

EFFETS DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE DANS LES TRANSPORTS, DE L'URBANISATION, DES IDE ET LA CROISSANCE SUR L'EMISSION DE CO₂ DANS L'UEMOA

Par

Komlan Anani-Adjeoda BALOGAN

**Docteur en Sciences Economiques, Attaché au Laboratoire d'Analyse
Economique de Politiques Publiques, Université de Lomé-Togo.**

Résumé : Dans cette étude, nous évaluons l'effet de la consommation d'énergie dans le secteur des transports, les investissements directs étrangers (IDE), la croissance économique et l'urbanisation sur les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) dans les pays de l'Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine (UEMOA) au cours de la période 1990-2015. Elle tente également de valider l'hypothèse de la courbe de Kuznets environnementale (EKC). En utilisant les méthodes de cointégration de Pedroni et de Kao, nos résultats suggèrent une relation de cointégration entre la consommation d'énergie des transports, les IDE, l'urbanisation, la croissance et les émissions de CO₂ dans les pays de l'UELOA. L'estimation par les PMG à long terme suggère que ces variables influencent de manière significative les émissions de CO₂. La croissance économique joue un rôle plus important dans la contribution aux émissions de CO₂. Aussi, nous constatons que l'hypothèse d'EKC en forme de U inversé est validée pour les pays de l'UEMOA. Comme option politique, le contrôle de la consommation d'énergie dans le secteur des transports peut entraîner une réduction significative des émissions de CO₂. Alternativement, nous suggérons aux décideurs politiques de mettre davantage l'accent sur un système de transport efficace sur le plan énergétique et sur des politiques visant à minimiser la consommation de combustibles fossiles. Ainsi, la qualité de l'environnement peut être améliorée avec un impact moins délétère sur la croissance économique.

Mots clés : consommation dans les transports, EKC, panel, PMG, UEMO.

JEL: C23, O1, Q43, Q56

Abstract: In this study, we assess the effect of energy consumption in the transport sector, foreign direct investment (FDI), economic growth, and urbanization on carbon dioxide (CO₂) emissions in West African Economic and Monetary Union (WAEMU) countries over the period 1990-2015. It also attempts to validate the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis. Using Pedroni and Kao cointegration methods, our results suggest a cointegrating relationship between transport energy consumption, FDI, urbanization, growth and CO₂ emissions in WAEMU countries. Long-term GMP estimation suggests that these variables significantly influence CO₂ emissions. Economic growth plays a larger role in the contribution to CO₂ emissions. Thus, we find that the inverted U-shaped EKC hypothesis is validated for WAEMU countries. As a policy option, controlling energy consumption in the transport sector can lead to a significant reduction in CO₂ emissions. Alternatively, we suggest that policymakers place greater emphasis on an energy-efficient transportation system and on policies to minimize fossil fuel consumption. In this way, environmental quality can be improved with a less deleterious impact on economic growth.

Keywords: transport consumption, EKC, panel, PMG, UEMO.

1. Introduction

Selon la Division de la population des Nations Unies (2014), le monde a connu un processus d'urbanisation rapide depuis 1950. Les taux d'urbanisation diffèrent d'une région à l'autre. Cependant, l'Afrique et l'Asie sont les régions qui s'urbanisent le plus rapidement au monde et devraient être respectivement à 56 et 64 % d'ici 2050.

D'un point de vue environnemental, la région d'Afrique subsaharienne est toujours confrontée à des niveaux alarmants de pauvreté énergétique, d'inefficacité énergétique et d'externalités négatives dues au réchauffement climatique (Chakamera et Alagide de 2018), ce qui implique que la région n'a pas accordé une attention suffisante à ses préoccupations environnementales. Ces crises liées à l'énergie sont attribuées à l'augmentation des émissions de CO₂ dues à la production d'électricité et de chaleur (Salahuddin et al. 2018) et aussi à la consommation de l'énergie. Toutefois l'UEMOA n'est pas du reste.

La plupart des études empiriques telles que Martinez-Zarzoso (2008), Halicioglu (2009), Acaravci et Ozturk (2010), Saboori et Sulaiman (2012), Sadorsky (2014), et Kasman et Duman (2015) utilisent les variables de l'urbanisation et de la consommation d'énergie comme principaux déterminants de la pollution environnementale (ou des émissions de CO₂). D'une part, l'urbanisation rapide peut affecter la croissance économique, la consommation d'énergie et la dégradation de l'environnement dans les pays en développement. D'autre part, un niveau plus élevé de consommation d'énergie peut entraîner une plus grande activité économique et augmenter les émissions de CO₂. Si l'urbanisation et la consommation d'énergie provoquent une pollution environnementale importante, cela aura des implications pour les décideurs politiques (Sadorsky, 2014).

