



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

# IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 13, Issue, 08, pp. 63493-63501, August, 2023

<https://doi.org/10.37118/ijdr.27055.08.2023>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

## CROISSANCE ET QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT DES PAYS DE L'UEMOA: UNE ANALYSE EN DONNÉES DE PANEL

DEME El Hadji Yoro<sup>1\*</sup> et SOKOUNDOU Abdoul Latif<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Département Sciences économiques, Université Aube-Nouvelle, 09 BP 92 Ouagadougou 09 Burkina Faso

<sup>2</sup>Département Sciences économiques, Université de Moncton, 18 Avenue Antoine-Maillet Moncton NB E1A 3E9 Canada

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 10<sup>th</sup> May, 2023

Received in revised form

06<sup>th</sup> June, 2023

Accepted 17<sup>th</sup> July, 2023

Published online 30<sup>th</sup> August, 2023

#### KeyWords:

Produit Intérieur Brut, UEMOA, Cointégration, Pooled Mean Group, CEK.

#### \*Corresponding author:

DEME El Hadji Yoro

### ABSTRACT

Ce papier analyse l'impact de la croissance économique sur les émissions de dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) dans les pays de la zone de l'Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) sur la période 1995 à 2021. Après des tests de racine unitaire et de cointégration, nous avons trouvé qu'il existe une relation de long terme entre le logarithme des émissions de dioxyde de carbone ( $LECO_2$ ) et les variables explicatives. En utilisant l'estimateur Pooled Mean Group sur plusieurs séries de régressions et avec un panel dynamique, nos résultats montrent un impact positif et significatif du Produit Intérieur Brut et de la consommation en énergies fossiles sur les émissions de  $CO_2$  et nous obtenons une validité empirique d'une courbe en « U » inversé ou Courbe Environnementale de Kuznets (CEK), lorsque nous considérons l'hétérogénéité entre ces États, la relation reste positive pour la Côte d'Ivoire et négative pour le Mali. Ainsi, pour éviter ou atténuer l'impact de la croissance et de l'utilisation des énergies fossiles sur les  $CO_2$ , les gouvernements et les acteurs qui œuvrent pour la préservation de la qualité de l'environnement doivent (i) recourir à des technologies additives dans le processus de production; (ii) réduire l'utilisation des combustibles fossiles et se tourner vers les énergies renouvelables qui émettent moins de polluants dans l'atmosphère; et (iii) encourager l'innovation verte avec les subventions pour la recherche-développement (R-D), la facilitation de la substitution entre technologies polluantes et technologies propres et le recours à une taxe carbone.

Copyright©2023, Janvi Mehta. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: DEME El Hadji Yoro et SOKOUNDOU Abdoul Latif. 2023. "Croissance et qualité de l'environnement des pays de l'uemoa: une analyse en données de panel". *International Journal of Development Research*, 13, (08), 63493-63501.

## INTRODUCTION

Le système économique utilisé par de nombreux pays a fait aujourd'hui que l'on se retrouve actuellement face à des problèmes d'envergure environnementale. En effet, la révolution industrielle amorcée au XIX<sup>e</sup> siècle a entraîné un changement sans précédent dans la société. Elle s'est traduite par le passage d'une société à dominante agricole et artisanale vers une société industrielle. Cette période sera marquée par l'essor de la mécanisation, le développement des transports ainsi qu'une augmentation de la croissance. Si cette croissance a des mérites, il faut également savoir qu'elle est à l'origine de plusieurs désastres notamment son impact sur l'environnement. En effet, c'est un processus très complexe qui se traduit par l'exploitation des ressources naturelles et leur transformation avec pour conséquence la pollution de l'air. Les travaux de Georgescu-Roegen (1971) soulignent que la dégradation de l'environnement est essentiellement due à l'activité économique (production et consommation), qui entraîne l'épuisement des ressources naturelles, l'accumulation des déchets et la concentration des polluants dans l'atmosphère. L'analyse empirique de Kraft et Kraft (1978) de la relation entre la consommation d'énergie et la croissance économique montre la prépondérance de l'Énergie dans le processus de production.

De plus, les analyses de Luptfáčik et Schubert (1982) et Van Der Ploeg et Withagen (1991) ont montré que la pollution est un sous-produit de la production dans le processus de la croissance et de la consommation d'énergie. La croissance démographique rapide provoquée par un taux de fécondité élevé a favorisé une augmentation spectaculaire de la population mondiale. Elle était d'environ un (01) milliard en 1800, deux (02) milliards vers 1930 et trois (03) milliards en 1960. En 2000, elle a atteint six (06) milliards et en 2011 elle a dépassé les sept milliards d'habitants (Unfpa, 2011). La croissance de la population humaine contribue à de nombreuses pressions sur l'environnement, elle conduit à des coûts importants en termes de dégradation de terres, de pollution des eaux, de surexploitation des ressources naturelles et la déforestation. Dans les pays les moins avancés (PMA) ou pays à revenus intermédiaires, leurs problèmes d'environnement sont essentiellement liés à l'utilisation et à la gestion directe des ressources naturelles: mines, terres, eaux et forêts. Dans les pays en développement (PED), la problématique environnementale est perçue sous deux angles: (i) celui des contraintes imposées à la limitation de la production agricole et alimentaire en raison des multiples menaces que cela engendre, notamment la dégradation des sols, de l'eau, des ressources naturelles et de la qualité de l'air; et (ii) celui de la perte de la biodiversité, du fait de la pollution à grande échelle, ainsi que les émissions d'autres gaz à effet de serre (GES) qui menace la santé, le climat, la couche

d'ozone et contribuent au réchauffement de la couche atmosphérique qui est la manifestation physique du changement climatique. Pour atténuer la pauvreté, des politiques de croissance économique ont été fortement soutenues par les pays en développement, notamment les pays de l'Union Économique Monétaire Ouest-Africaine (UEMOA). La croissance économique n'est possible qu'à travers un développement des activités économiques et l'intensification des activités productives. Or, ces dernières sont responsables des rejets de substances polluantes détériorant la qualité de l'environnement. Cette pollution émanant des activités économiques au sein de ces pays est due à la production des GES responsable du réchauffement climatique. C'est le cas du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), de l'ozone (O<sub>3</sub>) et du méthane (CH<sub>4</sub>); le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) étant considéré comme principal polluant de tous les GES. À l'instar de tous les pays, le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée-Bissau, le Mali, le Niger, le Sénégal et le Togo font face à des problèmes environnementaux de diverses natures. Ainsi, selon Ehrlich et Mooney (1983), la population est considérée comme l'une des causes principales de la dégradation de l'environnement. L'accroissement de la population peut constituer une menace directe pour l'environnement et pour remédier à cet état de chose, le développement durable se propose de trouver un équilibre entre le mode de vie actuel (basé sur les recettes issues des extractions minières et pétrolières) et les limites de notre planète. Il vise à concilier le développement économique et social, la protection de l'environnement et la conservation des ressources naturelles. Force est d'admettre qu'après quelques années de mise en marche de ce nouveau mode de vie, on observe une amélioration de la qualité de l'environnement et la poursuite de la croissance économique dans les pays développés tandis qu'au niveau des PED, les statistiques montrent un faible taux de croissance avec une recrudescence de la dégradation de l'environnement.

Face à ces différentes préoccupations, d'importantes questions sont de plus en plus posées sur l'avenir de notre planète et sur le type d'environnement à léguer à la génération future. Dès lors, la question principale de notre recherche se présente comme suit : Quel est l'impact de la croissance économique sur la qualité de l'environnement des pays de la zone UEMOA ? L'objectif général de notre recherche est de mesurer l'impact de la croissance économique sur la qualité de l'environnement des pays de la zone UEMOA.

