,008)
Exportations	0,030*** (0,006)	0,029*** (0,006)	0,073* (0,042)
Contrôle de la corruption	0,240 (0,125)	0,824** (0,112)	0,555* (0,127)
Stabilité politique	0,182** (0,098)	0,039 (0,089)	-0,200 (0,100)

Source : Auteur, base de données Forum Economique Mondial et Banque Mondial

Tests de robustesse

Compte tenu de l'hétérogénéité des pays sélectionnés, il est probable que l'écart type des séries ne suive pas une distribution normale. Par conséquent, une forte corrélation entre les séries, une hétéroscléasticité et un problème d'endogénéité peuvent apparaître (Utku-İsmihan, 2019 ; Kirubi et al., 2009). Dans le cadre des données de panel, Pedroni (1996) ainsi que Kao et Chiang (2000) ont montré que les méthodes FMOLS et DOLS conduisent à des estimateurs asymptotiquement distribués selon une loi normale centrée réduite. Cependant, en présence de racines unitaires, l'endogénéité des régresseurs peut ne pas être correctement contrôlée avec les moindres carrés ordinaires (MCO).

Pour pallier cette limitation, Pedroni (2004) propose l'utilisation des estimateurs FMOLS et DOLS afin d'obtenir des coefficients de cointégration à long terme. L'estimateur FMOLS, initialement développé par Phillips et Hansen (1990), permet d'obtenir des estimations optimales des régressions

de cointégration, en corrigeant les biais dus à l'endogénéité et l'autocorrélation.

Dans le présent travail, afin de tester la robustesse des résultats issus du modèle ARDL, les techniques FMOLS et DOLS ont été appliquées en incluant deux variables supplémentaires : la qualité de la réglementation et l'investissement direct étranger (Habib et al., 2016). Les résultats, présentés au tableau 5, montrent que les estimations FMOLS confirment la majorité des résultats obtenus avec le modèle ARDL sur la période 2009–2019. Ainsi, les variables institutionnelles telles que le contrôle de la corruption, la stabilité politique et la qualité de la réglementation apparaissent comme des déterminants significatifs de la qualité des infrastructures de transport (routes, aéroports et ports).

De même, les estimations par la méthode DOLS indiquent que l'effet des exportations et du contrôle de la corruption est positif et statistiquement significatif, corroborant ainsi les résultats obtenus avec le modèle ARDL.

Tableau 5 : Résultats des estimations par la méthode FMOLS et DOLS (avec ajout de deux variables)

Variables	IQP	IQR	IQA
	<i>Fully Modified Least Squares (FMOLS)</i>		
Taux de croissance du PIB	0,009* (0,005)	0,006* (0,004)	0,003* (0,005)
Exportations	0,017*** (0,004)	0,013*** (0,004)	0,015*** (0,004)
Contrôle de la corruption	0,126** (0,100)	0,413*** (0,085)	0,255** (0,103)
Stabilité politique	0,173** (0,067)	0,033* (0,057)	0,212*** (0,069)
IDE	0,003 (0,004)	0,007* (0,004)	0,001 (0,004)
Qualité de la réglementation	0,245** (0,102)	0,780*** (0,086)	0,573*** (0,105)
<i>Dynamic Least Squares (DOLS)</i>			
Taux de croissance du PIB	0,060** (0,006)	0,038** (0,013)	0,077* (0,039)
Exportations	0,164*** (0,007)	0,172*** (0,006)	0,181*** (0,007)
Contrôle de la corruption	0,058* (0,241)	0,759*** (0,224)	0,261* (0,263)
Stabilité politique	0,184* (0,159)	0,066* (0,151)	0,185* (0,175)
IDE	0,014 (0,017)	0,019 (0,016)	-0,001 (0,019)
Qualité de la réglementation	0,329** (0,264)	0,293** (0,246)	0,710** (0,289)