Il est également courant qu'en établissant un lien entre la consommation d'énergie et les émissions de CO₂, la plupart des études précédentes mettent l'accent sur le type d'énergie utilisé (généralement le charbon et l'électricité) et étudient la relation entre le charbon et l'électricité sur les émissions de CO₂ (Ang, 2008 ; Acaravci et Ozturk, 2010 ; Bloch et al., 2012). Le rôle des investissements directs étrangers (IDE) et la consommation d'énergie du secteur des transports sont moins étudiés, en particulier dans l'UEMOA, bien que les IDE et les secteurs des transports jouent un rôle de plus en plus important. En effet, l'augmentation des flux

d'IDE dans les pays en développement soulève une question importante, à savoir si elle a des conséquences sur l'environnement (Zeng et Eastin 2012). De même, Lean et Smyth (2010) ont fortement proposé que les futures recherches examinent l'utilisation de l'énergie et les émissions polluantes du transport routier. Le secteur des transports contribue à la part croissante des émissions (Ong et al. 2012). Ceci exige une attention urgente de la part des universitaires et des décideurs politiques pour identifier leurs sources au-delà de l'utilisation totale d'énergie.

Dans cette étude, nous tentons de valider l'hypothèse de la courbe de Kuznets environnementale (EKC) pour l'UEMOA. Malgré le volume croissant de la littérature sur l'hypothèse de l'EKC, il existe toujours des opinions contradictoires. Certaines études (Selden et Song 1994 ; Grossman et Krueger 1995 ; Cole et al. 1997) soutiennent empiriquement l'EKC, tandis que d'autres ne partagent pas la même opinion (De Bruyn et al. 1998 ; Alege et Ogundipe 2013 ; Bah et al. 2019). Notre approche dans cette étude implique une analyse des données de panel, où nous étudions la co-intégration et les relations de cause à effet entre l'urbanisation, la consommation d'énergie en mettant l'accent sur le secteur du transport et les émissions de CO₂ dans les pays de l'UEMOA de 1985 à 2015. Nous estimons les coefficients à court et à long terme dans un cadre de correction d'erreurs de panel dynamique par le Pooled Mean Group (PMG, Pesaran et al. 1999). L'estimateur PMG est basé sur le modèle ARDL (autoregressive distributed lag) (Pesaran et al. 1999). L'estimateur maintient les coefficients à long terme homogènes à travers le panel, mais les interceptions, les coefficients à court terme et les variances d'erreur peuvent varier d'un pays à l'autre.

Notre étude se concentre sur la consommation d'énergie dans le secteur des transports. Un aspect négligé ou moins étudié dans la littérature examinant les déterminants des émissions de CO₂ en Afrique Subsaharienne et en particulier dans l'UEMOA.

Le rôle du secteur des transports dans la détermination des émissions de CO₂ n'est pas disponible malgré son importance croissante. Dans ce cas, outre l'examen des émissions de CO₂ par source d'énergie (par exemple, charbon, pétrole, gaz et autres), nous adoptons une approche sectorielle pour identifier les déterminants des émissions de CO₂. La combustion de combustibles fossiles est la principale responsable des émissions de CO₂. Parmi les secteurs, le

secteur des transports est celui qui contribue le plus aux émissions deCO₂ provenant de la combustion de combustibles (Chandran et Tang, 2013).

En effet, selon les perspectives du World Energy Outlook (WEO)-2018, l'augmentation de la consommation de pétrole de l'Afrique jusqu'en 2040 est plus importante que celle de la Chine. L'analyse de l'Afrique souligne que la planification, la conception et la gouvernance des villes mondiales en croissance, les matériaux industriels qui sont utilisés dans leur construction, et les options de transport qui sont disponibles pour leurs habitants sont des questions critiques pour les perspectives mondiales. Il est essentiel de comprendre le rôle du secteur des transports dans la détermination des émissions deCO₂. La compréhension des effets de la consommation d'énergie dans les transports sur les émissions deCO₂ au niveau régional nous permet d'établir un guide politique plus spécifique et plus opérationnel à l'intention des décideurs politiques des secteurs des transports afin d'en déduire des politiques de transport appropriées.

Le reste de l'article est organisé comme suit. La deuxième section présente une brève revue de la littérature existante. La section trois décrit les sources de données et la spécification du modèle. La quatrième section traite des techniques d'estimation et de l'interprétation des résultats. Enfin, la dernière section conclut le document.

2. Aperçu de la littérature

La littérature sur l'hypothèse de l'EKC est vaste et en constante augmentation. Depuis les premiers travaux de (Selden et Song 1994 ; Grossman et Krueger 1995 ; Panayotou 1997), d'innombrables études ont été menées pour divers pays et régions. Les progrès récents des techniques empiriques et la disponibilité de données n'ont fait qu'enrichir cette littérature (Bah et al. 2019).

La croissance économique est considérée comme le principal moteur de la consommation d'énergie. Lorsque l'économie se développe, elle consomme plus d'énergie. Par conséquent, les pays dont le niveau de revenu par habitant est plus élevé ont une consommation d'énergie plus élevée par habitant. Cependant, selon l'hypothèse de la courbe de Kuznets environnementale, la consommation d'énergie augmente d'abord avec le revenu, puis diminue

lorsque le revenu atteint un certain niveau. Un autre point de vue intéressant consiste à décomposer l'impact du revenu sur la consommation d'énergie et la pollution en trois effets : l'effet d'échelle, l'effet technique et l'effet de composition (Copeland et Taylor, 2004). L'effet d'échelle fait référence au fait qu'une économie en croissance a besoin de plus d'énergie. L'effet de technique se réfère à l'invention de technologies avancées dans la production qui, à son tour, entraîne une réduction de l'intensité énergétique. L'effet de composition se réfère à la modification de la part du secteur de production à forte intensité énergétique dans le PIB. L'impact global de la croissance économique sur la consommation d'énergie dépend de l'effet qui est le plus fort et qui domine les autres.