En d'autres termes, nous cherchons à vérifier si la croissance serait dommageable à la qualité de l'environnement des pays de cette zone. De façon spécifique, il va s'agir : (i) En premier lieu, d'évaluer l'impact de la croissance économique sur les émissions de dioxyde de carbone ; (ii) En second lieu, de montrer l'influence que la consommation en énergies fossiles exerce sur les émissions de dioxyde de carbone. L'intérêt de ce papier est triple : (1) il va contribuer à alimenter les débats sur les relations croissance économique et qualité de l'environnement, notamment sur les émissions de CO<sub>2</sub> dans les pays en développement, en particulier ceux de la zone UEMOA ; (2) il va alerter les décideurs politiques sur l'urgence climatique que traverse cette zone et la nécessité pour tous de préserver l'environnement et les ressources naturelles ; et les résultats de cette recherche pourront servir aux décideurs pour la mise en place de politique environnementale plus soutenable. La suite de ce papier est structurée en deux sections. Dans un premier temps, nous présentons les matériels et méthodes adoptés pour cette recherche. Enfin, avant de conclure, la deuxième section est consacrée à la présentation et la discussion des résultats.

## MATERIELS ET METHODES

**Choix, conceptualisation des variables et signes attendus des coefficients des variables:** Dans la littérature sur la relation croissance et environnement, les variables endogènes correspondent toutes à des indicateurs liés à la qualité de l'environnement; elles sont relatives à la qualité de l'air (émissions de dioxyde de carbone et les particules en suspensions), à la qualité des sols (consommation des fertilisants) et à la qualité de l'eau (concentration en nitrate, organismes fécaux, etc.). Dans le cadre de notre recherche, l'émission de dioxyde de carbone (ECO<sub>2</sub>) est retenue comme indicateur de la qualité de l'environnement et elle est exprimée en Kilotonne (Kt). Ce choix se justifie par le fait que le CO<sub>2</sub> est le principal (en quantité) gaz à effet de serre (GES) responsable des pollutions de l'environnement et des changements climatiques et que les données sur les émissions de CO<sub>2</sub> sont disponibles et accessibles en ce qui concerne les pays de la zone UEMOA. Le jeu de données utilisé dans cette recherche est composé d'un panel dynamique de huit (08) pays sur la période de 1995-2021.

Tableau 1. Dictionnaire des variables

Variabiles	Signification des variables	Définitions	Signes attendus
PIBH	Le Produit Intérieur Brut par habitant	Exprimé à prix constant en US dollars 2015 et Proxy du revenu par tête, il capture l'impact de l'accroissement du revenu sur la qualité de l'environnement. Lorsque le revenu augmente, la consommation de chaque personne augmente et l'impact sur l'environnement augmente. Le PIB par habitant avait augmenté au cours des dernières années dans les pays de la zone UEMOA et aurait accru son impact sur l'environnement.	+
PIBH2	La forme quadratique du Produit Intérieur Brut par habitant	Elle est utilisée pour vérifier la présence d'un éventuel effet de seuil. Autrement dit, c'est pour vérifier l'hypothèse du déclin des émissions de CO <sub>2</sub> quand le pays en question atteint des niveaux de revenus élevés. Ces deux dernières variables sont appelées des variables d'intérêt.	-
CEF	La consommation en énergies fossiles	Exprimée en pourcentage de la consommation totale d'énergie, elle a été utilisée dans un certain nombre d'études, notamment la relation croissance et environnement. Cole et al. (1997) ont justifié ce choix par la prépondérance de l'énergie dans toutes les activités de production et de transformation. Les industries les plus polluées sont les grandes consommatrices d'énergie fossiles.	+
CER	La consommation en énergies renouvelables	Exprimée en pourcentage de la consommation totale d'énergie, elle est utilisée pour mesurer sa capacité à contenir ou à réduire les émissions de dioxyde de carbone.	-
POP	La croissance de la population	Exprimée en pourcentage annuel, elle est une variable importante qui peut expliquer la dégradation de l'environnement. En effet, un accroissement démographique dans les pays de la zone UEMOA entraînera une augmentation des besoins alimentaires, médicaux et d'habitations conduisant à une surexploitation de l'environnement et à un accroissement des émissions polluantes. Cette analyse est partagée par plusieurs auteurs comme Van et Azomahou (2007) qui stipulent que : "Demographic variables require also a particular attention since population is recognized as one of the main causes of environmental pollution."	+
IND	La valeur ajoutée du secteur industriel	Exprimée en pourcentage du PIB, elle capture les effets des activités industrielles sur les émissions de dioxyde de carbone. Bien que les pays membres de l'UEMOA n'aient pas réussi à s'industrialiser comme certains pays en développement, il existe au moins au sein de l'Union quelques installations industrielles vétustes et polluantes. Des auteurs comme Al-Mulali et Ozturk (2015) ont inclus cette variable dans leur modèle.	+
Q_INST	La qualité des institutions	C'est un indicateur de qualité de gouvernance. Dans notre recherche, nous avons utilisé la qualité de l'administration publique, le score varie entre 1 (institutions de faible qualité) et 6 (institutions de bonne qualité). Elle est utilisée dans notre contexte pour savoir dans quelles mesures une gouvernance vertueuse pourrait favoriser la mise en place de politiques pro-environnementales à même de réduire les émissions de dioxyde de carbone. Ouattara (2021), dans son papier sur la qualité institutionnelle et la pollution environnementale dans la CEDEAO, utilise la qualité de la réglementation et l'efficacité qui sont tous les deux des indicateurs de gouvernance.	-

Les données sont principalement tirées de la base de données de la Banque Mondiale (World Development Indicators, WDI 2022). Le logiciel Stata 17 est utilisé pour les estimations économétriques.

**Spécification du modèle:** La plupart des travaux sur la relation croissance économique et environnement en panel se sont basés sur le modèle de la Courbe Environnementale de Kuznets (CEK), repris par Grossman et Krueger (1991). Il est représenté par l'équation (1):

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

où  $y$  représente la variable environnementale,  $x$  représente le revenu par tête et  $z$  désigne les variables de contrôle, c'est à dire toute autre variable qui peut influencer la qualité de l'environnement. L'indice  $i$  désigne le pays et l'indice  $t$  indique le temps.  $\alpha$  est une constante et les  $\beta_k$  sont les coefficients des  $k$  variables exogènes. L'équation (1) permet de tester toutes les formes possibles de la relation entre croissance et qualité de l'environnement. Lorsque nous appliquons ce modèle dans notre contexte qui est celui de la relation entre croissance et qualité de l'environnement dans les pays de la zone UEMOA, nous obtenons le modèle qui est décrit par l'équation (2) :

$$LECO2_{it} = \alpha_i + \beta_1 PIBH_{it} + \beta_2 PIBH_{it}^2 + \beta_3 CEF_{it} + \beta_4 CER_{it} + \beta_5 POP_{it} + \beta_6 IND_{it} + \beta_7 Q\_INST_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

La condition nécessaire pour l'obtention d'une courbe en « U » inversé ou courbe environnementale de Kuznets (1955) est la suivante :  $\beta_1 > 0$  et  $\beta_2 < 0$  et statistiquement significatifs.

Au regard de ce qui a été cité ci-dessus, il est important pour nous de savoir quelle est la validité empirique de l'hypothèse de la CEK en ce qui concerne les pays de la zone UEMOA ? La réponse à cette question est une tentative modeste de contribuer aux débats sur la courbe environnementale de Kuznets.

## Méthode d'estimation

**Test de stationnarité:** L'objectif est d'examiner le caractère stationnaire ou non des variables. Les méthodes d'estimation ne s'appliquent qu'à des séries stationnaires sinon nous pourrions avoir des régressions fallacieuses. Concernant les données de panel, il existe deux types de tests de racine unitaire : les tests de première génération et ceux de la deuxième génération. Les tests de la première génération les plus utilisés dans la littérature sont les tests de Levin et Lin (1992), les tests de Levin et al. (2002), le test de Im et al. (2003); Maddala et Wu (1999) sont inspirés des tests de Dickey-Fuller (1979). Ces tests reposent sur l'hypothèse d'indépendance entre les individus du panel. Ces tests ont en commun l'hypothèse nulle qui stipule que chaque série contenue dans le panel contient une racine unitaire et l'alternative soutient que toutes les séries sont stationnaires. De façon formelle, on a :  $H_0 : \rho = 1$  vs  $H_1 : \rho < 1$ . L'application de ce test requiert un panel cylindrique c'est-à-dire l'absence d'observation manquante dans la base de données. Les tests de deuxième génération les plus utilisés sont : les tests de Choi (2006) et de Phillips et Sul (2007). Ces tests ont tenté de lever l'hypothèse d'indépendance en postulant une interdépendance entre les individus. On a choisi pour ce travail le test de racine unitaire de Levin et al. (2002) et Im et al. (2003) qui sont les tests les plus puissants de la première génération et qui donnent des meilleurs résultats.

