



HAL
open science

Consommation d'énergie électrique et croissance économique au Togo

Palakiyèm Kpemoua

► **To cite this version:**

Palakiyèm Kpemoua. Consommation d'énergie électrique et croissance économique au Togo. Munich Personal Repec Archiv, 2016. hal-01333659

HAL Id: hal-01333659

<https://hal.science/hal-01333659>

Submitted on 18 Jun 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Electric energy consumption and economic growth in Togo

Palakiyem Kpemoua

Ministère des Enseignements Primaire, Secondaire et de la Formation Professionnelle (Inspection de l'Enseignement Secondaire Général de Niamtougou, IESG-Niamtougou)

January 2016

Consommation d'énergie électrique et croissance économique au Togo

Palakiyem Kpemoua

Ministère des Enseignements Primaire,
Secondaire et de la Formation Professionnelle (Togo)

(Chef section Planification et statistiques à l'Inspection de l'Enseignement
Secondaire Général de Niamtougou, IESG-Niamtougou)

E-mail : kpemouap@yahoo.fr/ kpemouap@gmail.com

Tél : (228) 90 08 83 37

Janvier 2016

Résumé

La présente étude a pour objectif général d'analyser l'effet de la consommation de l'énergie électrique sur la croissance économique du Togo et de vérifier le sens de la causalité entre cette consommation et la croissance économique.

A partir d'une approche méthodologique simple, l'étude utilise des techniques de cointégration et de causalité pour répondre à l'objectif de l'étude et tester l'hypothèse de recherche selon laquelle, consommation de l'énergie électrique cause au sens de Granger la croissance économique.

Les résultats montrent qu'il existe une corrélation, positive entre la croissance économique, le stock de capital et la consommation d'énergie électrique avec un effet négatif en 1983 du à la crise énergétique. Ces résultats montrent également qu'il n'existe pas de causalité entre la croissance économique et la consommation d'énergie électrique, en d'autres termes, cette consommation d'énergie ne représente qu'une infime composante de cette croissance économique.

Mots clés : Consommation d'énergie électrique, Croissance économique, causalité au sens de Granger

Classification JEL : C33, O13, O40

Abstract

The general purpose of this study is to analyze the effect of the consumption of electric energy on Togo's economic growth and check the direction of the causality between this consumption and economic growth.

From a simple methodological approach, the study uses cointegration and causality techniques to meet its objectives and tests the research hypothesis that consumption of electric energy causes, as Granger puts, the economic growth.

The results show that there is a positive correlation between economic growth, capital stock and consumption of electric energy with a negative effect energy crisis in 1983.

These results also show that there is no causality between economic growth and consumption of electric energy, in other words, the consumption of electric energy dwells a small component of economic growth.

Keywords: Electric energy consumption, economic growth, Granger causality

Classification JEL : C33, O13, O40

Introduction

La révolution industrielle (fin du XVIII^{ème} siècle), caractérisée par une forte accélération de la croissance économique, des capacités de consommation, des épargnes des ménages, de l'investissement, a profondément bouleversé les pays d'Europe Occidentale. Grâce au développement industriel de l'énergie électrique, on a assisté à un essor économique et démographique : développement des villes, augmentation de la production des biens manufacturiers et des services, augmentation des inégalités sociales. L'énergie électrique est apparue comme un facteur de développement tout comme les autres infrastructures économiques.

Selon Hounkpatin (2013) la disponibilité en quantité et en qualité suffisante de l'énergie électrique dans un pays, apporte du confort, du bien-être dans les ménages, favorise le développement de l'artisanat, des industries et des petites et moyennes entreprises ainsi que le secteur des services de l'administration, des technologies de l'information et de la communication, en même temps que se développe l'agriculture, permettant d'assurer la croissance économique du pays en concordance avec sa croissance démographique.

Si, pour les pays développés le problème de l'énergie n'est plus un souci majeur, la situation n'est pas identique pour les pays en développement notamment ceux d'Afrique subsaharienne, caractérisés par des endettements massifs, une faiblesse de la croissance économique, un accroissement démographique important et une faiblesse des investissements depuis les années 80.

En effet, dans ces pays, l'accès à l'énergie électrique, constitue une contrainte pour les entreprises et la population de plus en plus croissante. Or, cette croissance de la population, associée à la modernisation des équipements peut entraîner une hausse de la demande en électricité face à une offre constante, insuffisante, qui se raréfie et engendre souvent des crises énergétiques.

Foster et Briceño-Garmendia, (2010) estiment que les entreprises en Afrique perdent 6% de leurs ventes à cause des fréquentes coupures d'électricité. Quelques entreprises informelles, incapables de s'offrir des installations de production de substitution, indiquent des pertes allant jusqu'à 16%.

