
**PAPIER PROPOSE AU PREMIER COLLOQUE DE L'ASSOCIATION D'ECONOMIE
THEORIQUE ET APPLIQUEE (AETA)**

**TITRE : Effets de la croissance économique sur les émissions de CO₂ dans les
Pays du Bassin du Congo**

NKENGFACK Hilaire¹, KAFFO FOTIO Hervé²

Résumé : Ce papier a pour objectif d'examiner les effets de la croissance économique sur les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) dans quelques pays du Bassin du Congo, notamment le Cameroun, le Congo, la Gabon et la République Démocratique du Congo (RDC) sur la période 1978-2012. Le test de cointégration par les retards léchelonnés ou AutoRegressive Distributed Lags (ARDL) a été appliqué sur des séries temporelles sur la période 1978-2012. Les résultats du test indiquent une relation de long terme entre les variables, et les résultats du modèle de long terme montrent que la croissance économique a un impact positif sur les émissions de CO₂ dans ces pays. Ensuite, on constate que la consommation d'énergie, la densité de la population, les activités industrielles accroissent les émissions de CO₂ dans ces pays, bien que l'impact de la consommation d'énergie et des activités industrielles soit non significatif en RDC. L'ouverture commerciale a un impact négatif et significatif sur les émissions de CO₂ au Cameroun, tandis que son impact est non significatif au Congo, au Gabon et en RDC. Ce résultat est en contradiction avec l'hypothèse des havres de pollution.

Mots clés : croissance économique, émissions de CO₂, ARDL.

Classification J.E.L. : C22 ; O13 ; Q56

TITLE: Effects of economic growth on CO₂ emissions in “Bassin du Congo”

Abstract: This paper aims at verifying the effects of economic growth on carbon dioxide (CO₂) emissions over some countries of the “Bassin du Congo”, named Cameroon, Congo, Gabon and Democratic Republic of Congo (DRC). The bound testing procedure or AutoRegressive Distributed Lags (ARDL) approach to cointegration was applied on times series data for the period 1978-2012. The cointegration results confirm the existence of long run relation between these variables. The long run results show that income have a positive and significant impact in CO₂ in these countries. In addition, we found that energy consumption, population density and industrial activities increase CO₂ emissions in these countries, even though the impacts of energy consumption and industrial activities in DRC are not significant. Trade openness has a negative significant effect in Cameroon, while the effect is insignificant in other countries. This result is not in conformity with pollution havens hypothesis.

Keywords: Economic Growth, CO₂ emissions, ARDL.

J.E.L Classification: C22 ; O13 ; Q56

¹ Enseignant/Chercheur, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Dschang, B.P. 110 Dschang-Cameroun, Tél. : (+237) 74 52 37 12 / 96 43 45 19, E-mail : nkengfack@yahoo.fr

² Doctorant, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion, Université de Dschang, B.P. 110 Dschang-Cameroun, Tél. : (+237) 75 48 04 05, E-mail : kaffofotioherve@yahoo.fr

Introduction

L'attention accordée aux problèmes environnementaux (réchauffement climatique, déforestation, perte de la biodiversité, salinisation des sols, etc.) est de plus en plus préoccupante, et occupe un espace médiatique très important. En effet, le réchauffement climatique, due à l'accumulation des Gaz à Effet de Serre (GES), dont le principal est le dioxyde de carbone (CO₂), constitue la principale menace pour l'humanité, et pourrait coûter à l'économie mondiale jusqu'à 550 milliards de dollars (Stern, 2006) si les gouvernements ne prennent pas de mesures radicales.

En outre, un réchauffement de 2°C pourrait entraîner une baisse permanente de 4 à 5% de la consommation annuelle moyenne par habitant en Afrique et en Asie (Nordhaus et Boyer, 2000), alors qu'il en résulterait des pertes minimales dans les pays à revenu élevé (Nordhaus, 2008). Selon la Banque Mondiale, les changements climatiques risquent d'inverser les progrès économiques durement réalisés (Banque Mondiale, 2010) ; et les Pays en Voie de Développement paieront le plus lourd tribut, entre 75 et 80% des coûts des dommages causés par les changements climatiques (Hope, 2009).

Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) estime que l'accélération de la dégradation de l'environnement est principalement due aux facteurs humains (croissance démographique, déforestation, industrialisation, agriculture, commerce) (GIEC, 2007 ; 2013).

Il faut relever que l'analyse des déterminants de la dégradation environnementale est devenue un sujet très passionnant dans la littérature économique et l'essentiel des travaux s'attèlent à vérifier l'hypothèse de la Courbe Environnementale de Kuznets entre la croissance économique et les indicateurs de dégradation environnementale (Grossman et Krueger, 1995, Panayotou, 1993,1995 ; Shafik et Bandyopadhyay, 1992, etc.). L'intérêt de la CEK est qu'elle postule la possibilité pour les pays pauvres d'améliorer la qualité environnementale au fur et à mesure qu'ils se développent, à mesure que le niveau de vie des individus s'améliore et favorise l'éclosion d'une conscience environnementale (Banque Mondiale, 1992). Divers auteurs ont proposé une revue détaillée des travaux empiriques sur la relation entre la croissance économique et la qualité de l'environnement (Dinda, 2004 ; Nourry, 2007). La diversité des travaux confirme que les problèmes environnementaux sont différents d'une région à l'autre, rendant particulières les solutions proposées afin de limiter le désastre environnemental.