**Test de cointégration:** Deux variables sont cointégrées s'il existe au moins une combinaison linéaire de celles-ci telle que leur combinaison donne une variable stationnaire, c'est-à-dire intégrée d'ordre 0. Par exemple, si  $x_t$  et  $y_t$  sont  $I(1)$  et cointégrées, alors  $\Delta x_t$ ,  $\Delta y_t$  et  $x_t + \alpha y_t$  pour un  $\alpha$  donné sont stationnaires ( $I(0)$ ). En utilisant cette définition et les tests développés par plusieurs chercheurs, nous testerons une éventuelle cointégration de nos variables. En général, les tests de cointégration sont effectués sur des séries chronologiques. Toutefois, les auteurs tels que Pedroni (1999), Kao (1999) et Westerlund (2007) ont proposé des tests de cointégration qui s'appliquent aux données de panel. L'utilisation des techniques de cointégration en données de panel permet de tester la présence de

relation de long-terme entre des variables intégrées. L'un des avantages des tests de cointégration sur des données de panel est l'accroissement en termes de gain de la puissance du test. Dans ce mémoire, nous utilisons le test de cointégration de Pedroni (1999). L'hypothèse nulle correspond à la non-cointégration, contre l'hypothèse alternative de la cointégration des variables.

**Technique d'estimation Pooled-Mean Group (PMG), relation de long terme:** Après avoir déterminé l'existence d'une relation de cointégration, il convient alors d'estimer de manière efficace la relation de cointégration en se basant sur une technique d'estimation efficace. Deux méthodes d'estimation plus sophistiquées sont souvent utilisées pour estimer les modèles de données de panel. La première appelée Pooled Mean Group ou PMG consiste à faire la moyenne d'estimations distinctes pour chaque groupe du panel. Selon Pesaran et Smith (1995), cet estimateur est conçu sur l'hypothèse que la constante du modèle, de même que les coefficients de court terme et les variances des erreurs, peuvent différer selon les individus, les coefficients de long terme étant cependant contraints d'être identiques à tous les pays. Pirotte (1999) montre également que les PMG fournit des estimateurs efficaces à long terme pour un échantillon de grande taille. Il permet aux paramètres d'être librement indépendants entre les groupes et ne tient pas compte de l'homogénéité potentielle entre les groupes. La deuxième méthode est la méthode habituelle des panels (effets aléatoires ou fixes). Ces modèles forcent les paramètres à être identiques d'un pays à l'autre et pourraient conduire à des coefficients à long terme incohérents et trompeurs, un problème possible qui est exacerbé lorsque la période est longue. L'un des avantages du PMG est qu'il peut permettre à la spécification dynamique à court terme de différer d'un pays à l'autre tout en limitant les coefficients à long terme à être les mêmes. De plus, contrairement aux OLS dynamiques (DOLS) et aux OLS entièrement modifiés (FMOLS), l'estimateur PMG met en évidence la dynamique d'ajustement entre le court terme et le long terme.

## RESULTATS ET DISCUSSION

À travers la Figure 1, nous observons déjà une tendance haussière des émissions de dioxyde de carbone dans l'UEMOA. En effet, sur toute la période d'étude, on enregistre dans chaque pays des émissions de dioxyde de carbone, ces émissions sont plus importantes dans certains États comme la Côte d'Ivoire et le Sénégal avec respectivement des pics de 10 619 Kt et 10829 Kt en 2019. Dans cette même période, nous pouvons également constater d'importantes quantités de dioxyde de carbone (CO2) rejetées au Bénin, au Burkina Faso et au Mali avec des pics supérieurs à la moyenne des émissions. Cela s'explique, d'une part, par l'accroissement démographique et l'évolution de la structure économique avec la multiplication des industries et d'autre part la forme d'énergie et la quantité consommée par les ménages. En ce qui concerne la Guinée-Bissau, le Niger et le Togo, on observe des émissions en dessous de la moyenne. Cela se justifie premièrement par le fait que ces pays sont moins industrialisés que les autres et, deuxièmement, ils ont une structure économique relativement faible et une faible croissance démographique, les rejets de CO2 étant d'origine anthropique.

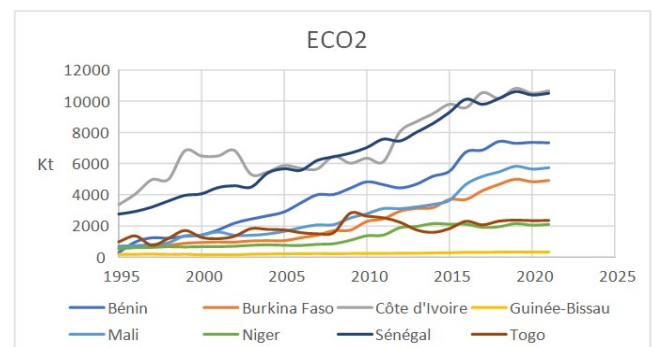


Figure 1. Évolution des ECO2 dans l'UEMOA de 1995-2021. Source : Auteur à partir des données de la Banque Mondiale (WDI, 2022)

Globalement, les pays de la région présentent des niveaux de revenus par tête faibles et hétérogènes (Figure 2). Certains États se démarquent positivement par des produits intérieurs bruts (PIB) par tête plus élevés, c'est le cas de la Côte d'Ivoire, locomotive de la région avec un fort PIB par habitant (PIBH) toujours supérieur à 1500 dollar américain (USD) sur toute la période de l'étude avec un pic de 2327,74 USD en 2019. Elle fait partie des économies en voie de développement et est dominée par l'exportation des produits de rente, notamment le café et le cacao, ce qui explique le « boum » de son PIB. Le Sénégal est classé deuxième plus gros PIBH de la zone avec un PIB par tête nettement supérieur à 1000USD. Cette croissance s'explique, entre autres, par les investissements importants effectués dans les infrastructures publiques et l'exportation des produits issus par la pêche. Les six (06) autres pays affichent de très faibles PIBH sur toute la période d'étude. Cela s'explique par le fait qu'ils sont moins industrialisés, facteur limitant leur capacité de production. À cela s'ajoute la crise sécuritaire que vivent ces pays depuis 2012 qui les empêchent d'enregistrer de bonnes performances économiques.

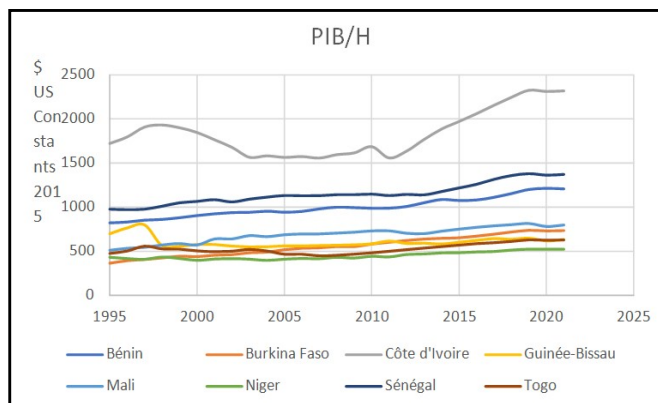


Figure 2. Évolution du PIB/H dans l'UEMOA de 1995-2021. Source : Élaboré par l'auteur à partir des données de la Banque Mondiale (WDI, 2022)

La figure 3 présente une évolution de la consommation en énergies fossiles des pays de l'UEMOA de 1995 à 2021, elle est en pourcentage de la consommation totale d'énergie.

