

**Impact de l'Urbanisation sur les émissions de CO<sub>2</sub>: Analyse empirique pour les pays d'Afrique Subsaharienne**

Nathan Roger Lea Jombi

*Département d'économie, Université Laval. Email : [Nathanroger2004@yahoo.fr](mailto:Nathanroger2004@yahoo.fr)*

**Abstract**

The relationship between urbanization and CO<sub>2</sub> emissions has been the subject of much discussion over the past two decades. Most empirical studies addressed the issue under the environmental Kuznet-curve (EKC) framework and find evidence of an inverted-U shape path that CO<sub>2</sub> emissions follow as the level of urbanization rises. Yet, more recent studies suggest that the EKC framework may be inadequate, and that the EKC parameter estimates may be dependent on the sample used. The present study contributes to the literature by examining the impact of urbanization on CO<sub>2</sub> emissions in sub-Saharan African countries. We use panel data over the period 1970-2010 and a Stochastic Impacts by Regressions on Population, Affluence and Technology (STIRPAT) model. We find that evidence of the EKC pathway is not robust.

**Keywords:** Urbanization, CO<sub>2</sub> emissions, Developing countries, Panel data, STIRPAT model

**1. Introduction**

L'urbanisation est un processus de transfert de la main-d'œuvre du secteur rural qui repose sur une économie agricole vers les zones urbaines où les industries et les services prédominent (Harris et Todaro, 1970). Selon le modèle Harris et Todaro, cette migration s'explique par le fait que la main d'œuvre rurale s'attend à des salaires plus élevés dans les zones urbaines. L'urbanisation prend aussi en compte la transformation des zones rurales en zones industrielles.

Au cours des précédentes décennies, l'urbanisation a connu une croissance rapide dans les pays en développement, notamment les pays d'Afrique Subsaharienne où le taux de croissance de l'urbanisation est supérieur à la moyenne mondiale (Tableau 1). L'urbanisation étant un bon indicateur du niveau de modernisation d'un pays, certains planificateurs urbains voient en cette croissance rapide des signes de progrès pour le développement de leurs pays respectifs.

Malgré les signes encourageants qu'apporte ce fort taux de croissance, l'urbanisation vient avec elle son lot de problèmes. En effet, Aujourd'hui, des 40 pour cent des d'habitants vivant dans les zones urbaines d'Afrique Subsaharienne, 60 pour cent d'entre eux vient dans les bidonvilles. Cette surpopulation entraîne avec elle bien évidemment des problèmes d'insalubrité et bien sûr la pollution. En 2003 les émissions de CO<sub>2</sub> provenant des pays en développement excédaient déjà le niveau total d'émission provenant des pays développés; ces émissions étaient estimées à presque cinquante pour cent des émissions terrestres globales. Les signataires du protocole de Kyoto ont récemment fait appel aux pays en développement afin que ces derniers s'investissent plus dans la lutte pour la réduction des gaz à effet de serre (Winkler et al., 2002).

**Tableau 1 : Pourcentage de la population au milieu de l'année résident dans les zones urbaines par région (1950-2005)**

Major area, region and country	Percentage urban										
	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
WORLD	29.1	30.9	32.9	34.7	36.0	37.3	39.1	40.9	43.0	44.7	46.6
MORE DEVELOPED REGIONS (a)	52.5	55.6	58.7	61.7	64.6	67.0	68.8	70.0	71.2	72.2	73.1
LESS DEVELOPED REGIONS (b)	18.0	19.7	21.7	23.7	25.3	27.0	29.6	32.3	35.1	37.6	40.2
Least developed countries (c)	7.3	8.3	9.5	11.1	13.1	14.8	17.3	19.1	21.0	22.9	24.8
Other less developed countries (d)	19.4	21.2	23.3	25.4	26.9	28.6	31.2	34.1	37.2	39.8	42.6
Less developed regions, excluding China	20.2	22.1	24.1	26.3	28.7	31.1	33.6	35.9	38.0	39.8	41.6
Sub-Saharan Africa (e)	11.1	12.7	14.8	17.2	19.5	21.7	23.9	25.9	28.2	30.6	32.8

Source: UN Department of Economic and Social Affairs (2007)

Cependant ces derniers déclaraient que les pays développés devaient plutôt assumer leur responsabilité historique en vertu du Protocole de Kyoto et craignent que tout effort de réduction n'entrave leur croissance économique. De plus les pays en développement affirment leur confiance envers le progrès. En effet selon eux, le développement économique d'un pays doit permettre finalement d'adopter des technologies propres.

