



Munich Personal RePEc Archive

ANALYSIS OF THE NEXUS BETWEEN CO₂ EMISSION, THEIR RESTRICTION AND ECONOMIC GROWTH OF TOGO

KPEMOUA, Palakiyem

Ministère des Enseignements Primaire, Secondaire et de la
Formation Professionnelle, Direction Régionale de l'Éducation de
Kara, Inspection de l'Enseignement Secondaire Général de
Niamtougou

6 September 2016

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/77624/>
MPRA Paper No. 77624, posted 17 Mar 2017 14:18 UTC

ANALYSE DU LIEN ENTRE LES EMISSIONS DE CO₂, LEUR RESTRICTION ET LA CROISSANCE ECONOMIQUE DU TOGO

Palakiyèm KPEMOUA¹

Résumé

Cet article à pour objectifs d'examiner empiriquement l'impact des émissions de CO₂, de leur restriction sur la croissance économique du Togo ainsi que l'existence d'une relation de causalité entre ces émissions et la croissance économique. La méthodologie empirique utilisée est basée sur l'approche autorégressive à retards échelonnés (ARDL) de Mohammad H. Pesaran et al. (2001), à l'aide d'un modèle STIRPAT (Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology) proposé par Ehrlich et Holden (1971;1972) modifié et augmenté des restrictions d'émission de CO₂ et s'appuyant sur des techniques de cointégration, de causalité à la Toda et Yamamoto (1995). Les estimations portent sur la période 1960-2011.

Les résultats empiriques révèlent une corrélation positive et significative à long terme entre les émissions de CO₂ et la croissance économique, et une causalité bidirectionnelle au sens de Toda et Yamamoto entre les émissions de CO₂ et la croissance économique. En outre, une restriction des émissions de CO₂ du Togo par rapport au Bénin a un impact négatif sur la croissance économique du Togo à long terme alors qu'une telle restriction par rapport au Ghana a un impact positif sur la croissance économique. Ces résultats indiquent que le Togo entreprend plus d'efforts que le Ghana pour réduire l'intensité carbone alors que le Bénin fait mieux que le Togo.

Mots-clés : Dioxyde de carbone, Croissance économique, ARDL, cointégration, causalité, Togo.

Classification JEL: Q50, H63, O49, C32.

¹ Economiste, Gestionnaire de la Politique Economique, Chef section Planification et statistiques à l'Inspection de l'Enseignement Secondaire Général de Niamtougou, (IESG-Niamtougou)/Togo, E-mail : kpemouap@yahoo.fr/
kpemouap@gmail.com Cel : (228) 90 08 83 37.

Abstract

The purposes of this paper are to investigate empirically the impact of carbon dioxide emission and its restriction on Togo's economic growth with a model that relies on a STIRPAT (Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology) suggested by Ehrlich and Holden (1971; 1972) modified, augmented with the restriction of carbon dioxide emission, and to test the causality between that emission and the economic growth. The empirical methodology is based on the autoregressive distributed lag approach suggested by Mohammad H. Pesaran and al. (2001) and on the cointegration and Toda and Yamamoto's causality tests. The data cover the period 1960-2011.

The results obtained indicate that the impact of carbon dioxide emission on Togo's economic growth in the long-run is positive and significant. The results show also the existence of causality between carbon dioxide emission and economic growth according to Toda and Yamamoto and significant. Besides, the results indicate that the restriction of carbon dioxide emission by Togo compared with Benin in the long-run is negative and significant, while that restriction compared with Ghana's is positive and significant on Togo's economic growth. The results reveal also that Togo undertakes fewer efforts in reduction of carbon dioxide emission compared with Benin but more efforts compared with Ghana.

Keywords: Carbon dioxide, Economic growth, ARDL, cointegration, causality, Togo.

JEL Codes : Q50, H63, O49, C32.

Introduction

Les récents phénomènes climatiques, la pollution de l'air et de l'eau observés dans les pays industrialisés, émergents, sous-développés et en particulier le Togo depuis les années 2000, ont suscité des inquiétudes, des craintes et des débats au sein de la communauté internationale et des économistes. Ces inquiétudes et craintes ont eu pour conséquence l'organisation de conférences internationales dont celle de COP21 à Paris entre Novembre et Décembre 2015, afin de limiter ou restreindre les émissions des gaz à effets de serre (GES) notamment le dioxyde de carbone (CO₂), considérés comme les principaux responsables du réchauffement et de la déréglementation climatiques, de la pollution de l'air et de l'eau.

Depuis la révolution industrielle, la recherche et la poursuite de la croissance économique se sont traduites par une industrialisation massive, un développement des transports et de l'agriculture dans les nations. Or, ces activités sont responsables en grande partie du réchauffement atmosphérique par leurs émissions de CO₂ et de substances polluantes avec des conséquences dramatiques.

En effet, le réchauffement a eu pour corollaires la survenance des incendies et des inondations entraînant une réduction du nombre des espèces animales et végétales d'où l'incapacité des arbres à traiter le CO₂ par photosynthèse, la dégradation des sols, la destruction de la production agricole, ainsi que la rareté ou une augmentation des précipitations avec d'importants dégâts sur le plan économique (dégâts matériels, destruction des infrastructures économiques et sociales, etc.) et de nombreuses pertes en vies humaines dans certains pays. La pollution de l'air et de l'eau quand à elle, provoque de nombreuses maladies respiratoires, microbiennes, parasitaires etc.

Ces deux fléaux que sont le réchauffement climatique et la pollution de l'air et de l'eau ont provoqué une augmentation des dépenses de santé, d'intervention des Etats d'où une réduction des dépenses d'investissement, l'incapacité des populations à exercer avec efficacité leurs activités et réduisant la compétitivité des entreprises voire l'arrêt ou le blocage des activités. Ainsi, la dégradation et la pollution de l'environnement peuvent constituer un obstacle à la croissance économique du fait de la raréfaction des ressources et la diminution du bien-être des populations.

Malgré les conséquences négatives des émissions de CO₂ sur le développement, certains pays rechignent à mettre en œuvre des mesures restrictives et limitatives de ces émissions et, à

libéraliser tous les secteurs de leur économie. Cette réticence s'explique par le fait que, la prise en compte de la législation ou réglementation environnementale pour une entreprise, peut constituer un désavantage compétitif lié à des coûts très élevés qu'elle occasionne. Ces coûts supplémentaires font baisser les perspectives de profit et entraînent des dépenses additionnelles en termes d'innovations et en de nouvelles acquisitions d'infrastructures de production dont la rentabilité n'est pas toujours assurée. En outre, la libéralisation des échanges peut entraîner une réallocation des activités, de telle sorte que certaines entreprises industrielles iront s'installer dans les pays ayant des réglementations environnementales moins rigoureuses et leur offrant un avantage comparatif par rapport aux pays plus stricts. Les pays moins stricts devenant du coup des économies spécialisées dans les industries polluantes avec des pertes d'emplois dans les pays de départ. L'adoption de mesures environnementales peut donc occasionner une récession économique. Par contre, Porter (1991) et Porter et van der Linde (1995) soutiennent qu'une politique ou réglementation environnementale peut stimuler des innovations technologiques, qui sont susceptibles d'améliorer *in fine* la productivité moyenne d'une économie. Bref, une réduction ou augmentation des émissions de CO₂ par adoption de nouvelles innovations et infrastructures de production peut conduire à une réduction ou augmentation de la croissance économique.

