

## URBANISATION ET EMISSION DE CO<sub>2</sub> EN AFRIQUE : QUEL ROLE POUR LA GOUVERNANCE ?

### Urbanisation and CO<sub>2</sub> emissions in Africa: Do governance matter?

**CHEIKH TIDIANE NDOUR<sup>1</sup>**

Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Sciences Économiques et de Gestion  
Département d'Économie, Sénégal  
cheikht.ndour@ucad.edu.sn ; cheikhtidjanendour@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-2080-4295>

**Abstract :** This paper determines how good governance complements or counteracts urbanisation in the fight of environmental degradation, including the reduction of CO<sub>2</sub> emissions, for 45 African countries over the period 2000–2014. Governance is measured through the six dimensions of the Kaufman governance indicators. Urbanisation is assessed by the urbanisation rate, which refers to the urban population as a proportion of the total population. The empirical evidence is based on the two-stage generalized method of moments (GMM), which eliminates simultaneity bias and considers cross-country variations. Overall, the results show that good governance has a significant effect on reducing CO<sub>2</sub> emissions. It is a means to mitigate the potential effect of urbanisation on environmental degradation. The results recommend that governance must be considered in urbanisation policies to achieve a clean environment.

**Keywords :** CO<sub>2</sub> emissions, governance, urbanization, GMM model.

**Résumé :** Cet article détermine comment la bonne gouvernance complète ou contrecarre l'urbanisation dans la lutte contre la dégradation de l'environnement notamment la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> pour 45 pays d'Afrique au cours de la période 2000–2014. La gouvernance est mesurée à travers les six dimensions des indicateurs de gouvernance de Kaufman. L'urbanisation est évaluée par le taux d'urbanisation se rapportant à la population en milieu urbain par rapport à la population totale. Les preuves empiriques sont basées sur la méthode des moments généralisés (MMG) en deux étapes qui élimine le biais de simultanéité et prend en compte les variations entre les pays. Les résultats montrent dans

<sup>1</sup> BP 5005 Dakar-Fann, Sénégal.

l'ensemble que la bonne gouvernance a un effet significatif sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Il est un moyen permettant d'atténuer l'effet potentiel de l'urbanisation sur la dégradation de l'environnement. Les résultats recommandent la prise en compte de la gouvernance dans les politiques d'urbanisation pour un environnement propre.

**Mots-clés :** émissions CO<sub>2</sub>, gouvernance, urbanisation, modèle MMG.

**JEL classification :** C33, G30, Q50, O55, O18.

## Introduction

Une forte urbanisation, une croissance économique rapide et des émissions de CO<sub>2</sub> élevées sont caractéristiques du continent africain. A l'heure actuelle, il regroupe sept des dix pays à la croissance la plus rapide du monde (Asongu & Rangan, 2016). La moitié de sa population vit dans des zones urbaines et les prévisions tablent sur un taux d'urbanisation de ratio 75% à l'horizon 2050 (Nations Unies, 2017). Ce fort dynamisme de l'urbanisation, qui dans la littérature s'explique par des politiques macroéconomiques élaborées au niveau national, le rôle du secteur privé et des administrations municipales, a pour conséquence la dégradation de l'environnement (Hossain, 2011). Dans le monde entier, les zones urbaines sont responsables de 71% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie. Ce pourcentage passera à 76% d'ici 2030 (Agence Internationale de l'Énergie, 2010). En Afrique, le modèle d'urbanisation qui sied est contraire aux exigences d'une économie verte et à faible émission de carbone. Ainsi, une bonne gouvernance ou une bonne planification de l'urbanisation est devenue nécessaire pour limiter les émissions de CO<sub>2</sub>.

Pour comprendre l'évolution des émissions de carbone, nombreuses sont les études qui ont cherché à analyser les facteurs les plus déterminants (Harbaugh, Levinson, & Wilson, 2000 ; Panayotou, Peterson, & Sachs, 2000). Le modèle de base de l'ensemble de ces travaux au sein de la littérature est la vérification de l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznets (Holtz-Eakin & Selden, 1995 ; Diao, Zeng, Tam, & Tam, 2009 ; Heil & Selden, 2001 ; Galeotti & Lanza, 1999 ; Akbostanci, Turut-Asi, & Tunc, 2009 ; He & Richard, 2010). Ce modèle est basé sur une relation en sens inverse entre les émissions de CO<sub>2</sub> et le niveau de développement. Un autre axe de recherche prenant en compte les relations entre la consommation d'énergie, la pollution environnementale, l'urbanisation, l'éducation, le commerce international et la croissance économique s'est ajouté à celle déjà existante sur la courbe de Kuznets (Jumbe, 2004 ; Ang, 2007 ; Odhiambo, 2009a,b ; Apergis & Payne, 2009 ; Ndour & Faye, 2021 ; Menyah & Wolde-Rufael, 2010 ; Ozturk & Acaravci, 2010 ; Bölük & Mehmet, 2015 ; Mehrara, 2007 ; Esso, 2010). Plus récemment, la littérature sur la durabilité de l'environnement s'est focalisée sur la décomposition des inégalités dans les émissions de CO<sub>2</sub> (Chen,

Cheng, & Song, 2017), la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et énergies renouvelables (Marcantonini & Valero, 2017), les implications économiques de la mise en œuvre de programmes sur l'efficacité énergétique (Martinez, Marti-Herrero, Villacis, Riofrio, & Vaca, 2017) et le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> dans un cadre à valeur ajoutée (Xu, Mu, & Wang, 2017).

