



GLOBAL JOURNAL OF HUMAN-SOCIAL SCIENCE: B
GEOGRAPHY, GEO-SCIENCES, ENVIRONMENTAL SCIENCE & DISASTER
MANAGEMENT

Volume 20 Issue 2 Version 1.0 Year 2020

Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal

Publisher: Global Journals

Online ISSN: 2249-460X & Print ISSN: 0975-587X

Demographic Growth and Environment in Sub- Saharan Africa: An Analysis of the Panel Data on the 1980-2016 Period

By Patrick Geoffroy Nkwenka Nyanda & Yve Daniel Ngassa Nya

Université de Dschang

Abstract- The objective of this paper is to determine the impact of the demographic growth on environment in the Sub- Saharan Africa. The data come from the World Bank (Africa Development Indicators, 2017). The study period goes from 1980 to 2016 (37 years) and the sample contains 25 Sub- Saharan Africa countries. The estimate Within/Between method is used to value the parameters of a multiple regression model developed by York and al. (2003). The results show that the demographic growth deteriorate the environmental quality in the Sub-Saharan Africa.

Keywords: *demographic growth, environment, sub-saharan africa, panel.*

GJHSS-B Classification: *FOR Code: 059999p*



Strictly as per the compliance and regulations of:



© 2020. Patrick Geoffroy Nkwenka Nyanda & Yve Daniel Ngassa Nya. This is a research/ review paper, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 Unported License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), permitting all non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Demographic Growth and Environment in Sub-Saharan Africa: An Analysis of the Panel Data on the 1980-2016 Period

Croissance Démographique Et Environnement En Afrique Subsaharienne: Une Analyse Des Données De Panel Sur La Période 1980-2016

Patrick Geoffroy Nkwenka Nyanda ^α & Yve Daniel Ngassa Nya ^ο

Résumé- L'objectif de ce papier est de déterminer l'effet de la croissance démographique sur l'environnement en Afrique Subsaharienne. Les données analysées proviennent de la Banque Mondiale (Africa Development Indicators, 2017). La période d'analyse va de 1980 à 2016 (37 ans) et l'échantillon d'étude est constitué de 25 pays d'Afrique Subsaharienne. La méthode Within/Between a été utilisée pour estimer un modèle de régression multiple inspiré des travaux de York *et al.* (2003). Les résultats montrent que la croissance démographique détériore la qualité de l'environnement en Afrique Subsaharienne.

Mots clés: croissance démographique, environnement, Afrique Subsaharienne, panel.

Abstract- The objective of this paper is to determine the impact of the demographic growth on environment in the Sub-Saharan Africa. The data come from the World Bank (Africa Development Indicators, 2017). The study period goes from 1980 to 2016 (37 years) and the sample contains 25 Sub-Saharan Africa countries. The estimate Within/Between method is used to value the parameters of a multiple regression model developed by York *and al.* (2003). The results show that the demographic growth deteriorate the environmental quality in the Sub-Saharan Africa.

Keywords: demographic growth, environment, sub-saharan africa, panel.

I. INTRODUCTION

Depuis le début des années 1970, la communauté scientifique internationale s'interroge sur la capacité de la nature à fournir des ressources nécessaires à la poursuite de la croissance économique (Meadows *et al.*, 1972). Selon le PNUD (2009), les progrès techniques ont permis à l'homme de se lancer dans une course effrénée vers la création de richesses en s'attaquant à des ressources naturelles non renouvelables ou dont le rythme de renouvellement est beaucoup plus lent que celui de leur exploitation. D'ailleurs, le Rapport Meadows (1972) énonce que l'épuisement des ressources naturelles, les diverses pollutions dues à l'industrialisation, à l'urbanisation et à la surconsommation des biens constituent les

principaux obstacles à la préservation de l'environnement dans le monde, notamment dans les économies Africaines qui connaissent une amélioration de leurs taux de croissance depuis quelques années (CNUCED, 2013).

Selon la CNUCED (2013), l'économie Africaine a affiché un taux de croissance de plus de 4%, soit plus que l'Amérique Latine et les Caraïbes (3,4%) et l'Europe et l'Asie Centrale (0,2%), entre 2008 et 2011, période de grande incertitude mondiale. Par ailleurs, sur la période allant de 2002 à 2012, l'Afrique a connu un taux de croissance économique (4,9%) supérieur à la moyenne mondiale (2,6%); ce qui lui a permis de se situer au deuxième rang des économies en développement derrière les économies Asiatiques (7,3%). L'Afrique Subsaharienne (ASS) a réalisé sur cette même période un taux de croissance économique (5,3%) supérieur à celui de l'ensemble de l'Afrique (4,9%), des économies émergentes (3,9%) et comparable à celui des économies d'Asie du Sud-Est (5,4%).

Selon la Banque Mondiale (2010), cette croissance de l'économie Africaine a reposé sur une exploitation accrue des ressources naturelles non renouvelables, ce qui s'est traduite par une augmentation des émissions de CO₂ dans ce continent. Le rapport de l'AIE (2012) révèle que les quantités totales de CO₂ émises par l'Afrique ont augmenté de 35%, atteignant environ 930 millions de tonnes métriques en 2010 au cours de la dernière décennie. Entre 1960 et 2016, l'ASS a enregistré une augmentation de 282% de son volume total d'émission de CO₂, l'Afrique du Sud et le Nigeria étant les premiers contributeurs (Africa Development Indicators, 2017).