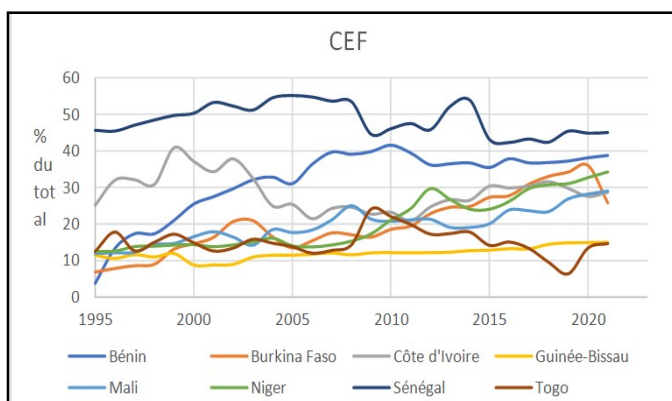


Figure 2. Évolution de CEF dans l'UEMOA de 1995-2021. Source : Auteurs à partir des données de la Banque Mondiale (WDI, 2022)

Nous constatons une importante utilisation de cette forme d'énergie dans la zone avec notamment le Sénégal en tête pour une consommation de 53%. Pour les sept (07) autres pays, on remarque que la Côte d'Ivoire et le Bénin se démarquent par leur consommation accrue en énergie fossile avec respectivement des pics de 40,89% en 1999 et 41,55% en 2010. Depuis les années 90, ces pays ont connu une industrialisation qui fonctionnait que sur la base d'énergies fossiles.

Le Burkina Faso, le Niger, le Mali et le Togo ont affiché une consommation faible en énergie fossile, car ce sont des pays avec moins d'industries de transformation. Les produits pétroliers étaient

en grande partie utilisées dans le secteur des transports de ces pays. Pour les besoins de l'étude économétrique, il est important de jeter un regard sur la statistique descriptive afin de décrypter de façon synthétique l'information contenue dans les données (Tableau 2).

Tableau 2. Statistiques descriptives des données dans la zone UEMOA de 1995 à 2021

Variables	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
LECO2	216	7.588	1.138	5.011	9.29
PIBH	216	1.375	3.641	-29.413	11.943
PIBH2	216	15.084	60.575	0	865.142
CEF	216	24.501	12.483	3.781	55.165
CER	216	72.7	15.163	36.15	94.772
POP	216	2.838	.469	1.843	4.467
IND	216	19.319	4.034	10.905	32.591
Q_INST	216	2.757	.426	2	3.5

Source : Auteurs

Nous pouvons remarquer que les variables n'ont pas le même degré de dispersion. De façon agrégée, la moyenne des émissions de dioxyde de carbone (ECO2) est de 7,588 Kt avec un minimum d'émission de 5,011 Kt observé en Guinée-Bissau et un maximum de 9,29Kt d'émission observé en Côte d'Ivoire. Pour cette variable, l'écart-type enregistré est 1,138, ce qui veut dire que les valeurs sont regroupées autour de la moyenne et cela laisse paraître une population homogène. La moyenne de la croissance du PIBH est de 1,375% avec un minimum de -29,413% observé en Guinée-Bissau, qui traduit une récession et un maximum de 11,943% observé au Mali qui traduit une bonne performance économique. Pour ce qui est de la consommation en énergies fossiles (CEF), la moyenne dans l'union est de 24,501% avec un minimum de consommation de 3,781% pour le Bénin et 55,165% pour le Sénégal.

Nous observons pour cette variable un écart-type relativement élevé de 12,483, ce qui signifie que les valeurs sont dispersées autour de la moyenne. La consommation en énergies renouvelables (CER), la croissance de la population (POP) et la valeur ajoutée du secteur industriel (IND) sont positifs dans la zone avec respectivement une moyenne de 72,7% ; 2,838% et 19,319. Cela nous permet déjà de justifier l'existence d'une relation entre la présence des industries et la consommation d'énergies fossiles. Pour ce qui est de la qualité institutionnelle (Q\_INST), elle a un score moyen de 2,757 avec un écart-type très faible de 0,426. Les valeurs sont moins dispersées autour de la moyenne et nous pouvons affirmer avec certitudes que les pays de l'UEMOA ne sont pas dotés de bonnes institutions. Le tableau 3 met en évidence la corrélation entre la variable endogène et les différentes variables explicatives.

De façon agrégée, on constate que notre variable d'intérêt (le PIBH) est corrélée positivement avec les Émissions de dioxyde de carbone (ECO2). Cette corrélation est significative à 10%, cela nous permet déjà de dire qu'une augmentation du revenu par tête dans la zone UEMOA sera susceptible de provoquer des ECO2, toutes choses égales par ailleurs. La forme quadratique du PIBH quant à elle est corrélée négativement (significative à 5%) avec les ECO2. Cela veut dire qu'à un niveau de revenu par tête plus élevé, les CO2 baissent. À base de ces deux informations, nous pouvons déjà émettre l'hypothèse de l'existence d'une courbe en « U » inversé ou une Courbe Environnementale de Kuznets (CEK) dans la zone UEMOA. La corrélation entre la première variable de contrôle (CEF) et les ECO2 est positive et significative à 1%. En outre, la consommation en énergies renouvelables (CER) est corrélée négativement avec les ECO2. Elle est statistiquement significative à 1%, ce qui veut dire que les énergies renouvelables sont susceptibles de diminuer les ECO2, toutes choses égales par ailleurs. Du reste, la qualité des institutions (Q\_INST) et la variable IND sont corrélées positivement et significativement à 1% avec les ECO2. Les nuages de points ci-dessous et les droites de régressions donnent un aperçu de la nature de la relation (positive ou négative) entre les ECO2 et chaque variable exogène.

Tableau 3. Matrice de corrélation

Variables	LECO2	PIBH	PIBH2	CEF	CER	POP	IND	Q_INST
LECO2	1.000							
PIBH	0.121* (0.077)	1.000						
PIBH2	-0.150** (0.027)	-0.454*** (0.000)	1.000					
CEF	0.751*** (0.000)	0.020 (0.766)	-0.114* (0.096)	1.000				
CER	-0.746*** (0.000)	-0.044 (0.521)	0.108 (0.112)	-0.918*** (0.000)	1.000			
POP	0.050 (0.465)	0.075 (0.270)	-0.161** (0.018)	-0.012 (0.863)	0.106 (0.119)	1.000		
IND	0.459*** (0.000)	0.182*** (0.007)	-0.128* (0.060)	0.426*** (0.000)	-0.349*** (0.000)	0.290*** (0.000)	1.000	
Q_INST	0.273*** (0.000)	0.171** (0.012)	-0.070 (0.308)	0.412*** (0.000)	-0.371*** (0.000)	0.202*** (0.003)	0.488*** (0.000)	1.000

Note : \*\*\*, \*\* et \* indiquent respectivement le seuil de significativité à 1%, 5% et 10%.