Considéré comme un tabou dans les pays en développement, les problèmes environnementaux prennent de plus en plus d'ampleur depuis la tenue du premier sommet de Rio en 1992. Cette prise de conscience est d'autant pertinente que l'augmentation des émissions de CO₂ a été accélérée par la croissance économique dans les régions en développement en effet, au cours de la décennie 1990-2000, les émissions de CO₂ ont augmenté de 48% dans ces régions, et de 81% au cours de la décennie

suivante (2000-2010), tandis qu'elles diminuaient de 7% et 1% respectivement dans les pays développés au cours de la même période(ONU, 2013, p.43). Les graphiques présentés à l'annexe 1 permettent de suivre l'évolution des émissions de dioxyde de carbone dans les pays du Bassin du Congo³. Ainsi, après une longue période de fluctuations permanentes, on constate une évolution positive des émissions de gaz carbonique dans les pays du depuis quelques années.

Toutefois, l'analyse des performances économiques à long terme de ces pays montre que la croissance économique depuis les indépendances a eu peu d'impacts sur la pauvreté⁴. La transformation structurelle ou « émergence » de ces pays exigera donc une rupture des dynamiques de croissance économique et une restructuration de l'appareil insdustriel, avec des risques d'augmentation critique des dégâts environnementaux.

Expliquer et comprendre les liaisons entre les variables macroéconomiques et la pollution atmosphérique constituent les principaux centres d'intérêt de ce papier, qui vise à tester la relation entre la croissance économique et la pollution atmosphérique dans quatre pays du Bassin du Congo, à savoir le Cameroun, le Congo, le Gabon et la République Démocratique du Congo afin de proposer des stratégies de transformation structurelle compatibles avec les objectifs de développement durable.

Le reste de l'article est organisé comme suit : la section 2 présente la littérature, la section 3 présente la démarche méthodologique, la section 4 est réservée à l'analyse des résultats et la section 5 présente la conclusion et quelques recommandations de politique économique et environnementale.

2. *Revue de littérature*

Les années 1990 marquent l'avènement des premiers travaux qui visent à donner un contenu empirique à la relation entre la croissance économique et la qualité de l'environnement. L'objectif principal de ces travaux est de vérifier l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznets⁵ ou d'une courbe en U inversé entre la croissance économique et les indicateurs de qualité environnementale (CO₂, SO₂, Déforestation, les particules volatiles, etc.). Au lieu de décrire la croissance économique comme une menace pour l'environnement et de préconiser de la stopper,

³ En l'absence de données sur certaines variables clés de l'étude pour la République Centrafricaine et le Tchad, l'appellation Bassin du Congo dans la suite de l'article renverra au Cameroun, au Gabon, à la République du Congo et à la République Démocratique du Congo

⁴ Pour complément d'informations, voir le Programme Economique Régional 2010-2015 de la Communauté Economique et Monétaire d'Afrique Centrale intitulé : *CEMAC 2025 : vers une économie régionale intégrée et émergente*, Volume 2.

⁵ Cette courbe est appelée ainsi en référence à la Courbe Inégalités-Revenus décelé par Kuznets en 1955. Elle indique que les inégalités évoluent et tendent à se réduire au fur de la croissance économique, décrivant une relation en U inversé.

l'hypothèse de la CEK suppose une certaine compatibilité entre la protection de l'environnement et la croissance économique future.

Pour comprendre ce mécanisme, nous utilisons la décomposition des émissions totales proposée par Grossman et al. (1995) et Antweiler et al. (2001) :

$$E_i = Y_i + \sum_j \beta_{ij} + \sum_j \alpha_{ij} \dots \dots \dots 1$$

Où E_i sont les émissions totales, i représente les pays et $j=1,2,\dots,n$ représente les divers secteurs économiques. Y_i

, généralement le PIB, capture l'échelle de l'économie du pays i . β_{ij} représente la part de la valeur ajoutée du secteur j dans l'économie du pays i et désigne la composition de l'économie, et α_{ij} représente l'intensité de pollution du secteur j dans l'économie du pays i .

L'effet d'échelle se réfère à l'augmentation des nuisances environnementales suite à la hausse de la production. En postulant que l'état de la technologie et la structure de l'économie restent inchangées, tout accroissement de la production se traduira par une augmentation des nuisances d'un même montant.

L'effet de composition capture l'effet d'une modification de la structure de production sur l'environnement. La transformation structurelle qu'ont connu les pays développés c'est-à-dire, le passage d'une économie essentiellement agricole à une économie industrielle s'est traduit par une hausse de l'intensité de pollution, le niveau technologique restant inchangé.

L'effet technique enfin capture l'impact des progrès techniques sur la qualité de l'environnement. Ainsi, toute amélioration du coefficient technique se traduira par une décélération du rythme de croissance des dégradations environnementales. De plus, la mise en place d'une réglementation environnementale rigoureuse, due à la prise de conscience environnementale permettra aussi de réduire les pressions environnementales.

Ces effets agissent différemment selon le niveau de développement des pays. Ainsi, dans les pays à faible revenu, l'effet d'échelle combiné à l'effet de composition (dû à la spécialisation dans les industries polluantes) dominant et accélèrent la dégradation environnementale. Cependant, au fur et à mesure que les pays s'enrichissent, ils dégagent des revenus importants permettant d'investir dans les technologies les moins polluantes, d'où l'amélioration du coefficient technique et une réduction conséquente des dommages environnementaux

Cette hypothèse a fait l'objet de nombreux travaux. Grossman et Krueger (1994, 1995), Panayotou (1993, 1995), Shafik et Bandyopadhyay (1992) et Selden et Song (1994) sont les premiers auteurs à tester empiriquement les effets de la croissance économique sur les indicateurs environnementaux (SO₂, NO_x, CO₂, CO, déchets municipaux, particules en suspension, etc). Grossman et Krueger sont les premiers à obtenir une courbe en U inversé dans leur *Working Paper* sur les effets environnementaux de l'Accord de Libre Echange Nord Américain. Ils vérifient la relation de Kuznets pour la pollution de l'air et la pollution de l'eau avec des points de retournement fixés à 5000\$ et 8000\$ respectivement.