La croissance des émissions de CO₂ dans les pays d'ASS exige la mise sur pied des politiques de croissance verte pour atteindre les Objectif de Développement Durable (ODD). La 21^é Conférence des Nations Unies sur le changement climatique (COP21) tenue à Paris en 2015 s'interroge, entre autres, sur la contribution de la croissance démographique à la dégradation de l'environnement dans les pays en

Author ^α σ: LAREMA-FSEG, Université de Dschang.
e-mails: pnkwenka@yahoo.fr, yvedaniel@gmail.com

développement (ONU, 2016). Cette préoccupation pousse à examiner deux principaux courants théoriques sur la population : les courants malthusien et anti-malthusien. Selon le premier (Malthus, 1798 ; McNamara, 1990 ; Marquette et Bilsborrow, 1997), la croissance démographique dégrade la qualité de l'environnement. Cependant, le second énonce que la croissance démographique, sous certaines conditions, peut améliorer la qualité de l'environnement à long terme (Boserup, 1976).

L'intérêt accordé à l'impact environnemental de la croissance démographique en ASS se justifie par la progression des émissions de CO₂ et le contexte démographique de cette sous-région qui enregistre depuis plusieurs années une augmentation significative de sa population. En ASS, les taux de fécondité sont élevés (environ 6,5%), l'espérance de vie a progressé de 43 à 51 ans depuis 1965 et le taux d'accroissement de la population est de 3% par an (Banque Mondiale, 2010). Par ailleurs, sa population a été multipliée par sept entre les années 1900 et 2000. Elle devrait passer de 750 millions à 1,5 milliards d'habitants entre les années 2000 et 2030. L'ASS aura ainsi à gérer en moyenne un doublement de sa population totale et un triplement de sa population urbaine entre 2000 et 2030 (ONU, 2013). Selon l'ONU (2016), cette croissance rapide de la population affecte l'environnement à travers ses effets sur l'agriculture, la déforestation et l'utilisation des combustibles fossiles.

Les pays Africains ont été responsables de plus de la moitié des pertes de forêts enregistrées dans le monde entre 2000 et 2005 ; et la perte nette de forêts a atteint 3,4 millions d'hectares par an entre 2000 et 2010 (FAO, 2011). Sur dix des pays qui ont connu les taux de déboisement les plus élevés dans le monde, sept¹ se trouvent en Afrique dont 6 en ASS (Unmubig et Cramer, 2008). Par ailleurs, la plupart des habitants d'ASS dépendent de la terre pour vivre (McNamara, 1990). Les activités agricoles qui émettent du méthane et de l'oxyde nitreux, ainsi que le déboisement qui réduit les puits de carbone sont plus intenses dans les pays en développement, notamment en ASS (Nyong, 2008).

Les pays en développement en général et ceux d'ASS en particulier sont interpellés au terme de la COP21 à participer aux efforts de réduction des émissions de CO₂. Par ailleurs, le 13^e ODD recommande la lutte contre le changement climatique et ses impacts. Dans ce contexte, comment peut-on concilier la croissance démographique et la préservation de l'environnement afin de promouvoir une croissance durable ? L'objectif de ce papier est de déterminer l'effet de la croissance démographique sur l'environnement en ASS.

Le reste du papier comprend 4 sections: une revue de la littérature (II), la méthodologie utilisée (III), les résultats obtenus (IV) et la conclusion (V).

II. REVUE DE LA LITTÉRATURE

a) Littérature théorique

i. Les pessimistes

- Malthus

Il y a deux siècles, Malthus publiait son célèbre ouvrage intitulé « Essai sur le principe de la population » (Malthus, 1798). Le but de l'ouvrage était d'analyser le principe de la population et son influence sur les progrès futurs de la société. Dans cet ouvrage majeur de l'économie classique de la fin du dix-huitième siècle, Malthus présente la population comme un danger pour la croissance économique et la production agricole.

- Les néomalthusiens

Si les travaux de Malthus portent sur la production agricole et n'abordent pas directement les questions environnementales, les néomalthusiens ont étendu ses travaux à l'environnement. La théorie néomalthusienne énonce qu'une population trop importante dégrade l'environnement et les moyens de sa production agricole (comme les sols).

Selon Meadows *et al.* (1972), les ressources naturelles seront épuisées dans un siècle si la croissance démographique ne s'arrête pas. La destruction écologique de la planète dépend du nombre absolu d'individus qui y vivent. En 1969, Ehrlich qualifie la population de « bombe-population » (Ehrlich et Ehrlich, 1969). Hardin (1968) postule qu'un monde fini ne peut supporter qu'une population finie : quand la population augmente, les biens, les ressources ou les produits alimentaires par habitant diminuent jusqu'à s'annuler.

La « capacité de charge » se définit comme la population maximale que peut supporter indéfiniment un écosystème donné sans dégrader les ressources renouvelables (Keyfitz, 1991). Le concept de capacité de charge a conduit à des nombreuses études de projection et de modélisation sur le nombre d'humains que peut supporter indéfiniment la planète Terre (Ramade, 1987). Les faits montrent un dépassement de la taille de population supportable : les humains dilapideraient les ressources et détruiraient la planète (Marquette et Bilsborrow, 1997). L'arrêt de la croissance démographique serait alors urgent. Les néomalthusiens préconisent donc des mesures de limitation des naissances, en particulier dans les pays en développement.

ii. Les optimistes

Pour les optimistes, l'accroissement démographique n'est pas un danger pour l'environnement. Depuis le seizième siècle, de nombreux économistes ont eu une approche optimiste de la croissance démographique en montrant qu'elle

¹ Comores, Burundi, Togo, Mauritanie, Nigéria, Bénin et Ouganda.

entraînait le progrès économique et qu'une population démographiquement stable stagnait culturellement et économiquement (Hutchinson, 1967).

Simon (1981) a développé une théorie en contradiction avec les propos néo-malthusiens. Selon lui, l'observation de l'histoire humaine montre que les niveaux de vie se sont élevés en même temps que la population augmentait. La principale cause de cette richesse grandissante est l'accroissement démographique. Plus de personnes signifie des marchés plus grands, des communications plus faciles, des économies d'échelles possibles, des gains de productivité. Selon Simon (1981), l'invention et l'innovation, en tant que produits de l'intelligence humaine, augmentent avec la taille de la population. Plus une population est nombreuse, plus il lui sera facile d'inventer une solution à ses problèmes (Simon, 1990).