Source : Auteurs

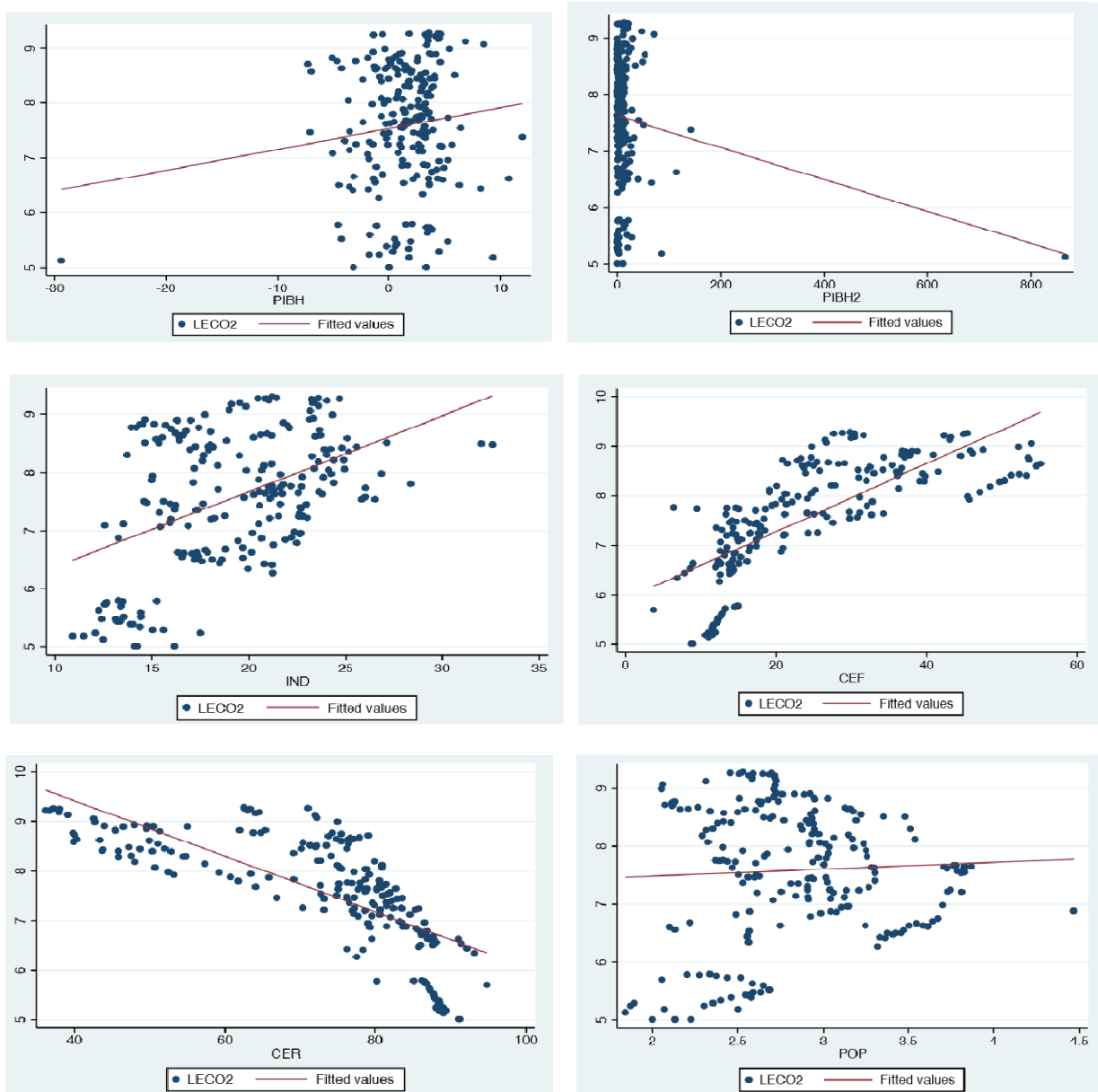


Figure 4. Nuage de points et droite de régression. Source: Auteurs

Nous avons procédé à l'implémentation des tests d'hypothèses, à l'estimation et la vérification de la normalité de nos résidus. Après implémentation, les résultats du test donnent Prob>chi2 égale à 0.0867 qui est supérieur à 5%. Nous ne pouvons donc rejeter l'hypothèse nulle (H0) alors les résidus suivent une loi normale.

Pour le test d'hétéroscédasticité, nous utilisons le test de Breusch et Pagan (1980) qui est un test puissant basé sur le multiplicateur de Lagrange. L'hypothèse nulle (H0) de ce test soutient que le modèle est homoscédastique et l'hypothèse alternative (H1) stipule que le modèle est hétéroscédastique. Le résultat du test donne Prob > chi2 =

0.2866 qui est supérieur à 5%, ce qui ne nous permet pas de rejeter H0. Nous concluons donc que le modèle est homoscedastique. Le tableau 5 présente les résultats des tests de racine unitaire à niveau et en différence première. Avec le test de stationnarité de Levin et al. (2002), toutes nos variables sont stationnaires à niveau (mais à des significativités différentes) sauf la valeur ajoutée du secteur industriel (IND) et la qualité des institutions (Q\_INST). En différence première, elles deviennent toutes stationnaires au seuil de 1%. Il en est de même à niveau avec le test de Im et al. (2003) sauf la qualité des institutions (Q\_INST) qui n'est pas stationnaire. En différence première également, elles deviennent toutes stationnaires au seuil de 1%. Le test de stationnarité, de préférence celui de Im et al. (2003) montre que nos variables sont stationnaires à niveau sauf une seule qui est intégrée d'ordre 1. Nous avons testé l'existence d'une relation de long terme entre la variable endogène et les variables exogènes avec les tests de cointégration de Pedroni (1999) et de Westerlund (2007) qui prennent en compte l'hétérogénéité par les biais des paramètres qui peuvent être différents entre les individus. Les résultats des deux tests sont résumés dans le Tableau 6.

les effets de court terme. La principale condition de validité de cette estimation est que le terme de correction d'erreur (ECT) doit être négatif, compris entre 0 et 1 (en valeur absolue) et statistiquement significatif. Nos résultats confirment une relation d'équilibre de long terme entre les émissions de dioxyde de carbone et les variables explicatives, car le terme de correction d'erreur est égal à -0.0826. Ce terme indique que la vitesse d'ajustement est d'environ 12,10% pour un retour à l'équilibre. On constate que le produit intérieur brut par habitant a un effet positif et statistiquement significatif au seuil de 5% sur les émissions de dioxyde de carbone. En effet, une augmentation du revenu par tête de 1USD dans les pays de l'UEMOA se traduit par une augmentation de 4,40% des émissions de dioxyde de carbone, toutes choses égales par ailleurs. Ce résultat semble logique, puisque si l'on se réfère à la théorie Keynésienne (la loi psychologique fondamentale) de la consommation, les individus ont tendance à accroître leur consommation à mesure que leur revenu augmente. Dans le but de satisfaire les demandes croissantes de consommation, les entreprises de production produiront davantage et cela va entraîner sans précédent des émissions de CO<sub>2</sub>.

Tableau 4. Tests de stationnarité

	Levin-Lin-Chu			Im-Pesaran-Shin		
	En niveau	En différence 1	Décision	En niveau	En différence 1	Décision
LECO2	-2.3019** (0.0107)	-2.6945*** (0.0035)	I (0)	-3.0395*** (0.0012)	-8.4007*** (0.0000)	I (0)
PIBH	-4.5399*** (0.0000)	-8.0830*** (0.0000)	I (0)	-7.0509*** (0.0000)	-9.9815*** (0.0000)	I (0)
PIBH2	-4.8389*** (0.0000)	-9.4547*** (0.0000)	I (0)	-6.7715*** (0.0000)	-9.8896*** (0.0000)	I (0)
CEF	-1.4305* (0.0763)	-5.5370*** (0.0000)	I (0)	-2.8050*** (0.0025)	-7.2489*** (0.0000)	I (0)
CER	-1.9320** (0.0267)	-4.2523*** (0.0000)	I (0)	-2.2394** (0.0126)	-7.4613*** (0.0000)	I (0)
POP	-4.6458*** (0.0000)	-2.9606*** (0.0015)	I (0)	-3.3514*** (0.0004)	-5.1651*** (0.0000)	I (0)
IND	0.7179 (0.7636)	-3.6827** (0.0001)	I (1)	-3.4765*** (0.0003)	-8.3804*** (0.0000)	I (0)
Q_INST	1.1055 (0.8655)	-6.6407*** (0.0000)	I (1)	0.9797 (0.8364)	-7.8694*** (0.0000)	I (1)

Note : \*\*\*, \*\* et \* indiquent respectivement le seuil de significativité à 1%, 5% et 10% du rejet de l'hypothèse nulle de non-stationnarité. Les coefficients entre parenthèses représentent les P-Values.