Panayotou, Shafik et al., Selden et Song obtiennent aussi la courbe environnementale de Kuznets pour divers indicateurs avec des points de retournement compris entre 5000 et 12041 \$ pour différents indicateurs environnementaux et zones d'études.

D'autres investigations (Shukia et Parikh, 1996, Carson et al., 1997 ; Halicioglu, 2009 ; Akpan et al. 2011 ; etc.) n'aboutissent pas à la relation en U inversé. Ces auteurs obtiennent diverses formes alternatives en fonction du degré du modèle économétrique retenu⁶.

Différentes variables supplémentaires ont été introduites dans l'analyse des déterminants de la qualité environnementale. Ainsi, Shi (2003), Cole et Neumayer (2004) Shabbaz et al. (2010), Halicioglu (2009) et Akpan et al. (2012), et Adib Ismael et al. (2012) entre autres ont obtenu une relation positive entre les émissions de CO₂ et un ensemble de variables macroéconomiques telles que l'ouverture commerciale, la consommation énergétique, la population (densité et taux d'urbanisation).

L'utilisation des émissions de CO₂ comme proxy de la dégradation environnementale pose souvent un problème de pertinence selon les auteurs.

En effet, certains auteurs justifient l'absence d'une relation en U inversé entre la croissance et les émissions de CO₂ par le fait qu'il n'existe pas d'incitation à la réduction de rejets polluants, le coût de réduction des changements climatiques étant locaux et leurs bénéfices globaux (Nourry, 2005).

Toutefois, l'utilisation de cette variable comme proxy de la pollution atmosphérique pourrait se justifier de diverses façons :

- ✓ D'abord, le CO₂ est le principal gaz à effet de serre responsable des changements climatiques, sa réglementation devient donc une question intergouvernementale très importante (Talukdar et Meisner, 2001). Une telle étude pourra donc déboucher sur la proposition d'un plan de convergence des émissions de CO₂ pour les pays du Bassin du Congo ;

⁶ Voir Akpan et al. (2011) pour une explicitation des types de courbes possibles, en fonction du degré de l'équation à estimer.

✓

De plus des bases

de données sur les émissions de CO₂ sont accessibles, contrairement aux autres indicateurs pour lesquels il n'existe que très peu de données, surtout en ce qui concerne les pays visés par l'étude.

3. Méthodologie

3.1 Modèle économétrique et description des variables

Cette recherche prend appui sur l'équation suivante, dans laquelle les variables explicatives ont été sélectionnées à partir d'une littérature variée :

$$CO = f(pibh, ener, dpop, vaind, ouv) \dots \dots \dots 2$$

Où : *CO* représente les émissions de dioxyde de carbone (en millions de tonnes). Utilisée comme proxy de la pollution atmosphérique, cette variable est extraite de la base de données de l'**Agence Internationale de l'Energie Atomique** (AIEA, 2013). *PIBH* est le Produit Intérieur Brut par habitant, *ENERG* est la consommation d'énergie fossile en % de la consommation énergétique totale, *DPOP* est la densité de la population, *VAIND* est la valeur ajoutée du secteur industriel en % du produit intérieur brut et *OUV* est le ratio d'ouverture commerciale (Exportations + Importations/PIB). Ces indicateurs sont extraits du **World Development Indicators** (2013).

Sous sa forme log-linéaire, l'équation 2 peut se réécrire comme suit⁷ :

$$\ln CO_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln pibh_t + \alpha_2 \ln ener_t + \alpha_3 \ln dpop_t + \alpha_4 \ln vaind_t + \alpha_5 \ln ouv_t + \varepsilon \dots \dots \dots 3$$

Le PIBH capture l'impact du niveau de développement sur l'environnement. Théoriquement, l'hypothèse de la CEK postule que la dégradation de l'environnement est accélérée dans les pays en Développement, tandis que l'effet inverse est observé lorsque ces pays atteignent un certain niveau de revenu. Etant donné les faibles performances économiques associées au faible développement technologique des pays d'étude, on peut espérer que toute augmentation unitaire du PIB par habitant soit associée à un accroissement des émissions totales de dioxyde de carbone. Ainsi, le signe espéré de α_1 est positif

La consommation des énergies renvoie à l'utilisation du charbon, du pétrole, de l'huile de roche et des gaz naturels comme source d'énergie. Au niveau mondial, la consommation énergétique constitue la seconde source d'émissions de GES. Si l'augmentation de la consommation des énergies fossiles est due aux bonnes performances du secteur productif. Le signe espéré de α_2 est positif.

⁷ Cette équation sera estimée respectivement pour chaque pays.

La démographie est aussi un déterminant important de la qualité de l'environnement. En effet, l'augmentation de la population induit l'accroissement des besoins alimentaires, ce qui se traduit par la surexploitation et la réduction des ressources naturelles et l'accroissement des émissions polluantes. Cette analyse est partagée par plusieurs auteurs (Malthus, 1894 ; Azomahou et al., 2007 entre autres). Ainsi, le signe espéré du coefficient de la variable DPOP est positif.

La valeur ajoutée du secteur industriel capture les effets des activités industrielles sur les émissions de CO₂. Etant donné la vétusté des installations industrielles dans la plupart des Pays en Développement, le signe du coefficient sera positif.

