

**QUALITÉ DE L'ÉDUCATION ET PRÉSERVATION DE L'ENVIRONNEMENT
DANS LES PAYS DE L'OCDE****Ralph NEMBOT MOUAFO***Doctorant, Faculté des Sciences Économiques et de Gestion,
Université de Yaoundé II-Soa.
Cameroun*

ralphhardy56@yahoo.fr

Henri ATANGANA ONDOA*Professeur, Faculté des Sciences Économiques et de Gestion,
Université de Yaoundé II-Soa.
Cameroun*

atanganaondoa@yahoo.fr

Steve DOUANLA MELI*Ph.D, Faculté des Sciences Économiques et de Gestion,
Université de Yaoundé II-Soa.
Cameroun*

douanlasteve@yahoo.fr

Résumé :

Cet article se propose d'évaluer l'un des piliers fondamentaux du développement durable à savoir, la préservation de l'environnement à partir de la qualité de l'éducation. Ainsi, à partir des données PISA et de la WDI, il se fixe pour objectif d'analyser la relation entre la qualité de l'éducation et la préservation de l'environnement. Des régressions par les méthodes de Moindres Carrés Ordinaires et de Doubles Moindres Carrés montrent que la qualité de l'éducation détériore l'environnement et l'effet est plus pervers quand l'accent est mis sur la production scientifique notamment les mathématiques et les sciences. Par ailleurs, les lectures n'ont pas d'effet pervers sur l'environnement. Ces résultats montrent que le seuil d'acceptation serait le secondaire, qui favorise la préservation de l'environnement. Au-delà du secondaire l'effet de l'éducation redevient pervers sur la préservation de l'environnement.

Mots-clés : *Education, Qualité de l'éducation, préservation de l'environnement.*

Abstract:

This article proposes to evaluate one of the fundamental pillars of sustainable development, namely environmental preservation, based on the quality of education. Thus, from PISA and WDI data, it aims to analyze the relationship between the quality of education and environmental preservation. Regressions by Ordinary Least Squares and Double Least Squares methods show that the quality of education deteriorates the environment and the effect is more perverse when the emphasis is put on scientific production, especially mathematics and science. On the other hand, reading does not have a perverse effect on the environment. These results show that the threshold of acceptance would be the

secondary level, which favors the preservation of the environment. Beyond high school, the effect of education becomes perverse on the preservation of the environment.

Keywords: *Education, quality of education, environmental preservation.*

Classification JEL : *A10, D10.*

1. Introduction

Les années 90 après le rapport de Brundtland marquent un temps fort sur la préoccupation grandissante liée au développement durable et aux problèmes environnementaux avec un soutien considérable de l'éducation qui mentionne le rôle indéniable de l'éducation dans l'amélioration et la préservation de l'environnement. (Rapport de la commission de Brundtland, 1987).

Les motivations sur la thématique proviennent de la convention-cadre de Nations Unies sur les changements climatiques lors du sommet de la terre à Rio de Janeiro et l'adhésion aux accords de Paris où 189 nations du monde témoignent l'inquiétude mondiale face à la détérioration de l'environnement et, aussi, dans les ODD qui consacrent et interpellent les États à un développement durable en préservant l'environnement consigné dans les ODD 6, 12 et 13. Cette préoccupation interpelle aussi bien les décideurs que les chercheurs en vue de réduire les risques liés à la dégradation de l'environnement vers une préservation qualitative de l'environnement.

Les problèmes environnementaux, tels la consommation d'énergie, la forte dépendance au charbon, la pollution atmosphérique et bien d'autres, menacent l'avenir durable de beaucoup de pays. La conception d'une politique axée sur la sensibilisation à l'environnement pour atteindre les objectifs de développement durable est un défi aussi bien pour les pays développés que les pays en développement, et c'est là que réside la contribution de cette étude notamment par une prise en compte du facteur qualitatif de l'éducation. Aujourd'hui, la plupart des pays sont confrontés aux problèmes de développement durable et la sensibilisation à la préservation qualitative de l'environnement en vue de réduire les risques liés à la dégradation de l'environnement.

Fort de ce constat et des études précédentes qui n'ont analysé jusqu'ici que la relation entre l'éducation et l'environnement avec une mesure approximative de l'éducation (mesure quantitative) nous introduisons la dimension qualitative de l'éducation dans cette étude pour voir l'effet sur la préservation de l'environnement afin de contribuer aux prises de décisions dans la préservation de l'environnement et l'atteinte des Objectifs du Développement Durable en partant notamment de la courbe environnementale de Kuznets.

Cet article va au-delà de l'éducation à l'environnement en intégrant la dimension qualitative de l'éducation dans la conquête de la protection de l'environnement vers un processus de développement durable. La littérature souligne la nécessité du changement pour des modes de vie plus durables en reconnaissant le rôle de l'éducation dans cette mutation, mais ignorant comment elles peuvent contribuer à de tels changements (Tilbury, 1993). Sterling (1990) souligne l'urgence de l'éducation à la durabilité en illustrant les problèmes mondiaux

auxquels nous sommes confrontés. S'il est donc reconnu que l'éducation a un rôle à jouer dans sa marche vers le développement durable, nous devons être clairs sur ce rôle et cet article vise à analyser l'apport de la qualité de l'éducation dans la préservation de l'environnement.

Pour parvenir à l'atteinte de cet objectif, la suite du document est présentée comme suit : la deuxième section fait la revue de la littérature, la troisième section présente le cadre conceptuel, les données de l'étude et les variables utilisées, la quatrième section présente la méthode empirique, la cinquième section les résultats et commentaires et la dernière section conclue.