Source : Auteurs

Tableau 5. Test de cointégration

		t-Statistic	Prob.
	Panel v-Statistic	-4.2430***	0.0000
	Panel rho-Statistic	3.2610***	0.0006
	Panel PP-Statistic	1.7446**	0.0405
Pedroni	Panel ADF-Statistic	2.4297***	0.0076
	Group rho-Statistic	4.1251***	0.0000
	Group PP-Statistic	2.0094**	0.0222
	Group ADF-Statistic	2.6976***	0.0035
Westerlund	Panel v-Statistic	3.0378***	0.0012
	Group v-Statistic	6.6846***	0.0000

Source : Auteurs

Pedroni présente sept (07) tests statistiques dont les quatre (04) premiers sont basés sur la dimension within et les trois (03) derniers sur la dimension between. Comme le montre les résultats, les deux tests rejettent l'hypothèse nulle de non-cointégration entre la variable endogène et les variables exogènes. Nous pouvons donc conclure qu'il existe une relation de long terme entre le logarithme des émissions de dioxyde de carbone (LECO2) et les variables explicatives. Après avoir déterminé l'existence d'une relation de cointégration, il paraît impératif pour nous d'estimer cette relation. Pour ce faire nous utilisons l'estimateur Pooled Mean Group (PMG) développé par Pesaran et al. (1999) qui fait ressortir les effets de court et de long terme. Cet estimateur autorise les paramètres ou coefficients de court terme de différer entre les groupes et contraint les paramètres de long terme à être identiques. Le Tableau 7 présente les résultats de la première régression où sont mentionnés dans la partie supérieure les effets de long terme et dans la partie inférieure

Ce résultat est conforme à celui de Fongnikin et Lanha (2020). En effet, ces auteurs ont montré dans leur papier que l'augmentation du revenu par tête se traduisait par des émissions de CO<sub>2</sub> dans quatre (04) États de l'UEMOA. La consommation en énergies fossiles a également un impact positif et statistiquement significatif sur les émissions de CO<sub>2</sub> au seuil de 1%. Une augmentation d'une unité de consommation en énergies fossiles se traduit par des émissions de CO<sub>2</sub> à l'ordre de 3,28%. Cela s'explique par le fait que dans les pays concernés, l'énergie fossile est plus utilisée par les ménages et par les industries dans leur processus de production. Ce résultat corrobore celui de Acheampong et al. (2022) qui utilisent la consommation d'énergie comme variable de contrôle pour mesurer son impact sur la dégradation de l'environnement dans 46 Pays de l'Afrique subsaharienne. En outre, la consommation en énergies renouvelables quant à elle présente un effet négatif et significatif sur les émissions de dioxyde carbone.

Tableau 6. Régression 1 (PMG)

Variable dépendante : LECO2			
Variables	Coefficient	Std. Err.	P-Value
Long terme			
PIBH	0.0440**	0.0215	0.040
PIBH2	0.0002	0.001	0.842
CEF	0.0328***	0.0109	0.003
CER	-0.0508***	0.0104	0.000
POP	0.271	0.293	0.354
IND	0.0310	0.0242	0.201
Q INST	0.593**	0.262	0.024
Court terme			
ECT	-0.0826***	0.0313	0.008
PIBH	-0.00101	0.0032	0.754
PIBH2	0.0002	0.0006	0.698
CEF	0.0166	0.0114	0.145
CER	-0.00826	0.0051	0.111
POP	0.144	0.145	0.321
IND	-0.000654	0.0029	0.826
Q INST	0.0583	0.0605	0.335
Constant	0.6139***	0.2168	0.005
Observations	208	208	208
Pays	8	8	8
Log Likelihood	306.8728	306.8728	306.8728

Note : \*\*\*, \*\* et \* indiquent respectivement le seuil de significativité à 1%, 5% et 10%. Std. Err. est l'erreur type, elle désigne l'estimation de l'écart type de la distribution d'échantillonnage.

Source : Auteurs

En effet, une augmentation d'une unité en consommation d'énergies renouvelable se traduit énormément par une baisse de 5,08% des émissions de CO<sub>2</sub>. Cela vient notamment du fait que ces dernières années, ces pays ont commencé à se tourner vers la consommation de l'énergie solaire qui est disponible abondamment et moins coûteuse. Par ailleurs, l'impact de la qualité institutionnelle sur les émissions de dioxyde de carbone est positif. On remarque que les émissions de CO<sub>2</sub> augmentent de 59,3%. Cela s'explique par le fait que dans les pays de l'UEMOA, les institutions ne sont pas du tout favorables aux politiques environnementales. Les gouvernants ne donnent pas une priorité aux préoccupations environnementales: ils participent rarement aux sommets et ratifient moins les accords sur la lutte contre les émissions de gaz à effet de serres. Ce résultat vient en contradiction à celui Ouattara (2021) qui a utilisé l'efficacité du gouvernement dans son papier comme indicateur de qualité institutionnelle pour voir l'impact sur la pollution environnementale dans les pays de la Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Il trouve qu'une meilleure efficacité du gouvernement contribue à réduire les émissions polluantes.

Le Tableau 8 présente les résultats de la deuxième régression où nous avons mis en évidence quatre (04) scénarios. Le terme de correction d'erreur (ECT) pour tous les scénarios est négatif et statistiquement significatif, ce qui nous permet de dire que nos résultats sont crédibles. À court terme, nous observons que toutes nos variables ne sont pas statistiquement significatives, ce qui n'est pas surprenant car l'objectif ici est de connaître la dynamique de long terme de la pollution. Le Tableau 8 présente les résultats de la deuxième régression où nous avons mis en évidence quatre (04) scénarios. Le terme de correction d'erreur (ECT) pour tous les scénarios est négatif et statistiquement significatif, ce qui nous permet de dire que nos résultats sont crédibles. À court terme, nous observons que toutes nos variables ne sont pas statistiquement significatives, ce qui n'est pas surprenant car l'objectif ici est de connaître la dynamique de long terme de la pollution. Le scénario (2) mesure l'effet de la variable d'intérêt et sa forme quadratique sur les ECO<sub>2</sub>. L'idée ici est de vérifier l'existence d'un effet seuil, autrement dit connaître dans un second temps la nature des émissions si le revenu par tête double. Dans une logique scientifique, à travers ce scénario, nous souhaitons savoir s'il existe une Courbe Environnementale de Kuznets (CEK) dans les pays de l'UEMOA. A long terme, les résultats montrent que dans un premier temps, l'augmentation du PIBH de 1USD se traduit par une gigantesque augmentation de 8,14% des émissions de dioxyde de carbone et dans un second temps, lorsque le revenu par

tête continu d'augmenter, on observe une légère baisse des ECO<sub>2</sub> à l'ordre de 1,3%. Nous pouvons donc affirmer qu'il existe une Courbe Environnementale de Kuznets (CEK) dans la zone UEMOA même si ces pays sont toujours dans un processus de développement.

Tableau 7. Régression 2 (PMG)

Variable dépendante : LECO2				
Variables	(1)	(2)	(3)	(4)
Long terme				
PIBH	0.0694***	0.0814***	0.0808*	0.0324*
	(0.008)	(0.004)	(0.050)	(0.054)
PIBH2		-0.013***		0.0008
		(0.007)		(0.910)
CEF				0.042***
				(0.000)
CER				-0.047***
				(0.000)
POP				0.3176*
				(0.089)
IND			0.1292***	
			(0.000)	
Q INST			0.8733***	0.4303**
			(0.004)	(0.026)
Court terme				
ECT	-0.0958***	-0.1069**	-0.0657***	-0.1089***
	(0.002)	(0.016)	(0.001)	(0.003)
D.PIBH	-0.0020	-0.0006	-0.0006	-0.0011
	(0.470)	(0.860)	(0.829)	(0.722)
D.PIBH2		-0.0006		0.0002
		(0.639)		(0.711)
D.CEF				0.0167
				(0.142)
D.CER				-0.0077
				(0.111)
D.POP				0.2007
				(0.188)
D.IND			-0.0070	
			(0.325)	
D.Q INST			0.0304	0.0269
			(0.688)	(0.469)
Constant	0.8111***	0.9062***	0.2271***	0.8645***
	(0.001)	(0.008)	(0.001)	(0.001)
Observations	208	208	208	208
Pays	8	8	8	8
Log Likelihood	198.5172	210.686	206.5665	304.6629

