

Investissements Directs Etrangers et environnement en Afrique Subsaharienne : une vérification empirique de l'hypothèse du havre de pollution

Patrick Geoffroy NKWENKA NYANDA

Docteur en Sciences Économiques,
Administrateur et Directeur académique de l'École Supérieure des Sciences et Techniques,
B.P. 13244 Douala-Cameroun, pnkwenka@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de cet article est de vérifier l'hypothèse du havre de pollution 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. Un modèle de régression multiple inspiré des travaux de York et al. (2003) est estimé par la méthode des moindres carrés généralisés. Les résultats montrent que l'Afrique Subsaharienne est un havre de pollution, au regard de l'effet négatif des IDE sur la qualité de l'environnement dans cette sous-région.

Mots-clés : Havre de pollution ; Investissements Directs Étrangers ; environnement ; panel ; Afrique subsaharienne.

Foreign Direct Investments and environment in Sub-Saharan Africa: an empirical examination of the pollution haven hypothesis

Abstract

The objective of this paper is to verify the pollution haven hypothesis 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 generalized least squares method is used to value the parameters of a multiple regression model developed by York and al. (2003). The results show that the Sub-Saharan Africa is a pollution haven because their Foreign Direct Investments induce the deterioration of the environmental quality in this sub-region.

Key words: Pollution haven; Foreign Direct Investments; environment; panel; Sub-Saharan Africa.

Introduction

Au regard de leurs effets catalyseurs sur la croissance économique, l'attraction des Investissements Directs Etrangers (IDE) est devenue une préoccupation économique majeure pour les pays en développement. L'IDE permet de véhiculer des facteurs (capital humain, capital physique, capital public et technologie) considérés par la théorie de la croissance endogène comme des déterminants de la croissance économique à long terme. En offrant de nouveaux savoir-faire, en améliorant les qualifications des travailleurs (éventuellement par le Learning-by-doing), et en fournissant de nouveaux biens d'équipement, l'IDE permet d'accroître le stock des connaissances dans le pays hôte. De ce fait, l'IDE augmente à court et long termes le taux de croissance de l'économie d'accueil (OCDE, 2002). L'IDE, par la transmission de nouvelles connaissances contribue à réduire les écarts technologiques entre pays, ce qui peut être un facteur important de convergence économique (Romer, 1993). Aussi, l'IDE est susceptible de générer la croissance par le transfert de technologie, l'accumulation du capital humain et l'intensification du commerce international (Borenztein *et al.*, 1998). Même si certains travaux empiriques (Adeniyi *et al.*, 2012 ; Agrawal et Khan, 2011) confirment l'importance des IDE pour la croissance économique du pays d'accueil (pays en développement), il demeure que les IDE peuvent nuire à l'environnement écologique à long terme.

En suivant l'approche d'Antweiler, Copeland et Taylor (2001), Cole et Elliot (2003) ont étudié l'effet des IDE sur quatre indicateurs environnementaux (y comprises les émissions de CO₂). Dans cette étude, les données sur le CO₂ concernaient 32 pays développés et en développement pendant la période allant de 1975 à 1995. Les auteurs constatent que, dans l'ensemble, une augmentation des flux d'IDE entrants est susceptible d'accroître les émissions de CO₂. En effet, une élévation de 1% des flux d'IDE entraîne une augmentation de 0,04% des émissions de CO₂ par habitant.

McCarney et Adamowicz (2005) utilisent des « données de panel » concernant 143 pays pendant la période allant de 1976 à 2000 pour analyser le lien entre les IDE et les émissions de CO₂. Leurs résultats indiquent que les IDE augmentent considérablement les émissions de CO₂ dans les pays en développement.