Pays situé en Afrique de l'Ouest, le Togo est considéré comme un pays émettant faiblement du CO₂ en dépit de la présence de certaines unités de cimenteries, d'usines d'extraction, de la vétusté du parc automobile, responsables d'une bonne partie des émissions de CO₂.

En effet, selon la Communication Nationale Initiale du Togo (2001), le Togo a émis environ 25292.98 gigagramme (Gg) d'équivalent CO₂ (CO₂-e) de GES dans l'atmosphère en 1995. Le CO₂ constituait alors la plus grande part avec 21242.04 Gg soit 84%, pour ce qui concerne les gaz directs. Le secteur Affectation des Terres et Foresterie représentait 80.24% de cette émission de CO₂-e, suivi ensuite du secteur Agriculture (12.96%). D'après la même source, de 1992 à 1998, l'évolution des GES a été presque linéaire avec une irrégularité en 1993 dans les secteurs de l'Energie, des Procédés Industriels et de l'Agriculture. Mais en 1997, on observe une croissance plus prononcée dû à l'élévation rapide du secteur industriel. Ces émissions sont passées de 14567.8 Gg en 1992 à 29200.7 Gg en 1998, soit une augmentation de plus de 100%.

Bien que n'étant pas soumise à aucune contrainte de quota pour les émissions de CO₂ par une convention internationale, il convient de s'interroger sur les impacts des émissions de CO₂ et leur restriction sur la croissance économique du Togo.

L'objectif de ce papier est donc d'évaluer empiriquement, les impacts des émissions de CO₂ et leur restriction sur la croissance économique, ainsi que le lien de causalité entre ces émissions de CO₂ et la croissance économique du Togo. Pour ce faire, cette recherche va s'articuler en trois points essentiels à savoir : un survol de la revue de littérature dans une première section, l'analyse empirique du lien entre les émissions de CO₂ et leur restriction sur la croissance économique dans une seconde section. La dernière section conclut et déduit certaines implications.

1 Revue de la littérature

1.1 Revue théorique

Les théories relatives aux effets des émissions de substances polluantes sur l'activité se sont construites autour du concept d'externalités, de la thermodynamique et de la croissance endogène.

Il y a externalités (positive ou négative) chaque fois que, le choix de la production ou de la consommation d'un agent économique affectent l'utilité d'un autre agent économique, sans que cet impact ne soit pris en compte dans le système de prix qui émerge des mécanismes du marché.

Selon la théorie économique, l'offre d'un bien ou service se réalise lorsque le coût marginal est égal au prix du bien ou service en situation de concurrence pure et parfaite. Pour les classiques et néoclassiques qui s'appuient sur cette théorie, le système de marché ou encore la situation de concurrence pure et parfaite permet d'atteindre de la meilleure façon, une allocation optimale des ressources disponibles entre les membres de la société, tant du point de vue de la production que de la consommation au sens de Pareto (1906) à partir d'un système de prix. En effet, pour Pareto une affectation des ressources est préférable à une autre si elle est préférée par tous les membres de la société. Il suffit qu'un individu soit lésé lors du passage d'une affectation de ressources à une autre pour que le critère de Pareto ne puisse être appliqué. Ce critère est en accord avec le premier théorème de l'économie du bien-être qui indique, qu'un marché libre et concurrentiel fournit un résultat efficace en l'absence d'externalités. Par contre, s'il y a externalités, le marché ne conduira pas nécessairement à une

allocation des ressources efficaces au sens de Pareto car, la présence d'externalités se traduira par l'apparition d'inefficiences du fait que le système de prix (prix sous ou surestimé) ne fonctionne pas. L'un des cas souvent étudié est celui de la pollution.

La production de certains biens et services génère des émissions nuisibles (pollution) pour les générations actuelles et futures sans que les producteurs et les consommateurs individuellement responsables de ces émissions ne payent pour ces coûts. Or, pour certains économistes, le coût des biens environnementaux doit être égal à la valeur sociale de la pollution, c'est-à-dire la valeur qui égalise les coûts des dommages environnementaux générés par chaque unité de pollution supplémentaire, et les coûts associés à la réduction de cette pollution, via l'adoption de technologies propres. Pour Arthur Cecil Pigou (1920), les mécanismes d'offre et de demande ne parviennent pas à eux seuls à faire correspondre les coûts privés et les coûts sociaux de la pollution, c'est-à-dire les coûts supportés individuellement par les agents et les coûts que leurs activités ou comportements génèrent pour la société dans son ensemble. Cette situation conduit à un rejet excessif de matières polluantes.

Pour traiter ce cas de défaillances des marchés dû à la pollution, deux mécanismes ont été proposés en fusionnant les agents économiques en interactions : l'instauration d'une taxe sur les biens et services correspondant aux coûts environnementaux que leur consommation engendre (approche pigouvienne) ou l'instauration d'un marché de droits à polluer (approche de Coase).

En effet, Pigou (op.cit.) propose l'intervention de l'Etat afin de faire internaliser les coûts de pollution, en imposant les producteurs d'activités génératrices d'externalités négatives pour les contraindre à en produire moins et, en subventionnant les producteurs d'activités génératrices d'externalités positives pour accroître leur production. Contrairement à Pigou, Coase (1960) attire l'attention sur la possibilité de résoudre le problème des externalités en organisant des transactions directes entre les parties concernées. Pour Coase, l'Etat doit se contenter d'attribuer des droits de propriétés clairement délimités pour les ressources concernées par les externalités, ces droits devenant alors des marchandises comme les autres.

En 1979, l'économiste Georgescu-Roegen a introduit dans ses travaux sur le processus d'évolution économique, des notions tirées de la thermodynamique et de la biologie évolutionniste.

Selon cet auteur, la croissance économique est responsable de la dégradation de l'environnement, de l'accumulation des déchets et de la concentration des polluants qui dépassent la capacité d'absorption de la biosphère conformément à la loi d'entropie : prélèvements sur les ressources naturelles (élément de haute entropie) et accroissement excessif de rejets de polluants (éléments de basse entropie), et qui participent à l'augmentation de l'entropie de l'environnement.

La loi d'entropie rend en effet compte du processus de dégradation de l'énergie et de la matière, et par ce mouvement, conduit le système économique sur la voie de l'irréversibilité et d'une impasse de la croissance. La seconde loi de la thermodynamique quand à elle, exprime la dégradation irréversible de l'énergie au sein d'un système isolé qui n'échange ni matière ni énergie avec son environnement. L'évolution de ce dernier se traduit par le passage d'un état initial où l'énergie libre est transformée en énergie dissipée, caractéristique de son état final.