Se limiter à ces facteurs cités précédemment pour comprendre la dynamique des émissions de CO<sub>2</sub> limite toute la portée de la bonne gouvernance. Une gouvernance forte est un moyen efficace de lutte contre la dégradation de l'environnement et une utilisation durable des ressources (Hosseini & Kaneko, 2013 ; Bernauer & Koubi, 2009 ; Samimi, Ahmadpour, & Ghaderi, 2012 ; Abid, 2016 ; Abdala, 2008). Cependant, très peu d'études ont examiné le rôle que peut jouer la gouvernance dans la sauvegarde de l'environnement (Halkos, Sundström, & Tzeremes, 2015 ; Halkos & Tzeremes, 2013 ; Lameira, Walter, Harris, & Roberto, 2016 ; Zhang, Jin, Chevallier, & Shen, 2016). Plusieurs indicateurs se rapportant à la gouvernance sont utilisés : la responsabilité, la qualité du service, l'indice de corruption, les droits civils et les libertés politiques (Dutt, 2009).

Une limite des études est qu'elles ne prennent pas en compte la complémentarité pouvant exister entre la gouvernance et l'urbanisation dans la lutte pour la sauvegarde de l'environnement. Elles omettent de considérer une variable d'instrument que les politiques peuvent manipuler pour contrecarrer l'effet positif d'une urbanisation non maîtrisée sur la dégradation de l'environnement. Pour toutes ces raisons, les conclusions basées sur les facteurs qui déterminent les émissions de CO<sub>2</sub> sont limitées si les décideurs politiques ne disposent pas d'outils permettant de réduire les émissions de carbone. La présente étude comble cette lacune en utilisant la gouvernance comme variable d'instrument dès lors qu'au sein de la littérature l'effet conditionnel de la gouvernance sur l'urbanisation n'a pas fait l'objet d'études. Il est important d'expliquer pourquoi l'urbanisation et la gouvernance sont liées au développement durable et aux changements climatiques. La présente étude évalue la façon dont une urbanisation maîtrisée, accompagnée d'une bonne gouvernance, peut être utile à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> à travers un panel de pays africains sur la période 2000–2014. L'intuition est que l'urbanisation maîtrisée et intelligente est apte à faire réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.

Le reste de l'étude est structuré comme suit. La section 1 procède à une revue succincte de la littérature. La section 2 décrit les données et la méthodologie. Les résultats empiriques sont présentés à la section 3.

## 1. Revue de la littérature

Le lien entre la gouvernance, l'urbanisation et les émissions de CO<sub>2</sub> a été examiné séparément au sein de la littérature. L'effet d'interaction entre la gouvernance

et l'urbanisation sur les émissions de CO<sub>2</sub> n'a jusqu'ici pas fait l'objet d'études. En ce qui concerne l'effet de la gouvernance sur les émissions, très peu d'études ont été réalisées (Tamazian & Bhaskara Rao, 2010 ; Halkos & Tzeremes, 2013 ; Lameira et al., 2016 ; Zhang et al., 2016). Plusieurs indicateurs ayant tous des effets sur les émissions ont été utilisés dans les études empiriques. Les dimensions de la qualité des institutions prennent en compte la responsabilité, la qualité du service, l'indice de corruption, les droits civils et les libertés politiques (Dutt, 2009). Il est bien documenté qu'une meilleure gouvernance environnementale est de nature à assurer une bonne protection de l'environnement et aide à une utilisation durable des ressources (Samimi et al., 2012). Ainsi, la qualité institutionnelle joue un rôle important dans la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> en influençant directement ou indirectement les émissions de CO<sub>2</sub> (Abid, 2016). Par exemple les facteurs démocratiques sont liés à la qualité de l'environnement car les gouvernements démocratiques améliorent la qualité de l'environnement grâce à des systèmes de réglementation environnementale efficaces, peut-être en raison de la sensibilisation des citoyens et des organisations qui s'inquiètent des questions écologiques (Almeida & García-Sánchez, 2017). En outre, Tamazian et Bhaskara Rao (2010) ont examiné le rôle de la qualité institutionnelle pour l'environnement, et une bonne gouvernance environnementale est utile pour maintenir l'utilisation durable des ressources (Lameira et al., 2016). Enfin quant à la variable corruption qui est aussi une mesure de la bonne gouvernance, elle influence directement et indirectement la qualité de l'environnement par l'affaiblissement et par la création de comportement de recherche de rente, de la performance des institutions et crée des obstacles à la mise en œuvre efficace car elle affaiblit la performance des institutions (Zhang et al., 2016 ; Wang, Zhang, & Wang, 2018).

Pour ce qui est de l'urbanisation, le point de départ de la revue théorique repose sur la théorie de la modernisation écologique montrant comment l'urbanisation est un processus de la transformation. À mesure que les sociétés évoluent (faible développement à développement intermédiaire), la croissance économique prime sur la durabilité environnementale. Lorsque les sociétés sont dans des niveaux de développement supérieurs, les dommages environnementaux deviennent plus importants et les sociétés cherchent des moyens de durabilité environnementale. Ainsi, les effets négatifs de la croissance sur l'environnement peuvent être réduits par l'innovation technologique, l'urbanisation et le passage d'une économie manufacturière à une économie de services (Gouldson & Murphy, 1997 ; Mol & Spaargaren, 2000).