Managi (2005) utilise, quant à lui, des données concernant 63 pays développés et en développement pendant la période allant de 1960 à 1999 pour examiner le lien entre les IDE et les niveaux d'émissions de CO₂. Comme dans l'étude de Frankel et Rose (2005), la possibilité d'une relation endogène entre l'ouverture commerciale, l'IDE et le revenu a été prise en compte dans l'estimation. Il ressort de l'étude qu'un accroissement des flux d'IDE entrants entraîne une augmentation des émissions, avec une élasticité (mesure de la réactivité des émissions de CO₂ à l'IDE) estimée à 0,579.

L'étude de Grossman et Krueger (1991) révèle trois canaux (effet d'échelle, effet de composition et effet technique) par lesquels les IDE peuvent affecter l'environnement. D'abord, l'effet d'échelle traduit l'augmentation de la pollution suite à l'expansion des activités économiques dans les premières phases de développement d'un pays. Ensuite, les émissions polluantes baisseront par l'effet de composition induit par l'entrée des IDE si le pays d'accueil se spécialise dans la production des biens propres, et augmenteront s'il se spécialise dans des industries intensives en émissions polluantes. Enfin, le transfert des technologies propres par l'entrée des IDE (effet technique) aura tendance à diminuer les émissions polluantes dans le pays d'accueil. Ces trois effets agissent selon la

position de la courbe¹ environnementale de Kuznets (CEK). Dans la phase ascendante de ladite courbe, les effets d'échelle et de composition dominent l'effet technique. En revanche, lorsque les pays ont franchi un certain seuil de croissance, l'effet de composition et l'effet technique prendront le dessus sur l'effet d'échelle entraînant l'amélioration de la qualité de l'environnement dans les pays à haut revenu.

L'hypothèse de la CEK qui présage un avenir prometteur pour l'environnement à long terme (dû à l'entrée des IDE) se frotte à l'hypothèse pessimiste du havre de pollution. Selon cette dernière, les pays en développement ont des avantages comparatifs dans les secteurs polluants car leur faible niveau de revenu ne leur permet pas d'imposer des règles strictes de protection de l'environnement comme le font les pays riches, ce qui se solde par le déplacement des industries polluantes des pays développés vers les pays en développement. Autrement dit, la qualité de la réglementation environnementale des pays en développement fait d'eux des potentiels havres de pollution susceptibles d'accueillir des IDE à technologie polluante. Les flux d'IDE orientés vers l'Afrique subsaharienne (ASS) semblent conforter cette hypothèse.

Les trois quart de flux d'IDE reçus par l'ASS au cours des années 80 et 90 ont été dirigés vers 24² pays dont les économies sont tributaires des ressources minières et pétrolières (CNUCED, 2013). Par ailleurs, près de 85% des flux d'IDE en Afrique provenant des pays développés profitent au secteur minier et pétrolier (BAD *et al.*, 2012). En outre, entre 2003 et 2010, 70% des flux d'IDE en Afrique étaient concentrés dans 10 pays, dont six³ en ASS, le Kenya seul n'étant pas producteur de pétrole (Ernst et Young, 2012). Le Nigeria considéré comme le pays le plus attractif d'ASS de cette dernière décennie a perçu 116 milliards de dollars Américains de flux d'IDE entre 2003 et 2011, dont 80% concentrés dans les secteurs du pétrole et du gaz (Ernst et Young, 2012). Comme le Nigéria, l'Angola avec une moyenne annuelle de 3 milliards de dollars américains a vu 80% de ses flux entrants d'IDE de 2003 à 2011 concentrés dans l'exploitation des ressources naturelles. C'est aussi le cas du Cameroun où 50% des flux d'IDE entrants sont concentrés dans les énergies fossiles et 30% dans les métaux (Ernst et Young, 2012). La forte concentration des IDE sur l'exploitation des ressources naturelles à forte production de gaz à effet de serre et la surconsommation de carburant fossile semblent donc caractériser les pays d'ASS considérée comme la sous-région la plus pauvre du monde.