Pour Georgescu-Roegen (op. cit), la croissance économique conduit irréversiblement vers un double mouvement : la réduction des quantités de ressources terrestres et la dégradation de leur qualité. La réduction des quantités de ressources utilisées s'accompagne d'une raréfaction des ressources in situ de manière irréversible, la biosphère étant un système fermé du point de vue de la matière (absence d'échange de matières avec l'environnement) d'une part, la dégradation qualitative des ressources naturelles conduit à l'accroissement de quantités de rejets et pollutions qui affectent durablement la biosphère (perturbations des cycles biogéochimiques, réduction de la biodiversité...) d'autre part. Il ajoute que, seule l'ignorance de la loi d'entropie peut conduire à soutenir l'idée d'une croissance possible dans un environnement fini. En dehors d'une telle conception, la croissance économique constitue un mythe dont les principaux facteurs limitant sont le taux global d'épuisement des ressources et le taux de pollution qui lui est associé. Son approche thermodynamique de l'évolution économique conduit finalement à poser un postulat d'impossibilité de la croissance économique.

Enfin, les théories de la croissance endogène, fondées sur le rôle des externalités et des explications schumpetériennes viendront réaffirmer que, les ressources environnementales peuvent être considérées comme des facteurs de la croissance endogène en mettant en exergue l'innovation.

Pour Romer (1986), l'un des théoriciens de la croissance endogène, la croissance d'une nation peut être permanente. Il montre que les externalités positives sont le résultat d'une

accumulation de capital physique et de la connaissance. Romer (1990), Aghion et Howitt (1992) ont développé deux modèles où l'innovation technologique et l'investissement dans la recherche et développement sont considérées comme déterminants de la croissance à long terme.

Pour Esther Finidori et al. (2013), la réponse aux enjeux liés à la raréfaction et à la dégradation des ressources naturelles et environnementales, passe par deux voies non exclusives l'une de l'autre : modifier ou réduire notre consommation de biens et services, et innover afin de développer des technologies de production plus « vertes ». Selon cet auteur et la théorie économique, cette évolution ne pourra se faire que si les ressources environnementales sont considérées comme des facteurs de production à part entière, au même titre que le capital et le travail. Pour elle, la production des biens et services, par la pollution qu'elle occasionne, dégrade ou détruit les écosystèmes : en ce sens, le processus de production « absorbe » une partie de l'environnement, qui peut être conçu comme un facteur de production. Ainsi, la prise en compte de cette « absorption » d'une partie des ressources environnementales au cours du processus de production, implique de définir une valeur pour les biens environnementaux, valeur qui doit se refléter en suite dans les prix des biens et services auxquels font face les producteurs et les consommateurs. C'est justement cette approche qui fera l'objet de la section dédiée à l'analyse économétrique.

1.2 Revue empirique

Une série d'études empiriques a été réalisée pour illustrer l'impact de la dégradation de l'environnement sur le commerce, l'urbanisation et la croissance économique, parfois vice-versa. Toutefois, ces études n'utilisent pas les mêmes approches. Elles se sont basées sur l'hypothèse de EKC (Environmental Kuznets Curve), et le modèle gravitaire pour les unes et l'approche STIRPAT (Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology) pour les autres.

Newell et al. (1999) voulant vérifier l'hypothèse d'innovation induite de Porter (1991) et Porter et van der Linde (1995) pour le cas des USA, prirent en compte les aspects de la régulation environnementale relatifs aux biens durables. Ils ont trouvé que le prix de l'énergie n'a aucun impact sur le taux d'innovation, alors que les modifications de prix ont un impact sur la commercialisation de nouveaux produits et sur l'élimination des anciens. Ils affirment que, les innovations sont en grande partie exogènes alors qu'une infime partie est liée aux modifications dans le prix de l'énergie. Antweiler, Copeland et Taylor (2001) étudient les

effets du commerce sur l'environnement en testant économétriquement l'ampleur des trois effets : d'échelle, de composition et technique. Ils démontrent que la libéralisation des échanges, en élevant l'échelle de l'activité économique de 1%, contribue à l'augmentation des concentrations de SO₂ de 0.25 à 0.5% par l'intermédiaire de l'effet d'échelle, mais son effet technique accompagnateur réduit les concentrations de 1.25 à 1.5% de telle sorte que l'effet total est finalement bénéfique. A partir de deux équations simultanées, Dean (2002) a estimé les effets de l'ouverture économique sur la croissance des revenus et de l'augmentation de ces derniers sur la pollution de l'eau dans les provinces chinoises entre 1987-1995. Il affirme que l'ouverture commerciale a un impact négatif sur la qualité de l'eau, mais l'atténue indirectement par le truchement de son effet sur l'accroissement des revenus. Friedl et Getzner (2003) ont testé l'hypothèse EKC dans le cas d'un petit pays industrialisé (Autriche) à l'aide d'un polynôme de degré trois pour la période de 1960-1999. Ils ont identifié un changement structurel au milieu des années 1970 dû aux chocs pétroliers. Grether et de Melo (2003) sur la période (1981-1998) avec une cinquantaine de pays, et à partir d'un modèle de gravité, trouvent que les exportateurs ne sont que très légèrement pénalisés par la politique environnementale. Cependant, l'indicateur choisi comme proxy de l'écart de réglementation anti-pollution entre partenaires commerciaux (la différence des PIB par tête) ne semble pas être adéquat. Cole et Neumayer (2004) ont examiné le lien entre la taille de la population, les autres facteurs démographiques et deux polluants (CO₂ et SO₂). Ils ont trouvé qu'un fort taux d'urbanisation augmente le taux d'émission de CO₂. Martinez-Zarzoso et Bengochea-Morancho (2004) ont utilisé un estimateur PMG et une fonction polynomiale de degré trois, pour examiner le lien entre les émissions de CO₂ et la croissance économique de 22 pays de l'OCDE de 1975 à 1998. Ils ont trouvé une courbe en forme de N pour la majorité des pays et affirment qu'après avoir atteint le point de retournement, le niveau d'émission de CO₂ baisse jusqu'à un certain seuil et continue d'augmenter au fur et à mesure que le niveau de produit intérieur brut par tête augmente. Frankel et Rose (2005) ont étudié l'effet du commerce extérieur sur l'environnement pour le cas de plusieurs pays en considérant trois types d'émissions polluantes le SO₂, le NO₂ (le dioxyde d'azote) et les particules suspendues. Les résultats montrent pour un grand nombre de pays que, le commerce tend à réduire les trois mesures d'émissions polluantes. Les auteurs affirment que, l'hypothèse de spécialisation de certains pays dans la production sale se révèle incorrecte. Akbostanci et al. (2006) utilisent deux séries chronologiques pour tester l'hypothèse de la EKC pour les émissions de carbone en Turquie, leurs résultats ne sont pas conformes avec les principes de cette hypothèse. Lise (2006) ajoute que la relation entre les émissions de carbone et le revenu en Turquie est

linéaire. Wei et al. (2006) ont examiné les déterminants des émissions de CO₂ à l'aide du modèle STIRPAT sur différents groupes de pays, classés en fonction de leur niveau de produit intérieur brut par tête. Ils ont démontré alors que, la proportion de la population dont l'âge est compris entre 15 et 64 ans exerce un effet négatif sur les émissions de CO₂ dans les pays à revenu faible, alors que l'effet est positif dans les autres groupes de pays. York (2007) a analysé l'effet de la croissance démographique sur la consommation d'énergie pour 14 pays de l'Union Européenne de 1960 à 2000. Il affirme que la taille de la population et sa structure affectent la consommation d'énergie.