En d'autres termes ils émettent l'hypothèse de l'existence d'une courbe de Kuznets environnement; c'est-à-dire une relation en forme de U-inversé entre les émissions de gaz à effets de serre et le développement d'un pays.

Quel est véritablement l'impact de l'urbanisation sur les émissions de CO<sub>2</sub> dans les pays d'Afrique Subsaharienne? L'insistance sur le CO<sub>2</sub> se justifie par le fait qu'il s'agit du gaz à effet de serre pour lequel il existe le plus de données. Le projet de recherche aborde une question de l'économie du développement et de l'économie de

l'environnement en utilisant une approche économétrique.

Tout d'abord nous passerons en revue les principales études réalisées à ce sujet. Ensuite nous effectuerons une analyse descriptive des données et estimerons notre modèle économétrique. Enfin nous discuterons des résultats et tirerons des conclusions face à ces résultats.

## 2. Revue de la littérature

Cette revue de littérature comprend des contributions théoriques et empiriques antérieures. Nous tenterons de dégager les points de rapprochement entre les contributions de cette littérature et d'expliquer les points de divergences. Cela nous permettra de guider la formulation et le choix des variables du modèle empirique.

### *Littérature théorique.*

Depuis le modèle IPAT de Ehrlich et Holdren (1970), un consensus scientifique sur les impacts environnementaux de l'activité humaine a émergé.

Ehrlich et Holdren (1970) sont arrivés à mesurer l'impact de l'activité humaine sur l'environnement (I) grâce la taille d'une population donnée (P), à la consommation moyenne par personne (A) généralement représentée par le PIB per capita et le dommage environnemental infligé par les technologies utilisées pour produire chaque unité de biens consommés (T).

Le modèle I=PAT a été reconnu comme un cadre d'analyse simple et très utile. Cependant, deux principales limites lui ont été adressées : La première est que cette équation ne représente qu'une identité mathématique et donc ne peut pas être utilisée directement pour tester des hypothèses sur l'impact de chaque facteur sur l'environnement. La deuxième limite est que ce modèle suppose que les élasticités de l'impact environnemental (I) par rapport à la population (P), à la richesse (A) et à la technologie (T) sont unitaires. Par exemple, Chaque augmentation de 1% de la consommation moyenne par personne dans la population observée augmenterait l'impact environnemental de 1%. Ce qui réfute dès le départ l'existence d'une relation en forme de U renversée entre le revenu et l'environnement. Pour pallier aux limitations de ce modèle, diverses formulations alternatives de cette équation ont récemment été proposées. Par exemple le modèle I= PBAT de Schulze (2002) qui met l'accent sur les nombreux choix comportementaux immédiatement disponibles pour tous les individus. Schulze (2002) souligne que l'affluence et la technologie ne déterminent pas les décisions comportementales. On peut également citer le modèle I= PLOT (population, style de vie, organisation, technologie) de Willey (2000) qui stipule que la consommation est influencée par le style de vie et l'organisation : une meilleure

organisation dans les pays riches pourrait mener à une consommation par habitant réduite mais dans les pays pauvres, elle pourrait avoir l'effet inverse. Ceci étant, c'est le modèle STIRPAT (impacts stochastiques par régression sur la population, l'affluence et la technologie) de Dietz et Rosa (1994) qui demeure le plus utilisé par les sociologues, les économistes et les écologistes pour évaluer l'impact de la population, la richesse, la technologie et d'autres facteurs sur les charges de dioxyde de carbone. Il s'agit d'une reformulation stochastique de l'équation I=PAT qui facilite l'application des outils statistiques de la recherche sociale. La spécification du modèle STIRPAT est de la sorte  $I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d \varepsilon_i$ . Pour notre recherche nous utiliserons le modèle STIRPAT que nous ajusterons en ajoutant l'urbanisation et d'autres variables explicatives que nous suggèrera notre littérature empirique.