Selon Keho (2016), les mêmes arguments s'appliquent à l'impact du commerce et des investissements directs étrangers. L'impact du commerce et des investissements étrangers sur l'énergie dépend des différences de dotations en facteurs et de politiques environnementales. Ainsi, le commerce et les IDE peuvent réduire ou augmenter la consommation d'énergie selon que le pays dispose d'un avantage comparatif dans les industries non polluantes ou polluantes. L'IDE peut être considéré comme un moyen de transférer des industries polluantes vers des pays où les réglementations environnementales sont plus laxistes. D'autre part, les IDE et le commerce peuvent permettre d'accéder à des technologies à haut rendement énergétique et à de meilleures pratiques de gestion environnementale et ainsi contribuer à une réduction significative de la consommation d'énergie (Grossman et Krueger, 1991 ; Goldemberg, 1998 ; Keller, 2004).

La croissance de la population et l'urbanisation entraînent une augmentation de la demande en énergie dans les zones urbaines. Cependant, les théories de la modernisation écologique et de la transition environnementale urbaine soulignent que l'urbanisation peut avoir des impacts à la fois positifs et négatifs sur la consommation d'énergie, l'effet net étant ambigu (Poumanyvong et Kaneko, 2010 ; Sadorsky, 2014). Une urbanisation plus importante est associée à une croissance économique plus forte qui induit un revenu par habitant plus élevé. Une économie en croissance a besoin de plus d'énergie et les consommateurs plus riches demandent des produits à forte consommation en énergie (automobiles, climatisation, réfrigérateurs, machines à laver, etc.). D'autre part, les consommateurs plus riches sont

susceptibles de se soucier davantage de l'environnement (Keho, 2016). Cela nécessite des réglementations environnementales et des innovations technologiques dans l'économie.

La littérature EKC utilise également la consommation d'énergie comme un déterminant de la pollution environnementale. Il existe des relations étroites entre la consommation d'énergie, la pollution de l'environnement et la croissance économique. La consommation d'énergie est un facteur essentiel pour le développement industriel et la croissance économique dans tous les pays. Cependant, une consommation d'énergie élevée peut entraîner des émissions de CO₂ et une pollution environnementale importantes (Halicioglu, 2009).

Narayan et al. (2010) ont examiné les relations de long terme entre la consommation d'énergie et le PIB. Ils ont constaté que la relation n'est positive que dans environ 60 % des pays considérés. Un impact positif de la croissance économique sur la consommation d'énergie a été constaté par Lee (2005) pour un groupe de 18 pays en développement dont le Kenya et le Ghana, Ang (2007) pour la France, Apergis et Payne (2010) pour les économies émergentes, Ouédraogo (2010) pour le Burkina Faso, Eggoh et al. (2011) pour un panel de 21 pays africains et Adom (2011) pour le Ghana. Esso (2010) a étudié le lien entre l'énergie et le PIB pour sept pays d'Afrique subsaharienne sur la période 1970-2007. En utilisant l'approche de Gregory et Hansen (1996) pour tester la cointégration avec le changement structurel, il a constaté que la croissance économique a un impact positif significatif à long terme sur la consommation d'énergie au Cameroun, en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Nigeria et en Afrique du Sud avant 1988 et que cet effet est négatif après 1988 au Ghana et en Afrique du Sud. Kouakou (2011) a confirmé les résultats obtenus par Esso (2010) dans le cas de la Côte d'Ivoire en utilisant des données sur la consommation d'électricité de 1971 à 2008.

Poumanyvong et Kaneko (2010) ont analysé l'impact de l'urbanisation sur les émissions de CO₂ dans un panel de 99 pays sur la période 1975-2005. En utilisant différents modèles, ils ont constaté que l'urbanisation diminue la consommation d'énergie dans les pays à faible revenu, alors qu'elle augmente la consommation d'énergie dans les pays à revenu moyen et élevé. Cependant, l'urbanisation augmente les émissions de CO₂ dans toutes les catégories de revenus. Adom et al. (2012) ont appliqué l'approche ARDL pour analyser la demande d'électricité au Ghana. Leurs résultats indiquent que le revenu, la croissance industrielle et

l'urbanisation sont les facteurs déterminants de la consommation d'énergie au Ghana. Shahbaz et Lean (2012) ont analysé la relation entre la consommation d'énergie, le développement financier, la croissance économique, l'industrialisation et l'urbanisation en Tunisie. Les résultats de l'étude ont montré que le développement financier, l'industrialisation et l'urbanisation sont positivement liés à la consommation d'énergie, surtout à long terme.