2 Revue de la littérature

La thématique sur la protection de l'environnement consignée dans les sommets, les rapports et conférences, montre un intérêt de plus en plus grandissant du développement durable et ses enjeux stratégiques aussi bien pour les gouvernements que les chercheurs en vue d'une préservation qualitative de l'environnement. Cette section est consacrée à la revue de la littérature, d'abord théorique et ensuite empirique, des travaux existants sur la thématique.

2.1. Revue théorique

Le débat théorique sur la préservation de l'environnement oppose aujourd'hui les tenants de l'exploitation des ressources naturelles en vue du maintien de l'environnement contre ceux qui préconisent la valorisation du capital productif. Il oppose l'approche classique sur les ressources naturelles et la préservation de l'environnement et l'approche néoclassique dans l'importance de la préservation de l'environnement.

Cette discussion réside sur l'utilisation rationnelle des ressources en vue du maintien d'un environnement qualitatif aussi bien pour les générations présentes que celles futures. Pour les classiques, l'environnement est considéré comme un moyen plutôt qu'un bien, laissant ainsi un débat houleux dans le moyen de garantir ou de préserver l'environnement ; pourtant, selon les néoclassiques avec la théorie du bien-être, il est considéré comme un bien qu'il faut protéger consommer de façon rationnelle sans compromettre la consommation par les autres (générations futures), car la protection de cet environnement dépend fortement de l'utilisation ou consommation des ressources naturelles disponibles. D'abord, la théorie classique sur la consommation sans modération de l'environnement par l'entremise des tenants de ressources libres Bourgeois, (1981) ; Dimick et Murray, (1978), pense que les entités peuvent utiliser de façon discrétionnaire les ressources inutilisées sous forme de ressources financières, personnelles et cette théorie des ressources libres (Waddock et Graves, 1997) suggère une adéquation entre les ressources financières et la responsabilité sociale des entreprises.

Relativement à l'approche néoclassique qui fonde notre analyse, les conflits intergénérationnels de préservation de l'environnement développés par Hartwick (1977, 1978) illustrent que l'existence d'une solution (efficace) de préservation de l'environnement exige que la part de la production attribuable aux ressources naturelles (préservation de l'environnement) soit inférieure au capital reproductible. Elle suppose qu'il faut investir dans les ressources épuisables tout en maintenant constante la consommation par habitant. En d'autres termes, la consommation ou l'épuisement des ressources épuisables ne devrait pas

compromettre les générations futures si les rentes de production par le capital productif ne sont pas dépréciées. Elle soutient l'idée selon laquelle la protection de l'environnement par les ressources disponibles devrait être utilisée de façon optimale aussi bien par les générations présentes que futures.

Bien plus avec les tenants des théories institutionnelles, les entités devraient, par les institutions formelles ou non, contraindre les entreprises à se soumettre aux lois et normes pour limiter la dégradation de l'environnement tandis que les théoriciens des ressources libres pensent à une utilisation en toute liberté des ressources, mais de façon responsable. Avec Hartwick (1977) et les conflits intergénérationnels, il ressort une discussion assez nuancée pour qui il est important une soutenabilité et durabilité dans l'exploitation des ressources. Pour lui, il est judicieux de trouver le moyen le plus optimal de préserver l'environnement par les générations présentes sans toutefois compromettre celles futures d'où la soutenabilité forte et la soutenabilité faible dont il convient de trouver l'optimum de consommation.

Les théories institutionnelles à l'instar de Rivoli et Waddock, (2011) ; Dubey et al (2016, 2017) ; Kanashiro et Rivera, (2017) ; Ferri et Ferri, (2017), pensent que les comportements sociaux des entités (les entreprises en l'occurrence) peuvent être influencés par les institutions dans la préservation de l'environnement et avec l'institutionnalisation de la durabilité comme gage de préservation de l'environnement par la réduction des émissions polluantes. Nous nous inscrivons dans ce débat afin de nous positionner sur la protection de l'environnement et le rôle de la qualité de l'éducation dans la protection de l'environnement. Selon les classiques, la consommation de l'environnement aujourd'hui n'entrave en aucun cas la consommation de l'environnement des générations futures ; pourtant, les néoclassiques pensent et estiment que l'environnement est un bien qu'il convient de consommer avec modération et de façon rationnelle, car la consommation abusive et sans modération de l'environnement compromet la consommation des générations futures. Ainsi, cet article s'inscrit dans le courant néoclassique où l'environnement doit être utilisé avec subtilité afin de permettre aux générations futures d'en bénéficier plus tard. Dans le souci d'une contribution à une consommation rationnelle afin de préserver l'environnement, l'éducation occupe une place de choix ou les auteurs ont pensé que l'éducation favorise la dégradation de l'environnement contre ceux qui pensent que l'éducation est une option pour une préservation qualitative de l'environnement.

2.2. Revue empirique

Cette partie est consacrée exclusivement à la revue empirique des travaux sur la relation entre l'éducation et la préservation qualitative de l'environnement. Elle s'inspire pour la plupart des travaux de Kuznets rendu célèbre sur la courbe environnementale de Kuznets.

En dépit des théories suscitées sur le débat relatif à la préservation de l'environnement, il faudra attendre les développements de Kuznets pour pouvoir trouver une relation entre l'éducation et la préservation de l'environnement. Elle illustre la relation entre les performances économiques et les problèmes environnementaux. Les spécialistes de l'économie de l'éducation sont depuis plongés dans cette relation fondamentale entre les performances économiques et la préservation de l'environnement pour trouver un fondement théorique de la relation éducation et préservation de l'environnement en utilisant les taux de scolarisation et nombre d'années d'études comme proxy de l'éducation afin de mesurer l'effet

de l'éducation sur la préservation de l'environnement.