En cas de pénurie de ressources ou de menace environnementale, la recherche de solutions techniques est stimulée (des produits de substitution ou une technologie propre par exemple). Les pénuries sont donc temporaires et les nouvelles solutions sont meilleures (moins chères et plus respectueuses de l'environnement) que les précédentes (Boserup, 1983).

b) Littérature empirique

Birdsall (1992) met en évidence les mécanismes par lesquels l'augmentation de la population entraîne un accroissement du taux d'émission de CO₂. Il soutient qu'une forte population favorise un fort taux d'industrialisation et donc un accroissement de la demande des ressources énergétiques non renouvelables. Pour lui, l'utilisation extensive des forêts est causée par la forte demande des produits manufacturiers due à la croissance démographique. Cela contribue significativement aux émissions de CO₂.

Dietz et Rosa (1997) ont fait une régression entre le logarithme de la population et le logarithme des émissions de CO₂. Ils ont trouvé que lorsque la taille de la population est grande, son impact sur le volume des émissions de CO₂ est plus que proportionnel. Il en résulte de leur étude qu'une augmentation de 1% de la taille de la population entraîne une augmentation de 1,15% du volume de CO₂ émis.

Meyerson (1998) a étudié le lien entre la croissance démographique et le taux d'émission de CO₂. Il a trouvé que depuis 1970, le taux de croissance des émissions de CO₂ et celui de la population évoluent au même rythme. Il a donc conclu que la cause majeure de l'augmentation des émissions de CO₂ dans l'atmosphère est la croissance démographique.

York *et al.* (2003) ont montré qu'il existe une corrélation positive entre la part de la population vivant en ville et les émissions de CO₂. Leurs analyses sont focalisées sur 86 pays et sont étendues sur la période allant de 1975 à 1998.

Shi (2003) a trouvé un rapport direct entre les changements démographiques et les émissions d'anhydride carbonique de 93 pays au cours de la période 1975-1996. Pour cet auteur, tout individu fait une demande d'énergie pour satisfaire ses besoins vitaux tels que la nourriture, le logement, les vêtements, etc. Plus le nombre de personnes augmente, plus la demande d'énergie s'accroît. Il déclare qu'un taux de croissance démographique élevé crée des pressions socioéconomiques qui empêchent la société de s'y adapter. En conséquence, il s'en suit l'utilisation intensive des ressources naturelles non renouvelables et la hausse du taux d'émission de CO₂ dans l'atmosphère.

Cole et Neumayer (2004), considérant 86 pays sur la période 1975-1998, ont examiné le lien entre la taille de la population, les autres facteurs démographiques et la pollution. Ils se sont intéressés à deux polluants (CO₂ et SO₂). Leurs résultats indiquent un lien positif entre les émissions de CO₂ et un ensemble de variables explicatives comprenant le taux d'accroissement de la population, le taux d'urbanisation, la consommation d'énergie et les ménages de petite taille.

Wei *et al.* (2006) ont considéré différents groupes de pays classés en fonction de leur niveau de PIB par tête. Ils ont trouvé que la proportion de la population dont l'âge est compris entre 15 et 64 ans exerce un effet négatif sur les émissions de CO₂ dans les pays à revenu faible alors que cet effet est positif dans les autres groupes de pays.

Alam *et al.* (2007) ont utilisé les séries chronologiques pour évaluer l'impact de l'urbanisation sur le taux d'émission de CO₂ au Pakistan. Leurs résultats montrent qu'il existe une relation positive entre le degré d'urbanisation et le taux d'émission de CO₂.

Liddle et Lung (2010) ont classé la population en trois catégories d'âge (20-34, 35-49 et 50-64 ans) et ont montré que la structure de la population doit être prise en compte dans les études analysant l'impact de la population sur l'environnement. Pour eux, l'impact de la population sur la qualité de l'environnement varie en fonction des différentes classes d'âge. Leurs résultats ont montré que la population dont l'âge est compris entre 50 et 64 ans exerce une influence négative sur l'environnement, ce qui est contraire aux résultats empiriques antérieurs. En outre, ils soutiennent que l'urbanisation est positivement corrélée à la consommation d'énergie dans les pays en développement. Les jeunes conduisent longuement leur automobile que les adultes. Par conséquent, la quantité de CO₂ produite par les jeunes est plus abondante que celle des adultes. En outre, un pays avec une forte population jeune en âge de conduire un véhicule verra son taux d'émission de CO₂ supérieur à celui d'un pays ayant le même nombre d'habitant que le

premier mais avec une faible proportion de jeunes en âge de conduire.

Poumanyvong et Kaneko (2010) ont cherché à savoir si l'urbanisation conduit à une utilisation minimale d'énergie et par conséquent réduit les émissions de CO₂. En estimant un modèle de panel sur 99 pays de 1975 à 2005, ils concluent que l'urbanisation diminue la consommation d'énergie dans les pays à revenu faible alors qu'elle l'accroît dans les pays à revenu intermédiaire et élevé. Ils ont également trouvé que l'urbanisation influence positivement les émissions de CO₂ pour tous les groupes de pays mais que l'impact est plus prononcé dans les pays à revenu intermédiaire que dans les autres groupes de pays.

Sharma (2011) a analysé les déterminants des émissions de CO₂ dans 69 pays. Il a trouvé des résultats allant dans le même sens que ceux évoqués ci-dessus. Il soutient que l'impact de l'urbanisation est fonction de la classification des pays en fonction de leur niveau de PIB par tête. Il découle de ses résultats que l'urbanisation a un effet positif sur le taux d'émission de CO₂ dans les pays à revenu élevé ainsi que ceux à revenu intermédiaire.