Dans la littérature empirique, la relation entre l'urbanisation et les émissions de CO<sub>2</sub> donne des résultats mitigés : l'effet pouvant être positif (Baltagi & Li 2002 ; Sadorsky, 2014 ; Kasman & Duman, 2015), négatif (Sharma, 2011 ; Al-Mulali, Che, & Fereidouni, 2012), ou sans relation significative (Rafiq, Salim, & Nielsen, 2016). Au-delà de la relation linéaire, nombreux sont les auteurs qui soulignent que le lien

peut être non linéaire et pourrait prendre les formes d'un U inversé (Wang, Zhang, Kubota, Zhu, & Chen, 2015 ; Martínez-Zarzoso & Maruotti, 2011) et d'un effet de seuil (Cao, Wei, & Chen, 2016). L'hypothèse non linéaire soutient qu'il existe une relation en forme de U inversé entre l'urbanisation et les émissions de CO<sub>2</sub>. En effet, c'est dans la phase initiale d'urbanisation caractérisée par une forte expansion de la construction d'infrastructures qu'est constatée une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> et lors des étapes ultérieures de l'urbanisation ou la qualité prime que les émissions de CO<sub>2</sub> seront réduites.

## 2. Données et méthodologie

### 2.1. Données et sources

Cette étude examine un panel de 45 pays d'Afrique avec des données des indicateurs de développement de la Banque mondiale pour la période 2000–2014 (voir tableau 1 pour la liste des pays). La variable dépendante est représentée par les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant. Dans la littérature, quatre types d'indicateurs sont couramment utilisés pour mesurer la dégradation de l'environnement. Il s'agit

**Tableau 1. Liste des pays**

Algérie	Gambie	Nigéria
Angola	Ghana	Rwanda
Benin	Guinée	Sénégal
Botswana	Kenya	Seychelles
Burkina	Lesotho	Sierra Leone
Burundi	Liberia	Afrique du sud
Cap Vert	Libye	Soudan
Cameroun	Madagascar	Tanzanie
Centre Afrique	Malawi	Togo
Comores	Mali	Tunisie
RDC	Mauritanie	Uganda
Congo	Maurice	Zambie
Cote d'Ivoire	Maroc	Zimbabwe
Egypte	Mozambique	
Ethiopie	Namibie	
Gabon	Niger	

Source : Élaboration propre.

des émissions par habitant, de l'intensité de la pollution, de la concentration et des émissions totales. Pour des données en panel, l'indicateur de CO<sub>2</sub> le plus couramment utilisé est de loin celui des émissions par habitant (Panayotou et al., 2000 ; Heil & Selden, 2001 ; Holtz-Eakin & Selden, 1995 ; Moomaw & Unruh, 1997). Pour la protection de l'environnement, un signe négatif d'une variable exogène sur la

**Tableau 2. Définition des variables**

Variables	Signes	Définition des variables (mesures)	Sources
CO <sub>2</sub> per capita	CO <sub>2</sub>	émissions de CO <sub>2</sub> (metric tons per capita)	Banque Mondiale
Urbanisation	urb	pourcentage de la population vivant en milieu urbain	Banque Mondiale
GDP per capita	GDP-pc	produit intérieur brut par habitant	Banque Mondiale
Valeur ajoutée Services	VAS	pourcentage de la valeur ajoutée du secteur des services sur la valeur ajoutée globale de l'économie	Banque Mondiale
Ouverture commerciale	Com	importation plus exportation sur le PIB (% du PIB)	Banque Mondiale
Croissance population	POpgr	croissance de la population (annuelle %)	Banque Mondiale
Efficacité du gouvernement	GE	la mesure de la qualité de la perception des services publics, et le degré d'absence des pressions politiques, la qualité de la formulation des politiques et la crédibilité de l'engagement du gouvernement à l'égard de ces politiques	Banque Mondiale
Stabilité politique	SP	mesure les perceptions de la probabilité que l'e gouvernement sera déstabilisé ou renversé par moyens institutionnels ou violents, y compris la violence familiale et le terrorisme	Banque Mondiale
Contrôle de la Corruption	CC	la corruption montre le degré de perception du public le pouvoir à des fins privées ; elle comprend à la fois des formes mineures et majeures de corruption, ainsi que des élites et des intérêts privés ; contrôle de la corruption contribue à réglementer la politique environnementale	Banque Mondiale
Lois et règlement	LR	capture les perceptions de la mesure dans laquelle les agents ont confiance et respectent les règles de la société, les droits de propriété, la qualité de la police et des tribunaux, et les possibilités de criminalité et violence	Banque Mondiale
Qualité de la réglementation	QR	la capacité du gouvernement de réglementer et d'appliquer des politiques saines qui permettent et améliorent le développement du secteur privé	Banque Mondiale
Voix citoyenne et responsabilité	VA	accomplir les perceptions des citoyens sur la mesure dans laquelle ils participent à la sélection du gouvernement, à la liberté d'expression, à la liberté d'association et à l'indépendance des médias	Banque Mondiale

Source : Élaboration propre.

variable de résultat indique des conditions favorables à la durabilité. Pour mesurer la robustesse des résultats la variable dépendante liée aux émissions totales de CO<sub>2</sub> a été utilisée. L'urbanisation est mesurée par le taux d'urbanisation. Le choix de la variable urbanisation est compatible avec la littérature récente (Liu, Zhang, & Bae, 2017 ; Al-Mulali & Ozturk, 2015 ; Bekhet & Othman, 2017 ; Shahbaz, Loganathan, Muzaffar, Ahmed, & Jabran, 2016 ; Lin, Zhao, & Marinova, 2009 ; Zhou, Zhang, & Li, 2013). La variable gouvernance est mesurée par les six dimensions de Kaufman.

Quatre variables de contrôle sont utilisées afin d'éviter le biais d'omission variable. Elles comprennent : le produit intérieur brut par habitant (PIB/habitant), la valeur ajoutée du secteur tertiaire en pourcentage du PIB, le commerce et la croissance de la population. Alors que nous devons intuitivement s'attendre à ce que la première variable influence positivement les émissions de CO<sub>2</sub>, le reste des variables devrait avoir l'effet inverse. Toutefois, les signes attendus peuvent dépendre de l'influence de caractéristiques propres à chaque pays qui ne sont pas prises en compte dans la spécification de la méthode des moments généralisés (MMG). Le tableau 2 fournit la définition des variables.