Rappelons qu'à l'origine cette courbe suppose que la qualité de l'environnement tend à se dégrader lorsque la production augmente au cours des premières étapes de la croissance et la dégradation de l'environnement diminue une fois que la production dépasse un certain seuil avec plus de chance de prendre la forme d'un U inversé que d'une orientation monotone (Aperghis et Payne, 2014 ; Liu, Qu et Zhao, 2019).

Simon Kuznets en 1955 établit la relation entre les performances économiques et l'environnement dans un modèle de courbe sous forme de U renversé montrant que l'environnement est un bien supérieur. En étudiant des données sur le PIB compris comme indicateur de développement et sur la pollution locale de l'eau et de l'air dans une quarantaine de pays, Grossman et Krueger (1995) trouvent que la pollution commence par augmenter avec le développement économique puis diminue au-delà d'un certain seuil de revenu par tête. Ainsi, la croissance du PIB entraînerait la forte demande qualitative de l'environnement, ce qui illustre que les pays du Sud soient moins sensibles aux problèmes environnementaux que ceux du Nord. Elle traduit qu'à partir d'un certain niveau de richesse la croissance économique s'accompagnerait d'une amélioration de l'état de l'environnement. C'est-à-dire que la société aura les moyens et la volonté d'un environnement plus sain, ce qui conduit à un renforcement des normes et à une amélioration de la qualité de l'environnement dans certains domaines.

Cette relation a donné naissance à de nombreux travaux sur la préservation de l'environnement utilisant les émissions de CO2 comme principal indicateur de la dégradation de l'environnement affirmant l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznets par des techniques de séries chronologiques et de données de panel, mais plusieurs études ont réfuté cette hypothèse résident dans l'EKC établissant une des relations monotones en forme U normale ou N plutôt que la forme U renversée entre la dégradation de l'environnement et la production (Aydin et Turan, 2020 ; Koc et Bulus, 2020 ; Muhammed, 2019 ; Boukhelkhal et Bengana, 2018 ; Zoundi, 2017 ; Shahbaz, Bhattacharya et Ahmed, 2017 ; Sugaiwan et Managi, 2016 ; Farhani et Ozturk, 2015 ; Azlina, et Law et Mustapha, 2014). On trouve en ces études une remise en question ou un prolongement de Kuznets, qui se veut d'être appréciée et fondatrice de la relation éducation et préservation de l'environnement. Les premiers résultats rendent possibles les réponses politiques inappropriées pour l'environnement, compromettant ainsi la préservation de l'environnement et la croissance économique. Malgré les études examinant la relation croissance économique et préservation de l'environnement, peu d'études ont analysé le rôle de l'éducation dans la préservation qualitative de l'environnement, sous-estimant l'apport du capital humain dans la préservation de l'environnement.

Les plus abouties notamment celles de Balaguer et Cantavella (2018) se servent de la courbe de Kuznets pour montrer le rôle de l'éducation dans cette courbe, ils incorporent la variable éducation pour réduire le biais sur les coefficients de revenu relativement à l'impact de l'éducation sur la qualité environnementale en utilisant les données de l'enseignement supérieur en Australie de 1950 à 2014 et constatent que les améliorations des niveaux d'éducation compensent progressivement les augmentations des émissions de CO2 par habitant résultant de la croissance économique. Ceci illustre l'extension de la courbe de Kuznets dans la prise en compte de l'éducation et sert de fondement pour plusieurs autres auteurs pour l'analyse de la relation éducation et préservation de l'environnement comme l'illustre l'étude de Zafar et al (2020) qui ont aussi abordé la relation en partant de la courbe

de Kuznets pour, donc, mesurer l'apport de l'éducation dans la préservation de l'environnement, trouvant une forte relation entre l'éducation et la réduction des émissions de carbone. À partir de ceci, on peut dire que l'éducation joue un rôle important dans la réduction de la dégradation de la qualité écologique et de l'environnement. Cette courbe Kuznetsienne a permis à plusieurs auteurs de faire des recherches sur l'apport de l'éducation dans la préservation de l'environnement. Dès lors, les travaux s'intéressent au rôle de l'éducation dans la préservation de l'environnement, qui oppose ceux qui pensent à une relation positive entre l'éducation et la préservation de l'environnement et ceux qui trouvent une relation négative. D'abord, Sinha et al, (2019, 2020) montre, dans une étude, que l'éducation et la sensibilisation à l'environnement sont des facteurs clés dans la préservation de l'environnement, conforté par les résultats de Emiru et Waktola (2018), rejoignant Balaguer et Cantavella, (2018) et, avec Dasgupta et al (2002), Lange et Ziegler (2017), l'augmentation de l'éducation peut améliorer la qualité de l'environnement. Pour ces auteurs, l'éducation fournit non seulement une connaissance spécifique et des compétences nécessaires pour intégrer les technologies les plus performantes, mais aussi un changement dans la conscience sociale environnementale, contribuant à améliorer la qualité de l'environnement. Avec Akerlof (2017), trois facteurs conditionnels favorisent et renforcent la préservation de l'environnement, d'abord une politique en faveur du changement comportemental chez les individus, ensuite une mise sur pieds des institutions décisionnelles démocratiques et enfin l'accent au niveau des changements communautaires en matière d'éducation et de valeurs. Néanmoins d'autres auteurs trouvent une relation inverse notamment Hess et Collins (2018) qui trouvent un impact négatif de l'éducation sur l'environnement. Ainsi à partir de cette discussion entre les teneurs de l'éducation comme facteur de préservation de l'environnement et ceux qui pensent que l'éducation est un n'a aucun effet ou du moins un effet négatif sur l'environnement, nous essayons d'enrichir la littérature en ouvrant une brèche sur la dimension qualitative de l'éducation sur la préservation de l'environnement en dépassant la dimension quantitative vers la prise en compte de la dimension qualitative de l'éducation.