Source : Auteur, base de données Forum Economique Mondial et Banque Mondial

Conclusion et implications de politiques économiques

L'objectif de cette étude était d'évaluer la relation entre la qualité des infrastructures de transport et les exportations dans 32 pays d'Afrique subsaharienne sur la période 2009–2019. À cet effet, un modèle ARDL en panel dynamique, estimé par le biais de l'estimateur PMG, a été utilisé. Notre échantillon comprend sept variables principales : l'indice de qualité des routes, l'indice de qualité des ports, l'indice de qualité des aéroports, le taux de croissance du PIB, les exportations, la stabilité politique et le contrôle de la corruption, provenant essentiellement des bases de données du Forum Économique Mondial et de la Banque Mondiale.

Les résultats obtenus indiquent que le coefficient estimé des exportations est positif et statistiquement significatif, tant à court terme qu'à long terme. Cela souligne l'importance de la qualité des infrastructures de transport pour le développement du commerce extérieur en Afrique subsaharienne. Par ailleurs, à long terme, les estimations révèlent une relation positive et significative entre les indicateurs institutionnels (stabilité politique et contrôle de la corruption) et les infrastructures de transport (routes, aéroports et ports). L'utilisation des méthodes d'estimation complémentaires, telles que les moindres carrés entièrement modifiés (FMOLS) et les moindres carrés ordinaires dynamiques (DOLS), a permis de confirmer la robustesse de ces résultats.

Compte tenu de l'importance des infrastructures de transport dans la réalisation des Objectifs de Développement Durable, ces résultats suggèrent, en termes de politiques économiques, la nécessité d'un renforcement significatif des infrastructures de transport (routes, ports et aéroports) pour améliorer la participation des pays d'Afrique subsaharienne au commerce mondial. Cette stratégie devra être soutenue par des institutions solides, capables de lutter efficacement contre la corruption et de maintenir la stabilité politique dans la région.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Abdo H.M (2014), Rôle des infrastructures de transport dans la construction de l'espace ouest-africain. DOI : 10.3917/med.176.0137
2. Agénor, P. R., & Neanidis, K. C. (2011), The allocation of public expenditure and economic growth. *The Manchester School*, 79(4), 899-931.
3. Albaran, P., Carrasco, R., & Holl, A. (2013), Domestic transport infrastructure and firms' export market participation. *Small Business Economics*, 40, 879-898.
4. Amendolagine, V., Presbitero, A. F., Rabellotti, R., & Sanfilippo, M. (2019), Local sourcing in developing countries: The role of foreign direct investments and global value chains. *World Development*, 113, 73-88.
5. Arbués, P., Baños, J. F., & Mayor, M. (2015), The spatial productivity of transportation infrastructure. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 75, 166-177.
6. Artuc, E., Iootty, M., Pirlea, A. F., & Iootty De Paiva Dias, M. (2014), Export performance and geography in Croatia. *World Bank Policy Research Working Paper*, (6999).
7. Aritua, B. (2019), The rail freight challenge for emerging economies: How to regain modal share. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-1381-8
8. Aschauer, D. A. (1989), Public investment and productivity growth in the Group of Seven. *Economic perspectives*, 13(5), 17-25.
9. BAD (2010b), infrastructure Deficit and Opportunities in Africa.
10. BARRO, R. (1990), Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth, *Journal of Political Economy*, 98, 103–126.
11. Becchetti, L., & Rossi, S. P. (2000), EU and Non EU Export Performance of Italian Firms. Is There an Industrial District Effect?. In *The Competitive advantage of Industrial Districts: theoretical and empirical analysis* (pp. 127-148). Physica-Verlag HD.
12. Behar, A., Nelson, B., & Manners, P. (2009), Exports and Logistics.
13. Bensassi, S., Márquez-Ramos, L., Martínez-Zarzoso, I., & Suárez-Burguet, C. (2015), Relationship between logistics infrastructure and trade: Evidence from Spanish regional exports. *Transportation research part A: policy and practice*, 72, 47-61.
14. Bruinsma, F., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (1989), Employment impacts of infrastructure investments: A case study for the Netherlands. In K. Peschel (Ed.), *Infrastructure and the space-economy* (pp. 209–226). Berlin: Springer. doi:10.1007/978-3-642-75571-2_1