### *Littérature empirique*

La relation entre l'urbanisation et les émissions de CO<sub>2</sub> a été largement étudiée ces dernières années; cependant les résultats varient beaucoup d'une étude à l'autre. Par exemple, Cole et Neumayer (2004) et Liddle et Lung (2010) ont trouvé une relation positive et linéaire entre l'urbanisation et les émissions de CO<sub>2</sub>, tandis que Fan et Al. (2006) ont trouvé une relation négative. Plus tard, Poumanyvong et Kaneko (2010) ont émis l'hypothèse selon laquelle la relation entre l'urbanisation et les émissions de CO<sub>2</sub> ne peut être similaire dans tous les pays. Dans leur étude, ces derniers examinaient les effets de l'urbanisation sur les émissions de CO<sub>2</sub> en classant les pays en trois catégories selon leurs revenus (faibles, moyens et élevé). Ils trouvaient une corrélation positive dans tous les groupes mais qu'elle serait plus accentuée dans les pays à revenu moyen. À la fin de leur travail, ils ont suggéré aux prochaines

études d'orienter leurs recherches vers la potentielle existence d'une relation non-linéaire entre ces deux facteurs; en effet cette relation pourrait varier entre les différents niveaux de développement. Dans cette lancée, Martinez-Zarzoso et Maruotti (2011) ont trouvé une relation en forme de U-inversé entre les émissions de CO<sub>2</sub> et l'urbanisation quel que soit le pays. Zhu, H-M., You et Zhao (2012) ont confirmé la relation non-linéaire et en forme de U-inversé, mais selon leurs résultats cette relation ne serait valable que pour des pays au-dessus d'un seuil donné d'urbanisation.

Pour mener à bien leurs recherches, tous les chercheurs cités précédemment ont utilisé le modèle STIRPART avec des données en panel à effet fixes spécifiques aux pays. Les différences dans les résultats s'expliquent par les d'autres ajustements que chacun y ont apportés. Par exemple, l'étude Zhu, H-M., You et Zhao (2012) est la seule à utiliser un modèle semi-paramétrique et n'observent que les variations de 20 pays émergents. Toutes les autres études ont spécifié leur modèle en utilisant des régressions paramétriques. On dénote aussi une différence dans les variables de contrôle d'un pays à l'autre : afin de mesurer l'impact de T, Cole et Neumayer (2004) utilisent comme variables l'intensité énergétique (énergie total utilisée par unité de PIB) et la valeur ajoutée du secteur manufacturier dans le PIB tandis que Liddle et Lung (2010) trouvent qu'utiliser la valeur ajoutée du secteur manufacturier entraîne une mauvaise spécification du modèle. De ce fait, ils utilisent plutôt comme variable l'énergie utilisée par le secteur industriel et l'intensité énergétique pour spécifier son modèle. L'étude de Martinez-Zarzoso et Maruotti (2011) rejoint d'ailleurs cet avis en utilisant les

mêmes variables afin de capter l'effet de la technologie.

### **3. Analyse descriptive des données et estimation du modèle économétrique**

Ici nous explorerons notre base de données afin de récupérer les variables identifiées dans la revue de la littérature qui seront nécessaires pour l'analyse. À l'aide de ces données, nous analyserons la corrélation existante entre le taux d'émission de CO<sub>2</sub> et le taux d'urbanisation en utilisant Stata ou Excel pour produire un nuage de point et y passer une courbe de tendance. Ensuite nous déterminerons un modèle empirique (modèle qui sera basé sur la méthode des moindres carrés ordinaires) de la forme  $Y = F(X, Z)$ . Dans ce modèle Y représentera le taux d'émission de CO<sub>2</sub>, X représentera le taux d'urbanisation et Z les variables de contrôle. À l'aide de ces données, nous analyserons la corrélation existante entre le taux d'émission de CO<sub>2</sub> et le taux d'urbanisation en utilisant Stata ou Excel pour produire un nuage de point et y passer une courbe de tendance.

Les données utilisées dans le cadre cette étude proviennent de la banque mondiale : World Development Indicators 2011 (WDI). Ces données mesurent l'évolution de nos variables pour les 48 pays d'Afrique Subsaharienne de 1960 à 2011. Les données de panels permettent d'éviter le problème d'hétérogénéité non observable. En effet, les régressions transversales sur une seule période sont susceptibles de conduire à des résultats erronés si l'urbanisation ou tout autre variable explicative est corrélée avec les effets non observés ou latents dans les pays. Les données de panel présentent l'avantage de pouvoir contrôler les effets fixes spécifiques aux pays.

La relation entre l'urbanisation et les impacts environnementaux n'est pas facile à tester de façon sûre et fiable du fait de manque de données sur les facteurs dégradant l'environnement sur une période de temps suffisamment grande. C'est pour cette raison que les études ont tendance à se concentrer sur des variables telles que les émissions de CO<sub>2</sub> et l'énergie utilisée pour lesquelles les données dans le temps et dans l'espace sont disponibles.