Etudiant la causalité à long terme entre les émissions de carbone, l'utilisation de l'énergie et le revenu aux USA, Soyatas et al. (2007) ont trouvé une absence du lien de causalité entre le revenu et les émissions de carbone, les revenus et la consommation d'énergie, et que l'utilisation de l'énergie est la principale source des émissions polluantes. Soyatas et Sari (2007) analysent la relation de causalité entre la consommation d'énergie, la croissance économique et les émissions de carbone pour le cas de la Turquie. Ils montrent que les émissions de carbone causent avec un sens unidirectionnel la consommation d'énergie en Turquie, et expliquent que les émissions de CO₂ proviennent essentiellement de la production de l'énergie (telle que l'électricité) et du secteur minier, qui sont responsables de 30% des émissions de carbone en Turquie.

Alam et al. (2007) ont évalué l'impact de l'urbanisation sur le taux d'émission de CO₂ au Pakistan à l'aide du modèle STIRPAT. Ils trouvent qu'il existe une relation positive entre le degré d'urbanisation et le taux d'émission de CO₂. Examinant les relations dynamiques entre le développement économique, les émissions polluantes et la consommation de l'énergie pour le cas de la Malaysia, James B. et Ang (2008) ont trouvé une causalité bidirectionnelle entre la croissance de revenu et l'augmentation de l'utilisation de l'énergie à long terme et confirment l'existence d'une causalité unique partant de l'augmentation des émissions de CO₂ vers la croissance économique à long terme. He et Richard (2010) ont utilisé un modèle semi paramétrique et un modèle paramétrique flexible non linéaire pour tester l'hypothèse EKC en considérant comme polluant le CO₂ dans le cas du Canada. Ils ont trouvé que l'hypothèse EKC n'est pas vérifiée.

Poumanyong et Kaneko (2010) ont analysé l'impact de l'urbanisation sur l'utilisation minimale d'énergie et l'émission de CO₂ en estimant sur données de panel de 99 pays couvrant la période 1975 à 2005. Ils trouvent que l'impact de l'urbanisation sur la consommation d'énergie et l'émission de CO₂, varie en fonction du niveau de développement

économique. Pour ces auteurs, l'urbanisation réduit la consommation d'énergie dans les pays à revenu faible alors qu'elle l'accroît dans les pays à revenu intermédiaire et élevé. Ils ont démontré que l'urbanisation influence positivement l'émission de CO₂ pour tous les groupes de pays, mais que l'impact est plus prononcé dans les pays à revenu intermédiaire que dans les autres groupes de pays. Sharma (2011) dans son étude sur les déterminants de l'émission du CO₂ dans 69 pays soutient que, l'impact de l'urbanisation est fonction de la classification des pays en fonction de leur niveau de PIB/tête. Il découle de ses résultats que, l'urbanisation a un effet négatif sur le taux d'émission de CO₂ dans les pays à revenu élevé ainsi que ceux à revenu intermédiaire. Jérôme Trotignon (2011) a utilisé une approche gravitaire en données de panel pour aboutir à la conclusion suivante : la restriction des émissions de CO₂ mesurée par l'évolution de l'intensité carbone ne pénalise pas les exportations, et semble, au contraire, bénéfique à la compétitivité des entreprises sur les marchés internationaux. L'hypothèse de Porter appliquée à la compétitivité des exportations s'observe pour les échantillons se référant aux 27 PED et aux 16 pays émergents, et de façon plus nette pour l'échantillon issu des BIC (Brésil, Inde, Chine). Le potentiel d'économies d'échelle internes et externes aux firmes, et l'attractivité des IDE associés à ces grands marchés émergents, apparaissent comme un atout dans l'introduction de nouveaux procédés et de nouveaux produits économes en énergie fossile. Jaunky (2011) a testé l'hypothèse EKC pour 36 pays développés sur la période de 1980 à 2005. L'analyse empirique basée sur les pays pris individuellement atteste que, l'hypothèse EKC est vérifiée pour un certain nombre de pays notamment la Grèce, le Malta, l'Oman, le Portugal et le Royaume-Uni. Les résultats indiquent également pour l'ensemble des pays, qu'une augmentation de 1% du PIB/tête se traduit par un accroissement de 0.68% de l'émission de CO₂ à court terme et 0.22% à long terme. La faible élasticité de long terme rejette l'hypothèse de l'existence EKC mais indique toutefois que, le taux d'émission de CO₂ se stabilise à long terme dans les pays riches. Menz et Welsch (2012) ont analysé la structure de la population et l'émission de CO₂ dans les pays de l'OCDE en prenant en compte le cycle des émissions de CO₂ et les différentes cohortes. Il ressort de leurs analyses que le changement de la structure de l'âge et de la composition de la cohorte, ont fortement contribué à l'augmentation du taux d'émission de CO₂ dans les pays de l'OCDE. Zhu et Peng (2012) ont évalué l'effet du changement de la population sur l'émission de CO₂ en Chine de 1978 à 2008. En utilisant le modèle STIRPAT, ils ont trouvé que plus la population est jeune plus le taux d'émission de CO₂ augmente. Jensen et al. (2014) ont estimé l'effet de la distribution de l'âge sur le taux d'émission de CO₂ en considérant un panel de 46 pays sur une durée de 17 années. Utilisant le retard du taux de naissance en guise d'instrument pour la

variable endogène et la distribution de l'âge, ils affirment que le taux de CO2 augmente avec la part de la population dont l'âge est compris entre 35 et 49 ans.

2. Données et méthodologie de l'étude

2.1 Modèle

Le modèle théorique utilisé dans cette partie s'inspire de l'approche STIRPAT ou l'équation de Kaya (1990), élaboré à l'origine par Ehrlich et Holden (1971;1972) avec quelques aménagements pour prendre en compte l'endogénéité des variables.

En effet, l'approche STIRPAT ou l'équation de Kaya a été développée pour expliciter initialement les déterminants des émissions de CO2. Elle est exprimée par l'équation $I = P.A.T$ et signifie que l'impact environnemental (I) est le produit de la taille de la population (P), son niveau de richesse (A), exprimé en revenu par habitant, et un facteur représentant la technologie (T). Cette équation est équivalente pour les émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'équation de Kaya, qui décompose la croissance des émissions de GES en une somme de quatre taux de croissance : celui de la population, du PIB par tête, de l'intensité énergétique (c'est-à-dire la consommation d'énergie primaire par unité de PIB) et de l'intensité carbonique (c'est-à-dire le niveau d'émissions de gaz à effet de serre ou GES par unité de consommation d'énergie primaire).