Martinez-Zarzoso et Maruotti (2011) ont utilisé un panel de pays en voie de développement pour montrer que la relation entre le logarithme de la part de la population urbaine dans la population totale et le logarithme des émissions de CO₂ pourrait ne pas être linéaire et avoir une forme en U-inversé.

Feng et al. (2011) soutiennent que la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ augmentent rapidement chez les ménages en milieu urbain que chez les ménages en milieu rural.

Menz et Welsch (2012) ont analysé la structure de la population et les émissions de CO₂ dans les pays de l'OCDE. Il ressort de leur analyse que le changement de la structure de l'âge et de la composition de la population a fortement contribué à l'augmentation du taux d'émission de CO₂ dans les pays de l'OCDE.

Zhu et Peng (2012) ont évalué l'effet du changement de la structure de l'âge de la population sur les émissions de CO₂ en Chine sur la période allant de 1978 à 2008. Ils ont trouvé que plus la population est jeune plus le taux d'émission de CO₂ augmente.

Au regard des travaux suscités, l'hypothèse suivante est formulée : *la croissance démographique détériorerait la qualité de l'environnement en ASS.*

III. METHODOLOGIE

a) Nature et source des données

Les données utilisées pour ce papier sont quantitatives et annuelles. Elles s'étalent sur la période allant de 1980 à 2016. Elles sont secondaires et proviennent de la base de données de la Banque Mondiale (Africa Development Indicators, 2017). La disponibilité des données a conduit à considérer un

échantillon de 25 pays d'ASS. Cet échantillon est constituée des 14 pays de la Communauté des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), des 6 pays de la Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale (CEMAC) et des 5 pays de la Communauté d'Afrique de l'Est (CAE).

b) Modèles économétriques

i. Variable expliquée

La variable expliquée dont l'indicateur est « CO » représente le logarithme du volume des émissions totales de CO₂ (en tonnes métriques). Les émissions de CO₂ considérées dans ce papier sont celles qui émanent de la combustion des combustibles fossiles et de la production de ciment.

Cette variable mesure la qualité de l'environnement pour trois raisons : premièrement, les données sur les émissions de CO₂ en ASS sont disponibles ; deuxièmement, le CO₂ est le principal gaz à effet de serre ; et troisièmement, la communauté scientifique internationale attache une attention particulière à la réduction des émissions de CO₂ dans le cadre de la lutte contre le changement climatique.

ii. Variables explicatives

➤ Population : DEMO

DEMO est considérée comme la variable d'intérêt dans ce papier. Elle est représentée par le logarithme de la taille (ou effectif) de la population. Dans les pays en développement, l'explosion démographique exerce une pression sur l'environnement à travers la déforestation, l'utilisation des combustibles fossiles, etc. (Cropper et Griffiths, 1994) ; ce qui entraînent une augmentation des émissions de CO₂ (Koop et Tole, 1999).

Les autres variables ci-dessous décrites sont considérées comme des variables de contrôle. Il s'agit de IDE, PIB, PIB², SCO, DEPEDUC, IDO, OUV, INDUS, DPRU.

➤ Investissements Directs Etrangers : IDE

Cette variable est représentée par le logarithme du volume des IDE entrants en pourcentage du PIB. Certains travaux indiquent que l'incidence des IDE sur les émissions de CO₂ peut être différente dans les pays développés et les pays en développement ; les premiers enregistrant une amélioration de la qualité de l'environnement et les seconds, une détérioration (Managi et al., 2008).

➤ PIB/habitant : PIB

Représentée par le logarithme du PIB² réel par habitant, PIB est utilisé pour mesurer l'impact, à court et moyen termes, de la croissance économique sur les émissions de CO₂ (Kuznets, 1955). L'ASS étant constituée en majorité des pays en développement, le faible niveau de revenu par habitant amènerait les

² Exprimé à prix constant 2000.

individus à rechercher leur bien-être sans se soucier de la préservation de l’environnement à court terme.

➤ Carré du PIB/habitant : PIB²

Représentée par le logarithme du PIB réel par habitant élevé au carré, PIB² est utilisée pour mesurer l’impact, à long terme, de la croissance économique sur les émissions de CO₂ (Kuznets, 1955). Le transfert de technologies propres des pays développés vers les pays en développement et l’existence des normes environnementales strictes auront pour conséquence une diminution des émissions de CO₂ à long terme.

➤ Capital humain : SCO et DEPEDUC

Cette variable est représentée par le logarithme du taux brut de scolarisation au secondaire d’une part, et le logarithme des dépenses publiques d’éducation par élève au secondaire (exprimées en pourcentage du PIB/habitant) d’autre part. L’éducation est observée dans la littérature comme un facteur d’amélioration de la qualité de l’environnement. En effet, les individus éduqués sont suffisamment avisés des inconvénients de la dégradation de l’environnement. Ils sont par conséquent susceptibles d’adopter des comportements propres. En outre, l’éducation permet l’amélioration de la qualité de vie à travers l’amélioration des revenus des individus. Ce faisant, l’éducation peut permettre aux individus d’effectuer des investissements propres dans le strict respect de l’environnement.

➤ Investissement domestique : IDO

Cette variable est représentée par le logarithme de la Formation Brute de Capital Fixe en pourcentage du PIB. Les pays en développement, soumis à des réglementations environnementales souples, abritent le plus souvent des investissements qui ne respectent pas les normes environnementales. Dans ces conditions, l’investissement domestique pourrait altérer la qualité de

l’environnement en favorisant l’augmentation des émissions de CO₂.

➤ Degré d’ouverture : OUV

Cette variable est représentée par le logarithme du ratio de la somme des exportations et des importations par rapport au PIB. Le faible niveau de revenu par habitant couplé à l’absence d’une réglementation environnementale forte, font des pays d’ASS des potentiels havres de pollution, ce qui pourrait accroître leurs émissions de CO₂.