15. Button, K., & Yuan, J. (2013), Airfreight transport and economic development: An examination of causality. *Urban studies*, 50(2), 329-340
16. Chiang, M. H., & Kao, C. (2002), Nonstationary panel time series using NPT 1.3—A user guide. Center for Policy Research, Syracuse University.
17. Celbis, G., Nijkamp, P., & Poot, J. (2014), Infrastructure and trade: A meta-analysis. *Region*, 1(1), 25-64.
18. Ciżkowicz, P., Rzońca, A., & Umiński, S. (2013), The determinants of regional exports in Poland—a panel data analysis. *Post-Communist Economies*, 25(2), 206-224.
19. Coşar, A. K., & Demir, B. (2016), Domestic road infrastructure and international trade: Evidence from Turkey. *Journal of Development Economics*, 118, 232-244.
20. Donaldson, D. (2018), Railroads of the Raj: Estimating the impact of transportation infrastructure. *American Economic Review*, 108(4-5), 899-934.
21. ESCRIBANO, A., L. J. GUASCH et J. PENA (2010), Assessing the impact of infrastructure quality on firm productivity in Africa: Cross-country comparisons based on investment climate surveys from 1999 to 2005 », Document de Travail, Banque mondiale
22. Eustace, A., & M. Fay (2007), Current debates on infrastructure policy, World Bank Policy Research Working paper 4410, November.
23. Feenstra, R.C. (2004), Advanced International Trade: Theory and Evidence. Princeton University Press, Princeto
24. Foster, V., & Briceño-Garmendia, C. (2010), Africa's infrastructure: a time for transformation. World Bank.
25. Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. (2001), The spatial economy: Cities, regions, and international trade. MIT press.
26. Fujita, M., & Mori, T. (2005), Frontiers of the new economic geography. *Papers in Regional Science*, 84(3), 377-405.
27. Habib, A., Rehman, J. U., Zafar, T., & Mahmood, H. (2016), Does sustainability hypothesis hold in developed countries? A panel co-integration analysis. *Quality & Quantity*, 50, 1-25.
28. Helpman E, Krugman PR (1985), Market structure and foreign trade. Increasing returns, imperfect competition, and the international economy. MIT Press, Cambridge
29. Hoekman, B., & Nicita, A. (2010), Assessing the Doha Round: Market access, transactions costs and aid for trade facilitation. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 19(1), 65-79.