Selon un rapport de la Banque Africaine de Développement (BAD), près de 39% de l'énergie totale consommée en Afrique subsaharienne est importée, contre une moyenne mondiale de 19% (BAD, 2006). L'Afrique subsaharienne a également le taux d'électrification le plus faible dans le monde avec seulement 26% (IEA, 2006 ; Wolde-Rufael, 2009).

Un autre facteur, non des moindres au développement de l'électrification en Afrique subsaharienne, est son prix qui demeure trop élevé. Ainsi, toute chose égale par ailleurs, toute augmentation excessive des tarifs, des redevances ou taxes imposées aux entreprises et à la population va pénaliser cette population (baisse de la consommation) et la compétitivité de ces entreprises (augmentation des coûts de production).

A l'instar des pays d'Afrique subsaharienne, le Togo est également confronté momentanément à des crises énergétiques qui se manifestent par des délestages de durée de plus en plus longue. Ces crises peuvent avoir des impacts néfastes sur l'économie nationale à court et moyen terme. Elles peuvent compromettre la croissance économique, l'amélioration des conditions de vie et la qualité de travail des populations, et la réalisation des objectifs d'émergence du pays, retracés dans le document stratégique « Togo vision 2030 ». L'énergie électrique peut donc être une contrainte majeure du développement économique du pays, à cause, d'une part, des limites liées à sa fourniture et d'autre part à sa forte demande dans un contexte d'urbanisation croissante.

La question qui se pose est de savoir s'il existe une relation entre la croissance de l'activité économique (représentée par le produit intérieur brut) et la consommation d'énergie électrique au Togo? En d'autre terme, est-ce que le rapport qui existe à un moment donné dans un pays déterminé entre la consommation d'énergie électrique totale de l'année et le produit intérieur brut permet-il de se faire une idée du rôle de l'énergie électrique dans l'activité économique ?

Plusieurs études ont été réalisées dans le but de saisir le lien entre la croissance économique et la consommation d'énergie électrique pour le cas des pays développés mais très peu dans le cas des pays d'Afrique subsaharienne.

Le but de cet article est donc d'appliquer les récents progrès de la recherche économétrique dans l'étude des séries temporelles non stationnaires, qui ont permis de développer une nouvelle méthodologie autour des concepts clefs de cointégration, et de causalité dans le cas du Togo.

Cette étude, emprunte la démarche suivante. Dans une première section, une revue des principaux travaux relatifs à la question du lien entre la croissance économique et la consommation d'énergie est faite. Dans une seconde section, les principales caractéristiques et l'évolution du secteur de l'énergie électrique ainsi que les performances économiques du Togo seront exposées. Dans la troisième section, un modèle explicatif de l'effet de la consommation de l'énergie électrique sur la croissance économique du Togo est présenté, ainsi que l'analyse des résultats obtenus et des recommandations de politiques formulées.

1. Revue de littérature

1.1 Revue théorique

La question énergétique a de tout temps préoccupé les penseurs économiques. En effet, les gains de productivité engendrés par la révolution industrielle, dû à l'utilisation de nouvelles sources d'énergie, ont conduit les auteurs classiques à s'intéresser au problème de la place de l'énergie dans leur analyse.

Selon Adam Smith, les déterminants du prix d'une marchandise sont liés aux facteurs de production ayant contribué à sa fabrication (le travail, le capital, la terre). Pour prendre en compte le facteur énergétique qu'il considérait comme participant à la production des biens, il intégra sa rémunération aux salaires et aux profits.

Les tentatives de J.-B. Say d'intégrer l'énergie comme facteur de production, n'ont pas été convaincantes. Ricardo, quant à lui, relativise l'idée de Smith selon laquelle, la valeur des marchandises échangeables seraient précisément en proportion, la quantité de travail employée. Cependant, ce sont les travaux de Stanley Jevons qui ont marqué la réflexion sur la question énergétique dans l'analyse classique. On pourra consulter I. Sacko (2004) pour une revue assez complète sur ces travaux.

1.2 Revue empirique

C'est à la suite des crises énergétiques des années 1973, 1979-1980, qu'on a assisté à la prolifération de nombreux travaux empiriques. Cependant, c'est Y. Mainguy, qui dans sa publication en 1967, introduit le premier ouvrage traitant de l'énergie et de l'économie.