➤ Industrie : INDUS

Cette variable est représentée par le logarithme du PIB industriel³. Elle permet de prendre en compte l’impact des activités industrielles sur la qualité de l’environnement. Compte tenu de la nature des industries et de l’absence d’une réglementation environnementale stricte dans les pays en développement, on s’attend à une incidence négative des activités industrielles sur les émissions de CO₂.

➤ Consommation de carburant fossile : CCARB

Cette variable est représentée par le logarithme de la consommation d’énergie fossile en pourcentage de la consommation d’énergie totale. Elle renvoie à l’utilisation du charbon, du pétrole, d’huile de roche et des gaz naturels comme source d’énergie. En ASS, la consommation d’énergie fossile dans les activités anthropiques contribue majoritairement aux émissions de CO₂ (Africa Development Indicators, 2017).

➤ La désertification : DPRU

Cette variable est représentée par le logarithme de la densité⁴ de la population rurale comme dans les travaux de Cropper et Griffiths (1994). Selon ces derniers, la désertification à grande échelle détériore l’environnement et favorise l’augmentation des émissions de CO₂.

Les signes attendus des variables explicatives sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 1: Récapitulatif des signes attendus

Variables	DEMO	IDE	PIB	PIB ²	SCO	DEPEDUC	IDO	OUV	INDUS	CCARB	DPRU
Signes attendus	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+

Source: Auteur, d’après la littérature

iii. Spécification du modèle

Le modèle économétrique d’impact environnemental retenu dans le présent papier est inspiré des travaux de York *et al.* (2003). L’équation à estimer se présente ainsi :

$$CO_{it} = \beta_0 + \beta_1 DEMO_{it} + \beta_2 PIB_{it} + \beta_3 PIB_{it}^2 + \beta_4 IDE_{it} + \beta_5 IDO_{it} + \beta_6 DEPEDUC_{it} + \beta_7 SCO_{it} + \beta_8 OUV_{it} + \beta_9 INDUS_{it} + \beta_{10} CCARB_{it} + \beta_{11} DPRU_{it} + \varepsilon'_{it} \dots \dots \dots (1)$$

β_0 est une constante, β_j ($j = 1, \dots, 11$) sont les élasticités respectives des variables et ε'_{it} est l’erreur de spécification. i ($i = 1, \dots, 25$) et t ($t = 1, \dots, 37$) représentent respectivement l’indice du pays et l’indice de l’année.

³ Le PIB industriel est la valeur ajoutée du secteur secondaire en pourcentage du PIB au terme d’une année.

⁴ La densité de la population rurale est la population rurale divisée par la surface de terres arables (cultivables).



c) *Méthode d'estimation*

i. *Description de la méthode d'estimation Within/Between*

Ce papier privilégie la prise en compte de l'hétérogénéité du panel à travers l'usage de la méthode d'estimation Within/Between du modèle de panel à effets individuels. Le recours à cette méthode est nécessaire dans la mesure où les émissions de CO₂ s'expliqueraient par des facteurs structurels et conjoncturels propres à chaque pays d'ASS.

En fixant un individu observé (un pays), la série chronologique ou coupe longitudinale le concernant est obtenue. Si c'est la période examinée qui est fixée, une coupe transversale ou instantanée pour l'ensemble des individus est obtenue.

Un modèle à effets individuels fixes est estimé. L'hypothèse de base de ce modèle est que l'hétérogénéité des comportements est modélisée par un effet individuel. Il s'agit donc d'un modèle avec une variable muette individuelle. Par conséquent, ce modèle ressort la variabilité intra-individuelle (estimation Within). Si les perturbations aléatoires croisées satisfont aux hypothèses classiques des Moindres Carrés Ordinaires (MCO), c'est-à-dire centrées, homoscédastiques, indépendantes et normales, alors l'estimation par les MCO est optimale (Sevestre, 2002).

Ensuite, un modèle à effets individuels aléatoires est estimé. Ici, l'effet individuel n'est plus un paramètre fixe à estimer mais une variable aléatoire non observable. Ce modèle ressort la variabilité inter-individuelle (estimation Between). L'estimation du modèle procède ici par deux étapes : la première consiste à estimer les composantes de la variance de l'aléa et la deuxième consiste à utiliser ces estimations pour estimer le modèle par la méthode des Moindres

➤ Résultats des tests préliminaires

Carrés Généralisés (MCG), la structure de la variance des résidus étant approximativement connue.

ii. *Tests préalables à l'estimation*

Le recours aux estimations Within/Between exige que soient effectués au préalable les tests préliminaires, suivis des tests de validation du modèle.

Tests préliminaires :

Il s'agit du test de multi-colinéarité des variables et du test de présence des effets individuels de Fisher.

➤ Test de multi-colinéarité des variables

En cas de problème de multi-colinéarité, il n'est pas possible de déterminer l'effet propre d'une variable explicative particulière sur la variable expliquée. Un coefficient de corrélation entre deux variables explicatives supérieur à + 0,7 ou inférieur à - 0,7 indique l'existence de potentiels problèmes liés à la multi-colinéarité.

➤ Test de présence des effets individuels de Fisher

Le test de présence des effets individuels de Fisher est utilisé pour discriminer le modèle à effet individu et le modèle sans effet individu. Concrètement, l'objectif est de déterminer si le modèle théorique étudié est parfaitement identique pour tous les pays, ou au contraire s'il existe des spécificités propres à chaque pays.

Le logiciel STATA 12 permet de calculer deux statistiques de Fisher. La première teste la significativité conjointe des variables explicatives tandis que la seconde teste la significativité conjointe des effets individuels fixes introduits.

Si la p-value est inférieure au seuil de signification α (5%), on est en présence d'effets individuels spécifiques. Dans le cas contraire, il y a absence d'effets individuels spécifiques.