Le tableau 3 présente les statistiques descriptives de l'étude. La moyenne des émissions est de 1,141. La plus forte valeur en termes d'émissions par habitant parmi les pays d'Afrique est observée en Lybie (9,383) et la RDC a les émissions les plus faibles (0,0163). Le Gabon a le taux d'urbanisation le plus élevé (87,651%) et le Burundi le plus bas (8,246). Pour ce qui est des indicateurs de gouvernance, Botswana a la valeur la plus importante pour le contrôle de corruption (1,216), Maurice pour l'efficacité du gouvernement (1,056), la qualité de la réglementation (1,127), l'État de droit (1,077) et la voix citoyenne et la responsabilité (0,982) et

**Tableau 3. Résumé statistiques**

Variable	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum	Observations
CO <sub>2</sub>	1,141	1,916	0,016	9,383	630
Urb	40,358	16,987	8,246	87,651	630
gdpc	2248,062	2693,42	194,873	12850,49	630
Com	72,784	37,794	20,505	311,354	630
VAS	46,034	9,934	12,490	77,020	630
Popgr	2,362	0,94	-2,628	5,604	630
CC	-0,591	0,592	-1,617	1,216	630
GE	-0,665	0,602	-1,884	1,056	630
SP	-0,528	0,904	-2,699	1,282	630
QR	-0,613	0,584	-2,236	1,127	630
LR	-0,622	0,625	-2,008	1,077	630
VA	-0,557	0,683	-1,982	0,982	630

Source : Calcul à partir des données de la Banque Mondiale.

Seychelles pour la stabilité politique (1,282). Les valeurs les plus faibles pour les mêmes indicateurs sont respectivement observées pour la Libye (-1,617), la RDC (-1,884), la Centre Afrique (-2,699), le Zimbabwe (-2,236), le Libéria (-2,008) et la Libye (-1,982).

## 2.2. Modèle

Fondamentalement pour quatre raisons, ce papier adopte l'approche d'estimation des MMG en deux étapes. Premièrement, par un processus d'instrumentation ainsi que par l'utilisation de variables invariantes dans le temps, elle traite le biais de simultanéité des variables. Deuxièmement, avec l'estimateur système, elle corrige les biais inhérents à l'estimateur de différence (Asongu & Nwachukwu, 2016a). Troisièmement, étant donné que l'approche MMG est compatible avec une structure de données de panel, les régressions prennent en compte les variations entre pays. Quatrièmement, la variable d'émission de CO<sub>2</sub> est persistante parce que ses coefficients de corrélation avec le décalage d'ordre 1 sont tous supérieurs ou proches au seuil de base de 0,8.

Les équations suivantes de niveau (1) et de première différence (2) résument la procédure d'estimation des MMG :

$$\begin{aligned} CO_{2i,t} = & \delta_0 + \delta_1 CO_{2i,t-\tau} + \delta_2 Urb_{i,t} + \delta_3 Gouv_{i,t} + \delta_4 UrbGouv_{i,t} + \\ & + \delta_h \sum_{h=1}^6 W_{h,i,t-\tau} + \gamma_t + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} CO_{2i,t} - CO_{2i,t-\tau} = & \\ = & \delta_0 + \delta_1 (CO_{2i,t-\tau} - CO_{2i,t-2\tau}) + \delta_2 (Urb_{i,t} - Urb_{i,t-\tau}) + \\ & + \delta_3 (Gouv_{i,t} - Gouv_{i,t-\tau}) + \delta_4 (UrbGouv_{i,t} - UrbGouv_{i,t-\tau}) + \\ & + \delta_h \left( \sum_{h=1}^6 W_{h,t-\tau} - W_{h,t-2\tau} \right) + (\gamma_t - \gamma_{t-\tau}) + (\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-2\tau}) \end{aligned} \quad (2)$$

Où  $Co_{2,x0000}$  est un indicateur des émissions du pays  $i$  à la période  $t$ ,  $\delta$  est une constante,  $Urb$  représente l'urbanisation,  $Gouv$  est la gouvernance qui est représentée par les six dimensions de l'indicateur de Kaufman,  $UrbGouv$  est l'interaction entre l'urbanisation et une variable gouvernance,  $W$  est le vecteur des variables de contrôle (PIB par habitant, le degré d'ouverture commerciale, le taux de croissance démographique et la valeur ajoutée du secteur des services),  $\tau$  représente le coefficient d'autorégression,  $\xi_t$  est la constante spécifique au temps,  $\eta_i$  est l'effet spécifique au pays et  $\varepsilon$  le terme d'erreur.

Quelques spécifications pour un MMG acceptable méritent d'être discutées à ce stade du travail. Elles sont liées à : l'identification et aux restrictions d'exclusion. La littérature récente atteste que toutes les variables explicatives sont considérées comme endogènes tandis que seuls les indicateurs invariants dans le temps sont reconnus comme étant strictement exogènes. Cette stratégie d'identification a été récemment adoptée par Boateng, Asongu, Akamavi et Tchamyou (2018). Cependant, il faut noter qu'il est peu probable que la variable invariante dans le temps reflète l'endogénéité après la première différence Roodman (2009). En ce qui concerne les restrictions d'exclusion, les variables invariants dans le temps influencent les émissions de CO<sub>2</sub> exclusivement par le biais des variables endogènes. En outre, la validité statistique de la restriction d'exclusion suggérée est étudiée avec la différence dans le test de Hansen (DHT) pour l'exogénéité de l'instrument. Par conséquent, dans la section des résultats empiriques, l'hypothèse d'une restriction d'exclusion est confirmée si l'hypothèse nulle de la DHT liée aux variables instrumentales (IV) (année, eq(diff)) n'est pas rejetée. Cette méthode d'évaluation de la validité de la restriction d'exclusion n'est pas différente de la procédure IV standard selon laquelle le fait de ne pas rejeter l'hypothèse nulle du test de restrictions (OIR) de Sargan atteste que des variables strictement exogènes affectent les émissions de CO<sub>2</sub> exclusivement par l'intermédiaire des mécanismes de variables endogènes (Beck, Demirgüç-Kunt, & Levine, 2003 ; Asongu & Nwachukwu, 2016b).