Omri et Kahouli (2014) ont rapporté des preuves d'une association positive entre les IDE et la consommation d'énergie pour un échantillon de 65 pays. Enfin, Leitaio (2015) a examiné la relation entre les IDE, la consommation d'énergie et le PIB au Portugal pour la période 1990-2011. Il a validé une relation en forme de U inversé entre la consommation d'énergie et le revenu par habitant. Il a également constaté un impact positif des IDE et des émissions de dioxyde de carbone sur la consommation d'énergie.

Il ressort clairement de la revue de la littérature mentionnée ci-dessus que l'étude du lien empirique entre les émissions de CO₂, la consommation d'énergie, l'urbanisation, les IDE et le PIB dans le contexte des pays de l'UEMOA est justifiée. En effet, les preuves de l'hypothèse du paradis de la pollution sont limitées. Aussi, les résultats des études sont peu concluants et mitigés. En outre, il semble qu'à notre connaissance, aucune étude n'a jusqu'à présent examiné les effets de la consommation d'énergie dans les transports, de l'urbanisation, des IDE et des revenus sur l'émission de CO₂ pour les pays de l'UEMOA. Cette étude comble donc cette lacune.

3. Modèle, méthodes économétriques et données

3.1 Sources de données et spécification du modèle

Notre étude se concentre sur la relation entre les émissions de CO₂ par habitant (CO₂), la consommation d'énergie par habitant pour le secteur du transport routier (CE), les IDE réels par habitant, l'urbanisation (URB), le PIB réel par habitant (PIB) et le carré du PIB réel par habitant (PIB²) pour les économies fondatrices de l'UEMOA, à savoir le Benin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée-Bissau, le Mali, le Niger, le Sénégal et le Togo. Nous utilisons les données annuelles de 1990 à 2015 extraites de la base de données de la banque mondiale (WDI 2016).

Les statistiques descriptives des variables sont présentées dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Statistiques descriptives (données de panel : 1990-2015)

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
co ₂	208	2526.838	2598.288	146.68	11838.12
ce	208	24.32839	14.65575	5.011199	59.53324
ide	208	2.083005	2.735459	-1.43854	18.38675
urbp	208	3297442	2358948	300673	1.15e+07
tcpib	208	3.709796	4.314941	-28.09998	15.37624
tcpib2	208	32.29179	65.43332	.0003003	789.6089

Source : calculs de l'auteur

3.2 Modèle empirique

En suivant les travaux de Taguchi (2012), Halkos (2003) et Twerefou et al. (2017), nous construisons un modèle de panel dynamique à partir de l'équation standard de l'EKC pour obtenir un cadre MEKC de la forme :

$$CO_{2it} = \theta_0 + \theta_1 tcPIB_{it} + \theta_2 tcPIB_{it}^2 + \theta_3 URBP_{it} + \theta_4 CE_{it} + \theta_5 IDE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Où, CO_{2it} représente l'émission du dioxyde de carbone ; CE_{it} désigne la consommation d'énergie par habitant pour le secteur du transport routier, $tcPIB_{it}$ désigne le taux de croissance du revenu réel par habitant, $tcPIB_{it}^2$ désigne le carré du taux de croissance du revenu réel par habitant, IDE_{it} désigne les investissements directs étrangers et $URBP_{it}$ représente la part de la population urbaine dans la population totale.

L'équation (1) nous permet de tester les différentes formes de relations entre la pollution et les revenus. Plus précisément :

Si $\theta_2 > 0$ et $\theta_3 = 0$; alors il existe une relation linéaire monotone croissante, indiquant que l'augmentation des revenus est associée à l'augmentation des niveaux d'émissions de CO_2 .

Si $\theta_2 < 0$ et $\theta_3 > 0$; alors il y a une relation en forme de U et,

Si $\theta_2 > 0$ et $\theta_3 < 0$; alors il y a une relation en forme de U inversé, ce qui confirme l'hypothèse de l'EKC.

4. Résultats empiriques

4.1. Technique d'estimation

Dans cette étude, les liens de causalité dynamiques entre les émissions de CO_2 , la consommation d'énergie dans le secteur des transports, les IDE et l'urbanisation sont étudiés. La stratégie économétrique comprend les étapes suivantes. La première étape consiste à analyser les propriétés de stationnarité des variables par le biais des tests de racine unitaire du panel. Si les variables ont une racine unitaire, la deuxième étape consiste à étudier la présence d'une relation de cointégration entre les variables. Si une relation de cointégration entre les variables est déterminée, la dernière étape teste les liens entre les variables et l'hypothèse de l'EKC par le biais du Pooled Mean Group (PMG, Pesaran et al. 1999).

4.2 Diagnostique des tests

Les résultats des tests de Maddala et Wu (MW, 1999) et de Pesaran (2007) sont résumés dans le tableau 2. Les résultats indiquent que les variables CO_2 , PIB et CE ne sont pas stationnaires. Cela implique que les tests de cointégration du panel peuvent être appliqués pour tester la relation à long terme entre les variables.