Ce constat suscite l'interrogation suivante : l'ASS peut-elle être considérée comme un havre de pollution au vu de l'effet environnemental des IDE dans cette sous-région ? L'objectif de cette étude est donc de vérifier l'hypothèse du havre de pollution en ASS.

Un regard sur les travaux empiriques précités laisse entrevoir que les IDE détériorent la qualité de l'environnement dans les pays en développement. C'est dans la même veine que Managi *et al.* (2008) montrent que l'incidence des IDE sur les émissions de CO₂ peut varier selon qu'il s'agisse des pays développés ou des pays en développement. Les auteurs évaluent l'incidence des IDE sur les niveaux

¹ La Courbe environnementale de Kuznets fait l'hypothèse que la pollution augmente avec la croissance à faible niveau de développement, puis tend à diminuer une fois qu'un certain seuil de revenu a été atteint.

² En ASS, on a : l'Afrique du sud, l'Angola, le Botswana, le Cameroun, la République centrafricaine, le Ghana, la Guinée, le Kenya, la Mauritanie, le Mozambique, la Namibie, le Niger, le Nigeria, le Rwanda, le Sénégal, le Soudan, le Togo, la Zambie et le Zimbabwe. Ailleurs, on a : l'Algérie, l'Egypte et la Lybie.

³ Il s'agit de l'Afrique du sud, du Nigeria, de l'Angola, de la Lybie, du Kenya et du Ghana.

d'émissions de CO₂, de SO₂ et de Demande Biochimique d'Oxygène (DBO)⁴, utilisés comme indicateurs des niveaux de pollution. Ils utilisent des données de panel sur les émissions de CO₂ et de SO₂ (concernant 88 pays entre 1973 et 2000) et sur les émissions de DBO (concernant 83 pays entre 1980 et 2000). Leur analyse économétrique leur permet d'une part de tenir compte du caractère endogène du revenu et des IDE, et d'autre part de distinguer les relations à court et long termes entre les IDE et les émissions de CO₂. Ces auteurs constatent qu'une augmentation des flux entrants d'IDE réduit les émissions de CO₂ dans les pays développés. Cependant, l'accroissement des IDE entrants augmente les émissions de CO₂ dans les pays en développement. Ceci laisse penser que les IDE détérioreraient l'environnement en ASS au regard de la situation socioéconomique de cette sous-région ; ce qui ferait d'elle un potentiel havre de pollution.

La suite de l'article est organisée comme suit : la démarche méthodologique sera d'abord présentée ; puis, les résultats seront analysés ; ce qui permettra, enfin, de conclure l'étude.

Méthodologie

La méthodologie de cette étude est adossée sur la présentation des données (nature et sources), la spécification du modèle économétrique et la description de la méthode d'estimation dudit modèle.

Nature et source des données

Les données utilisées dans cette étude sont quantitatives et annuelles. Elles couvrent la période allant de 1980 à 2016. Elles sont secondaires et proviennent de la base de données de la Banque Mondiale, « Africa Development Indicators (ADI, 2017) ». La disponibilité des données a conduit à constituer un échantillon de 25 pays d'ASS (confer annexe 2). Cet échantillon est constitué 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).

Spécification du modèle économétrique

La description dudit modèle nécessite de présenter d'abord ses variables, puis de spécifier son équation.

Variable expliquée

La variable expliquée dont l'indicateur est « CO », représente le logarithme du volume des émissions totales de CO₂ (en tonnes métriques). Il s'agit de celles qui émanent des combustibles fossiles et de la production de ciment (Africa Development Indicators, 2017). Trois raisons justifient l'utilisation de cette variable comme mesure de l'environnement écologique : 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.

⁴ La DBO mesure la quantité d'oxygène utilisée par les micro-organismes lors de la dégradation de matières organiques dans l'eau.