### 3. Résultats, discussions et analyses

Nous avons d'abord spécifié les corrélations entre les variables afin d'examiner le niveau de multicolinéarité des variables. Le tableau A1 en annexe fournit les résultats de la matrice de corrélation. La plupart des coefficients de corrélation sont inférieurs à 0,6 montrant que le modèle ne souffre pas de multicolinéarité. Le tableau 4 présente les résultats empiriques des émissions de CO<sub>2</sub>.

Pour examiner la validité du modèle MMG, trois critères d'information sont adoptés : le test d'autocorrélation d'Arellano et Bond, le test de Hansen et le test de Sargan. Les résultats montrent que le test d'autocorrélation d'Arellano et Bond de second ordre (AR [2]) est plus pertinent comme critère d'information que le test de premier ordre (AR [1]) et le test de Sargan n'est pas robuste mais n'est pas affaibli par les instruments. Pour le test de Hansen, il est robuste mais affaibli par la prolifération des instruments. Une manière de résoudre le problème est d'utiliser le test de Hansen pour éviter la prolifération des instruments en veillant à ce que le nombre d'instruments dans chaque spécification soit inférieur au nombre correspondant de sections transversales.

Les résultats présentés au tableau 4 montrent que la gouvernance a un impact négatif et significatif sur les émissions de CO<sub>2</sub>. En effet, à l'exception de la variable



	Variable dépendante : émissions CO <sub>2</sub> (tonne métrique)					
	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6
Hansen OIR	0,904	0,731	0,785	0,709	0,847	0,709
DHT for instruments (1) Instruments in levels H						
excluding group	0,5754	0,862	0,769	0,827	0,666	0,619
Dif (null, H = exogenous (2) IV (years, eq(diff)))						
H excluding group	0,957	0,943	0,771	0,926	0,819	0,767
Dif (null, H = exogenous)	0,856	0,665	0,618	0,564	0,850	0,720
Wald chie (2)	2392,62 0,000	2354,52 (0,000)	3408,31 (0,000)	3272,94 (0,000)	3272,94 (0,000)	2743,85 (0,000)
Instruments	23	23	23	23	23	23
Countries	44	44	44	44	44	44
Observations	587	587	587	587	587	587

Note : \*, \*\*, \*\*\* niveaux de signification respectivement de 10%, 5% et 1%. (1) l'absence d'autocorrélation dans les tests AR (1) et AR (2) et (2) la validité des instruments dans les tests OIR Sargan et Hansen. Différence DHT dans le test de Hansen pour l'exogénéité des sous-ensembles d'instruments. Différence Dif. Test de restrictions de suridentification de l'OIR.

Source : Calcul à partir des données de la Banque Mondiale.

effectivité du gouvernement, toutes les autres dimensions ont un impact négatif et significatif. Ainsi, on peut affirmer que l'attitude du gouvernement à l'égard de la mise en œuvre et de la formulation de politiques et de règlements solides est efficace pour contrôler la dégradation de l'environnement. Les résultats de l'étude sont cohérents avec celui de Ozturk et Al-Mulali (2015). Le test de robustesse donne des résultats identiques (voir tableau A2 en annexe)

Afin de déterminer l'effet global de la complémentarité entre la gouvernance et l'urbanisation dans les émissions de CO<sub>2</sub>, les effets nets sont calculés selon chaque déterminant de l'indicateur de bonne gouvernance. Le calcul de ces effets permet de mesurer le rôle que peuvent jouer simultanément la gouvernance et l'urbanisation dans la lutte contre la dégradation de l'environnement. Un signe négatif montre qu'une urbanisation accompagnée d'une bonne gouvernance favorise la protection de l'environnement. Par exemple, dans le modèle 1, l'impact net de l'interaction entre la gouvernance et l'urbanisation est -0,029 ([-0,0002\* -0,591] -0,030). Ce signe négatif qui traduit une préservation de l'environnement montre une complémentarité entre l'urbanisation et la gouvernance dans la lutte contre la dégradation de l'environnement. Dans le calcul, la valeur moyenne de la gouvernance est de -0,591 (voir tableau 3 : résumé statistique), l'effet inconditionnel de la gouvernance -0,030 (coefficient estimé de la variable gouvernance), tandis que l'effet conditionnel de l'interaction entre la gouvernance et l'urbanisation est -0,0002 (coefficient d'interaction entre la variable gouvernance et urbanisation). Tous les effets conditionnels sont négatifs à l'exception de l'interaction entre les

variables stabilité politique et l'efficacité du gouvernement. Pour les effets nets, ils sont également tous négatifs à l'exception du modèle 5 où il est impossible de calculer les effets nets car la variable non conditionnelle n'est pas significative.