De façon générale, dans le cas de cette étude, le modèle STIRPAT peut s'écrire sous la forme initiale suivante:

$$CO2_t = \alpha_0 Y_t^{\alpha_1} K_t^{\alpha_2} L_t^{\alpha_3} \left(\frac{Exp}{Y}\right)_t^{\alpha_4} \mu_t \quad (1)$$

Où CO2 désigne l'impact environnemental, Y l'output global représentant le niveau de richesse, L la taille de la population. Les facteurs d'affluence et technologiques sont captés respectivement par K le stock de capital ou la formation brute de capital, $\frac{Exp}{Y}$ la part des exportations dans l'output global, μ_t le terme d'erreur supposé indépendant et identiquement distribué (i.i.d) et $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ des paramètres. L'indice t représente le temps.

En prenant en compte certains aménagements, l'endogénéité et le logarithme népérien des variables, la fonction à estimer pour analyser le lien entre les émissions du CO2, leur restriction et la croissance économique peut s'écrire de la façon suivante:

$$\ln(Y)_t = \beta_0 + \beta_1 \ln(K)_t + \beta_2 \ln(L)_t + \beta_3 \ln\left(\frac{Exp}{Y}\right)_t + \beta_4 \ln(X)_t + \mu_t \quad (2)$$

X représente alternativement les émissions de CO₂ et leur restriction par rapport aux deux pays voisins les plus proches du Togo (il s'agit du Bénin et du Ghana). $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3,$ et β_4 sont les paramètres à estimer.

Le choix de ces deux pays s'explique par le fait que, si le Togo adopte une réglementation environnementale stricte, il verra ces entreprises émettrices de CO₂ se relocaliser vers les capitales les plus proches, afin de bénéficier de certains avantages compétitifs comme la proximité géographique, l'appartenance à une aire d'intégration régionale efficace, le partage d'une monnaie et langue communes, les caractéristiques ethniques des populations (goûts et aspirations) et des infrastructures de base (énergétique, transport et communication, etc.).

Pour évaluer l'impact de la restriction environnementale sur la croissance économique, la variable environnementale (DIFCO₂) a été retenue. La variable (DIFCO₂) introduite dans l'équation (2) est plus précisément la différence des émissions de CO₂ du Togo et de ses deux voisins par unité de PIB. Ces émissions témoignent de l'efficacité écologique des moyens de production et des biens et services de consommation. Sa diminution signifie que la croissance économique devient plus économe en énergie fossile. Elle représente donc le degré de "carbonisation" d'une économie par rapport à une autre. Sa baisse (hausse) signifie que le Togo entreprend plus (moins) d'efforts que le pays voisin pour réduire l'intensité carbone. Un résultat positif (négatif) de son coefficient témoigne des conséquences négatives (positives) sur la croissance économique des restrictions des émissions de CO₂ sur l'économie togolaise. Ce même indicateur a été utilisé par Jérôme Trotignon (op.cit) pour analyser l'impact des restrictions de CO₂ sur les exportations de certains pays émergents.

2.2 Mesure des variables et source des données

Les données utilisées pour l'estimation de l'équation (2) sont annuelles. Elles proviennent essentiellement des bases de données de la Banque Mondiale (World Development Indicators). La période couverte va de 1960 à 2011.

L'output global ou PIB est le produit intérieur brut réel, le capital est la formation de capital réel, ces variables sont en \$ US constants de 2005 ; les exportations sont représentées par les exportations totales rapportées au PIB, toutes les deux en valeur. L, le travail, représente la population totale et les émissions de CO₂ sont en tonne.

2.3 Méthodologie

La méthodologie empirique utilisée dans cette étude se déroule en trois étapes et consiste à déterminer le degré d'intégration de chacune des variables. Dans la littérature économétrique plusieurs tests statistiques sont utilisés pour déterminer le degré d'intégration d'une variable.

Les tests qui seront utilisés dans le cadre de cette étude sont les tests de Dickey-Fuller Augmenté (ADF), celui de Phillips-Perron (PP) et le test de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt et Shin (KPSS). Une fois l'ordre d'intégration des séries connu, l'étape suivante consistera à l'examen de la présence éventuelle de relations de cointégration qui peut exister à long terme entre les variables. Cette analyse se fera suivant la procédure de test de cointégration de Pesaran et al. (2001) plus efficaces que la stratégie de Johansen (1988) lorsque l'échantillon est de petite taille et le nombre de variables élevé.

La troisième étape porte sur le test de causalité entre les variables de la croissance économique et les émissions de CO₂. La procédure de test dite non séquentielle de Toda et Yamamoto (1995) sera appliquée.

2.3.1 Résultats empiriques

2.3.1.1 Résultats des tests de stationnarité et de cointégration

La mise en œuvre des différents tests de stationnarité pour chaque série a aboutit aux résultats résumés dans le tableau 1 ci dessous

Tableau n° 1 : Résultats des tests de stationnarité

Variables	En niveau			En différences premières			CONCLUSION
	ADF	PP	KPSS	ADF	PP	KPSS	
$\ln(Y)$	4.057	3.525	0.924	-6.403***	-6.412***	0.382***	I(1)
$\ln(K)$	0.888	1.362	0.511***	-7.365***	-7.543***	0.178***	I(1)
$\ln(L)$	0.945	14.011	0.972	-0.061	-0.381	0.065***	I(1)
$\ln\left(\frac{Exp}{Y}\right)$	-0.499	-0.739	0.207***	-11.531***	-12.997***	0.200	I(1)
$\ln(CO_2)$	2.515	1.747	0.922	-11.071***	-11.575***	0.171***	I(1)
<i>DIFCO2TgBen</i>	-4.456***	-4.636***	0.207***				I(0)
<i>DIFCO2TgGha</i>	-5.157***	-5.169***	0.596***				I(0)

Note : *** dénotent le rejet de l'hypothèse nulle au seuil de 1%. DIFCO2TgBen et DIFCO2TgGha représentent les restrictions des émissions de CO₂ par rapport respectivement au Bénin et au Ghana.

Source : calculs de l'auteur

Les résultats obtenus pour les variables en niveau indiquent que toutes les séries ne sont pas stationnaires au seuil de 1%. En effet pour ces séries, les statistiques des tests ADF et PP ont des probabilités supérieures à 1% et autorisent donc à ne pas rejeter l'hypothèse nulle de racine unitaire (non stationnarité) à l'exception des séries DIFCO2TgBen et DIFCO2TgGha qui sont stationnaires en niveau conformément aux trois tests (ADF, PP et KPSS). Cependant les statistiques du test KPSS autorisent à ne pas rejeter l'hypothèse nulle d'absence de racine unitaire (stationnarité) pour les séries $\ln(K)$ et $\ln(Exp/Y)$ en niveau au seuil de 1%.