Variables explicatives

Il s'agit de :

➤ **Investissements Directs Étrangers : IDE**

Cette variable est représentée par le logarithme du volume des IDE entrants en pourcentage du PIB. IDE est considérée comme la variable d'intérêt dans ce modèle. Certains travaux indiquent que l'incidence des IDE sur les émissions de CO₂ peut être différente selon le contexte socioéconomique (pays développés ou en développement). Les premiers (pays développés) connaissent une amélioration de la qualité de leur environnement ; tandis que les seconds (pays en développement) enregistrent une détérioration (Managi *et al.*, 2008).

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

➤ **PIB/habitant : PIB**

Représentée par le logarithme du PIB⁵ réel par habitant, PIB est utilisée pour mesurer l'impact, à court et moyen termes, de la croissance économique sur les émissions de CO₂. En effet, sous l'hypothèse de la courbe en U inversé, l'élasticité des émissions de CO₂ par rapport au PIB/habitant est positive (Kuznets, 1955). Etant donné que l'ASS, est constituée en majorité des pays en développement, on peut penser qu'à court terme, le faible niveau de revenu par habitant amène les individus à rechercher leur bien-être sans se soucier de la préservation de leur environnement.

➤ **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. En effet, sous l'hypothèse de la courbe en U inversé, l'élasticité des émissions de CO₂ par rapport au carré du PIB/habitant est négative (Kuznets, 1955). Par ailleurs, 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.

➤ **La population : DEMO**

Cette variable 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, la désertification, etc. (Cropper et Griffiths, 1994). Or, en se référant aux travaux de Koop et Tole (1999), la déforestation, entre autres, entraîne une augmentation des émissions de CO₂.

➤ **Le capital humain : SCOP et DEPEDUC**

⁵ Produit Intérieur Brut exprimé à prix constant 2000.

Cette variable est représentée par le logarithme du taux brut de scolarisation au secondaire (SCO) d'une part, et le logarithme des dépenses publiques d'éducation par élève au secondaire (DEPEDUC, 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.

➤ **L'investissement domestique : IDO**

Cette variable est représentée par le logarithme de la Formation Brute de Capital Fixe (FBCF) 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.

➤ **Le 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.

➤ **L'industrie : INDUS**

Cette variable est représentée par le logarithme du PIB industriel⁶. 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, une incidence négative des activités industrielles sur les émissions de CO₂ est attendue.

➤ **La 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 sources d'énergie. En ASS, la consommation d'énergie fossile dans les activités anthropiques contribue majoritairement aux émissions de CO₂ (Kaffo, 2013).

➤ **La désertification : DPRU**

Cette variable est représentée par le logarithme de la densité⁷ 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.

⁶ Le PIB industriel est la valeur ajoutée du secteur secondaire en pourcentage du PIB au terme d'une année.

⁷ La densité de la population rurale est la population rurale divisée par la surface de terres arables (cultivables).

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

Tableau 1 : Récapitulatif des signes attendus

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

Source : auteur, d'après la littérature (Kaffo, 2013 ; Managi et al., 2008 ; Kuznets, 1955)

Spécification du modèle :

L'équation 1 est inspirée des travaux de York et al. (2003). Elle se présente ainsi :

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

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 celui de l'année.

Méthode d'estimation

Description de la méthode Within/Between

Cet article 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.

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

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.

➤ Résultats des tests préliminaires

Le tableau 2 synthétise les résultats des tests de multi-colinéarité des variables.

Tableau 2 : Résultats du test de multi-colinéarité des variables (Equation 1)

	CCARB	DEMO	DEPEDUC	DPRU	IDE	IDO	INDUS	OUV	PIB	PIB2	SCO
CCARB	1.0000										
DEMO	0.4006	1.0000									
DEPEDUC	0.2484	0.2682	1.0000								
DPRU	-0.1659	0.1000	0.3749	1.0000							
IDE	0.0828	-0.2114	0.1521	-0.1046	1.0000						
IDO	-0.0280	-0.2904	-0.1087	-0.0749	0.2197	1.0000					

INDUS	0.0221	-0.3880	-0.0862	-0.1925	0.2619	0.4340	1.0000				
OUV	-0.0249	-0.3689	0.0620	-0.1233	0.3812	0.4782	0.4577	1.0000			
PIB	0.0622	-0.3815	-0.1287	-0.2436	0.3194	0.4181	0.4838	0.5353	1.0000		
PIB2	0.0671	-0.3980	-0.1432	-0.2444	0.3225	0.4187	0.4747	0.5233	0.5950	1.0000	
SCO	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

Le tableau 3 synthétise les résultats du test de présence des effets individuels.