Le degré d'ouverture commerciale capture les effets du commerce international sur la qualité environnementale. Dans les pays développés, l'imposition d'une réglementation environnementale forte se traduit généralement par des mouvements de délocalisation des industries polluantes vers les pays à faible réglementation environnementale (il s'agit de l'hypothèse du « havre de pollution »). Ainsi, le signe de coefficient de OUV varie en fonction du niveau de développement des pays (Grossman et Krueger, 1994 ; Halicioglu, 2009). Dans les pays développés, l'ouverture commerciale réduit la dégradation environnementale, tandis que l'effet inverse s'observe dans les pays en développement.

3.2 La technique d'analyse des données

Différents tests permettent de tester l'existence ou non d'une relation de cointégration entre les variables d'un modèle économétrique. Cependant, le test de cointégration par les retards échelonnés ou Auto Regressive distributed Lags (ARDL) approach to cointegration proposée par Pesaran et al (1999, 2001) est de plus en plus utilisé dans les travaux de recherche. Ce choix est dû au fait que cette technique présente l'avantage d'être plus efficiente pour des études avec un échantillon de faible taille et s'applique aux séries soient intégrées à l'ordre 1, à niveau 0 ou mutuellement intégrées, contrairement aux tests de cointégration traditionnels tels que ceux de Engle Granger (1987), le test de Johansen (1988), le test de Johansen et Juselius (1990). Cependant, la technique cesse d'être applicable lorsque l'ordre d'intégration des séries est supérieur à 1. Un autre intérêt de cette méthode est quelle permet d'estimer les dynamiques de long et de court terme dans un même modèle économétrique (Akpan et al, 2012).

Le test de cointégration est effectué sur l'équation suivante :

$$\Delta \ln co_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln co_{t-1} + \alpha_2 \ln pibh_{t-1} + \alpha_3 \ln ener_{t-1} + \alpha_4 \ln dpop_{t-1} + \alpha_5 \ln vaint_{t-1} + \alpha_6 \ln ouv_{t-1} + \sum_{i=1}^a \alpha_{7i} \Delta \ln co_{t-i} + \sum_{i=0}^b \alpha_{8i} \Delta \ln pibh_{t-i} + \sum_{i=0}^c \alpha_{9i} \Delta \ln ener_{t-i} + \sum_{i=0}^d \alpha_{10i} \Delta \ln dpop_{t-i} + \sum_{i=0}^e \alpha_{11i} \Delta \ln dpop_{t-i} + \sum_{i=0}^f \alpha_{12i} \Delta \ln ouv_{t-i} + \varepsilon_t \dots \dots \dots 3$$

Où ; les termes à niveau capturent la dynamique de long terme tandis que les termes en différence première approximent la dynamique de court ; ln est le logarithme népérien. Les autres variables restent telles que décrites plus haut.

L'application du test de cointégration se déroule en deux étapes :

La première consiste à déterminer le retard optimal en estimant l'équation 3 par les Moindres Carrés Ordinaires. Le retard maximal optimal est à choisir à partir des critères d'information de Schwarz (SIC) ou celui d'Akaike (AIC).

La deuxième consiste à tester la cointégration au sens de Pesaran et al. (2001). Ce test est basé sur les hypothèses suivantes :

$$\begin{cases} H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 0 \\ H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq \alpha_4 \neq \alpha_5 \neq 0 \end{cases}$$

La F-statistique ou Wald statistique issue de la régression de l'équation 3 est comparée aux bornes inférieure et supérieure simulées par Pesaran et al. Respecter l'une des règles de décision suivante : si F-statistique est supérieure à la borne supérieure, alors accepter l'hypothèse de cointégration, si F-statistique comprise entre les deux bornes, ne pas conclure, et si F-statistique est inférieure à la borne inférieure, alors accepter l'hypothèse d'absence de cointégration.

Si la cointégration est acceptée, alors estimer l'équation 2 qui représente la dynamique de long terme par la méthode des Moindres Carrés Ordinaires. Les résidus obtenus de l'estimation de l'équation 2 sont ensuite introduits de manière retardée dans le modèle à correction d'erreur suivant :

$$\Delta \ln co_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^a \alpha_{1i} \Delta \ln co_{t-i} + \sum_{i=0}^b \alpha_{2i} \Delta \ln pibh_{t-i} + \sum_{i=0}^c \alpha_{3i} \Delta \ln ener_{t-i} + \sum_{i=0}^d \alpha_{4i} \Delta \ln dpop_{t-i} + \sum_{i=0}^d \alpha_{5i} \Delta \ln vaint_{t-i} + \sum_{i=0}^f \alpha_{6i} \Delta \ln ouv_{t-i} + \eta ECT_{t-1} + \varepsilon_t \dots \dots \dots 4$$

Où : ECT_{t-1} est le terme de correction d'erreur ou force de rappel et η son coefficient. L'hypothèse de cointégration est confirmée si le coefficient de ECT est négatif et significatif.

4. Résultats des estimations et discussion

4.1 Test de stationnarité

Les tests de stationnarité de Dickey-Fuller Augmenté (DFA) et Phillips-Perron (PP) ont été effectués afin de se rassurer qu'aucune variable n'est intégrée à un ordre supérieur à 1, condition sous laquelle l'ARDL cesse d'être valable⁸. Ces tests indiquent que toutes les variables respectent les normes d'application de l'ARDL, l'ordre d'intégration maximal des variables étant 1 (voir tableau 1).