Selon Antille (1984), l'étude de la relation entre l'énergie et l'économie, s'est faite suivant différentes approches :

- en focalisant l'étude sur des liens qui existent entre la demande d'énergie et divers agrégats macroéconomiques, (cf. Prevot, 1951 ; Berrah, 1983 ; Matly, 1983 ; Meallier et ali, 1986 ; Hourcade et Ben Chaabane, 1991) ;
- en privilégiant les liens entre l'offre d'énergie et les investissements réalisés dans les branches d'activités productrices (Destais, 1989) ;
- en se basant sur la construction de modèles macroéconomiques couplés avec des modèles du secteur énergétique ;
- en utilisant les tableaux entrées-sorties (Antille, op. cité). Cette analyse permet d'isoler les facteurs technologiques et les facteurs structurels permettant ainsi de mieux appréhender les marges de manœuvre pour la politique économique (Percebois, 1998).

Les études empiriques sur la relation entre consommation d'énergie et croissance utilisent les analyses en séries temporelles individuelles, en données de panel, l'approche bivariée (études avec seulement deux variables : consommation d'énergie et PIB réel) et enfin l'approche multivariée.

Cependant, Mehara (2007) identifie quatre générations d'approches méthodologiques.

La première génération est composée des études basées sur la méthode VAR de Sims et le test de causalité de Granger ; elles supposent que les séries sont stationnaires. La deuxième et la troisième appliquent le test de racine unitaire et de cointégration sur les séries temporelles individuelles non stationnaires avec des degrés de sophistication variés ; toutefois, la deuxième utilise l'approche bivariée alors que la troisième génération utilise l'approche multivariée de la cointégration basée sur la méthode du maximum de vraisemblance (Johansen, 1988).

La quatrième génération utilise les procédures de test de racine unitaire et de cointégration basées sur les données de panel.

La première génération d'approche a été marquée par le travail de Kraft et Kraft (1978).

Kraft et Kraft (1978) ont utilisé la technique de causalité de Sims, et ont trouvé une causalité unidirectionnelle entre le PIB et la consommation d'énergie aux USA sur la période 1947-1974. Cette étude a été remise en cause par Akarca et Long (1980). Ces derniers ont fait remarquer que la période choisie était instable, puisqu'elle comprenait le premier choc pétrolier. En réduisant la période d'étude de deux périodes, ils ont donc repris l'analyse avec la même technique, de 1950 à 1968. Le test a révélé l'absence de causalité entre le PIB et la consommation d'énergie.

Ferguson *et al.* (2000) analysent la corrélation entre la quantité d'électricité utilisée et le développement économique de 100 pays et trouvent qu'il existe une forte corrélation entre la consommation d'électricité et la croissance économique.

Mais, étant donné que l'analyse de la corrélation n'implique pas nécessairement une relation de causalité, d'autres études ont mis l'accent sur l'étude du sens de la causalité entre la consommation d'électricité et la croissance (Ghosh, 2002; Moritomo et Hope, 2004 ; Jumbe, 2004 ; Wolde-Rufael, 2004).

Le premier texte de la deuxième génération semble être celui de Nachane *et al.* (1988). Utilisant l'approche d'Engle et Granger de la cointégration, ils ont trouvé une relation de long terme entre la consommation d'énergie et la croissance économique pour onze pays en développement et cinq pays développés. La méthodologie d'Engle et Granger a par la suite été appliquée par de nombreux auteurs pour différents pays avec des résultats parfois ambigus. L'étude de H. Yang (2000) sur la province chinoise de Taiwan, trouva une causalité bidirectionnelle entre croissance et consommation d'énergie sur la période 1954-1997. L'analyse d'A. Aqueel et M. Butt (2001) en ce qui concerne le Pakistan, en intégrant l'emploi comme variable additionnelle, en appliquant une version du test de Granger proposée par Hsiao, affirme que la croissance économique cause la consommation totale d'énergie.

Pour ce qui concerne la troisième génération, les études ont utilisé l'approche multivariée qui dérive des travaux de Stern (1993). Ce dernier utilise un vecteur autorégressif (VAR) à quatre variables pour son étude sur la période post guerre aux États Unis. Cette approche a été adoptée par Masih et Masih (1997, 1998) plus tard.

Masih et Masih (1996) ont utilisé la méthodologie de Johansen dans la recherche des relations entre énergie et croissance. Ainsi, dans une série d'articles concernant six pays asiatiques (l'Inde, le Pakistan, l'Indonésie, la Malaisie, le Singapour et les Philippines), leurs études ont abouti aux conclusions suivantes :

- qu'il existe une relation de long terme entre les deux variables dans le cas de l'Inde, le Pakistan et l'Indonésie ;
- que la consommation d'énergie « cause » le PIB en Inde ;
- que le PIB « cause » la consommation d'énergie en Indonésie ;
- qu'il existe une causalité bidirectionnelle entre la consommation d'énergie et le PIB au Pakistan ;

- que pour les trois pays restants (Malaisie, Singapour et Philippines), l'utilisation d'un VAR ordinaire a révélé l'inexistence de relation causale entre le PIB et la consommation d'énergie. Masih et Masih (1997) analysent également, l'effet des chocs en énergie sur la variance du revenu en Corée et à Taiwan.