Tableau 3 : Résultats du test de présence des effets individuels

Tests	Observations	Conclusions
Test de détection des effets individuels	p-value = 0,0000 < 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). Il s'agit alors d'un modèle de panel hétérogène. Il existe en ASS des effets individuels propres à chaque pays.

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 (H_0) est celle de l'homoscédasticité, tandis que l'hypothèse alternative (H_1) est celle de l'hétéroscédasticité. Si la p-value est inférieure au seuil de signification α (5%), on rejette H_0 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 :

- H_0 : il n'y a pas d'autocorrélation des résidus,
- H_1 : il y a autocorrélation des résidus.

Si la p-value est inférieure au seuil de signification α (5%), on accepte H_1 .

➤ 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 :

- H_0 : les coefficients des deux estimations ne sont pas statistiquement différents,
- H_1 : 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 (H_0). 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.

➤ Résultats des tests de validation

Le tableau 4 synthétise les résultats des tests de validation.

Tableau 4 : Synthèse des résultats des tests de validation

Tests	Observations	Conclusions
Test de Wooldridge	p-value = 0,0000 < 5%	Les erreurs sont autocorrélées
Test de Breusch-Pagan	p-value = 0,0000 < 5%	Les erreurs sont hétéroscédastiques
Tests de Hausman	p-value = 0,9054 > 5%	Le modèle à effets individuels aléatoires est approprié

Source : auteur, à partir de STATA 12

Le modèle à effets individuels aléatoires est indiqué, selon le résultat du test d'Hausman (p-value = 0,9054 > 5%) présenté dans le tableau 4. L'estimation de l'équation 1 se fera alors par la méthode des MCG qui corrige d'office les problèmes d'hétéroscédasticité (p-value = 0,0000 < 5%) et d'autocorrélation (p-value = 0,0000 < 5%) des erreurs détectés (confer annexe 1).

Résultats

Il s'agira de présenter les résultats de l'étude et de les interpréter ensuite.

Présentation

Le tableau 5 suivant montre les résultats de l'estimation de l'équation 1.

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

Variables explicatives	COEF (β)	(P-value)
IDE	0,0112**	0,064
DEMO	0,1414**	0,000
IDO	-0,0522	0,193
DEPEDUC	-0,0117	0,828
SCO	0,1783***	0,001
OUV	-0,0348	0,513
PIB	-1,5528***	0,000
PIB ²	0,1808***	0,000
INDUS	0,1534***	0,008
CCARB	0,2168***	0,000
DPRU	0,3047**	0,018
R² between	0,3404	
R² within	0,5871	
R² overall	0,3791	
P-value	0,0000	

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

Source : auteur, 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% dans ledit modèle. Par ailleurs, le modèle est globalement bien spécifié puisque le test de Fisher révèle une p-value (0,0000) inférieure à 5%. Ce modèle peut être utilisé pour les prévisions économiques.

Interprétations

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 rejoint ceux de McCarney et Adamowicz (2005). Ceci confirme l'hypothèse du havre de pollution.

La population influence 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 dégrade l'environnement en ASS.

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 corroborent 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).

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).

L'influence de la consommation de carburant fossile sur les émissions totales de CO₂ est négative (0,2168) et significative (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'incidence de la désertification sur les émissions totales de CO₂ est négative (0,3047) et significative (5%). La désertification provoque donc les émissions de CO₂ en ASS. Ce résultat conforte les allégations de Malthus (1798).