Tableau 1 : Résultat des tests de stationnarité de DFA et PP

Pays	lnCO		lnPIBH		lnENER		lnDPOP		lnVAIND		lnOUV	
	ADF	PP	ADF	PP	ADF	PP	ADF	PP	ADF	PP	ADF	PP
Cameroun	I(1)	I(1)	I(0)	I(1)	I(1)	I(1)	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)	I(1)	I(1)
Congo	I(1)	I(1)	I(0)	I(0)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)
Gabon	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(0)	I(0)	I(0)	I(1)	I(1)	I(0)	I(0)
RDC	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)	I(0)	I(0)	I(1)	I(1)	I(1)	I(1)

Note : I(1) et I(0) signifient stationnaire en différence première et à niveau respectivement et RDC= République Démocratique du Congo

4.2 Test de cointégration

Le tableau 2 présente le résultat du test de cointégration de Pesaran. Ces résultats rejettent l'hypothèse d'absence de cointégration au seuil de 1% pour l'ensemble des modèles.

Tableau 2 : Estimation du modèle optimal et résultat du test de cointégration

Pays	Retard optimal		F-Statistique		Décision	
Cameroun	2		4,3799		Cointégration	
Congo	3		4,094		Cointégration	
Gabon	3		6,8790		Cointégration	
RDC	3		4,48		Cointégration	
Valeurs critiques de Pesaran	10%		5%		1%	
	1,99	2,94	2,27	3,28	2,88	3,99

Notes : Les termes entre parenthèses sont les retards optimaux de chaque variable obtenus à partir des critères d'information BIC. La borne supérieure de pesaran est lue dans la table CI(ii), Case II : restricted intercept and no trend, k=6.

⁸ En effet, Ouattara (2004) et Akpan et al. (2011) affirment que l'une des conditions d'application du test de cointégration par les Retards Echelonnés de Pesaran et al. est qu'aucune série ne doit être intégrée à un ordre supérieur à 1.

4.3 Résultats de l'estimation du modèle de base

Le tableau 3 présente les résultats de l'estimation des effets de la croissance économique et de ses déterminants sur les émissions de CO₂ dans les pays d'étude. Les tests de validation des Moindres Carrés Ordinaires (test de Normalité, l test de détection de l'autocorrélation et test de détection de l'Hétéroscédasticité) sont tous positifs au seuil de 5 % pour chaque modèle estimé. Par ailleurs, les coefficients de détermination ajustés indiquent que les émissions de CO₂ sont expliquées à 98,5%, 95,1%, 86,9% et 89,2% par les variables introduites dans le modèle respectivement pour le Cameroun, le Congo, le Gabon et la RDC.

Tableau 3 : Résultats des relations de long terme

Variable dép. (lnCO)	Cameroun	Congo	Gabon	RDC
lnPIBH	0,6622*** (0,1325)	0,5219*** (0,1314)	0,4913* (0,2759)	0,9992* (0,1445)
lnENER	1,9799*** (0,3967)	3,1890*** (0,1190)	2,0169*** (0,1706)	0,0313 (0,3367)
lnDPOP	0,6697*** (0,1307)	0,9214*** (0,0793)	1,8623*** (0,1717)	0,9584*** (0,3385)
lnVAIND	0,3422** (0,1255)	0,1723* (0,0987)	0,5165*** (0,1587)	0,0795 (0,1057)
lnOUV	- 0,2498*** (0,0816)	0,0428 (0,0893)	0,2078 (0,2279)	0,0532 (0,0824)
C	19,1602*** (0,2,8786)	- 3,7823*** (1,0787)	-6,3363* (2,7787)	6,0148*** (1,8820)
R ²	0,9415	0,9744	0,8920	0,9044
R ² -Ajusté	0,9311	0,9699	0,8728	0,8874
Tests de validité des MCO				
Test de normalité	0,8940	0,6762	0,4806	0,6706
Breusch-Godfrey	0,1976	0,9631	0,1260	0,2648
Breusch-Pagan	0,6538	0,5255	0,6197	0,7999
F-satistique (Prob. F-stat)	90,2655 0,0000	213,9518 0,0000	46,2891 0,0000	53,0372 0,0000

Note : () est l'écart type. ***, **, * désignent la significativité à 1%, 5%, et 10% respectivement.

De ce tableau, on constate que la croissance économique (**PIBH**) a des effets positifs et significatifs sur les émissions de CO₂ dans l'ensemble des pays, ce qui indique que ces pays se trouveraient dans la phase ascendante de la Courbe environnementale de Kuznets. Bien que α_1 soit positif, il faut noter que

ce coefficient est inférieur à ceux obtenu dans la littérature. Par exemple, Sharma (2010) obtient une élasticité plus forte sur un panel de pays à Faibles Revenus sur la période allant de 1985 à 2005.

Par ailleurs, la consommation d'énergies et la croissance démographique constituent les principaux déterminants de la pollution atmosphérique dans les pays d'étude. Excepté la RDC où la consommation des énergies fossiles a un impact positif non significatif sur les émissions de CO₂, la consommation des énergies fossiles contribue significativement à la pollution atmosphérique dans les autres pays. Cet impact est accentué par la forte croissance démographique que connaissent ces pays et la forte dépendance de ces populations au bois énergie (plus de 89% de population du Bassin du Congo dépend du bois comme source d'énergie)⁹. Ce résultat est conforme à celui de Halicioglu (2009), Akpan et al (2012) qui constatent qu'une augmentation de la consommation d'énergie se traduit par la hausse des émissions de CO₂ en Turquie et au Nigéria respectivement. Par ailleurs, Brajer et al. (2007) montrent que l'augmentation de la densité de la population est associée à un accroissement des émissions de dioxyde de soufre en Chine.

Bien que l'impact du secteur industriel soit positif et significatif pour le Cameroun, le Congo et le Gabon, il faut préciser que la contribution de cette variable à l'accroissement des émissions de CO₂ a été marginale sur la période d'étude. Ce résultat peut s'expliquer par la désindustrialisation qu'ont connue ces pays au cours de la crise de 1986-1994.