Tableau 2 : Résultats des tests de racine unitaire

Variables	Maddala - Wu Panel Unit Root test (MW)			Pesaran Panel Unit Root test (CIPS)		
	Specification sans trend			Specification sans trend		
	lags	chi_sq	P-value	lags	Zt-bar	P-value
lco ₂	0	2.614	1.000	0	0.572	0.284
ce	0	9.020	0.913	0	0.089	0.535
ide	0	56.086***	0.000	0	-47.29***	0.000
lurbp	0	52.57***	0.000	0	-2.644***	0.004
tcpib	0	197.437***	0.000	0	-95.52***	0.000
tcpib2	0	180.501***	0.000	0	-7.485***	0.000

Source : calculs de l'auteur. *** indique la signification au seuil de 1 %, ** au seuil de 5 % et * au seuil de 10 %.

Le tableau 3 présente les résultats du test de cointégration de Pedroni. On constate que la plupart des statistiques rejettent l'hypothèse nulle d'absence de cointégration. Ces résultats montrent qu'il existe une relation à long terme entre l'urbanisation, la consommation d'énergie dans le secteur des transports et les émissions de CO₂ dans les pays de l'UEMOA.

Tableau 3 : Résultats du test de cointégration de Pedroni

Statistiques sur les tests	Statistic	p-value
Modified Phillips-Perron t	0.2113	0.4163
Phillips-Perron t	-7.4667***	0.0000
Augmented Dickey-Fuller t	-7.3495***	0.0000

Source : calculs de l'auteur. *** indique la signification au seuil de 1 %, ** au seuil de 5 % et * au seuil de 10 %.

Le tableau 4 fait ressortir les résultats du test de cointégration de Kao (1999). On constate que la statistique du test ADF est significative, rejetant l'hypothèse nulle d'absence de cointégration. Ce résultat implique qu'il existe une relation de cointégration entre les variables. Les résultats sont conformes à ceux de Wang et al. (2014) pour 30 provinces chinoises et de Çetin et Ecevit (2015) pour les pays de l'Afrique Subsaharienne.

Tableau 4 : Résultats du test de cointégration de Kao

Statistiques sur les tests	Statistic	p-value
Modified Dickey-Fuller t	-10.1941***	0.0000
Dickey-Fuller t	-10.4894***	0.0000
Augmented Dickey-Fuller t	-6.4834***	0.0000
Unadjusted modified Dickey-Fuller t	-18.7047***	0.0000
Unadjusted Dickey-Fuller t	-11.9734***	0.0000

Source : calculs de l'auteur. *** indique la signification au seuil de 1 %, ** au seuil de 5 % et * au seuil de 10 %.

4.3 Résultats de l'estimation et discussions

Les résultats des estimations sont présentés dans le tableau 5. A long-terme, tous les coefficients sont statistiquement significatifs, avec des signes positifs pour ceux d'urbanisation, de consommation et de croissance, et négatifs pour les autres. A court-terme aucun coefficient n'est significatif statistiquement pour l'ensemble du panel. Ce qui n'est pas le cas pour certains pays du panel.

Tableau 5 : Résultats de l'estimation PMG

Dependent variable : lco ₂	Pooled mean group		
	Coef.	Std. Err.	P>z
Long-run coefficients			
lurbp	.4940736***	.1257087	0.000
ce	.0112447**	.0043977	0.011
ide	-.0447287***	.0114331	0.000
tcpib	.0351179***	.0085459	0.000
tcpib2	-.0002207*	.0005062	0.063
Error correction coefficient	-.2436788*	.1327199	0.066
Δlurbp	1.631725	5.505711	0.767
Δce	.0177988	.0124441	0.153
Δide	.0056033	.0104244	0.591
Δtcpib	-.0014864	.0108838	0.891
Δtcpib2	.0001544	.0010358	0.881
_cons	-.1129529	.3571746	0.752

Source : calculs de l'auteur. *** indique la signification au seuil de 1 %, ** au seuil de 5 % et * au seuil de 10 %.

La significativité du coefficient de la croissance économique (tcpib) prouve qu'à mesure que les pays de l'UEMOA passent par les premières étapes de leur développement, l'émission du CO₂ a tendance à augmenter. Le lien entre le développement économique et les émissions peut être clairement établi. À mesure que les économies des pays de l'UEMOA s'améliorent,

les revenus et le niveau de vie des ménages augmentent. Cela permet aux ménages d'acheter des biens, des appareils modernes et des voitures à forte intensité énergétique. Inévitablement, l'augmentation de la consommation d'énergie entraîne une hausse des émissions.

Ce résultat est conforme à ceux de Kiviyiro et Arminen (2014), Osabuohien et al. (2014), Ouoba (2017), Al-Mulali et al. (2016) qui dénote la validation de l'hypothèse de l'ECK ($tc_{pib} > 0$ et $tc_{pib}^2 < 0$) puisque ces pays adoptent les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique qui croît plus rapidement.

La consommation d'énergie dans les transports a un effet positif sur les émissions de CO_2 . Ce résultat indique que la consommation d'énergie dans les pays de l'UEMOA crée une dégradation de l'environnement. Ce résultat est susceptible de se produire parce que cette consommation d'énergie est dominée par la consommation d'énergie non renouvelable qui est une source d'émission de CO_2 (Chandran et Tang, 2013).