## **Conclusion**

Cette étude a examiné l'effet d'interaction entre la gouvernance et l'urbanisation sur les émissions de CO<sub>2</sub> dans 46 pays pour la période 2000–2014. L'urbanisation est mesurée par le rapport entre la population vivante en milieu urbain sur la population totale et la gouvernance est prise en compte par les six dimensions des indices de Kaufman. Les preuves empiriques sont basées sur la méthode des moments généralisés. Les résultats ont montré de manière générale, à condition que l'urbanisation s'accompagne d'une bonne gouvernance, la dégradation de l'environnement, comme les émissions de CO<sub>2</sub> par exemple s'atténue.

La principale implication pratique de cette étude est qu'une bonne gouvernance limite l'effet positif de l'urbanisation sur les émissions de CO<sub>2</sub>. Lorsque les Etats africains s'attaqueront à la problématique de la gouvernance, les émissions de CO<sub>2</sub> seraient durablement réduites. En outre, ils peuvent contrôler le rythme de l'urbanisation afin de réduire le taux de croissance des émissions de CO<sub>2</sub>. Outre le contrôle du rythme de l'urbanisation, le développement urbain à faible émission de carbone peut aussi être encouragé. La forte croissance de la demande énergétique implique qu'il y ait plus de place pour les économies d'énergie par la mise en œuvre des politiques de conservation de l'énergie.

Afin d'améliorer les connaissances actuelles, les études à venir pourraient examiner si les résultats obtenus résistent à un examen empirique dans des cadres spécifiques à chaque pays. De telles extensions sont pertinentes pour des implications politiques plus ciblées.

## Annexe

**Tableau A1. Tableau de corrélation**

	CO <sub>2</sub>	GDPpc	Urb	Com	VSA	Popgr	CC	GE	PS	RQ	RL	VA
CO <sub>2</sub>	1,000											
GDPpc	0,837	1,000										
Urb	0,024	0,034	1,000									
Com	0,371	0,482	0,026	1,000								
VAS	0,349	0,313	-0,007	0,105	1,000							
Popgr	-0,501	-0,465	-0,002	-0,310	-0,526	1,000						
CC	0,447	0,499	-0,018	0,285	0,523	-0,488	1,000					
GE	0,546	0,572	-0,015	0,211	0,510	-0,500	0,858	1,000				
PS	0,332	0,464	-0,019	0,304	0,417	-0,264	0,725	0,677	1,000			
RQ	0,377	0,429	-0,014	0,067	0,409	-0,286	0,782	0,872	0,654	1,000		
RL	0,441	0,519	-0,001	0,218	0,485	-0,418	0,894	0,901	0,778	0,879	1,000	
VA	0,332	0,368	-0,017	0,237	0,387	-0,265	0,746	0,681	0,707	0,711	0,793	1,000

Source : Calcul à partir des données de la Banque Mondiale.

**Tableau A2. Résultats test de stabilité**

	Variable dépendante : émissions CO <sub>2</sub> (tonne métrique)					
	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6
CO <sub>2</sub>	0,990*** (0,000)	0,759*** (0,00)	0,984*** (0,000)	0,981*** (0,000)	0,992*** (0,000)	0,977*** (0,000)
Urb	-0,0007*** (0,007)	0,0001*** (0,001)	-0,0015*** (0,005)	0,0762 (0,768)	-0,120 (0,526)	0,0002*** (0,001)
CC	-0,00003*** (0,009)					
RL		-0,087 (0,251)				
RQ			-0,003* (0,0590)			
GE				0,033* (0,071)		
PS					0,093*** (0,000)	
VAS						-0,007*** (0,001)
CC*Urb	-0,0890*** (0,006)					
RL*Urb		-0,307*** (0,000)				
RQ*Urb			-0,0001* (0,099)			
GE*Urba				-0,130* (0,055)		

	Variable dépendante : émissions CO <sub>2</sub> (tonne métrique)					
	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6
PS *Urb					-0,157** (0,033)	
VA*Urb						-0,0552* (0,087)
VAS	0,004* (0,076)	0,003 (0,388)	-0,0182 (0,366)	0,005*** (0,018)	0,004* (0,095)	0,005** (0,032)
Com	0,037 (0,224)	0,0146 (0,788)	-0,024 (0,624)	0,020 (0,450)	0,0047 (0,914)	0,032 (0,209)
GDPpc	-0,00002** (0,027)	0,00006 (0,426)	0,00006*** (0,006)	-0,00002** (0,058)	-0,00001** (0,010)	-0,00001* (0,117)
Popgr	-0,003 (0,707)	-0,008 (0,571)	-0,111*** (0,002)	-0,005 (0,446)	-0,007** (0,034)	-0,0061 (0,563)
Constante	-0,315 (0,118)	-0,1207 (0,602)	0,290*** (0,007)	-0,238 (0,169)	-0,251 (0,179)	-0,188 (0,367)
Effets nets	-0,029	-0,086	-0,090	-0,064	ND	-0,055
AR (1)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
AR (2)	0,393	0,587	0,330	0,415	0,393	0,380
Sargan OIR	0,000	0,540	0,000	0,617	0,642	0,020
Hansen OIR	0,904	0,163	0,785	0,525	0,536	0,472
DHT for instruments (1) Instruments in levels H						
excluding group	0,783	0,333	0,769	0,770	0,625	0,806
Dif (null, H = exogenous (2) IV (years, eq(diff))						
H excluding group	0,313	0,276	0,771	0,926	0,976	0,577
Dif (null, H = exogenous)	0,361	0,333	0,618	0,503	0,598	0,764
Wald chie (2)	628812,31 0,000	1,45e+06 (0,000)	3408,31 (0,000)	964869,99 (0,000)	3272,94 (0,000)	793414,63 (0,000)
Instruments	24	24	24	24	24	24
Countries	44	44	44	44	44	44
Observations	573	573	587	573	573	573

Note : \*, \*\*, \*\*\* niveaux de signification respectivement de 10%, 5% et 1%. (1) l'absence d'autocorrélation dans les tests AR (1) et AR (2) et (2) la validité des instruments dans les tests OIR Sargan et Hansen. Différence DHT dans le test de Hansen pour l'exogénéité des sous-ensembles d'instruments. Différence Dif. Test de restrictions de suridentification de l'OIR.