3. Méthodologie

Les analyses sur la relation éducation et préservation de l'environnement ont été basées sur la courbe environnementale de Kuznets à la base une relation en forme de U inversé entre la pollution environnementale et d'autres variables. Certaines études soulignaient déjà l'importance d'améliorer l'enseignement pour la durabilité et l'approche de la sensibilisation du public et des dirigeants politiques, Lozano et al, (2013) et Lee et al, (2015). Nous nous inscrivons dans cette logique avec un proxy qualitatif de l'éducation dans l'analyse.

3.1. Spécification du modèle

Le cadre d'analyse de notre travail s'inscrit à la suite des travaux de Zafar et al, (2020), qui, dans un prolongement de la courbe de Kuznets, modélisent théoriquement les émissions de CO₂ en fonction de plusieurs autres variables entre autres l'éducation pour trouver la relation. D'où : $CO_2 = f(EDU, FDI, GDP, NR, RNE)$ afin de trouver la relation entre l'éducation et les émissions de carbone. Contrairement aux précédents auteurs, nous analysons l'output (la préservation de l'environnement par les émissions de CO₂), variable d'intérêt en fonction de la principale variable explicative qu'est l'IQE et de plusieurs autres variables de contrôle. Plus clairement, cet essai nous permet d'analyser un effet causal de la préservation de

l'environnement sur la qualité de l'éducation. Il poursuit les travaux fondamentaux de la courbe environnementale de Kuznets, la récente et la plus aboutie de Zafar (2020), qui se sont limités à la mesure quantitative de l'éducation. Pourtant la nouvelle donne avec les Objectifs de Développement Durable prône une éducation qualitative qu'il s'agit d'évaluer.

A partir de ces données présentant juste une dimension individuelle importante et une dimension temporelle de 1, nous adoptons un modèle de régression multiple inspiré de (Zafar et al, 2020) et prenant la forme suivante :

$$EmissionCO2_i = \alpha_i Edu_i + \beta X_i + a + \epsilon_i \text{ avec } i = 1 \dots N$$

Sous la forme matricielle on a :

$$Y = \beta X + \epsilon \quad (1)$$

Où $EmissionCO2_i$ représente les émissions de CO2 du pays i ; Edu_i représente l'ensemble des indicateurs de la qualité de l'éducation ; X_i est l'ensemble des variables de contrôle ; a ; α_i et β sont les paramètres du modèle ; ϵ_i le terme d'erreur.

Pour estimer ce modèle, nous faisons recours à la technique de l'estimateur des Moindres Carrés Ordinaires. Cet estimateur est adapté pour l'estimation des données en cross section. Cependant, son implémentation est conditionnée par le respect des hypothèses suivantes :

Nous supposons que, dans l'équation (1), l'innovation est liée à l'éducation et au terme de l'erreur (ou perturbation), ϵ dans un échantillon de taille N c'est-à-dire $i = 1 \dots N$;

Il y a absence de multicolinéarité, c'est-à-dire, dans l'échantillon, aucune des variables indépendantes n'est constante, et il n'existe pas de relations linéaires exactes entre les variables indépendantes ; Au second niveau, nous supposons que l'erreur ϵ a une valeur attendue de zéro pour toute valeur de la variable explicative. En d'autres termes, $E(\epsilon|X) = 0$ avec X le vecteur des variables exogènes.

L'on suppose qu'il y'a homoscedasticité, c'est-à-dire que les ϵ ont la même variance. En d'autres termes, $Var(\epsilon|X) = \sigma^2$. Lorsque les hypothèses évoquées ci-dessus sont vérifiées, les estimateurs MCO sont les meilleurs estimateurs linéaires sans biais (BLUE) (Wooldridge (1995,2020)).

Lorsqu'une variable pertinente est omise, les estimateurs MCO sont biaisés ; de plus, les MCO sont généralement incohérents en présence de variables explicatives endogènes dans le cas de variables omises multiples. Le biais des variables omises peut être éliminé (ou du moins atténué) lorsqu'une variable de substitution appropriée est donnée pour une variable explicative non observée. Malheureusement, les variables de substitution appropriées ne sont pas toujours disponibles. Pour pallier aux insuffisances des MCO, nous avons fait recours à la méthode des doubles moindres carrés. Ainsi, si nous estimons par les MCO l'équation (1), il en résulte un estimateur biaisé et incohérent des paramètres car $Cov(X, \epsilon) \neq 0$. La méthode des variables instrumentales fonctionne que X et ϵ soient corrélés ou non. Pour obtenir des estimateurs cohérents des paramètres lorsque que X et ϵ sont corrélés, nous avons besoin de quelques informations supplémentaires. Ces informations proviennent d'une nouvelle variable

qui satisfait à certaines propriétés. Supposons que nous disposions d'une variable observable Z qui à ces deux hypothèses Z est non corrélée avec ϵ , mais corrélée avec X telle que :

$$Cov(Z, \epsilon) = 0 \quad (2) \quad Cov(Z, X) \neq 0 \quad (3).$$

Z est une variable instrumentale ou un instrument pour X .