La sagesse conventionnelle pourrait suggérer qu'avec l'assouplissement des normes environnementales dans les pays en développement, les IDE pourraient promouvoir les émissions de CO_2 dans leur ensemble (Pao et Tsai 2011). Cependant, le rôle des IDE peut également être inversé lorsque ceux-ci introduisent des technologies à faible teneur en carbone qui, en retour, réduisent les émissions de CO_2 dans leur ensemble ou lorsque leurs flux se concentrent sur les secteurs des services. Dans une note similaire, Zeng et Eastin (2012), Chandran et Tang (2013) ont constaté que, dans l'ensemble, les flux d'IDE dans les pays en développement favorisent une meilleure prise de conscience environnementale.

L'urbanisation rapide a renforcé l'importance des zones urbaines. Le développement urbain rapide, en dépit d'une conjoncture économique incontestablement positive et les effets sociaux sur la vie des individus, génère également une demande accrue en matière de transport, de services publics et d'autres services.

La demande accrue de produits exerce une pression croissante sur les ressources naturelles (Kasman et Duman 2015 ; Rafiq et al. 2016 ; Dogan et Turkekul 2016). Ainsi, la croissance rapide de l'urbanisation a généré des externalités négatives, notamment la pollution de l'air, les émissions de gaz à effet de serre, les problèmes de santé et la contamination de l'eau dans

la région. Selon un rapport de l'ONU-HABITAT (2010), l'Afrique subsaharienne connaît la plus forte croissance de l'urbanisation en raison d'une plus forte croissance démographique et de l'exode rural, et selon une estimation approximative, la population urbaine de l'Afrique subsaharienne doublera d'ici 2030 (ONU-HABITAT 2010).

En fait, pour les économies en développement, la croissance économique est une nécessité qui entraîne une augmentation de la demande d'énergie considérée comme inévitable pour répondre aux besoins fondamentaux d'une population croissante. En outre, ces économies négligent les effets néfastes de la consommation d'énergie non renouvelable en raison de l'absence de conception de politiques spécifiques (Tamazian et al. 2009 ; Fodha et Zaghdoud 2010).

5. Conclusion et implications politiques

Cette étude examine les liens dynamiques entre les émissions deCO₂, la consommation d'énergie du transport routier, l'urbanisation, les IDE et la croissance économique. Cette étude utilise l'approche de cointégration des panels de Pedroni et Kao pour tester la relation de long terme entre les variables. Cela suggère qu'il existe une relation de long terme entre les variables et les émissions de CO₂ et que la politique visant à atteindre l'engagement ciblé deCO₂ dans l'UEMOA, devrait tenir compte des questions de consommation d'énergie routière, des types d'entrées d'IDE, de l'urbanisation ainsi que de la croissance économique.

L'étude utilise la méthode des PMG pour déterminer les relations dynamiques entre ces variables. Les résultats fournissent la preuve empirique que la consommation d'énergie dans les transports, les IDE, la croissance économique et l'urbanisation sont les principaux déterminants de la qualité de l'environnement dans les pays de l'UEMOA. Afin de réduire les émissions deCO₂, une série de mesures devraient être prises en considération par les décideurs politiques.

L'UEMOA a un grand potentiel pour attirer les investissements étrangers dans la production de matières premières pour biocarburants et de cultures destinées aux biocarburants, car la région est dotée de prairies et de forêts. De nombreuses entreprises étrangères négocient depuis un certain temps déjà des accords avec certains pays d'Afrique subsaharienne pour

l'acquisition de terres destinées à la production de matières premières pour biocarburants et de cultures pour biocarburants. Les biocarburants et le biogaz sont des sources d'énergie renouvelables à base de carbone très efficaces. Le biocarburant liquide peut être utilisé dans le secteur des transports et réduire ainsi les émissions de CO₂.

Ils peuvent contrôler l'urbanisation et la consommation d'énergie afin d'améliorer la qualité de l'environnement, en parvenant à un niveau d'urbanisation modéré et planifié.

Aussi, la promotion de l'utilisation de véhicules plus efficaces sur le plan énergétique, voire de véhicules hybrides, est importante pour réduire les émissions de CO₂ dans ces pays. La réduction de l'intensité énergétique du secteur des transports peut également nécessiter que les gouvernements promeuvent et investissent dans les transports publics. De nouveaux investissements dans la modernisation et l'entretien des routes sont nécessaires.

In fine orienter les IDE vers les secteurs des services, principalement les services financiers.