Note : \*\*\*, \*\* et \* indiquent respectivement le seuil de significativité stat à 1%, 5% et 10%. Les valeurs entre parenthèses représentent les P-Values. ECT (terme d'erreur)

Source : Auteurs

Ce résultat tient du fait que lorsque le revenu par tête augmente, les individus s'offrent des biens encore plus respectueux de l'environnement, notamment avec l'acquisition du matériel de cuisson électrique et l'abandon des techniques de cuissons au bois et au charbon. On note également de plus en plus l'acquisition des véhicules électriques qui émettent moins de CO<sub>2</sub> que les véhicules à essence. Ce résultat est conforme à celui Lazăr et al. (2019). Ces auteurs dans leur papier ont tenté d'expliquer la relation entre la croissance économique et la pollution dans les pays de l'Europe centrale. Ils trouvent une relation en « U » inversé c'est-à-dire une Courbe Environnementale de Kuznets en République Tchèque, en Hongrie et en Lettonie. Le scénario (3) montre les résultats de l'impact de notre variable d'intérêt en rapport avec deux (02) autres variables : la valeur ajoutée du secteur de l'industrie en pourcentage de PIB et la qualité institutionnelle (qualité de l'administration publique). L'idée ici, c'est de voir si le gouvernement met en place des politiques pour réglementer la production au niveau des industries puisque ce sont les principales responsables des ECO<sub>2</sub>. À long terme, on constate un effet positif des industries sur les émissions de dioxyde de carbone. En effet, dans les pays concernés, une augmentation d'une unité de la valeur ajoutée industrielle se traduit forcément par une hausse de 12,92% des ECO<sub>2</sub>. Dans ces pays, les industries utilisent toujours du matériel vétuste et consomment de l'énergie fossile pour produire ; l'administration publique non plus ne met pas en place des politiques pour moderniser les industries ce qui fait que

la pollution continue de s'intensifier. Le scénario (4) présente les résultats de l'impact du PIBH et toutes nos variables de contrôles sauf la valeur ajoutée du secteur industriel. On observe les mêmes effets que dans la régression 1, mais les coefficients diffèrent. Le PIBH a toujours un impact positif et significatif au seuil de 10% sur les émissions de dioxyde de carbone. Une augmentation d'une unité du revenu par tête se traduit par une augmentation de 3,24% des émissions de CO<sub>2</sub>. La consommation en énergies fossiles a toujours le même effet sur les émissions de CO<sub>2</sub>, elle contribue fortement aux émissions de dioxyde de carbone dans la zone. Les énergies renouvelables comme dans la régression 1 contribuent toujours à réduire les émissions de dioxyde de carbone, cet effet est statistiquement significatif au seuil de 1%. L'augmentation d'une unité de consommation en énergies renouvelables se traduit par une baisse de 4,7% des émissions de CO<sub>2</sub>. Pour ce qui est de la croissance de la population, elle a un effet positif et significatif au seuil de 10% sur les émissions de CO<sub>2</sub>. En effet, un accroissement de la population se traduit par une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> de 31,76%. Ce résultat vient soutenir l'idée de base de Van et Azomahou (2007). La régression 3 (Tableau 9) fait ressortir la nature de la relation entre la qualité de l'environnement et la croissance dans trois pays de la zone UEMOA : la Côte d'Ivoire, le Sénégal et le Mali. Nous avons choisi ces pays parce qu'ils ont les PIB par tête plus importants dans la zone, avec la Côte d'Ivoire comme locomotive, suivi du Sénégal et enfin le Mali (UEMOA, 2020).

Tableau 8. Régression 3 (PMG)

Variables	Variable dépendante : LECO2 (Kt)		
	Côte d'Ivoire	Sénégal	Mali
ECT	-0.0305*	-0.0376**	-0.1723**
	(0.086)	(0.046)	(0.046)
PIBH	0.0098***	-0.0037	-0.0209***
	(0.004)	(0.421)	(0.008)
PIBH2	-0.0005	0.0005	0.0029***
	(0.383)	(0.775)	(0.000)
CEF	0.0131***	-0.0036	-0.0185
	(0.006)	(0.164)	(0.408)
CER	-0.0060	-0.0073**	-0.0022
	(0.152)	(0.015)	(0.926)
POP	-0.1171	-0.1457	0.2613*
	(0.350)	(0.480)	(0.088)
IND	0.0078	0.0079	-0.0033
	(0.371)	(0.467)	(0.748)
Q_INST	0.1845*	-0.0405	-0.1027
	(0.069)	(0.483)	(0.418)
Constant	0.2327	0.2237	1.1735
	(0.289)	(0.365)	(0.306)
Observations	104	104	104
Pays	4	4	4
Log Likelihood	159.6613	159.6613	159.6613

Note : \*\*\*, \*\* et \* indiquent respectivement le seuil de significativité statistique à 1%, 5% et 10%

Les valeurs entre parenthèses représentent les P-Values. ECT (terme à correction d'erreur)

Source : Auteurs

Le terme de correction d'erreur (ECT) est toujours négatif et statistiquement significatif pour tous les trois (03) États, ce qui valide une association d'équilibre à long terme entre nos variables pour chacun de ces pays. Comme dans le modèle agrégé, on remarque qu'en Côte d'Ivoire le produit intérieur brut par habitant a un effet positif et statistiquement significatif à 1% sur les émissions de CO<sub>2</sub>. En effet, une augmentation du revenu par tête de 1USD se traduit par une augmentation de presque 1% d'émissions de dioxyde de carbone. Le même effet est retrouvé sur la consommation en énergies fossiles, elle se traduit aussi par des émissions de CO<sub>2</sub> à l'ordre de 1,31%. Quant aux institutions, on remarque qu'elles ne jouent pas grand rôle dans la réduction de la pollution puisque celle-ci continue d'augmenter. Au Sénégal, on s'aperçoit que la consommation en énergies renouvelables permet de réduire la pollution, cet effet est statistiquement significatif au seuil de 5%. En fin, pour le Mali, on observe premièrement que lorsque le revenu par tête augmente, cela se traduit par une baisse des émissions de dioxyde de carbone et

deuxièmement au fur et à mesure que le revenu par tête continue d'augmenter, on enregistre une légère augmentation des émissions, cette relation est dite relation en U.

## CONCLUSION

Les résultats de nos régressions économétriques ont permis d'apporter des éléments de réponses à notre question principale de recherche sur la relation croissance et environnement. Il était question pour nous de mesurer l'impact de la croissance économique sur la qualité de l'environnement des pays de la zone UEMOA. Pour ce faire, deux (02) hypothèses ont été formulées : la première stipule la présence d'une relation positive entre la croissance économique et les émissions de dioxyde de carbone et la deuxième stipule que la consommation en énergies fossiles entraîne des émissions de dioxyde de carbone. En amont de la mesure de la relation empirique, nous avons abordé une vaste revue de la littérature sur le sujet avec notamment les enseignements de la Courbe Environnementale de Kuznets (CEK). Nous avons ensuite élaboré une statistique descriptive de toutes nos variables, ce qui nous a permis de dégager les principaux faits stylisés et enfin implémenter des tests d'hypothèses pour s'assurer d'avoir des résultats non fallacieux. En utilisant l'estimateur Pooled Mean Group (PMG) sur trois (03) séries de régression, les résultats des régressions 1 et 2 montrent que la croissance économique a un impact positif et significatif sur les émissions de dioxyde de carbone dans la zone UEMOA. Ce résultat confirme notre première hypothèse de recherche et corrobore celui de Fongnikin et Lanha (2020). La consommation en énergies fossiles entraîne aussi une augmentation des émissions de dioxyde de carbone dans la zone. La principale justification était que ces États, à revenu faible, utilisaient toujours de l'énergie fossile dans le processus de production. Ce résultat confirme également notre deuxième hypothèse. Il est important de rappeler que cette étude a tenté de vérifier l'existence d'une Courbe Environnementale de Kuznets (CEK) dans la zone UEMOA même si cela ne faisait pas partie de nos objectifs de départ. Les résultats de la régression 2 montrent une existence de la CEK dans la zone UEMOA, ce qui est une nouveauté dans la littérature, car la plupart des études se focalisent à démontrer cette existence dans les pays développés ou en transitions. En prenant en compte l'hétérogénéité entre les États au sein de l'UEMOA, les résultats de la régression 3 montrent un effet positif et significatif du revenu par tête et de la consommation en énergies fossiles sur les émissions de dioxyde de carbone en Côte d'Ivoire. Pour le Mali, la relation trouvée est dite relation en « U » car au premier instant, on observe un impact négatif du produit intérieur brut sur les émissions de dioxyde de carbone et lorsque le revenu par tête augmente, cette relation devient positive.