Les tests effectués sur les séries en différence première permettent de rejeter l'hypothèse nulle de non stationnarité pour toutes les séries aux seuils de 1%, non stationnaires en niveau par rapport aux statistiques des tests d'ADF, PP et KPSS. Par contre, les tests d'ADF, PP acceptent respectivement l'hypothèse de présence de racine unitaire (non stationnarité) pour la série $\ln(L)$ et le test KPSS pour la série $\ln(Exp/Y)$. Cependant, la statistique du test de KPSS ne permet pas de rejeter l'hypothèse d'absence de stationnarité pour la série $\ln(L)$ en différence première; en définitive il convient de retenir que toutes les séries à l'exception des séries DIFCO2TgBen et DIFCO2TgGha, sont non stationnaires en niveau et stationnaires en différence première.

La présence d'au moins deux séries non-stationnaires conduit à rechercher la présence d'une relation d'équilibre de long terme entre les variables du modèle par la procédure de Pesaran et al. (2001) basée sur l'estimation des modèles vectoriels autorégressifs à retards échelonnés (ARDL). En effet, cette méthodologie présente plusieurs avantages par rapport à la méthode de Johansen (1988). Premièrement, ce test est applicable que les variables soient I(0) ou I(1). Cette caractéristique fondamentale atténue le problème lié à l'incertitude des résultats des tests de racine unitaire. Deuxièmement, la méthode tient compte des dynamiques de court et de long termes lors du test de cointégration. Troisièmement, le test de Pesaran et al. (2001) s'avère relativement performante dans le cas de petits échantillons contrairement au test de cointégration de Johansen dont la validité requiert de grands échantillons.

L'équation de base du test de cointégration s'écrit sous la forme suivante :

$$\Delta y_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^p \delta_{1i} \Delta y_{t-1} + \sum_{i=0}^q \pi_{1i} \Delta x_{t-i} + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 x_{t-1} + \mu_t \quad (2)$$

Où Δ est l'opérateur de différence première. Les retards p et q sont déterminés en minimisant le critère d'Akaike (AIC). Pesaran et al. (2001) ont simulé deux ensembles de valeurs critiques pour la statistique de test, avec plusieurs cas et différents seuils. Le premier ensemble correspond au cas où toutes les variables explicatives sont I(0) et représente la borne inférieure. Le second ensemble correspond au cas où toutes les variables explicatives

sont I(1) et représente la borne supérieure. Si la F-stat. excède la borne supérieure alors il y a cointégration. Si elle est inférieure à la borne inférieure alors on rejette l'existence d'une relation de cointégration. Si la F-stat. est comprise entre les deux bornes, on ne peut pas conclure à moins de connaître l'ordre d'intégration exact des variables.

Les résultats des tests de Pesaran et al. (2001) sont reportés dans le tableau 2. Les résultats indiquent que l'hypothèse de non-cointégration peut être rejetée au seuil d'au moins 10% pour l'ensemble des variables. Ainsi, on peut conclure qu'il existe bel et bien une relation de long terme entre le PIB réel, le stock de capital, les émissions de dioxyde de carbone, la restriction des émissions de dioxyde de carbone par rapport aux pays voisins, le travail et les exportations rapportées au PIB. Sur la période 1960-2011, ces sept variables ont évolué suivant une tendance commune.

Tableau n° 2 : Tests de cointégration de Pesaran et al. (2001)

Variables d'intérêt (exogènes)	F	Valeurs critiques exactes de la statistique F						Cointégration
		1%		5%		10%		
		I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	
<i>ln (CO2)</i>	11.287***	3.74	5.06	2.86	4.01	2.45	3.52	Oui
<i>DIFCO2TgBen</i>	4.266**	3.41	4.68	2.62	3.79	2.26	3.35	Oui
<i>DIFCO2TgGha</i>	3.973**	3.15	4.43	2.45	3.61	2.12	3.23	Oui

Notes: F sont les F-statistiques du test de Pesaran et al. (2001). Les valeurs critiques exactes de la statistique F ont été calculées par simulations stochastiques pour respectivement T = 48 ; 47 et 48. *, **, *** indiquent le rejet de l'hypothèse nulle au seuil de signification de 10, 5 et 1% . T nombre d'observations incluses dans le modèle ARDL avec pour respectivement p = 2 et q = 4, p = 6 et q = 5, p = 2 et q = 4 correspondant aux différentes variables *ln (CO2)*, *DIFCO2TgBen*, *DIFCO2TgGha*.

Source : calculs de l'auteur

2.3.1.2 Présentation des résultats de l'estimation des coefficients de long terme

Pour estimer les coefficients de la relation de long terme, la méthode utilisée est celle de Pesaran et al. (2001) basée sur l'estimation des modèles vectoriels autorégressifs à retards échelonnés (ARDL). Les résultats de l'estimation sont présentés dans le tableau 3.

Tableau n° 3 : Résultats des estimations

Variable dépendante : PIB réel			
Variables explicatives	CO2	DIFCO2TgBen	DIFCO2TgGha
	V : 31250, p = 2, q = 4	V : 46656, p = 6, q = 5	V : 31250, p = 2, q = 4
Stock de capital par tête	0.078 (2.965)***	-0.031 (-0.592)	0.203 (6.911)***
Travail	0.659 (7.530)***	0.994 (21.389)***	0.769 (28.557)***
Part des exportations dans le PIB	0.119 (2.643)**	0.49 (4.482)***	-0.072 (-0.956)
Emissions de dioxyde de carbone	0.104 (2.094)**		
Restriction de CO2 par rapport au Bénin		0.235 (4.946)***	
Restriction de CO2 par rapport au Ghana			-0.192 (-2.214)**
Dum1978	0.418 (2.405)**		
Dum1979			0.531 (4.252)***
Dum1997	0.504 (5.898)***		0.39 (5.007)***
Dum2004		0.504 (5.898)***	
Constante	0.075 (0.501)	0.035 (0.873)	-0.364 (-1.379)
R ²	0.999	0.998	0.997
R ² ajusté	0.997	0.993	0.995
Statistique de Fisher (F)	751.665 (0.000)	200.340 (0.000)	526.131 (0.000)
Nombre d'observation (N)	48	46	48
Jarque-Bera	4.158 (0.125)	5.238 (0.072)	0.323 (0.850)
LM-stat	1.051 (0.591)	4.690 (0.095)	5.061 (0.079)
ARCH(1)	0.035 (0.850)	0.008 (0.927)	1.087 (0.297)
Hétéroscédasticité (Breusch-Pagan-Godfrey)	26.793 (0.475)	29.894 (0.669)	26.109 (0.202)

Note : Les nombres entre parenthèses sont les *t-ratios*. Pour les statistiques de tests de diagnostic, les nombres entre parenthèses sont les *p-values*. *** et ** = significativité à 1 et 5%. V : nombre de réplifications, p : nombre de retards de la variable dépendante, q : nombre de retards des variables exogènes.