La condition selon laquelle l'instrument z doit satisfaire à (2) peut être résumée en disant "z est exogène dans l'équation (1)", et c'est pourquoi nous faisons souvent référence à (2) comme à l'exogénéité de l'instrument. Dans le contexte des variables omises, l'exogénéité de l'instrument signifie que z ne doit pas avoir d'effet partiel sur y (après que x et les variables omises aient été contrôlées), et z doit être non corrélé avec les variables omises. L'équation (3) signifie que z doit être lié, positivement ou négativement, à la variable explicative endogène x . Cette condition est parfois appelée pertinence de l'instrument (comme dans "z est pertinent pour expliquer la variation de x "). Il existe une différence très importante entre les deux conditions requises pour une variable instrumentale. Étant donné que (2) implique la covariance entre z et l'erreur non observée ϵ , nous ne pouvons généralement pas espérer tester cette hypothèse : dans la grande majorité des cas, nous devons maintenir $Cov(Z, \epsilon) = 0$ en faisant appel au comportement économique ou à l'introspection. L'équation à estimer s'écrit sous la forme :

$$Y = \pi Z + \mu \quad (4)$$

avec $E(\mu) = 0$, $Cov(Z, \mu) = 0$. Nous pouvons estimer les paramètres de l'équation (4) par la méthode des variables instrumentales de manière cohérente.

3.2. Description des variables de l'étude

A partir des données de sources crédibles et de la formalisation du modèle spécifié plus haut, les principales variables utilisées sont :

- La variable indépendante : l'indice de qualité de l'éducation construit pour la qualité de l'éducation (IQE) qui a été fait précédemment. Pour éviter de se répéter, la variable d'intérêt utilisée a les mêmes caractéristiques et est identique à celle utilisée précédemment et la construction et la présentation de l'indice s'est faite en amont d'où la non nécessité de la présenter à nouveau.
- La variable dépendante : la variable dépendante est la perception la variable relative à la préservation de l'environnement qui est perçue relativement comme dans les précédents travaux par les émissions de dioxyde de carbone (émission de CO₂) pour l'année 2018 de la WDI.
- Les variables de contrôle : Bien encore à côté pour des raisons de robustesse nous introduisons les variables de contrôle permettant la robustesse de l'analyse notamment le PIB par tête, les dépenses gouvernementales, la quantité de l'éducation indiquée par : l'éducation secondaire et l'éducation supérieure.

3.3. Données de l'étude

Afin d'évaluer cette relation bidirectionnelle entre la qualité de l'éducation et la préservation de l'environnement, nous utilisons les données issues de deux bases, celle de la base PISA de l'OCDE pour la mesure de la qualité de l'éducation (IQE) de la récente enquête de 2018,

ensuite les données de la World Development Indicator de la Banque Mondiale de l'année 2018 sur un vaste échantillon pour une parfaite synchronisation. Il s'agit de données fiables et hautement crédibles de par la qualité des institutions productrices de ces données. Ces données couvrent un échantillon de 79 pays du monde et fournissent des informations exclusivement sur l'année 2018 (les raisons ont été évoquées précédemment).

4. Résultats

Cette section renvoie à l'analyse de la méthode parvenant aux résultats. De façon méthodique, nous présentons la méthode d'analyse dans un premier temps et ensuite la spécification du modèle choisi. Notre étude suit la méthode d'analyse qui est conforme à la méthodologie et à celle de nos prédécesseurs, qui ont mis en relation la protection de l'environnement avec d'autres facteurs et plus récemment celle de (Zafar et al, 2020) et qui nous a inspiré. Les auteurs, après avoir présenté le modèle théorique qui a été fait plus haut, utilisent un modèle log-linéaire transformé pour mettre en relation les différentes variables étudiées. Ils le justifient par le fait qu'il est approprié pour aider à éliminer l'autocorrélation et l'hétéroscédasticité observées comme l'ont démontré (Hakimi et Hamdi, 2016). Ainsi, notre méthode est assise sur un modèle de régression simple (MCO) où l'output, la préservation de l'environnement mesurée par les émissions de CO2 par l'ensemble des pays pour l'année 2018 qui est l'année de référence de l'étude et justifiée en amont, est mesuré en fonction de l'indice de la qualité de l'éducation (IQE) et d'autres variables de contrôle suscitées. Après avoir estimé par les MCO, nous avons vérifié la robustesse de nos résultats par les Doubles Moindres Carrés (DMC).

4.1. Statistiques descriptives

Le tableau ci-dessous récapitule les statistiques descriptives des variables utilisées dans le modèle. Nous remarquons une forte variabilité qui caractérise une grande hétérogénéité dans l'échantillon étudié. De même, l'écart entre la moyenne et l'écart type est très élevé ce qui implique une forte volatilité entre les individus de l'échantillon.