Au regard de ces résultats, des recommandations de politique environnementales se dégagent : Pour éviter ou atténuer l'impact de la croissance et de l'utilisation des énergies renouvelables sur les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), nous recommandons aux gouvernements et aux acteurs qui œuvrent pour la préservation de la qualité de l'environnement le recours des technologies additives dans le processus de production. En effet, ces technologies reposent sur des installations et des équipements conçus pour lutter contre les émissions de dioxyde de carbone. Ces États doivent également réduire l'utilisation des combustibles fossiles et se tourner vers les énergies renouvelables qui émettent moins des polluants dans l'atmosphère. De plus, ils pourront encourager l'innovation verte à travers plusieurs instruments d'incitation tels que les subventions pour la recherche et développement (R-D), la facilitation de la substitution entre technologies polluantes et technologies propres et ne pas exclure le recours à une taxe carbone.

## RÉFÉRENCES

- Acheampong A. O., Muhammad S., Janet D. et Zhilun J. (2022), « Effects of Income Inequality and Governance on Energy Poverty Alleviation: Implications for Sustainable Development



- Policy ». *Utilities Policy* 78:101403. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101403>
- Al-Mulali U. et Ilhan O. (2015), «The Effect of Energy Consumption, Urbanization, Trade Openness, Industrial Output, and the Political Stability on the Environmental Degradation in the MENA (Middle East and North African) Region ». *Energy* 84:382-89. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.03.004>
- Choi I. (2006), « Combination Unit Root Tests for Cross-Sectionally Correlated Panels ». P. 311-33 in *Econometric Theory and Practice*, édité par D. Corbae, S. N. Durlauf, et B. E. Hansen. Cambridge University Press. <https://www.researchgate.net/publication/239464507>
- Cole M. A., Rayner A. J. et Bates J. M. (1997), The environmental Kuznets curve: an empirical analysis. *Environment and Development Economics*, 2(4), 401-416. <http://www.jstor.org/stable/44379185>
- Dickey D. A. et Fuller W. A. (1979), « Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. », *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431. <https://doi.org/10.2307/2286348>.
- Ehrlich, P. R., & Mooney, H. A. (1983). Extinction, Substitution, and Ecosystem Services. *BiScience*, 33(4), 248-254. <https://doi.org/10.2307/1309037>.
- Fongnikin J. P. et Lanha M. (2020), « Facteurs explicatifs de la dégradation de l'environnement dans quatre pays de l'UEMOA Explanatory factors for environmental degradation in four WAEMU countries ». *Journal d'Economie, de Management, d'Environnement et de Droit (JEMED)*, 3(1). <https://doi.org/10.48398/IMIST.PRSM/jemed-v3i1.20193>
- Georgescu-Roegen N. (1971), « The entropy law and the economic process. » *Harvard University Press* 457 pages.
- Grossman G. et Krueger A. (1991), *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*. w3914. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w3914/w3914.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3914/w3914.pdf).
- Im K. S., Pesaran M. H. et Shin Y. (2003), « Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels ». *Journal of Econometrics* 115(1):53-74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7).
- Kao Ch. (1999), « Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data ». *Journal of Econometrics* 90(1):1-44. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2).
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3(2), 401-403. <http://www.jstor.org/stable/24806805>.
- Levin A. et Lin C. F. (1992), « Unit Root Test in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties. » Working Paper 92-23. University of California, San Diego.
- Levin A., Lin Ch. F., et Chu Ch-Sh. J. (2002), « Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties ». *Journal of Econometrics*. Tome 108, Numéro 1, mai 2002, pages 1-24. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- Luptfáčik M. et Uwe S. (1982), « Optimal Economic Growth and the Environment ». P. 455-68 in *Economic Theory of Natural Resources*, édité par W. Eichhorn, R. Henn, K. Neumann, et R. W. Shephard. Heidelberg: Physica-Verlag HD. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-41575-7\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-662-41575-7_31)
- Maddala G. S. et Wu S. (1999), Une étude comparative des tests de racine unitaire avec des données de panel et un nouveau test simple. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61 : 631-652. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1631>
- Nguyen V. P. et Azomahou Th. (2007), « Nonlinearities and Heterogeneity in Environmental Quality: An Empirical Analysis of Deforestation ». *Journal of Development Economics* 84(1):291-309. doi: 10.1016/j.jdeveco.2005.10.004.
- Ouattara D. F. (2021), « Qualité institutionnelle et Pollution environnementale dans la CEDEAO : une analyse de la causalité. Institutional Quality and Environmental Pollution in ECOWAS: a causality analysis. » *IOSR Journal of Economics and Finance* 12:76-82. <https://www.iosrjournals.org/iosr-jef/papers/Vol12-Issue6/Ser-6/I1206067682.pdf>
- Pedroni P. (1999), « Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors ». *Oxford bulletin of economics and statistics*, Special issue (1999) 0305-9049, 61 (S1), pp. 653-670. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1653>, <https://web.williams.edu/Economics/wp/pedroncriticalvalues.pdf>
- Pesaran M. H., Shin Y. et Smith R. P. (1999), Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels, *Journal of the American Statistical Association*, 94:446, 621-634, DOI : 10.1080/01621459.1999.10474156
- Pesaran, M. H. et Smith R. P. (1995), « Estimating Long-Run Relationships from Dynamic Heterogeneous Panels ». *Journal of Econometrics* 68(1):79-113. [https://www.econ.ed.ac.uk/papers/id16\\_esedps.pdf](https://www.econ.ed.ac.uk/papers/id16_esedps.pdf)
- Phillips P. C. B. et Donggyu S. (2007), « Transition Modeling and Econometric Convergence Tests ». *Econometrica* 75(6): 1771-1855. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2007.00811.x>
- Pirotte A. (1999), « Convergence of the Static Estimation toward the Long Run Effects of Dynamic Panel Data Models ». *Economics Letters* 63(2):151-58. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(99\)00023-3](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(99)00023-3).
- Simon K. (1955), « Economic Growth and Income Inequality ». *American Economic Association* 45(1):1-28. <http://piketty.pse.ens.fr/files/Kuznets1955.pdf>
- Uemoa (2020), « Rapport annuel 2020 sur le fonctionnement et l'évolution de l'Union », 100 pages. [http://www.uemoa.int/sites/default/files/bibliotheque/uemoa\\_rapport\\_annuel\\_sur\\_le\\_fonctionnement\\_de\\_l-union\\_2020.pdf](http://www.uemoa.int/sites/default/files/bibliotheque/uemoa_rapport_annuel_sur_le_fonctionnement_de_l-union_2020.pdf)
- Unfpa (2011), « State of world population 2011: People and possibilities in a world of 7 billion », 132 pages. <https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/EN-SWOP2011-FINAL.pdf>
- Van Der Ploeg F. et Withagen C. (1991), « Pollution Control and the Ramsey Problem ». *Environmental and Resource Economics* 1(2):215-36. [https://pure.uvt.nl/ws/files/1007936/pollut\\_1.pdf](https://pure.uvt.nl/ws/files/1007936/pollut_1.pdf).
- Westerlund J. (2007), « Testing for Error Correction in Panel Data ». *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 69(6):709-48. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>

\*\*\*\*\*