Enfin, on constate que le commerce international ne serait pas un déterminant des émissions de CO₂ dans les pays d'étude. En effet, l'amélioration unitaire du degré d'ouverture se traduirait par une augmentation non significative des émissions de CO₂ au Congo, au Gabon et en RDC, tandis qu'elle aurait tendance à réduire les émissions polluantes au Cameroun. Contrairement à la prédiction théorique, ce résultat indique que la libéralisation commerciale ne se traduit pas nécessairement par la migration des entreprises polluantes des pays développés en direction des pays en développement, moins intransigeants en matière de protection environnementale.

L'annexe 2 présente les résultats du Modèle à Correction d'Erreur pour chaque pays. A la lecture de ce tableau, on peut confirmer l'hypothèse de cointégration car le coefficient du terme à correction d'erreur (ECT_{t-1}) est négatif et significatif pour l'ensemble des modèles. De plus, ces coefficients étant inférieurs à l'unité, on peut conclure que la période d'ajustement indique que les désajustements entre le long terme et le court sont résorbés en moins d'un an. Par ailleurs, les tests de validité des MCO ainsi que les tests de stabilité des paramètres (Cumulative Sum et Cumulative Sum of Square) indiquent que les résultats sont tous stables au seuil de 5% (Voir annexe 3).

⁹ Pour plus de détails, voir *Les forêts du Bassin du Congo, Etats des forêts 2008*

Tout comme à long terme, on constate que la consommation d'énergies fossiles est le principal déterminant des émissions de CO₂ à court terme dans les pays de l'étude. Ceci peut s'expliquer par leur forte dépendance aux bois-énergie, dont la contribution au GES est de plus en plus avérée. Les variables telles la croissance économique, l'ouverture commerciale ont des impacts mitigés sur les émissions de CO₂ à court terme des pays d'étude. Si la croissance a un impact significatif au Gabon et en RDC, tel n'est pas le cas pour le Cameroun et le Congo dont les impacts sont positifs et négatifs respectivement et non significatifs.

On constate cependant que le secteur industriel ne contribue pas de manière significative aux émissions de CO₂ dans les pays d'étude. Ce résultat peut s'expliquer, comme à long terme par la forte dépendance des ces pays aux activités extractives (Bois, Pétrole et minerais) qui contribuent de plus en plus à la croissance économique.

5. *recommandations*

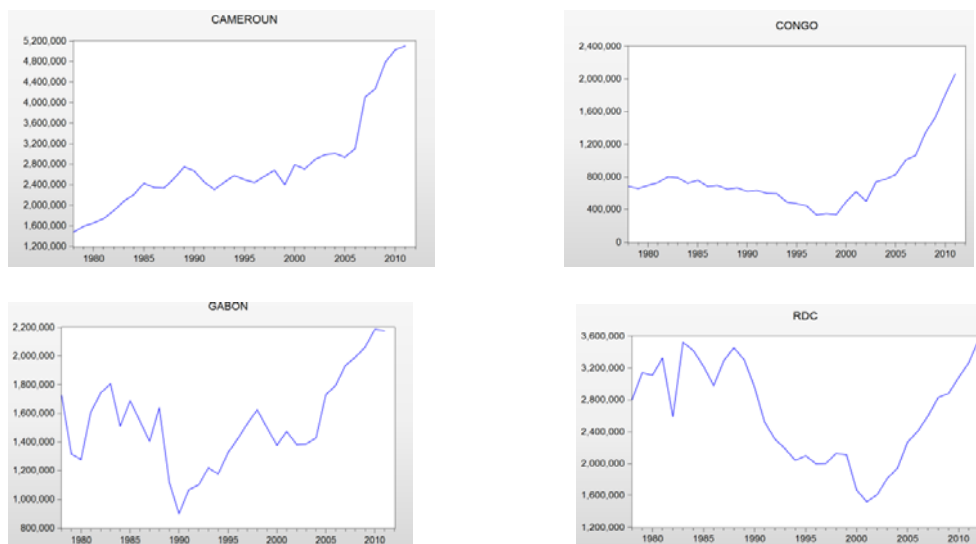
Conclusion et

L'objectif de ce papier était d'examiner les effets de la croissance économique sur les émissions de CO₂ dans quatre pays du Bassin du Congo, à savoir : le Cameroun, le Congo, le Gabon et la République Démocratique du Congo. A partir des séries temporelles sur une période allant de 1978 à 2012, il a été appliqué le test de cointégration par les retards échelonnés ou AutoRegressive Distributed Lags (ARDL) développé par Pesaran et al. (1997, 2001) afin de contourner les limites des tests de cointégration traditionnel. Globalement, il apparaît que la consommation d'énergie serait le principal déterminant des émissions de CO₂ dans les pays couverts par l'étude. Ensuite, il faut relever le rôle important de l'accroissement de la densité de la population et de la croissance économique dans l'incrémentation de la pollution par le CO₂. Enfin, l'impact des activités industrielles a été marginal sur la période d'étude, tandis que l'ouverture commerciale n'avait pas un impact significatif sur les émissions de CO₂.

Au plan politique, ces résultats suggèrent que les objectifs de croissances soient accompagnés des mesures d'adaptation. Dans ce cas, il faut incorporer des programmes d'adaptation aux stratégies de développement, telle que l'initiative éthiopienne qui prévoit des limites aux émissions, une productivité accrue et un meilleur rendement des ressources.

Par ailleurs, ces pays doivent promouvoir une Croissance Inclusive Verte, qui passera nécessairement par la lutte contre les inégalités d'opportunités, les investissements en Recherche et Développement, la sensibilisation des populations sur les risques environnement et enfin, la collecte et le suivi des indicateurs environnementaux.

ANNEXES

Annexe 1 : Evolution des émissions de CO₂ en millions de tonnes entre 1978 et 2012

Source : Auteurs, à partir de AIEA (2013).