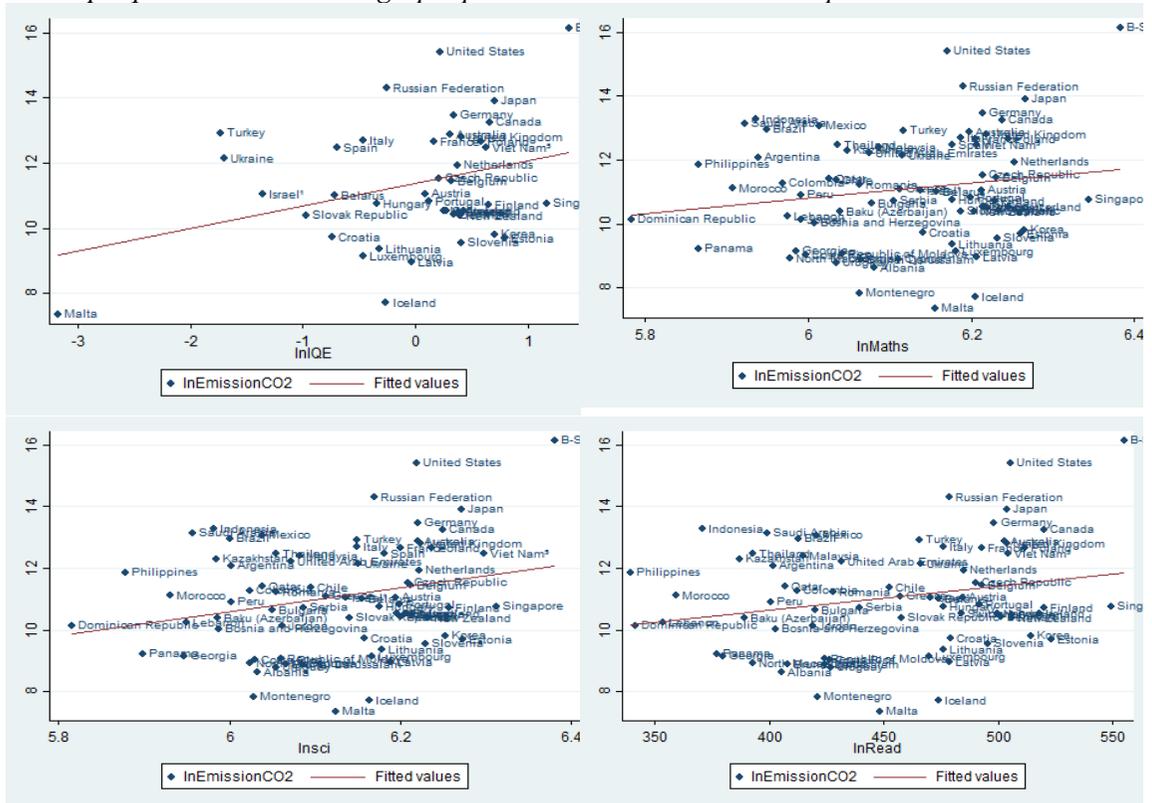
Tableau 1 : Statistiques descriptives et matrices de corrélation

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
EmissionCO2	75	362764.67	1316538.9	1550	10313460
IQE	79	0	1.721	-3.985	3.939
Maths	79	459.14	56.248	325.101	591.394
Read	78	453.761	53.106	339.692	555.236
Sci	79	458.997	52.495	335.63	590.453
Edusup	63	66.526	23.16	17.87	142.852
Edusec	65	107.221	18.272	63.117	155.961
DepGov	77	7984.587	13962.633	11.077	63932.55
PIBpartete	76	19460.358	26382.146	6.47	110701.88

Source: auteurs.

Le graphique nous présente le lien entre les émissions de CO2 et la qualité de l'éducation. A son observation, nous remarquons une relation positive entre la qualité de l'éducation et les émissions de CO2.

Graphique 1-4 : corrélation graphique entre émissions de CO2 et qualité de l'éducation



Source : auteurs.

Observation : Le premier graphique présente la relation entre l'indice agrégé de la qualité de l'éducation et l'émission des CO2.

Les deuxièmes, troisièmes et quatrièmes graphiques présentent la relation désagrégée entre les mathématiques, les sciences et la lecture sur l'émission des CO2.

4.2. Analyse économétrique et discussion

L'analyse économétrique de la relation entre la qualité de l'éducation et la préservation de l'environnement a été faite en deux étapes. D'abord une simple analyse par les MCO a été utilisée pour voir l'effet de la qualité de l'éducation sur la préservation de l'environnement, ensuite, la méthode des DMCO a permis de confirmer et rendre robuste les résultats des MCO.

4.2.1. Analyse par les MCO

Le tableau 2 présente l'estimation du modèle de la qualité de l'environnement par la technique d'estimation des MCO. L'examen de l'équation 5 met en évidence l'effet de la qualité de l'éducation sur les émissions de CO2. Les résultats démontrent que la qualité de l'éducation (IQE) explique positivement les émissions de CO2. En effet, la variable IQE présente un coefficient positif et significatif au seuil de 1%, ce qui signifie que toute amélioration du niveau de la qualité de l'éducation d'une unité se traduira par une augmentation des émissions de CO2 de 0.396 unités. Une explication plausible de ce résultat réside dans le fait qu'une

population instruite et hautement formée contribue mieux à la création des richesses et participe davantage au processus de développement du pays. En effet, le processus de développement d'un pays passe par une forte industrialisation de son économie, ce qui entraîne plus de création d'industries lourde et de transformation. Un capital humain hautement qualifié permet de favoriser ce processus d'industrialisation. Ainsi, l'évolution de l'industrialisation aura pour effet direct l'épuisement des ressources naturelles (à travers la recherche des matières premières pour la production) et la pollution de l'environnement (à travers le rejet des déchets et des résidus de la production dans la nature). Ce résultat est justifié par « l'effet d'échelle » de la courbe environnementale de Kuznets (1955) et corrobore les travaux de Grossman et Krueger (1995).