Tableau 2: Résultats du test de multi-colinéarité des variables

	CCARB	DEMO	DEPEDUC	DPRU	I D E	I D O	INDUS	O U V	P I B	P I B 2	S C O
C C A R B	1.0000										
D E M O	0.4006	1.0000									
DEPEDUC	0.2484	0.2682	1.0000								
D P R U	-0.1659	0.1000	0.3749	1.0000							
I D E	0.0828	-0.2114	0.1521	-0.1046	1.0000						
I D O	-0.0280	-0.2904	-0.1087	-0.0749	0.2197	1.0000					
I N D U S	0.0221	-0.3880	-0.0862	-0.1925	0.2619	0.4340	1.0000				
O U V	-0.0249	-0.3689	0.0620	-0.1233	0.3812	0.4782	0.4577	1.0000			
P I B	0.0622	-0.3815	-0.1287	-0.2436	0.3194	0.4181	0.4838	0.5353	1.0000		
P I B 2	0.0671	-0.3980	-0.1432	-0.2444	0.3225	0.4187	0.4747	0.5233	0.5950	1.0000	
S C O	0.2907	-0.0068	0.2992	0.0573	0.2615	0.2685	0.3602	0.4205	0.5064	0.4843	1.0000

Source: Auteur, à partir d'Eviews 5.0

Tableau 3: Résultats du test de présence des effets individuels

T e s t	O b s e r v a t i o n s	C o n c l u s i o n
Test de détection des effets individuels	p - v a l u e = 0 , 0 0 0 0 < 5 %	Il y a présence des effets individuels

Source: Auteur, à partir de STATA 12

Il ressort du tableau 2 que tous les coefficients de corrélation entre les variables ont une valeur absolue inférieure à + 0,7. Ce qui traduit l'absence de problème de multi-colinéarité. Par ailleurs, le tableau 3 présente une p-value inférieure à 5% (les effets individuels introduits ne sont pas tous nuls). Le modèle de panel est donc hétérogène. Il existe en ASS des effets individuels propres à chaque pays qui expliquent leurs émissions de CO₂.

Tests de validation du modèle :

Il s'agit du test d'hétéroscédasticité de Breusch-Pagan, du test d'autocorrélation de Wooldridge et du test d'Hausman.

➤ Test d'hétéroscédasticité de Breusch-Pagan

Le test de Breusch-Pagan est utilisé pour détecter la présence d'hétéroscédasticité. L'hypothèse nulle (H₀) est celle de l'homoscédasticité, tandis que l'hypothèse alternative (H₁) est celle de l'hétéroscédasticité. Si la p-value est inférieure au seuil de signification α (5%), on rejette H₀ et il y a hétéroscédasticité.

➤ Test d'autocorrélation de Wooldridge

Le test d'autocorrélation de Wooldridge permet de détecter la présence d'autocorrélation des résidus. Les hypothèses à tester sont :

➤ Résultats des tests de validation

- H₀ : il n'y a pas d'autocorrélation des résidus,
- H₁ : il y'a autocorrélation des résidus.

Si la p-value est inférieure au seuil de signification α (5%), on accepte H₁.

➤ Test d'Hausman

Le test d'Hausman permet de choisir entre le modèle à effets individuels fixes et le modèle à effets individuels aléatoires. Ce test permet de déterminer si les coefficients des deux estimations (Within et Between) sont statistiquement différents. Les hypothèses à tester sont les suivantes:

- H₀ : les coefficients des deux estimations ne sont pas statistiquement différents,
- H₁ : les coefficients des deux estimations sont statistiquement différents.

Si la p-value est supérieure au seuil de signification α (5%), on accepte l'hypothèse nulle (H₀). Le modèle à effets individuels aléatoires est donc le plus approprié. Dans le cas contraire, le modèle à effets individuels fixes est plus adapté.

Ces trois tests permettent de vérifier si les conditions statistiques d'estimation des paramètres des modèles par la méthode choisie sont remplies.

Tableau 4: Synthèse des résultats des tests de validation

T e s t	O b s e r v a t i o n s	C o n c l u s i o n
Test de Wooldridge	p - v a l u e = 0 , 0 0 0 0 < 5 %	Les erreurs sont autocorrélées
Test de Breusch-Pagan	p - v a l u e = 0 , 0 0 0 0 < 5 %	Les erreurs sont hétéroscédastiques
Tests de Hausman	p - v a l u e = 0 , 9 0 5 4 > 5 %	Le modèle à effets individuels aléatoires est approprié

Source: Auteur, à partir de STATA 12

Le tableau 4 montre que les modèles à effets individuels fixes et aléatoires souffrent des problèmes d'autocorrélation et d'hétéroscédasticité des erreurs. En

plus, le modèle à effets individuels aléatoires est plus approprié. L'estimation dudit modèle se fera donc par la méthode des MCG.

IV. RESULTATS

Tableau 5: Résultats de l'estimation de l'équation 1

Variables explicatives	Variable expliquée : CO	
	Coefficient (β)	P - v a l u e
D E M O	0 , 1 4 1 4 * *	0 , 0 0 0
I D E	0 , 0 1 1 2 * *	0 , 0 6 4
P I B	- 1 , 5 5 2 8 * * *	0 , 0 0 0
P I B ²	0 , 1 8 0 8 * * *	0 , 0 0 0
I D O	- 0 , 0 5 2 2	0 , 1 9 3
D E P E D U C	- 0 , 0 1 1 7	0 , 8 2 8
S C O	0 , 1 7 8 3 * * *	0 , 0 0 1
O U V	- 0 , 0 3 4 8	0 , 5 1 3

I	N	D	U	S	0,1534***	0,008
C	C	A	R	B	0,2168***	0,000
D	P	R	U		0,3047**	0,018
R ² between					0,34	0,4
R ² within					0,58	0,71
R ² overall					0,37	0,91
P-value					0,00	0,00

*, ** et *** correspondent respectivement à la significativité à 10%, 5% et 1%.