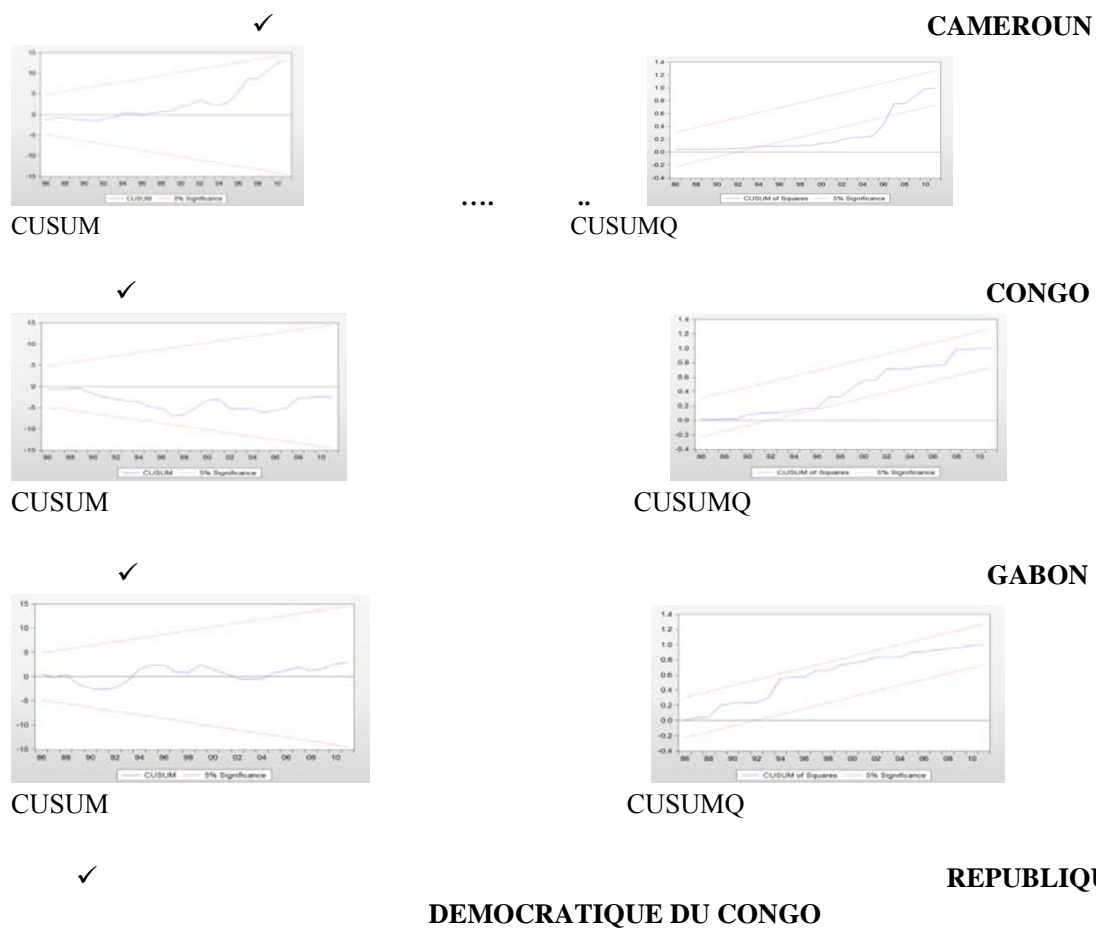
Annexe 2 : Résultats des MCE

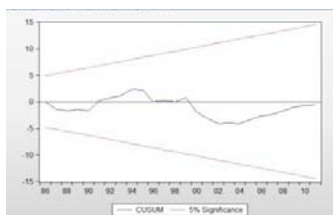
Variable dép. : $\Delta \ln \text{CO}$	Cameroun	Congo	Gabon	RDC
$\Delta \ln \text{PIBH}$	0,1924 (0,2331)	- 0,0169 (0,2470)	0,3952* (0,2218)	1,0495*** (0,3182)
$\Delta \ln \text{ENER}$	- 0,3648 (0,4671)	2,8588*** (0,2765)	1,9454*** (0,1970)	0,1085 (0,5780)
$\Delta \ln \text{DPOP}$	- 0,1468 (6,2047)	2,5450 (7,5265)	5,8848 (6,8080)	- 2,6244 (2,39418)
$\Delta \ln \text{VAIND}$	0,1546 (0,1222)	0,1182 (0,0880)	- 0,3900*** (0,1345)	0,0524 (0,0873)
$\Delta \ln \text{OUV}$	- 0,0136 (0,0819)	0,1086 (0,0820)	- 0,1943 (0,1757)	0,0579 (0,0587)
ECT(-1)	-0,6228***	- 0,0910***	- 0,6884***	- 0,8313***

	(0,1503)	(0,2140)	(0,1658)	(02081)
R ²	0,4635	0,8273	0,8120	0,5806
R ² ajusté	0,3397	0,7875	0,7686	0,4839
Tests de validation des MCO				
Test de normalité	0,5872	0,9438	0,9680	0,9500
Breusch-Godfrey	0,7406	0,16	0,1321	0,6310
Breusch-Pagan	0,5602	0,7445	0,1213	0,8684
F-statistique	3,744	20,7647	18,7172	6,0009
Prob. F-stat	0,0081	0,0000	0,0000	0,0004

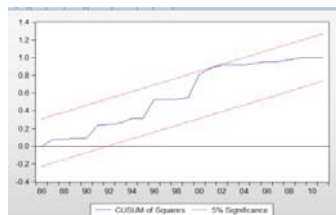
Notes : Δ est l'opérateur de différence première, les valeurs entre parenthèses sont les écarts types.
 ***, **, * représentent respectivement la significativité à 1%, 5% et 10%.