En outre, l'éducation secondaire explique négativement le niveau d'émission de CO2. En effet, elle présente un coefficient négatif et statistiquement significatif au seuil de 5%, ce qui signifie que toute unité supplémentaire de l'éducation secondaire se traduira par une réduction de 0.254 unités des émissions de CO2. Une explication possible de ce résultat est que, dans la plupart des pays africains, le système éducatif secondaire incorpore des programmes visant à enseigner aux élèves l'importance de préserver un environnement sain et ses effets bénéfiques pour le bien-être de tous. Ainsi, les personnes ayant atteint le niveau du secondaire sont plus sensibilisées sur l'importance d'un environnement sain et sont à même de mieux le protéger et pratiquer des activités moins polluantes. Ces résultats sont conformes aux conclusions de (Emiru et Waktola, 2018) et Tang et al (2020) pour qui de meilleurs taux d'alphabétisation (quantité d'éducation) favorisent la protection de l'environnement.

Tableau 2 : Résultats des MCO

	eq1	eq2	eq3	eq4	eq5	eq6
VARIABLES	CO2	CO2	CO2	CO2	CO2	CO2
IQE	0.191*** (0.0676)				0.396*** (0.116)	
Maths		0.190*** (0.0705)				-0.430 (0.351)
Read			0.153** (0.0606)			-0.847** (0.421)
Science				0.220*** (0.0701)		1.797*** (0.604)
Educ-sec					-0.254** (0.106)	-0.143 (0.111)
Educ-sup					-0.000208 (0.119)	0.0400 (0.120)
Dep-Gov					-0.0179 (0.108)	-0.00084 (0.107)
Constant	-0.0600	-0.0592	-0.0450	-0.0702*	-0.0492	-0.115*

	(0.0364)	(0.0376)	(0.0349)	(0.0363)	(0.0611)	(0.0663)
Observations	75	75	74	75	58	57
R-squared	0.099	0.091	0.081	0.119	0.209	0.313
Rmse	0.122	0.123	0.124	0.121	0.133	0.128
Breusch/Pagan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ramsey/Reset	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Source : auteurs. Standard errors in parentheses, *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Le tableau ci-dessus présente les résultats par les MCO. En ce qui concerne l'équation 6, elle met en évidence la contribution des indices désagrégés de la qualité de l'éducation sur les émissions de CO₂. Premièrement, nous avons la variable lecture (Read) qui explique négativement les émissions de CO₂. En effet, elle présente un coefficient négatif et statistiquement significatif au seuil de 5%, ce qui signifie que toute augmentation d'une unité supplémentaire des lectures, se traduira par une baisse des émissions de CO₂ de 0.847 unités. Une explication possible de ce résultat est que les lectures font références aux disciplines à caractère littéraire et les métiers issus de ces formations sont beaucoup plus orientés vers l'administration et la bureaucratie, ils ne sont pas créateurs de richesse. D'où la propension marginale à polluer l'environnement qui tend à diminuer compte tenu de la nature même de leurs activités. Ce résultat renchérit les travaux d'Akerlof (2017) sur la restriction des découvertes des solutions d'énergies renouvelables et, comme nous avons constaté, les lectures à elles seules ne favorisent pas de découverte.

Deuxièmement, nous avons la variable science (sci) qui explique positivement les émissions de CO₂. En effet, elle présente un coefficient positif et statistiquement significatif au seuil de 1%, ce qui signifie que toute augmentation d'une unité supplémentaire des sciences, se traduirait par une augmentation des émissions de CO₂ de 1.797 unités. Ce résultat peut trouver des justifications dans le fait que, les sciences font généralement références aux disciplines de l'ingénierie. L'ingénieur implique très souvent la transformation et la production. Cependant, il est quasiment impossible de produire sans polluer, d'où la forte prépondérance à polluer l'environnement par les activités économique qui relève de la technique et de l'ingénierie.

Cependant, l'estimation du modèle des émissions de CO₂ par les MCO présentent quelques lacunes. En effet, les tests post-estimation révèlent la présence de l'hétéroscédasticité dans le modèle (les probabilités de Breusch/Pagan sont significatives (0.000) dans toutes les équations). De plus, le test d'omission des variables de Ramsey/Reset permet de soulever la présence des variables omises dans le modèle. Ce qui signifie que le modèle est mal spécifié. Toutefois, pour surmonter toutes ces difficultés, nous recourons à la technique d'estimation par les doubles moindres carrés (DMC) qui est une technique à variable instrumentale et est robuste à tous ces problèmes. D'où, le tableau 3 suivant qui présente l'estimation du modèle par les DMC.

4.2.2. Analyse par les DMC

L'examen de ce tableau permet de remarquer que le signe et la significativité des résultats n'ont pas changé dans le temps. Ce qui reste conforme aux résultats trouvés plus haut.

Ainsi il ressort de nos résultats que la qualité de l'éducation a un effet pervers sur la préservation de l'environnement et que conformément à la courbe de Kuznets il existe un seuil. Plus les autorités en charge d'éducation mettent l'accent sur la qualité de l'éducation (les sciences en occurrence), plus il y a prolifération des solutions innovantes qui détériorent l'environnement, par contre, la limite pour le niveau secondaire est optimale et favorise la protection de l'environnement.