Références

- Acaravci, A., et Ozturk, I. (2010). On the relationship between energy consumption, CO₂ emissions and economic growth in Europe. *Energy*, 35, 5412-5420.
- Adom, P. K. Bekoe, W., Akoena, S. K., (2012). Modelling aggregate domestic electricity demand in Ghana : an autoregressive distributed lag bounds cointegration approach. *Energy Policy*, 42, 530–537.
- Adom, P. K. (2011). Electricity consumption–economic growth nexus : the Ghanaian case. *Int. J. Energy Econ. Policy* 1(1), 18–31.
- Alege, P. O. et Ogundipe, A. A. (2013). Environmental quality and economic growth in Nigeria : A fractional cointegration analysis. *International Journal of Development and Sustainability*, 2(2), 580–596.
- Al-Mulali, U., Solarin, S. A. et Ozturk, I. (2016). Investigating the presence of the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis in Kenya : An autoregressive distributed lag (ARDL) approach. *Natural Hazards*, 80(3), 1729–1747.
- Ang, J. B. (2008). Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia. *Journal of Policy Modeling* ; 30 : 271–8.
- Ang, J. B. (2007). CO₂ emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy* ; 35 :4772–8.
- Apergis, N. et Payne, J. E. (2010). The causal dynamics between coal consumption and growth : evidence from emerging market economies. *Appl. Energy*, 87, 1972–1977.
- Bah, M.M., Abdulwakil, M.M. et Azam, M. Income heterogeneity and the Environmental Kuznets Curve hypothesis in Sub-Saharan African countries. *GeoJournal* 85, 617–628 (2020).
- Bloch, H., Rafiq, S., Salim, R. (2012). Coal consumption, CO₂ emission and economic growth in China : empirical evidence and policy responses. *Energy Economics* ; 34 : 518–28.
- Çetin, M. et Ecevit, E. (2015). Urbanization, Energy Consumption and CO₂ Emissions in Sub-Saharan Countries : A Panel Cointegration and Causality Analysis. *Journal of Economics and Development Studies*, June 2015, Vol. 3, No. 2, pp. 66-76.

- Chakamera, C et Alagidede, P (2018). Electricity crisis and the effect of CO₂ emissions on the infrastructure-growth nexus in Sub Saharan Africa.
- Chandran, V. G. R. et Tang, C. F. (2013). The impacts of transport energy consumption, foreign direct investment and income on CO₂ emissions in ASEAN-5 economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24(2013), 445–453.
- Cole, M. A., Rayner, A. J., et Bates, J. M. (1997). The Environmental Kuznets Curve : An empirical analysis. *Environment and development economics*, 2(4), 401–416.
- Copeland, B. R. et Taylor, M. S. (2004). Trade, growth, and the environment. *J. Econ. Lit.* 42 (1), 7–71.
- De Bruyn, S. M., van den Bergh, J. C. J. M., et Opschoor, J. B. (1998). Economic growth and emissions : Reconsidering the empirical basis of Environmental Kuznets Curves. *Ecological Economics*, 25(2), 161–175.
- Dogan, E., et Turkekul, B. (2016). CO₂ emissions, real output, energy consumption, trade, urbanization and financial development : Testing the EKC hypothesis for the USA. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1203–1213.
- Eggoh, J. C., Bangake, C. et Rault, C. (2011). Energy consumption and economic growth revisited in African countries. *Energy Policy*, 39 (11), 7408–7421.
- Esso, L. J. (2010). Threshold cointegration and causality relationship between energy use and growth in seven African countries. *Energy Econ*, 32 (6), 1383–1391.
- Fodha, M. et Zaghdoud, O. (2010). Economic growth and pollutant emissions in Tunisia : an empirical analysis of the environmental Kuznets curve. *Energy Policy*, 38(2) :1150–1156.
- Goldemberg, J. (1998). Leapfrog energy technologies. *Energy Policy*, 26 (10), 729–741.
- Gregory A.W. et Hansen B. E. (1996) Residual-based Tests for cointegration in Models with Regime Shifts. *J. Econometrics* 70 (1), 99-126.
- Grossman, G. M. et Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement*. In P. Garber, (Ed), *The US-Mexico Free Trade Agreement*. Cambridge, MA : MIT Press.

- Grossman, G. M., et Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377.
- Halicioglu, F. (2009). An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37, 1156-1164.
- Halkos, G.E. (2003). Environmental Kuznets Curve for sulphur: evidence using GMM estimation and random coefficient panel data models. *Environment and Development Economics*, 8 (4), 581-601.
- IEA. World energy outlook 2010. Paris : International Energy Agency ; 2010.
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, 90, 1–44.
- Kasman, A. et Duman, Y. S. (2015). CO₂ emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries : A panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97-103.
- Keho, Y. (2016). What drives energy consumption in developing countries ? The experience of selected African countries. *Energy Policy*, 91(2016), 233–246.
- Keller, W. (2004). International technology diffusion. *J. Econ. Lit.* 42, 752–782.
- Kiviyiro, P. et Arminen, H. (2014). Carbon dioxide emissions, energy consumption, economic growth, and foreign direct investment : Causality analysis for Sub-Saharan Africa. *Energy*, 74, 595–606.
- Kouakou, A. (2011). Economic growth and electricity consumption in Cote d’Ivoire : evidence from time series analysis. *Energy Policy*, 39 (6), 3638–3644.
- Lean, H. H et Smyth, R. (2010). CO₂ emissions, electricity consumption and output in ASEAN. *Applied Energy* ; 87 :1858–64.
- Lee, C. - C. (2005). Energy consumption and GDP in developing countries : a cointegrated panel analysis. *Energy Econ.* 27 (3), 415–427.
- Leitao, N. C. (2015). Energy consumption and foreign direct investment : a panel data analysis for Portugal. *Int. J. Energy Econ. Policy*, 5 (1), 138–147.