En utilisant la technique de décomposition de la variance pour le Sri-Lanka et la Thaïlande, Masih et Masih (1998) étudièrent de même l'effet des innovations en énergie sur les prévisions de la variance du revenu.

Pour analyser la relation entre le PIB et l'énergie, Asafu-Adjaye (2000), Stern (2000), ont inclus dans la fonction de production, le PIB, l'énergie, le travail, le capital et la technologie. De même, Fatai *et al.* (2004) et Oh et Lee (2004) ont utilisé la fonction de demande d'énergie, avec trois variables, l'énergie, le PIB et le prix de l'énergie, mesuré par l'indice des prix à la consommation.

U. Stoytas *et al.* (2001) ont à leur tour utilisé une technique généralisée de décomposition de la variance des erreurs de Pesaran et Shin (1998) pour déterminer le contenu en information de la variance de la croissance dans la consommation d'énergie en Turquie, sur la période 1960-1995. Le résultat indique une causalité unidirectionnelle de la consommation d'énergie vers le PIB : la consommation d'énergie affecte positivement le PIB et cela suggère qu'il est possible, qu'à long terme, le programme d'économie de l'énergie puisse influencer la croissance économique.

La quatrième génération voit apparaître des études portant sur les données de panel, dont est souvent ignorée la relation de cointégration entre les variables (Olatubi et Zhang, 2003).

Al- Iriani (2006) avait appliqué la technique de causalité de panel pour déterminer la relation entre la consommation d'énergie et la croissance économique. Okey (2009) utilise une analyse en données de panel pour étudier le sens de la causalité entre la croissance économique et la consommation d'énergie, pour un panel de quatre pays de l'UEMOA ; le Bénin, la Côte d'Ivoire, le Sénégal et le Togo, sur la période 1970-2005. Les résultats de ses analyses révèlent qu'il y a une causalité bidirectionnelle entre consommation de pétrole et croissance du PIB pour le panel tout entier, une absence de causalité entre consommation d'électricité et croissance économique.

Enfin, trois études concernant l'Afrique subsaharienne peuvent retenir l'attention. La première est celle qui concerne le Malawi réalisée par C. Jumbe (2004). Son analyse a abouti à la conclusion selon laquelle, qu'il y a une causalité bidirectionnelle entre les consommations

d'électricité et le PIB d'une part, et qu'il existe une causalité unidirectionnelle du PIB non agricole vers les consommations d'électricité d'autre part.

La deuxième étude celle de Samuel A. et Christophe M. (2005). Ces auteurs étudient la causalité entre la croissance économique et la consommation d'énergie au Congo, le test de causalité de Granger a révélé l'existence d'une causalité unidirectionnelle du PIB vers la consommation d'énergie. Et enfin, la troisième plus récente celle de Patrice O. (2009) analyse la causalité entre la consommation d'énergie électrique et le PIB au Cameroun. Les résultats montrent qu'au niveau global et dans le secteur primaire, il n'existe pas de causalité entre le PIB (valeur ajoutée) et la consommation d'énergie. Dans le secteur secondaire, la causalité va de la performance vers la consommation d'énergie. Dans le secteur tertiaire, c'est plutôt la consommation d'énergie qui cause la croissance de la production dans les services.

Aspergis et Payne (2009) distinguent quatre relations hypothétiques entre la consommation d'énergie et la croissance économique : il s'agit de l'hypothèse de la croissance, l'hypothèse de conservation, l'hypothèse de neutralité et l'hypothèse de rétroaction ou feedback :

- l'hypothèse de croissance suppose qu'une augmentation, respectivement une (diminution) de la consommation d'énergie entraîne une augmentation, (diminution) du PIB réel. Dans ce cas, l'énergie cause la croissance du PIB et l'économie est considérablement dépendante de l'énergie.

Pour Squalli (2007), l'impact négatif de la consommation d'énergie sur le PIB réel peut être attribué à une consommation excessive d'énergie dans les secteurs improductifs de l'économie, à une contrainte de capacité ou à une offre inefficace d'énergie.

- L'hypothèse de conservation : les politiques de conservation d'énergie se traduisant par une réduction de la consommation d'énergie n'ont pas d'effets négatifs sur le PIB réel.