Pour examiner l'impact de l'urbanisation sur l'environnement, nous avons estimé une version étendue du modèle STIRPAT. Le choix et la formulation des variables ont été guidés par la revue de la littérature faite précédemment. Les tableaux 2 et 3 nous font un bref descriptif des variables du modèle. Tel que suggéré par le modèle STIRPAT, nous utilisons la population totale pour chaque pays afin de capter l'effet de la population P et le PIB per capita (GDPpercapita) pour capter l'effet de l'affluence A. Afin de capter l'impact de la technologie, nous utiliserons tel que dans les études précédentes l'intensité énergétique, mais aussi la valeur ajoutée du secteur industriel dans le PIB. Selon Liddle et Lung (2010), utiliser la part du secteur manufacturier dans l'économie entraînerait une mauvaise spécification du modèle car la part du secteur manufacturier dans l'activité économique a décliné ces dernières années, ce qui n'est pas le cas pour les émissions de CO<sub>2</sub>. De ce fait, la valeur ajoutée de l'industrie dans le PIB devient un meilleur indicateur de l'impact de la technologie. Dans le tableau 1 on voit clairement que nos variables varient fortement. De plus comme nous le montre le tableau 4, Les corrélations entre les émissions de CO<sub>2</sub> et les variables explicatives sont significatives. À première vue, on voit que l'urbanisation est

positivement corrélée avec les émissions de CO<sub>2</sub> (tableau 4). Cependant en s'arrêtant à cette appréciation, on se risque à des problèmes d'endogénéité tel que le problème de variable omise. D'où la nécessité de faire des régressions avec des variables de contrôle. On remarque aussi que la corrélation entre l'urbanisation et les variables de contrôle est significative et relativement faible. De même que les corrélations entre les variables de contrôle prises 2 à 2. Ainsi, le problème de multi colinéarité ne se pose pas. Tout cela nous permet d'estimer notre modèle :

$$\ln CO_{2it} = \alpha_i + \beta_1 \ln urb_{it} + \beta_2 \ln urb_{it}^2 + \beta_3 \ln pop_{it} + \beta_4 \ln IND_{it} + \beta_5 \ln energyuse_{it} + \beta_6 \ln GDPpercapita_{it} + \varepsilon_{it}$$

Dans notre modèle estimé CO<sub>2</sub> représente les émissions de CO<sub>2</sub>, urb représente le taux d'urbanisation, pop représente la population, IND représente la valeur ajoutée de l'industrialisation dans le PIB, energyuse représente l'intensité énergétique, GDPPERCAPITA représente le PIB per capita,  $\varepsilon$  est le terme d'erreur et  $\alpha$  est un terme qui contrôle les effets fixes spécifiques aux pays. Dans ce modèle toutes les variables sont prises en logarithme; l'avantage de cette transformation logarithmique est qu'elle permet de réduire le problème d'hétéroscédasticité et d'atténuer les effets de variables extrêmes. Les indices i et t montrent que les données varient dans le temps (t) et entre les pays (i). Notons que le terme urb<sup>2</sup> est rajouté afin de capter une éventuelle forme quadratique. Notons également que dans les estimations nous avons considéré une variante légèrement différente de l'équation empirique ci-dessus, en introduisant le terme cubique pour la variable urbanisation.

**Tableau 2: Summary statistics (1960- 2011)**

Variables	Mean	Std. Dev.	Min	Max
CO <sub>2</sub> emission	6.761027	1.898788	1.299374	13.12039
Population	15.16603	1.554824	10.63826	18.90601
GPD per capita	5.968471	1.086349	3.565796	10.23346
Energy Use	6.191293	.7025454	2.199588	8.040134
Share of industry	3.084376	.5345288	.6323657	4.56122
Urbanization	3.108395	.6684051	.711969	4.456064

Note: All of the variables are converted into natural logarithms.

**Tableau 3: Description of the variables used in the analysis for the period 1960-2011**

Variables	Definition	Unit of measurement	Data source
Population (P)	Total of population	Number	World Bank (2011)
GPD per capita (A)	Gross domestic product divided by mid-year population	current US\$	World Bank (2011)
Energy use (EI)	total energy use divided by GDP	kg of oil equivalent per capita	World Bank (2011)
Share of industry in GDP (IND)	industrial sector value added expressed as a percentage of GDP	Percent	World Bank (2011)
Urbanization (URB)	The percentage of the urban population in the total population	Percent	World Bank (2011)
Total carbon dioxide emissions (CO <sub>2</sub> )	CO <sub>2</sub> emissions stem from fuel combustion	Kiloton	World Bank (2011)