Source : Calcul à partir des données de la Banque Mondiale.

## References

- Abdala, M. A. (2008). Governance of competitive transmission investment in weak institutional systems. *Energy Economics*, 30, 1306–1320.
- Abid, M. (2016). Impact of economic, financial, and institutional factors on CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from Sub-Saharan Africa economies. *Utilities Policy*, 41, 85–94.
- Agence Internationale de l’Energie (AIE). (2010). *World Energy Outlook 2010*. Paris: AIE.
- Akbostanci, E., Turut-Asi, S., & Tunc, G. I. (2009). The relationship between income and environment in Turkey: Is there an environmental Kuznets curve?. *Energy Policy*, 37(3), 861–867.
- Almeida, T. A. N., & García-Sánchez, I. M. (2017). Sociopolitical and economic elements to explain the environmental performance of countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 3006–3026.
- Al-Mulali, U., Che, N. B. C. S., & Fereidouni, H. G. (2012). Exploring the bi-directional long run relationship between urbanization, energy consumption, and carbon dioxide emission. *Energy*, 46, 156–167.
- Al-Mulali, U., & Ozturk, I. (2015). The effect of energy consumption, urbanization, trade openness, industrial output, and the political stability on the environmental degradation in the MENA (Middle East and North African) region. *Energy*, 84, 382–389.
- Ang, J. B. (2007). CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772–4778.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). CO<sub>2</sub> emissions, energy usage, and output in Central America. *Energy Policy*, 37(8), 3282–3286.
- Asongu, S. A., & Nwachukwu, J. C. (2016a). The role of lifelong learning in political stability and non-violence: Evidence from Africa. *Journal of Economic Studies*, 43(1), 141–164.
- Asongu, S. A., & Nwachukwu, J. C. (2016b). The role of governance in mobile phones for inclusive human development in Sub-Saharan Africa. *Technovation*, 55–56, 1–13.
- Asongu, S. A., & Rangan, G. (2016). Trust and quality of growth. *Economics Bulletin*, 36(3), 1854–1867.
- Baltagi, B., & Li, D. (2002). Series estimation of partially linear panel data models with fixed effects. *Annals of Economics and Finance*, 3(1), 103–116.
- Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., & Levine, R. (2003). Law and finance: Why does legal origin matter?. *Journal of Comparative Economics*, 31(4), 653–675.
- Bekhet, H. A., & Othman, N. S. (2017). Impact of urbanization growth on Malaysia CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from the dynamic relationship. *Journal of Cleaner Production*, 154, 374–388.
- Bernauer, T., & Koubi, V. (2009). Effects of political institutions on air quality. *Ecological Economics*, 68, 1355–1365.
- Bölük, G., & Mehmet, M. (2015). The renewable energy, growth and environmental Kuznets curve in Turkey: An ARDL approach. *Renewable Sustainable Energy Review*, 52, 587–595.
- Boateng, A., Asongu, S. A., Akamavi, R., & Tchamyou, V. S. (2018). Information asymmetry and market power in the African banking industry. *Journal of Multinational Financial Management*, 44(C), 69–83.
- Cao, Z., Wei, J., & Chen, H. B. (2016). CO<sub>2</sub> emissions and urbanization correlation in China based on threshold analysis. *Ecological Indicators*, 61, 193–201.

- Chen, J., Cheng, C., & Song, M. (2017). Decomposing inequality in energy related CO<sub>2</sub> emissions by source and source increment: The roles of production and residential consumption. *Energy Policy*, 107, 698–710.
- Diao, X. D., Zeng, S. X., Tam, C. M., & Tam, V. W. Y. (2009). EKC analysis for studying economic growth and environmental quality: A case study in China. *Journal of Cleaner Production*, 17(5), 541–548.
- Dutt, K. (2009). Governance, institutions and the environment-income relationship: A cross-country study. *Environment Development and Sustainability*, 11, 705–723.
- Esso, L. J. (2010). Threshold cointegration and causality relationship between energy use and growth in seven African countries. *Energy Economics*, 32(6), 1383–1391.
- Galeotti, M., & Lanza, A. (1999). *Desperately seeking (environmental) Kuznets*. Paris: Mimeo.
- Gouldson, A. P., & Murphy, J. (1997). Ecological modernization: Economic restructuring and the environment. *Political Quarterly*, 68(B), 74–86.
- Halkos, G. E., Sundström, A., & Tzeremes, N. G. (2015). Regional environmental performance and governance quality: A nonparametric analysis. *Environmental Economic and Policy Studies*, 17, 621–644.
- Halkos, G. E., & Tzeremes, N. G. (2013). National culture and eco-efficiency: An application of conditional partial nonparametric frontiers. *Environmental Economic and Policy Studies*, 15, 423–441.
- Harbaugh, W., Levinson, A., & Wilson, D. (2000). *Re-examining the empirical basis for the environmental Kuznets curve*. (NBER Working Paper No. 7711). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- He, J., & Richard, P. (2010). Environmental Kuznets curve for CO<sub>2</sub> in Canada. *Ecological Economics* 69(5), 1083–1093.
- Heil, M. T., & Selden, T. M. (2001). Carbon emissions and economic development: future trajectories based on historical experience. *Environment and Development. Economics*, 6(1), 63–68.
- Holtz-Eakin, D., & Selden, T. M. (1995). Stoking the fires? CO<sub>2</sub> emissions and economic growth. *Journal of Public Economics*, 57(1), 85–101.
- Hossain, M. S. (2011). Panel estimation for CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries. *Energy Policy*, 39, 6991–6999.
- Hosseini, H. M., & Kaneko, S. (2013). Can environmental quality spread through institutions?. *Energy Policy*, 56, 312–321.
- Jumbe, C. B. (2004). Cointegration and causality between electricity consumption and GDP: Empirical evidence from Malawi. *Energy Economics*, 26(1), 61–68.
- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO<sub>2</sub> emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Economic Modelling*, 44, 97–103.
- Lameira, V., Walter, L. N. J., Harris, J. E., & Pereira, R. G. (2016). CO<sub>2</sub> emissions, energy use and country governance. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 24(2), 241–256.
- Lin, S., Zhao, D., & Marinova, D. (2009). Analysis of the environmental impact of China based on STIRPAT model. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(6), 341–347.