Source: Auteurs, à partir de STATA 12

Le modèle est expliqué à 34,04% par les effets fixes. La variation intra-individuelle de la variable dépendante est expliquée à 58.71%. Par ailleurs, le modèle est globalement bien spécifié puisque le test de Fisher révèle dans chaque échantillon une p-value (0,0000) inférieure à 5%. Le modèle peut donc être utilisé pour les prévisions économiques.

La population affecte négativement (0,1414) et significativement (5%) les émissions totales de CO₂. Au regard de ces résultats, conformes aux prédictions théoriques Malthusiennes, il ressort que la population stimule les émissions de CO₂ et contribue à la dégradation de l'environnement en ASS.

Les IDE affectent négativement (0,0112) et significativement (5%) les émissions totales de CO₂. En ASS, les IDE favorisent les émissions totales de CO₂. Conforme à la théorie, ce résultat va dans le même sens que ceux de McCarney et Adamowicz (2005).

L'impact du PIB par habitant est positif (-1,5528) et significatif (1%) sur les émissions totales de CO₂. Aussi, le PIB par habitant au carré influence négativement (0,1808) et significativement (1%) les émissions totales de CO₂. Ces résultats sont contraires aux attentes théoriques mais corrobore toutefois avec les résultats de Kaufmann *et al.* (1998).

Le taux de scolarisation affecte négativement (0,1783) et significativement (1%) les émissions totales de CO₂. Ce résultat est contraire aux prévisions théoriques mais va dans le même sens que ceux de Roberts et Grimes (1997).

Les effets non significatifs des dépenses d'éducation, de l'investissement domestique et du degré d'ouverture sur les émissions totales de CO₂ ne sauraient être appréciés

L'effet des activités industrielles sur les émissions totales de CO₂ est négatif (0,1534) et significatif (1%). L'expansion des activités industrielles favorise la dégradation de l'environnement en ASS. Conforme à la théorie, ce résultat conforte les allégations de Kaffo (2013).

Cependant, l'effet de la consommation de carburant fossile sur les émissions totales de CO₂ est négatif (0,2168) et significatif (1%). La consommation de carburant fossile provoque la détérioration de l'environnement en ASS. Conforme aux prédictions théoriques, ce résultat conforte les allégations de Halicioglu (2008), Sharma (2010) et Odhiambo (2011).

L'effet de la désertification sur les émissions totales de CO₂ est négatif (0,3047) et significatif (5%). La désertification provoque donc les émissions de CO₂ en ASS. Ce résultat conforte les allégations de Malthus (1798).

V. CONCLUSION

L'objectif de ce papier était de déterminer l'effet de la croissance démographique sur la qualité de l'environnement en ASS. L'atteinte de cet objectif a donné lieu à l'estimation d'un modèle de régression multiple (modèle d'impact environnemental). Pour estimer ce modèle, ce papier a privilégié la prise en compte de l'hétérogénéité du panel à travers l'usage de la méthode d'estimation Within/Between du modèle de panel à effets individuels. La méthode des Moindres Carrés Généralisés a été retenue au regard des résultats des tests de validation du modèle. Il apparaît que la croissance démographique détériore la qualité de l'environnement en ASS. Cette situation montre la nécessité pour les pays d'ASS de solliciter un soutien technologique et financier des pays développés pour leur permettre de s'adapter aux méfaits du changement climatique à court terme et d'atténuer les émissions de CO₂ à long terme. Ce soutien doit être orienté vers la densification d'une éducation relative à l'environnement afin de favoriser, à long terme, le développement des technologies propres. Ce dernier nécessite un cadre institutionnel propice. Ceci interpelle le renforcement des capacités opérationnelles des administrations chargées de la mise en œuvre des programmes de gestion durable des ressources environnementales dans les pays d'ASS.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BANQUE MONDIALE, 2010, *Rapport sur le développement dans le monde, 2010: Développement et Changements Climatiques*, Washington, DC 20433, Etats-Unis d'Amerique.
2. BIRDSALL N., 1992, *Another look at population and global warming*, volume 1020, World Bank Publications.
3. BOSERUP E., 1976, «Environment, Population and Technology in Primitive Societies», *Population and Development Review*, vol. 1, p. 257-270.
4. BOSERUP E., 1983, «Economic and Demographic Interrelationships in Sub-Saharan Africa». *Population*