**Table 4: Correlation table**

	CO <sub>2</sub> emission	Population	GPD per capita	Energy Use	Share of industry	Urbanization
CO <sub>2</sub> emission	1.0000					
Population	0.7017 (0.0000)	1.0000				
GPD per capita	0.4029 (0.0000)	-0.1908 (0.0000)	1.0000			
Energy Use	0.6359 (0.0000)	0.0200 (0.5548)	0.5652 (0.0000)	1.0000		
Share of industry	0.4357 (0.0000)	-0.0757 (0.0011)	0.5874 (0.0000)	0.4858 (0.0000)	1.0000	
Urbanization	0.3094 (0.0000)	-0.1033 (0.0000)	0.6731 (0.0000)	0.3194 (0.0000)	0.4430 (0.0000)	1.0000

**Tableau 5: Fixed-Effects Estimation results**

Variable	1	2	3	4	5
Urbanization	3.988*** (0.855)	3.988 (2.753)	-31.593* (17.536)	-66.070 (48.633)	-26.602** (12.127)
Urbanization <sup>2</sup>	-0.504*** (0.127)	-0.504 (0.415)	10.039** (5.099)	21.004 (14.707)	7.747** (3.671)
Urbanization <sup>3</sup>			-1.028** (0.490)	-2.115 (1.449)	-0.736* (0.368)
Population	1.293*** (0.416)	1.293 (0.838)	1.473** (0.772)	1.438 (1.379)	1.774** (0.775)
GPD per capita	0.354*** (0.056)	0.354*** (0.097)	0.378*** (0.101)	0.364*** (0.176)	0.174 (0.162)
Share of industry	0.356*** (0.083)	0.356*** (0.156)	0.279* (0.156)	0.023 (0.328)	0.2971 (0.292)
Energy use	1.278*** (0.128)	1.278*** (0.379)	1.098*** (0.345)	0.935 (0.821)	1.085* (0.586)
Constant	-30.748*** (6.471)	-30.748*** (13.310)	7.190 (21.253)	41.551 (50.410)	1.361 (14.997)
Times dummies	YES	YES	YES	YES	YES
R <sup>2</sup>	0.450	0.450	0.480	0.346	0.423
Observations	734	734	734	423	286

Notes: The dependent variable is CO<sub>2</sub> emissions. All variables are taken in logarithm. In parentheses are the standard errors. Except in column 1, all the standard errors are corrected for heteroscedasticity of arbitrary form. \*\*\* p.value < 0.01; \*\* p.value < 0.05; \* p.value < 0.1.

#### 4. Discussion des résultats

Les résultats des différentes estimations effectuées sont présentés dans le tableau 5. Les résultats de la première colonne indiquent que toutes les variables incluses ont le signe attendu et sont statistiquement significatives au seuil de 1%. Ces résultats montrent que le coefficient estimé de la variable urbanisation est positif, alors que celui du terme quadratique urbanisation<sup>2</sup> est négatif, suggérant ainsi que la relation entre les émissions de CO<sub>2</sub> et l'urbanisation en Afrique sub-Saharienne est en forme de U-inversé (croissante pour des niveaux faibles d'urbanisation et décroissante lorsque le niveau d'urbanisation dépasse un

certain seuil). Toutefois, ces résultats ne sont pas robustes, comme le montre les résultats des colonnes suivantes.

La colonne 2 reprend la même régression que précédemment, à la différence que les écarts-types estimés sont robustes à l'hétéroscédasticité. Cette simple correction réduit fortement la significativité des coefficients estimés pour les variables urbanisation et urbanisation<sup>2</sup>. Si les signes des coefficients suggèrent toujours une relation en forme de U-inversé entre urbanisation et émission de CO<sub>2</sub>, cette relation n'est plus significative, contrairement à ce qui a été obtenu dans la colonne 1.

La colonne 3 reprend les estimations de la colonne 2 en introduisant le terme cubique urbanisation<sup>3</sup>. Les résultats indiquent que les coefficients estimés pour toutes les trois variables urbanisation sont significatifs. Les signes des coefficients sont tels que la relation en U-inversée n'est plus valide qu'à partir d'un seuil d'urbanisation.

Les colonnes 4 et 5 vérifient la robustesse des résultats de la colonne 3 à une variation de l'échantillon. L'échantillon précédent est divisé en deux sous-échantillons, un couvrant la période allant de 1970-1990; et l'autre couvrant la période 1990 à 2010. Les résultats de la colonne 3 et 5 sont similaires, alors que dans la colonne 4, aucune variable urbanisation n'est significative.