Source : calculs de l'auteur

Les tests de diagnostics indiquent que les spécifications adoptées sont globalement satisfaisantes. Les tests de Jarque-Bera ne permettent pas de rejeter l'hypothèse de normalité des erreurs et les tests effectués pour détecter la présence de résidus ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) et de Breusch-Pagan-Godfrey dans l'équation estimée ne mettent en évidence aucun problème d'hétéroscédasticité au seuil de 5%. Les tests LM-test

effectués pour détecter la présence de résidus corrélés ne mettent en évidence aucun problème d'autocorrélation des erreurs au seuil de 5%. Les variables « dummy » ont été introduites pour améliorer la spécification du modèle.

Interprétations des résultats

***Equation avec les émissions de CO2**

Les estimations indiquent que le stock de capital, le travail et la part des exportations dans le PIB ont un impact positif et significatif à long terme sur la croissance économique.

Une augmentation du stock de capital, de la population et de la part des exportations dans le PIB de 1%, par exemple, peut entraîner une augmentation du taux de croissance économique respectivement de 0.07%, 0.65% et de 0.11% aux seuils respectifs de 1et 5%.

Une augmentation supplémentaire des émissions de dioxyde de carbone de 1% se traduira par une augmentation de 0.1% du PIB réel au seuil de 5%.

***Equation avec restriction de CO2 par rapport au Bénin**

Les estimations indiquent que le stock de capital et le travail ont un impact positif et significatif à long terme sur la croissance économique.

Une augmentation de la population et de la part des exportations dans le PIB de 1%, peut entraîner une augmentation du taux de croissance économique respectivement de 0.99 et 0.49% au seuil 1%.

Une restriction des émissions de dioxyde de carbone du Togo par rapport au Bénin de 1% se traduira par une baisse de 0.23% du PIB réel au seuil de 1%. Ces résultats indiquent que la croissance économique du Togo est moins économe en énergie fossile par rapport à celle du Bénin.

***Equation avec restriction de CO2 par rapport au Ghana**

Les estimations indiquent que le stock de capital et le travail ont un impact positif et significatif à long terme sur la croissance économique.

Une augmentation du stock de capital et de la population de 1%, peut entraîner une augmentation du taux de croissance économique respectivement de 0.20% et 0.76% aux seuils respectifs de 1%.

Une restriction des émissions de dioxyde de carbone du Togo par rapport au Ghana de 1% se traduira par une hausse de 0.82% du PIB réel au seuil de 5%. Ces résultats indiquent que la

croissance économique du Togo est plus économe en énergie fossile par rapport à celle du Ghana.

2.3.1.3 Analyse de la causalité

L'existence d'une relation de cointégration implique de réaliser les tests de causalité, selon l'approche non séquentielle suggérée par Toda et Yamamoto (1995) plutôt que l'approche séquentielle de Granger. En effet, plusieurs incertitudes liées à l'approche séquentielle de Granger ont été relevées compte tenu de la non précision des tests de stationnarité et le nombre de retards du modèle VAR utilisé pour réaliser le test de causalité de Granger.

Les résultats du test de Toda et Yamamoto reportés dans le tableau 4 et mettent en évidence une causalité bidirectionnelle à court et à long terme entre les émissions de dioxyde de carbone et la croissance économique au seuil de 5%.

Tableau n° 4 : Résultats des tests de causalité de Toda et Yamamoto

Variables dépendantes	Variables causales				
	$\ln(Y)$	$\ln(K)$	$\ln(L)$	$\ln(Exp/Y)$	$\ln(CO2)$
$\ln(Y)$	-	3.248 (0.071)*	2.972 (0.084)*	4.928 (0.026)**	6.325 (0.011)**
$\ln(K)$	0.011 (0.916)	-	0.012 (0.911)	7.578 (0.005)***	0.494 (0.482)
$\ln(L)$	0.395 (0.529)	0.473 (0.491)	-	2.830 (0.092)*	0.341 (0.558)
$\ln(Exp/Y)$	0.072 (0.788)	3.798 (0.051)**	0.876 (0.349)	-	0.036 (0.848)
$\ln(CO2)$	4.024 (0.044)**	0.072 (0.788)	0.009 (0.923)	0.054 (0.814)	-

Notes : Les statistiques reportées sont les Chi-deux. Les valeurs entre parenthèses sont les *p-values*. $k(4)$ est le nombre de retards du VAR en niveau retenu et $d_{max}(1)$ est l'ordre d'intégration maximal des variables. La sélection de k est basée sur les critères d'AIC. ***, ** et * = *significativité à 1, 5 et 10%*.

Source : calculs de l'auteur

En outre, il existe une relation de causalité unidirectionnelle à court et à long termes du stock de capital, du travail vers la croissance économique au seuil de 10%, alors qu'entre la part des exportations sur le PIB et la croissance économique, il existe une causalité bidirectionnelle au seuil de 5%. Il existe également une causalité unidirectionnelle qui va de la part des exportations sur le PIB vers le stock de capital et le travail aux seuils respectifs de 1 et 5%.

Conclusion et recommandations

Les récents phénomènes climatiques observés sur la planète ont conduit à la réalisation de cette étude intitulée : « **Analyse du lien entre les émissions de CO2, leur restriction et la croissance économique du Togo** ». En effet, l'objectif principal de cette étude était de savoir, si les émissions de dioxyde de carbone constituaient un facteur favorisant la croissance étant

donné que presque la quasi-totalité des activités de production et de consommation génère ces émissions.

Ainsi, à partir des tests de cointégration de Pesaran et al. (2001), les résultats empiriques ont mis en évidence l'existence d'une relation de long terme entre les différentes variables. A l'aide de la méthode vectorielle autorégressive à retards échelonnés (ARDL), l'analyse économétrique spéculative montre que les émissions de dioxyde de carbone, la restriction des émissions de dioxyde de carbone par rapport au Bénin ont un impact respectivement positif et négatif sur la croissance économique, alors que la restriction des émissions de dioxyde de carbone par rapport au Ghana a un impact positif sur la croissance économique au Togo.

Les autres variables à savoir : le stock de capital, le travail, ont également un impact positif et significatif à long terme sur la croissance économique. Cependant, la part des exportations dans le PIB a un impact positif et significatif dans le cas de l'équation comportant les émissions de dioxyde de carbone uniquement.

Ces résultats indiquent que le Togo entreprend plus d'efforts que le Ghana pour réduire l'intensité carbone alors que le Bénin en fait mieux que le Togo. En d'autres termes, la restriction des émissions de CO₂ par le Togo fait perdre la compétitivité des entreprises togolaises par rapport aux entreprises béninoises.

Il n'existe cependant pas de preuves suffisantes pour affirmer que le Togo risque de devenir un pays spécialisé dans les industries polluantes. Toutefois compte tenu des résultats obtenus certaines recommandations s'imposent :

- mettre en œuvre des actions concertées avec les pays voisins ou avec les autres pays partenaires de la sous-région avant d'adopter une politique réglementaire environnementale;
- subventionner et/ou encourager les agents économiques qui adoptent des innovations technologiques économes en matière de consommation d'énergie et d'émission de CO₂;
- encourager et développer l'agriculture biologique et des programmes de reboisement afin d'accroître la capacité des arbres ou forêts à traiter les excédents des émissions de CO₂;
- taxer les gros pollueurs afin de les amener à adopter des mesures de réduction des émissions de CO₂.