30. Iwanow, T., & Kirkpatrick, C. (2009), Trade facilitation and manufactured exports: Is Africa different?. *World Development*, 37(6), 1039-1050.
31. Kirubi, C., Jacobson, A., Kammen, D. M., & Mills, A. (2009), Community-based electric micro-grids can contribute to rural development: evidence from Kenya. *World development*, 37(7), 1208-1221.
32. Kodongo, O., & Ojah, K. (2016), Does infrastructure really explain economic growth in Sub-Saharan Africa?. *Review of Development Finance*, 6(2), 105-125
33. Krugman, P. R. (1993), What do undergrads need to know about trade?. *The American Economic Review*, 83(2), 23-26.
34. Krugman, P. (1980), Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *The American Economic Review*, 70(5), 950-959.
35. Limao, N., & Venables, A. J. (2001), Infrastructure, geographical disadvantage, transport costs, and trade. *The world bank economic review*, 15(3), 451-479.
36. Loayza, N., & Ranciere, R. (2004), financial development, financial fragility. and Growth\\$, Working Paper no WPS3431, Washington DC: World Bank.
37. Lucas. R.E. Jr. 1988. "On the Mechanics of Economic Development," forthcoming in Journal of Monetary Economics.
38. Marcket, A., & Nicolini, J. P. (2003), Recurrent hyperinflations and learning. *American Economic Review*, 93(5), 1476-1498.
39. Matthee, M., & Naudé, W. (2008), The determinants of regional manufactured exports from a developing country. *International Regional Science Review*, 31(4), 343-358.
40. Melo, P. C., Graham, D. J., & Brage-Ardao, R. (2013), The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence. *Regional science and urban economics*, 43(5), 695-706.
41. Munim, Z. H., & Schramm, H. J. (2018), The impacts of port infrastructure and logistics performance on economic growth: the mediating role of seaborne trade. *Journal of Shipping and Trade*, 3(1), 1-19.
42. N'Guessan N. (2010), Taux de fret maritime et surcharge : quelles incidences sur le commerce international et le développement des pays de l'Afrique subsaharienne ? 5ème journée du chargeur africain, Luanda, 29-30 novembr
43. Nordås, H. K., & Piermartini, R. (2004), Infrastructure and Trade. World Trade Organization–Economic Research and Statistics Division.

44. North, D. C. (1994), Institutions matter. *Economic History*, 9411004, 361.
45. Pedroni, P. (2004), Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric theory*, 20(3), 597-625.
46. Pesaran, M. H., & Smith, R. (1995), The role of theory in econometrics. *Journal of econometrics*, 67(1), 61-79.
47. Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (1997), Pooled estimation of long-run relationships in dynamic heterogeneous panels.
48. Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (1999), Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American statistical Association*, 94(446), 621-634.
49. Phillips, P. C., & Hansen, B. E. (1990), Statistical inference in instrumental variables regression with I (1) processes. *The review of economic studies*, 57(1), 99-125.
50. Pérez, A., & Wilson, J. (2010), Export performance and trade facilitation reform: Hard and soft infrastructure. The World Bank Policy Research Working Paper 5261. doi:10.1596/1813-9450-5261
51. Ram, R. (1987), Exports and economic growth in developing countries: evidence from time-series and cross-section data. *Economic development and cultural change*, 36(1), 51-72.
52. Rehman, F. U., Noman, A. A., & Ding, Y. (2020), Does infrastructure increase exports and reduce trade deficit? Evidence from selected South Asian countries using a new Global Infrastructure Index. *Journal of Economic Structures*, 9, 1-23.
53. Romer, C. D. (1986), Is the Stabilization of the Postwar Economy a Figment of the Data?. *The American Economic Review*, 76(3), 314-334.
54. Santos-Vilade, M. L., del Río-Lanza, A. B., Suárez-Álvarez, L., & Díaz-Martín, A. M. (2013), The brand management system and service firm competitiveness. *Journal of Business Research*, 66(2), 148-157.
55. Schwab, K. (2018, October), The global competitiveness report 2018. World Economic Forum.
56. Suárez-Alemán, A., Trujillo, L., & Medda, F. (2015), Short sea shipping as intermodal competitor: A theoretical analysis of European transport policies. *Maritime Policy & Management*, 42(4), 317-334.
57. Tabellini, G. (2007), Culture and institutions.
58. Utku-İsmihan, F. M. (2019), Knowledge, technological convergence and economic growth: a dynamic panel data analysis of Middle East

- and North Africa and Latin America. *Quality & Quantity*, 53(2), 713-733.
- 59. Straub, S. (2008), Infrastructure and growth in developing countries: Recent advances and research challenges. *World Bank policy research working paper*, (4460).
 - 60. Westerlund, J. (2007), Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69, 709–749.
 - 61. Zergawu, Y. Z., Walle, Y. M., & Giménez-Gómez, J. M. (2020), The joint impact of infrastructure and institutions on economic growth. *Journal of Institutional Economics*, 16(4), 481-502.