- Maddala G. S et Wu, S. A. (1999). Comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxf Bull Econ Stat* ; 61(S1) : 631–52.
- Martinez-Zarzoso, I. (2008). The impact of urbanization on CO₂ emissions : Evidence from developing countries. *CESifo Working Paper*, No. 2377, 1-30.
- Narayan, P. K., Narayan, S. et Popp, S. (2010). A note on the long-run elasticities from the energy consumption–GDP relationship. *Appl. Energy*, 87(3), 1054–1057.
- Omri, A. et Kahouli, B. (2014). Causal relationships between energy consumption, foreign direct investment and economic growth : fresh evidence from dynamic simultaneous-equations models. *Energy Policy*, 67, 913–922.
- Ong, H. C., Mahlia, T. M., Masjuki, H. H. (2012). A review on energy pattern and policy for transportation sector in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* ; 16 : 532–42.
- Osabuohien, E. S., Efobi, U. R., et Gitau, C. M. W. (2014). Beyond the Environmental Kuznets Curve in Africa : Evidence from panel cointegration. *Journal of Environmental Policy et Planning*, 16(4), 517–538.
- Ouédraogo, I. (2010). Electricity consumption and economic growth in Burkina Faso : a cointegration analysis. *Energy Econ.* 32 (3), 524–531.
- Ouoba, Y. (2017). CO₂ emissions and economic growth in the West African Economic and Monetary Union (WAEMU) Countries. *Environmental Management and Sustainable Development*, 6(2), 174–197.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve : turning a black box into a policy tool. *Environ Dev Econ*, 2(4) : 465–484.
- Pao H-T et Tsai C-M (2011). Multivariate Granger causality between CO₂ emissions, energy consumption, FDI (foreign direct investment) and GDP (gross domestic product) : evidence from a panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) countries. *Energy* ; 36 : 685–93.
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61, 653-670.

- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *J Appl Econ*, 22 :265–312
- Poumanyong, P., et Kaneko, S. (2010). Does urbanization lead to less energy use and lower CO₂ emissions ? A cross-country analysis. *Ecological Economics*, 70, 434-444.
- Poumanyong, P., Kaneko, S., et Dhakal, S. (2012). Impacts of urbanization on national transport and road energy use : Evidence from low, middle and high income countries. *Energy Policy*, 46, 268-277.
- Rafiq, S., Salim, R. et Nielsen, I. (2016). Urbanization, openness, emissions, and energy intensity : a study of increasingly urbanized emerging economies. *Energy Econ*, 56 :20–28.
- Saboori, B., et Sulaiman, J. M. (2012). Economic growth and CO₂ emissions in Malaysia : A cointegration analysis of the environmental Kuznets curve. *Energy Policy*, 51, 184-191.
- Sadorsky, P. (2014). The effect of urbanization on CO₂ emissions in emerging economies. *Energy Economics*, 41, 147-153.
- Salahuddin, M., Ali, M. I., Vink, N. et Gow, J. (2018). The effects of urbanization and globalization on CO₂ emissions : evidence from the Sub-Saharan Africa (SSA) countries. *Environ Sci Pollut Res*, 26, 2699–2709.
- Selden, T. M. et Song, D. (1994). Environmental quality and development : is there a Kuznets Curve for air pollution emissions ? *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147–162.
- Shahbaz, M. et Lean, H. H. (2012). Does financial development increase energy consumption ? The role of industrialization and urbanization in Tunisia. *Energy Policy*, 40, 473–479.
- Taguchi, H. (2012). The Environmental Kuznets Curve in Asia : The Case Of Sulphur And Carbon Emissions. *Asia-Pacific Development Journal*, 19(2) : 77 – 92.
- Tamazian, A., Chousa, J. P. et Vadlamannati, K. C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation : evidence from BRIC countries. *Energy Policy*, 37(1) : 246–253.

The World Bank. World Development Indicators. Washington, DC ; 2015. / <http://data.worldbank.org/datacatalog/world-development-indicators>.

Twerefou DK, Danso-Mensah K, Bokpin GA (2017) The environmental effects of economic growth and globalization in Sub-Saharan Africa : a panel general method of moments approach. *Res Int Bus Financ*, 42 :939–949.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). World Urbanization Prospects : The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352).

UN-HABITAT (2010). State of the World's cities report. UN-HABITAT, Nairobi.

Wang, S., Fang, C., Guan, X., Pang, B., et Ma, H. (2014). Urbanisation, energy consumption, and carbon dioxide emissions in China : A panel data analysis of China's provinces. *Applied Energy*, 136, 738-749.

Zeng, K. et Eastin, J. (2012). Do developing countries invest up ? The environmental effects of foreign direct investment from less-developed countries. *World Development* ; 40 : 2221–33.