- and *Development Review*, vol 3, September, p. 383-397.
5. CNUCED, 2013, *World Investment Report*, CNUCED, New York et Genève.
 6. COLE M. A., Neumayer E., 2004, «Examining the impact of demographic factors on air pollution», *Population and development review*, vol. 26, n°1, p. 5-21.
 7. CROPPER M., GRIFFITHS C., 1994, «The Interaction of population growth and environmental quality», *American economic review*, Vol. 82, p. 250-254.
 8. DIETZ T., ROSA E. A., 1997, *Effects of population and affluence on CO₂ emissions*, Proceedings of the National Academy of Sciences USA 94, p. 175-179.
 9. EHRLICH P.R., EHRLICH A.H., 1981, *Extinction: the Causes and Consequences of the Disappearance of Species*, Random House, New York.
 10. FAO, 2011, « Afrique », In FAO (dir), *Situation des forêts du monde 2011*, Rome: FAO.
 11. FENG Z.-H., ZOU L.-L., WEI Y.M., 2011, «The impact of household consumption on energy use and CO₂ emissions in China», *Energy*, 36(1), p. 656-670.
 12. HALICIOGLU F., 2008, *An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey*, Yedipete University, MPRA.
 13. HARDIN G., 1968, « The Tragedy of the Commons », *Science* 162, p. 1243-1248
 14. HUTCHINSON E.P., 1967, *The population debate: the development of conflicting theories up to 1900*. Boston, Houghton Mifflin ed.
 15. KAFFO H., 2013, «Effets de la croissance économique sur la qualité de l'environnement: cas des émissions de CO₂ au Cameroun», *Mémoire pour le Master en Sciences Economiques* présenté et soutenu en 2013, Université de Dschang au Cameroun.
 16. KAUFMANN R. K., DAVIDSDOTTIR B., GARNHAM S., PAULY P., 1998, «The determinants of atmospheric SO₂ concentrations: reconsidering the Environmental Kuznets Curve», *Ecological Economics*, Vol. 25, n°2, p. 209-220.
 17. KEYFITZ N., 1991, «Population and development within the ecosphere: one view of the literature», *population Index*, vol. 57, Vol. 91, n°1, p. 5-22.
 18. KOOP G., TOLE L., 1999, « Is There an Environmental Kuznets Curve for Deforestation ? », *Journal of Development Economics*, n°58, p. 231-244.
 19. KUZNETS S., 1955, «Economic growth and income equality», *American economic review*, Vol. 45, n°1, p. 1-28.
 20. LIDDLE B., LUNG S., 2010, «Age-structure, urbanization, and climate change in developed countries: revisiting STIRPAT for disaggregated population and consumption-related environmental impacts», *Population and Environment*, 31(5), p. 317-343.
 21. MALTHUS R., 1798, *An essay on the principle of population*, Cambridge Press.
 22. MANAGI S., HIBIKI A., TSURUMI T., 2008, *Does trade liberalization reduce pollution emissions?*, Research institute of economy, Trade and industry, Discussion Paper, Series 08-E-013.
 23. MARQUETTE C., BILSBORROW 1997, «Population and environment relationships in developing countries: A select review of approaches and methods», in Baudot B., Moomay W. (dir), *The Population, Environment, Security, Equation*, New York, NY, Macmillian (available at <http://cnie.org/pop/marquette/Marque1.htm>, May 2004).
 24. MARTÍNEZ-ZARZOSO I., MARUOTTIA., 2011, «The impact of urbanization on CO₂ emissions: evidence from developing countries». *Ecological Economics*, 70(7), p. 1344-1353.
 25. McCARNEY G., ADAMOWICZ V., 2005, *The effects of trade liberalization on the environment: an empirical study*, selected paper prepared for presentation at the Canadian agricultural economics society, annual meeting 6-8 July, San Francisco, California.
 26. McNAMARA R. S., 1990, «La crise du développement de l'Afrique: Stagnation agricole, explosion démographique et dégradation de l'environnement», *Allocution prononcée de l'Africa Leadership Forum à Ota, Nigéria le 21 Juin 1990*.
 27. MEADOWS D., RANDERSJ., BEHRENSW., 1972, *The limits to growth : a report for the club of Rome's project on the predicament of mankind*, University books, New-York.
 28. MENZ T., WELSCH H., 2012, «Population aging and carbon emissions in OECD countries: Accounting for life -cycle and cohort effects». *Energy Economics*, 34(3): p. 842-849.
 29. MEYERSON F. A., 1998, «Population, carbon emissions, and global warming: the forgotten relationship at Kyoto», *Population and Development Review*, p. 115-130.
 30. NYONG A., 2008, «Climate Change Impacts in the Developing World: Implications for Sustainable Development», In *Development in the Balance: How Will the World's Poor Cope with Climate Change?*, Brookings Institution Press, Washington, DC.
 31. ODHIAMBO N. M., 2011, «Economic growth and carbone emissions in South Africa: an empirical investigation», *International Business and Economic Research Journal*, July 2011, Vol. 10, n°7.
 32. ONU, 2013, *Objectifs du Millénaire pour le Développement: Rapport de 2013*, Publication des Nations Unies, New-York, Etats-Unis d'Amérique.
 33. ONU, 2016, *Rapport sur les objectifs de développement durable, 2016*, New York, 2016.



34. POUMANYVONG P., KANEKO S., 2010, «Does urbanization lead to less energy use and lower CO₂ emissions? A cross -country analysis», *Ecological Economics*, 70(2), p. 434-444.
35. RAMADE F., 1987, « Les catastrophes écologiques. Une menace pour l'avenir de l'humanité», *Futuribles*, n°134, p. 63-78
36. ROBERTS J., GRIMES P., 1997, «Carbon intensity and economic development 1962-1991: a brief exploration of the EKC», *World Development*, Vol. 25, n°2, p. 191-198.
37. SEVESTRE P., 2002, *Econométrie des données de panel*, Dunod, Paris, France.
38. SHARMA S. S., 2010, «Determinants of carbon dioxide emissions: empirical evidence from 69 countries», *Applied Energy*, p. 376-382.
39. SHI A., 2003, «The impact of population pressure on global carbon dioxide emissions, 1975-1996: evidence from pooled cross-country data». *Ecological Economics*, 44(1), p. 29-42.
40. SIMON J.L., 1990, *L'homme, notre dernière chance*. Paris, PUF.
41. SIMON, J. L., 1981, *The Ultimate Resource*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
42. UNMUBIG B., CRAMERS., 2008, *Climate Change in Africa*, GIGA Focus 2, German Institute of Global and Area Studies, Institute of African Affairs, Hamburg.
43. WEI B., YAGITA H., INABA A., SAGISAKA M., 2006, «Urbanization impact on energy demand and CO₂ emission in China», *Journal of Chongqing University*, Eng. Ed, n°2, p. 46-50.
44. YORK R., ROSA E., DIETZ T., 2004, «STIRPAT, IPAT and impact: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impact», *Ecological economics*, Vol. 46, p. 351-365.
45. ZHU Q., PENG X., 2012, «The impacts of population change on carbon emissions in China during 1978-2008», *Environmental Impact Assessment Review*, n°36, p. 1-8.