Conclusion

La souplesse de la réglementation environnementale des pays en développement a suscité l'intérêt pour la détermination de l'effet environnemental des IDE en ASS. Ainsi, la vérification de l'hypothèse du havre de pollution a fait l'objet de la présente étude. Les résultats obtenus montrent que l'ASS est un havre de pollution puisque les IDE qu'elle accueille sont nocifs pour l'environnement. Ce résultat rejoint celui des travaux de Nkwenka (2018) et montre la nécessité pour les pays de cette sous-région de définir à long terme un cadre réglementaire strict et approprié en matière de protection environnementale. En plus de la souplesse de la réglementation environnementale des pays d'ASS, d'autres raisons peuvent expliquer la direction des IDE vers cette sous-région, notamment, les facteurs structurels tels que la qualité et la quantité de la main d'œuvre disponible, la qualité des infrastructures et la distance par rapport aux marchés (Wheeler, 2001). La prise en compte de ces facteurs dans les travaux ultérieurs pourrait améliorer la portée des résultats.

Références

Adeniyi, O., Omisakin, O., Egwaikhide, F. O. and Oyinlola, A., 2012, "Foreign Direct Investment, economic growth and financial sector development in small open developing economies", *Economic analysis and policy*, 42, 1, pp. 105-127.

Agrawal, G. and Khan, M. A., 2011, "Impact of FDI on GDP Growth: A panel data study", *European Journal of Research*, 57, 2, pp. 257-264.

Antweiler, W., Copeland, B. R. and Taylor, M. S., 2001, "Is free trade good for the environment?" *American economic review*, 91, 4, pp. 877-908.

BAD, OCDE, PNUD et CEA, 2012, *Perspectives économiques en Afrique 2012*, Paris et Tunis, BAD et OCDE.

Borensztein, E., De Gregorio, J. and Lee, J. W., 1998, "How does foreign direct investment affect economic growth?", *Journal of international economics*, 45, 1, pp. 115-135.

CNUCED, 2013, *World Investment Report*, CNUCED, New York et Genève.

Cole, M. A. and Elliot, R. J. R., 2003, "Determining the trade-environment composition effect: the role of capital, labor and environmental regulations", *Journal of environmental economics and management*, 46, 3, pp. 363-383.

Cropper, M. and Griffiths, C., 1994, "The Interaction of population growth and environmental quality", *American economic review*, 82, pp. 250-254.

Ernst et Young, 2012, « *Attractivité de l'Afrique 2012 : un pont entre les deux rives* », 2 ed.

Frankel J. A. and Rose A. K., 2005, "Is Trade good or bad for the environment? Sorting out the causality", *Review of economics and statistics*, 87, 1, pp. 85-91.

Grossman, G. M. and Krueger, A. B., 1991, "Environmental impacts of the North American Free Trade Agreement", NBER Working Paper 3914.

Halicioglu, F., 2008, "An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey", Yedipete University, MPRA.

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.

Kaufmann, R. K., Davidsdottir, B., Garnham, S. and Pauly, P., 1998, "The determinants of atmospheric SO₂ concentrations: reconsidering the Environmental Kuznets Curve", *Ecological Economics*, 25, 2, pp. 209-220.

Koop, G. and Tole, L., 1999, "Is there an Environmental Kuznets Curve for deforestation?", *Journal of development economics*, 58, pp. 231-244.

Kuznets, S., 1955, "Economic growth and income equality", *American economic review*, 45, 1, pp. 1-28.

Malthus, R., 1798, *An essay on the principle of population*, Cambridge Press.

Managi, S., 2005, "Trade liberalization and the environment: carbon dioxide for 1960-1999", *Economics Bulletin*, 17, 1, pp. 1-5.