- Liu, X., Zhang, S., & Bae, J. (2017). The impact of renewable energy and agriculture on carbon dioxide emissions: Investigating the environmental Kuznets curve in four selected ASEAN countries. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1239–1247.
- Marcantonini, C., & Valero, V. (2017). Renewable energy and CO<sub>2</sub> abatement in Italy. *Energy Policy*, 106, 600–613.
- Martinez, J., Marti-Herrero, J., Villacis, S., Riofrio, A.J., & Vaca, D. (2017). Analysis of energy, CO<sub>2</sub> emissions and economy of the technological migration for clean cooking in Ecuador. *Energy Policy*, 107, 182–187.
- Martínez-Zarzoso, I., & Maruotti, A. (2011). The impact of urbanization on CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from developing countries. *Ecological Economics*, 70, 1344–1353.
- Mehrara, M. (2007). Energy consumption and economic growth: The case of oil exporting countries. *Energy Policy*, 35(5), 2939–2945.
- Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). Energy consumption, pollutant emissions and economic growth in South Africa. *Energy Economics*, 32(6), 1374–1382.
- Moomaw, W. R., & Unruh, G. C. (1997). Are Environmental Kuznets Curves misleading us? The case of CO<sub>2</sub> emissions. *Environment and Development Economics*, 2(4), 451–463.
- Mol, A. P. J., & Spaargaren, G. (2000). Ecological modernization theory in debate: A review. *Environmental Politics*, 9(1), 17–49.
- Nations Unies. (2017). *Drivers of migration and urbanization in Africa: Key trends and issues*. New York: UN Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- Ndour, C., T., & Faye, A. (2021). Commerce international, croissance économique et environnement au Sénégal. *Revue Internationale des Économistes de Langue Française*, 6(1).
- Odhiambo, N. M. (2009a). Electricity consumption and economic growth in South Africa: A trivariate causality test. *Energy Economics*, 31(5), 635–640.
- Odhiambo, N. M. (2009b). Energy consumption and economic growth nexus in Tanzania: An ARDL bounds testing approach. *Energy Policy*, 37(2), 617–622.
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2010). CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220–3225.
- Ozturk, I., & Al-Mulali, U. (2015). Investigating the validity of the environmental Kuznets curve hypothesis in Cambodia. *Ecological Indicators*, 57, 324–330.
- Panayotou, T., Peterson, A., & Sachs, J. (2000). *Is the Environmental Kuznets Curve driven by structural change? What extended time series may imply for developing countries?*. (CAER II Discussion Paper No. 80).
- Rafiq, S., Salim, R., & Nielsen, I. (2016). Urbanization, openness, emissions, and energy intensity: A study of increasingly urbanized emerging economies. *Energy Economics*, 56, 20–28.
- Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *The Stata Journal*, 9(1), 86–136.
- Sadorsky, P. (2014). The effect of urbanization on CO<sub>2</sub> emissions in emerging economies. *Energy Economics*, 41, 147–153.
- Samimi, A. J., Ahmadpour, M., & Ghaderi, S. (2012). Governance and environmental degradation in MENA region. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 62, 503–507.
- Shahbaz, M., Loganathan, N., Muzaffar, A.T., Ahmed, K., & Jabran, M. A. (2016). How urbanization affects CO<sub>2</sub> emissions in Malaysia? The application of STIRPAT model. *Renewable Sustainable Energy Review*, 57, 83–93.

- Sharma, S. (2011). Determinants of carbon dioxide emissions: Empirical evidence from 69 countries. *Applied Energy*, 88(1), 376–382
- Tamazian, A., & Bhaskara Rao, B. (2010). Do economic, financial and institutional developments matter for environmental degradation? Evidence from transitional economies. *Energy Economics*, 32, 137–145.
- Wang, Y., Zhang, X., Kubota, J., Zhu, X., & Lu, G. (2015). A semi-parametric panel data analysis on the urbanization-carbon emissions nexus for OECD countries. *Renewable Sustainable Energy Review*, 48, 704–709.
- Wang, Z., Zhang, B., & Wang, B. (2018). The moderating role of corruption between economic growth and CO<sub>2</sub> emissions: Evidence from BRICS economies. *Energy*, 148, 506–513.
- Xu, X., Mu, M., & Wang, Q. (2017). Recalculating CO<sub>2</sub> emissions from the perspective of value-added trade: An input-output analysis of China's trade data. *Energy Policy*, 107, 158–166.
- Zhang, Y. J., Jin, Y. L., Chevallier, J., & Shen, B. (2016). The effect of corruption on carbon dioxide emissions in APEC countries: A panel quantile regression analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 112, 220–227.
- Zhou, X., Zhang, J., & Li, J. (2013). Industrial structural transformation and carbon dioxide emissions in China. *Energy Policy*, 57, 43–51.