Tableau 3 : Résultats des DMC

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	eq1	eq2	eq3	eq4	eq5	eq6
VARIABLES	EmissionCO2	EmissionCO2	EmissionCO2	EmissionCO2	EmissionCO2	EmissionCO2
Edusec	-0.626** (0.305)	-0.530* (0.278)	-0.670* (0.355)	-0.602** (0.275)	-0.740** (0.331)	-0.577** (0.275)
IQE	0.532*** (0.176)				0.572*** (0.172)	
Maths		0.483*** (0.165)				-0.287 (0.365)
Read			0.476*** (0.180)			
Sci				0.566*** (0.166)		0.838** (0.364)
Edusup					0.150 (0.164)	
DepGov					-0.103 (0.134)	
Constant	0.0612 (0.0822)	0.0410 (0.0776)	0.0954 (0.0922)	0.0443 (0.0783)	0.0371 (0.0880)	0.0459 (0.0764)
Observations	62	62	61	62	58	62
R-squared		0.021		0.017		0.055
Rmse	0.141	0.137	0.146	0.137	0.150	0.135
r2	.	0.0209	.	0.0167	.	0.0546

Source : auteurs. Standard errors in parentheses, *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5. Conclusion

Cet article est le prolongement du précédent sur les moyens de développement durable, il nous a permis de mettre en exergue la relation entre la qualité de l'éducation et la préservation de l'environnement. D'abord, à notre connaissance, aucune littérature ne s'est prononcée sur la relation entre la qualité de l'éducation et la préservation de l'environnement, d'où l'intérêt de cette étude. Nous avons parcouru les travaux classiques sur les théories de préservation de l'environnement jusqu'à la courbe environnementale de Kuznets pour établir les fondements théoriques du sujet et une revue empirique de l'existant qui n'a pas jusqu'ici pris en compte la dimension qualitative de l'éducation dans la lutte acharnée sur la préservation de l'environnement.

L'objectif de ce chapitre était de vérifier la relation qui existe entre la qualité de l'éducation et la préservation de l'environnement. À partir de la méthode par les Moindres Carrés Ordinaires et confirmé par les doubles Moindres Carrés, nous trouvons que la qualité de l'éducation détériore l'environnement et que l'effet est plus pervers si les autorités mettent davantage l'accent sur la production scientifique. Par ailleurs, les lectures n'ont pas d'effet pervers sur l'environnement, mais nos résultats montrent que le seuil d'acceptation serait le secondaire qui a favorisé la préservation de l'environnement, alors, au-delà du secondaire, l'effet de l'éducation redevient pervers sur la préservation de l'environnement.

Bibliographie

- Akerlof, K. (2017). When should environmental awareness be a policy goal? In *Participatory Sensing, Opinions and Collective Awareness* (pp. 305-336). Springer, Cham.
- Arrow, K. J., & Fisher, A. C. (1974). Environmental preservation, uncertainty, and irreversibility. In *Classic papers in natural resource economics* (pp. 76-84). Palgrave Macmillan, London.
- Balaguer, J., & Cantavella, M. (2018). The role of education in the Environmental Kuznets Curve. Evidence from Australian data. *Energy Economics*, 70, 289-296.
- Baudry Marc (2000) Le modèle de préservation de l'environnement d'Arrow et Fisher: Une approche en termes d'options réelles. No. 57 (Jan. - Mar., 2000), pp. 1-24.
- Emiru, T. S., & Waktola, D. K. (2018). The environmental awareness of higher education students and the implications for the Paris Climate Agreement: empirical evidences from Ethiopia and USA. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(3), 216-233
- Fan, M., Shen, J., Yuan, L., Jiang, R., Chen, X., Davies, W. J., & Zhang, F. (2012). Improving crop productivity and resource use efficiency to ensure food security and environmental quality in China. *Journal of experimental botany*, 63(1), 13-24.
- Hartwick, J. M. (1977). Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible. *The American Economic Review*, 67 (5), pp. 972-974
- Hartwick, J. M. (1978). Substitution Among Exhaustible Resources and Intergenerational Equity. *The Review of Economic Studies* 45 (2), pp 347-354.
- Hess, D. J., & Collins, B. M. (2018). Climate change and higher education: Assessing factors that affect curriculum requirements. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1451-1458.
- Jiang, X., Wei, F., and Li, G. (2020) Can the improvement of living environment stimulate urban Innovation? Analysis of high-quality innovative talents and foreign direct investment spillover effect mechanism. *Journal of Cleaner Production* 255 (2020) 120212.
- Jobert, T., et Karanfil, F. (2012). Formation et déformation de la Courbe de Kuznets Environnementale pour les émissions de CO₂. *Dans innovations* (No 37), pages 11 à 26
- Liu, X. J., Xu, W., Du, E. Z., Tang, A. H., Zhang, Y., Zhang, Y. Y., ... & Zhang, F. S. (2020). Environmental impacts of nitrogen emissions in China and the role of policies in emission reduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 378(2183), 20190324.
- Lutz, W., Muttarak, R., & Striessnig, E. (2014). Universal education is key to enhanced climate adaptation. *Science*, 346(6213), pp 1061-1062.
- Meyer, P. (2015). Epigenetic variation and environmental change. *Journal of Experimental Botany*, 66(12), 3541-3548.
- Shahbaz, M., & Sinha, A. (2019). Environmental Kuznets curve for CO₂ emissions: a literature survey. *Journal of Economic Studies*.
- Solow, R. M. (1974). Equity and Exhaustible Resources. Symposium on the Economics of Exhaustible Resources. *The Review of Economic Studies*, Vol 41, pp 29-45.

- Tilbury, D. (1995). Environmental education for sustainability: Defining the new focus of environmental education in the 1990s. *Environmental education research*, 1(2), 195-212.
- Zafar, M. W., Qin, Q., & Zaidi, S. A. H. (2020). Foreign direct investment and education as determinants of environmental quality: The importance of post Paris Agreement (COP21). *Journal of Environmental Management*, 270, 110827.