Dans l'ensemble, les résultats du tableau 6 remettent en question la robustesse la relation en forme de U-inversée entre l'urbanisation et les émissions de CO<sub>2</sub>.

### **Conclusion**

Ce papier examine la relation Urbanisation-émission CO<sub>2</sub> en Afrique Subsaharienne en se basant sur le modèle STIRPAT comme cadre

théorique et en utilisant un modèle paramétrique et des données de panel avec effets fixes spécifiques aux pays. Nos résultats nous suggèrent ne corroborent pas l'hypothèse d'une relation en U-inversée entre les émissions de CO<sub>2</sub> et l'urbanisation.

Nous restons quand même très prudents face à ces résultats. En effet, notre modèle n'est pas à 100% à l'abri de problèmes d'endogénéité car aux vues des divergences dans la littérature antérieure quant au choix des variables de contrôle, notre modèle estimé pourrait être confronté à des problèmes de variables omises nous permettant de mieux le spécifier. De plus des problèmes d'interdépendances peuvent être soulevés dans notre étude. En effet la différence d'émission entre les pays est peut être due à des politiques environnementales différentes qui impacteraient de ce fait sur l'urbanisation. Il serait important d'intégrer à notre modèle des variables susceptibles de capter de tels effets. Enfin il serait important de revoir le cadre théorique ayant servi à la spécification du modèle. S'agit-il du meilleur cadre d'analyse des impacts environnementaux?

### **Bibliographie**

#### *Articles spécialisés*

Cole, M.A., Neumayer, E., 2004. Examining the impact of demographic factors on air pollution. *Pollution and Environment* 26, 5-21.

Ehrlich, P.R., Holdren, J. P., 1971. Impact of Population growth. *Science, New Series* 171, 1212-1217

Fan, Y., Liu, L.-C., Wu, G., Wei, Y.-M., 2006. Analyzing impact factors of CO<sub>2</sub> emissions using the STIRPAT model. *Environmental Impact Assessment Review* 26, 377-395.

Harris, John R. & Todaro, Michael P. 1970. Migration, Unemployment and Development. *The American Economic Review* 60, 126-142

- Liddle, B., Lung, S., 2010. Age-structure, urbanization, and climate change in developing countries: Revisiting STIRPAT for disaggregated population and consumption-related environmental impacts. *Population Environment* 31, 317–343.
- Martinez-Zarzoso, I., Maruotti, 2011. The impact of urbanization on CO2 emissions: Evidence from developing countries. *Ecological Economics* 70, 1344–1353.
- Poumanyvong, P., Kaneko, S., 2010. Does urbanization lead to less energy use and lower CO2 emissions? A cross-country analysis. *Ecological Economics* 70, 434–444.
- Schulze, P. C., 2002. I=PAT. *Ecological Economics* 40, 149-150.
- Willey, D., 2000. *Some Hopes and Thoughts for the Future*. Manchester: Optimum Population Trust.
- York, R., Rosa, E.A., Dieta, T., 2003. STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics* 46, 351–365.
- Zhu, H-M., You, W-H., Zhao-fa Zeng, 2012. Urbanization and CO2 emissions: A semi-parametric panel data analysis. *Economics Letters* 117, 848-850.
- Articles de quotidiens et autres*
- “Le rythme rapide de l'urbanisation africaine affecte l'assainissement et l'approvisionnement en eau »  
<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=664&ArticleID=8666&l=fr>, Programme des Nations Unies pour l'environnement (2011)
- The economist online ( 2010) “Africa's cities are set to swell in size” , economist.com, [http://www.economist.com/blogs/dailychart/2010/12/urbanisation\\_africa](http://www.economist.com/blogs/dailychart/2010/12/urbanisation_africa)
- The World Bank, 2012. World development report 2012, <http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2012/Resources/7778105-1299699968583/7786210-1315936222006/Complete-Report.pdf>
- United Nations (UN), 2008. *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision*. UN, New York.
- Winkler, H., Spalding-Fecher, R., Mwakasonda, S., Davidson, O., 2002. Sustainable development policies and measures: starting from development to tackle climate change. In: Baumert, K., Blanchard, O., Llosa, S., Perkaus, J. (Eds.), *Building a Climate of Trust: The Kyoto Protocol and Beyond*. World Resources Institute, Washington D.C., pp. 61–87.