Managi, S., Hibiki, A. and Tsurumi, T., 2008, "Does trade liberalization reduce pollution emissions?", *Research institute of economy, Trade and industry, Discussion Paper, Series 08-E-013*.

McCarney, G. and 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.

Nkwenda, N. P. G., 2018, « Investissements Directs Etrangers, croissance économique et environnement en Afrique Subsaharienne », Thèse de Doctorat en Sciences Economiques soutenue en 2018, Université de Dschang au Cameroun.

OCDE, 2002, "Foreign Direct Investment for development: maximizing benefits, minimizing costs", OECD publishing, Paris.

Odhiambo, N. M., 2011, "Economic growth and carbone emissions in South Africa: an empirical investigation", *International Business and Economic Research Journal*, 10, 7.

Roberts, J. and Grimes, P., 1997, "Carbon intensity and economic development 1962-1991: a brief exploration of the EKC", *World Development*, 25, 2, pp. 191-198.

Romer, P., 1993, "Ideas gaps and object gaps in economic development", *Journal of monetary economics*, 32, 3, pp. 543-573.

Sevestre, P., 2002, *Econométrie des données de panel*, Dunod, Paris, France.

Sharma, S. S., 2010, "Determinants of carbon dioxide emissions: empirical evidence from 69 countries", *Applied Energy*, pp. 376-382.

Wheeler, D., 2001, "Racing to the Bottom? Foreign Investment and Air Pollution in Developing Countries", *World Bank Development Research Group, working paper n° 2524*.

York, R., Rosa, E. and Dietz, T., 2004, "STIRPAT, IPAT and impact: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impact", *Ecological economics*, 46, pp. 351-365.

Annexe 1 : Tableau 6 : Résultats de l'estimation de l'équation 1

```

. xtregar cot pib pib2 demo ide ido depeduc sco ouv indus ccarb dpru, re rhotyp
> e(dw)

RE GLS regression with AR(1) disturbances           Number of obs   =       925
Group variable: i                                 Number of groups =        25

R-sq:  within = 0.5871                               Obs per group:  min =        37
        between = 0.3404                               avg =       37.0
        overall = 0.3791                               max =        37

corr(u_i, Xb) = 0 (assumed)                          Wald chi2(12)   =       269.09
                                                Prob > chi2     =        0.0000

```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
cot						
pib	-1.552861	.4322955	-3.59	0.000	-2.400145	-.7055777
pib2	.1808114	.0335265	5.39	0.000	.1151007	.2465221
demo	.1414073	.0368707	3.84	0.000	.069142	.2136726
ide	.0112845	.0060916	1.85	0.064	-.0006549	.0232239
ido	-.0522785	.0401567	-1.30	0.193	-.1309843	.0264272
depeduc	.0117314	.0539664	0.22	0.828	-.0940408	.1175037
sco	.1783982	.0512744	3.48	0.001	.0779022	.2788941
ouv	-.0348242	.0531845	-0.65	0.513	-.1390639	.0694156
indus	.153404	.0580694	2.64	0.008	.03959	.2672179
ccarb	.216885	.0530215	4.09	0.000	.1129648	.3208051
dpru	.3047861	.1289684	2.36	0.018	.0520127	.5575594
_cons	4.684262	1.686335	2.78	0.005	1.379106	7.989417
rho_ar	.76962201	(estimated autocorrelation coefficient)				
sigma_u	.97438267					
sigma_e	.26390671					
rho_fov	.93165645	(fraction of variance due to u_i)				
theta	.82486732					

Source : STATA 12

2 : Tableau 7. Pays de l'échantillon d'étude

Sous-région	Listes des pays
CAE	Kenya, Ouganda, Tanzanie, Rwanda et Burundi
CEMAC	Cameroun, République Centrafricaine, Congo, Gabon, Guinée Equatoriale et Tchad
CEDEAO	Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Liberia, Mali, Niger, Nigéria, Guinée-Bissau, Sierra Léone, Sénégal et Togo

Source : Auteur