Références bibliographiques

- Aghion P., Howitt P. et Mayer-Foulkes D. (2004), « The Effect of Financial Development on Convergence: Theory and Evidence », *NBER Working Paper* n° 10358.
- Akbostanci E., Türüt-Aik S. et Tunç G.O. (2006), « The relationship between income and environment in Turkey: is there an environmental Kuznets curve? ». *International Conference in Economics-Turkish*. Economic Association Sept. 11-13.
- Alam S., Fatima A., et Butt M. S. (2007), « Sustainable development in Pakistan in the context of energy consumption demand and environmental degradation ». *Journal of Asian Economics*, 18(5): pp. 825-837.
- Antweiler W., Copeland B.R. et M.S. Taylor. (2001), « Is Free Trade Good for the Environment? », *American Economic Review*, pp. 877-908.
- Chow G.C. et Li J. (2014), « Environmental Kuznets Curve: Conclusive Econometric Evidence for CO₂ ». *Pacific Economic Review*, 19(1), pp. 1-7.
- Cole M.A. et Neumayer E. (2004), « Examining the impact of demographic factors on air pollution ». *Population and Environment*, 26(1), pp. 5-21.
- Dean J. (2002), « Does trade liberalization harm the environment? A new test ». *Canadian Journal of Economics*; 35(4), pp. 819-842.
- Dickey D. et Fuller W. (1981), « Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root ». *Econometrica*. Vol 49, pp. 1057-1072.
- Ehrlich P. et Holdren J. (1971), « Impact of population growth », *Science*, 171(3977), pp. 1212-1217.
- Esther F., Marine G., Clélia M., Florian M. A. M. et Pierre M. (2013), « Economie verte : de la théorie économique aux conclusions politiques », *Terra Nova la fondation progressiste*, p. 35.
- Frankel J. et Rose A. (2005), « Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Causality ». *The review of Economics and Statistics*, Vol. 87.
- Friedl B. et Getzner M. (2003), « Determinants of CO₂ emissions in a small open economy ». *Ecological Economics*, 45(1), pp. 133-148.
- Georges-Roegen N. (1979), *La découverte. Entropie-écologie-économie*, Sang de la terre, Paris.
- Granger C.W.J. (1969), « Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods », *Econometrica* 3, pp. 424-438.
- Grether J.-M. et De Melo J. (2003), « Globalization and Dirty Industries: Do Pollution Havens Matter? ». NBER WP, n° 9776.
- He J. et Richard P. (2010), « Environmental Kuznets curve for CO₂ in Canada », *Ecological Economics*, 69(5), pp. 1083-1093.
- James B. A. (2008), « Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia ». *Journal of policy Modelling* 30, pp. 271-278.
- Jaunky V. C. (2011), « The CO₂ emissions-income nexus: Evidence from rich countries », *Energy Policy*, pp. 1228-1240.
- Jensen R., Lugauer S. et Sadler, C. (2014), « An estimate of the age distribution's effect on carbon dioxide emissions ». *Economic Inquiry*, 52(2), pp. 914-929.
- Kaya Y. (1990), *Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios*, Paper presented to the IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, Paris.
- Kuznets S. (1955), « Economic growth and income inequality ». *The American economic review*, pp. 1-28.

- Kwiatkowski D., Phillips P. et Shin Y. (1992), « Testing the null hypothesis of stationnarity against the alternative Coase R. (1960), « The Problems of Social Cost », *Journal of Law and Economics*, pp. 1-44.
- Lise W. (2006), « Decomposition of CO2 emissions over 1980-2003 in Turkey ». *Energy Policy* 34, pp. 1841-1852.
- Martínez-Zarzoso I. et Bengochea-Morancho A. (2004), « Pooled mean group estimation of an environmental Kuznets curve for CO2 ». *Economics Letters*, 82(1), pp. 121-126.
- Menz T. et Welsch H. (2012), « Population aging and carbon emissions in OECD countries: Accounting for life-cycle and cohort effects ». *Energy Economics*, 34(3), pp. 842-849.
- Newell R. G., Jaffe A. B. et Stavins R. N. (1999), « The Induced Innovation Hypothesis and Energy-Saving Technological Change ». *The Quarterly Journal of Economics*, 114, pp. 941- 975.
- Pareto V. D. F. (1906), *Manuel d'Economie Politique*, Les éditions Busino, t.7, Genève-Droz, 1966.
- Pesaran M.H. et Shin, Y. (1999), « An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis.», *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Strom, S. (ed.) Cambridge University Press.
- Pesaran M.H., Shin, Y. et Smith, R. (2001), « Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. », *Journal of Applied Econometrics*, 16, pp. 289-326.
- Phillips P. et Perron P. (1988), « Testing for a unit root in time series regression ». *Biometrika*, Vol 75, pp. 335-346.
- Pigou A. C. (1920), *The Economics of Welfare*, London, McMillan, 4th edition, 1932.
- Porter M. (1991), « America's Green Strategy». *Scientific American*, vol. 264, n°4, pp. 168-176.
- Porter M. et Van Der Linde C. (1995), « Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, n°4, pp. 97-118.
- Poumanyong P. et Kaneko S. (2010), « Does urbanization lead to less energy use and lower CO2 emissions? A cross-country analysis ». *Ecological Economics*, 70(2), pp. 434 - 444.
- République du Togo (2001), Première Communication Nationale sur les changements climatiques.
- Romer P. (1986), « Increasing Returns and Long-Run Growth », *The Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 5, pp. 1002-1037.
- Sharma S. S. (2011), « Determinants of carbon dioxide emissions: Empirical evidence from 69 countries ». *Applied Energy*, 88(1), pp. 376-382.
- Soytas U. et Sari R. (2007), « Energy consumption, economic growth and Carbone emissions; challenges faced by an EU candidate member ». *Ecological Economics*.
- Soytas U., Sari R. et Ewing B.T. (2007), « Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States ». *Ecological Economics* 62, pp. 482-489.
- Toda H. Y. et Yamamoto T. (1995), « Statistical Inference in Vector Autoregressions with possibly Integrated Processes », *Journal of Econometrics*, Vol. 66, N°1-2, pp. 225-250.
- Trotignon J. (2011), « Restriction des émissions de CO2 et pays émergents : un "effet Porter" appliqué aux exportations ? ». *Mondes en développement* 2011/2 (n°154), p. 45-64.
- Wei, Y. M., Fan, Y., Liu, L. C. et Wu G. (2006), « Analyzing impact factors of CO2 emissions using the STIRPAT model ». *Environmental Impact Assessment Review*, 26 (4), pp. 377-395.
- York R. (2007), « Demographic trends and energy consumption in European Union Nations, 1960-2025 ». *Social Science Research*, 36(3), pp. 855-872.
- Zhu Q. et Peng X. (2012), « The impacts of population change on carbon emissions in China during 1978—2008 ». *Environmental Impact Assessment Review*, 36, pp. 1-8.