Annexe 3: Résultats du test de stabilité des paramètres





CUSUM



CUSUMQ

Références

- Akpan, U.F., Chuku, C.A. 2011. Economic Growth and Environmental Degradation in Nigeria: Beyond the Environmental Kuznets Curve”, Paper Presented at the 4th NAEE/IAEE International Conference, Abuja, April.
- Antweiler, W., Copeland B.R., Taylor M.S. 2001. Is Free Trade Good for the Environment? *American Economic Review*, 91(4), p. 877-908.
- Banque mondiale. 1992. Le développement et l'environnement, rapport sur le développement dans le monde. Oxford University Press.
- Banque Mondiale. 2010. Rapport sur le développement dans le monde 2010: Développement et changements climatiques. Washington, DC20433, Etats Unis d'Amérique.
- Brajer, V., Mead, R.W., 2007. Health Benefits of Tunneling through the Chinese environmental Kuznets curve (EKC). *Ecological Economics*
- Carson, R. T., Y. Jeon et D. McCubbin (1997). The Relationship Between Air Pollution Emission and Income: US Data. *Environmental and Development Economics* 2:433-450.
- Cole, M. A., Neumayer, E. 2004. Examining the impact of demographic factors on air pollution. *Population and Environment*, 26(1), 5–21.
- Dinda, S. 2004. Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey, *Ecological Economics*, 49, 431-455.
- Engle, R., Granger, C., 1987. Cointegration and error correction representation: estimation and testing. *Econometrica* 55, 251-276.
- GIEC. 2007. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (éds), GIEC, Genève, 103 pages.
- GIEC. 2013. Changements climatiques 2013. Les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs. Contribution du groupe de travail I au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat.

- Grossman, G.M. et Krueger, A. B. 1993. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. in P. Garder (ed.), *The U.S.-Mexico Free Trade Agreement*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, États-Unis.
- Grossman, G.M., et Krueger, A. B. 1995). *Economic Growth and the Environment*. Quarterly Journal of Economics, Vol. 110(2), pages 353-377.
- Halicioglu, F. (2009), An Econometric Study of CO₂ emissions , energy consumption, income and foreign trade in Turkey, *Energy Policy*, 39: 1156-64.
- Hope, C. 2009. « How Deep Should the Deep Cuts Be? Optimal CO₂ Emissions over Time under Uncertainty. » *Climate Policy* 9 (1): 3–8.
- Ismail, M.A and Mawar, M Y. 2012. Energy use, emissions, economic growth and trade: A Granger non-causality evidence for Malaysia. MPRA.
- Johansen, S., 1988. Statistical analysis of cointegrating vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control* 12, 231-254.
- Johansen, S., Juselius, K., 1990. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration—with application to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 52, 169-210.
- Kuznets, S., 1955. Economic Growth and Income Equality », *American Economic Review*, vol. 45 (1), 1-28.
- Nations Unies. 2011. *World Population Prospects: The 2010 Revision*. New York : division de la population du département des affaires économiques et sociales.
- Nordhaus, W. 2008. *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Nordhaus, W., et J. Boyer. 2000. *Warming the World: Economic Models of Climate Change*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Nourry, M. 2007. La croissance économique est-elle un moyen de lutte contre la pollution ? », In *Revue française d'économie*. Volume 21 N°3, PP. 137-176.
- ONU. 2013. *Objectifs du Millénaire pour le développement, Rapport 2013*. Nations Unies, New York , 2013.
- Ouattara, B. 2004. *The Impact of Project Aid and Program Aid on Domestic Savings : A Case Study of Côte d'Ivoire*. Centre for the Study of African Economies Conference on Growth, Poverty Reduction and Human Development in Africa, April (2004).
- Panayotou, T. 1993. *Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development*. Working Paper WP238 Technology and Employment Programme, Geneva: International Labor Office.
- Panayotou, T. 1995. *Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development* . In I. Ahmed et J.A. Doeleman (eds.), *Beyond Rio: The Environmental Crises and Sustainable Livelihoods in the Third World*, Macmillan Press, Londres, Royaume-Uni.

- Pesaran, M. H., Shin, Y., 1999. An autoregressive distributed lag modeling approach to cointegration analysis. Chapter 11 in *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Strom S (ed.). Cambridge University Press: Cambridge
- Pesaran, M. H., Shin, Y., Smith, R. J., 2001. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics* 16, 289-326.
- Selden, T. M. et D. Song. 1994. Environmental Quality and Development : Is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions ?, *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 27, n°2, pp. 147-162.
- Shafik, N. and Bandyopadhyay, S. 1992. Economic growth and environmental quality: times series and cross-country evidence . Background paper for the World Development Report 1992 (Washington, DC: The World Bank, 1992).
- Shahbaz, M., Jalil, A and Dube S. 2010. Environmental Kuznets curve (EKC):Times series evidence from Portugal. MPRA
- Shi, A., 2003. The Impact of Population Pressure on Global Carbon Dioxide Emissions: Evidence from pooled cross-country data. *Ecological Economics*, 44(1): 29-42.
- Shukla, V. et K. Parikh. 1996. The environmental consequences of urban growth: cross-national perspectives on economic development, air pollution and city size. Ch. 15, pp361-395. Dans Shukl V.(ed) 1996, *Urbanisation and economic growth*, Delhi: Oxford university press.
- Stern N. 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2007.
- Talukdar, D., Meisner, C.M. 2001. Does the private sector help or hurt the environment? Evidence from carbon dioxide pollution in developing countries. *World Development*, 29(5), p. 827-840.