Cette hypothèse est vérifiée si une augmentation du PIB entraîne une augmentation de la consommation d'énergie.

- L'hypothèse de neutralité considère que la consommation d'énergie n'est qu'une petite partie des composantes de la production et que son effet sur le PIB réel est faible ou nul. Cette hypothèse se vérifie en cas d'absence d'une relation causale entre consommation d'énergie et PIB réel.

- L'hypothèse de rétroaction (feed-back) suggère qu'il existe une relation causale bidirectionnelle entre consommation d'énergie et PIB réel de telle sorte qu'une mise en œuvre d'une politique de consommation efficace n'a aucun effet négatif sur le PIB réel.

2. Évolution des performances économiques, principales caractéristiques et évolution du secteur de l'énergie électrique au Togo

Cette section présentera l'évolution des performances économiques, ensuite les principales caractéristiques de l'évolution de l'infrastructure et la consommation d'énergie électrique.

2.1 Évolution des performances économiques

L'économie togolaise a connu trois principales phases depuis son indépendance : la première phase couvre la période de 1960 à 1975; une période de crises économique et sociale de 1976 à 1993, et une période de reprise économique depuis 1994.

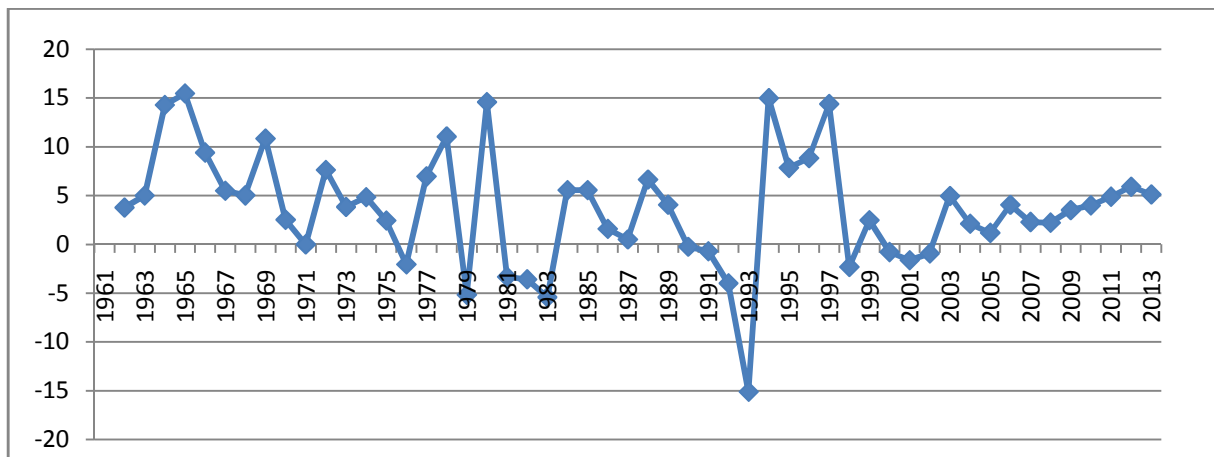
Au cours de la première phase, le pays a enregistré un taux moyen de croissance de 6.46%, caractérisé par la prédominance du secteur primaire et l'exploitation des phosphates, qui ont connu une augmentation de leur cours en 1973 malgré le premier choc pétrolier, ce qui constitue une remarquable performance. L'Etat a joué un rôle prépondérant dans l'activité économique en développant une stratégie centrale basée sur des plans quinquennaux de développement (plan de 1966-1970, plan de 1971-1975), qui ont favorisé la mise en place des structures efficaces de développement et de substitutions aux importations.

Dans la seconde phase, l'économie togolaise va connaître une évolution irrégulière avec un niveau faible de l'activité, caractérisée par un taux de croissance moyen de 0.94% et la mise en œuvre des troisième et quatrième plans quinquennaux (plan de 1976-1980, plan de 1981-1985) dont les causes sont à la fois internes et externes (deuxième choc pétrolier 1979, chute des cours des matières premières, mise en place des Programmes d'Ajustement Structurel (PAS), crise sociopolitique de 1990 à 1993, la grève générale de neuf mois de 1993). En effet, le deuxième choc pétrolier (1979) a engendré des tensions inflationnistes dans l'économie, le désinvestissement, l'augmentation du service de la dette et une légère baisse du pouvoir d'achat (Togo, annuaire statistique, 1987). Les années de récession ont été particulièrement les années 1979, 1981, 1982 et 1983 avec des taux de croissance respectifs : -5.16% ; -3.31%, -3.58% ; -5.41%. Le pays a dû mettre en œuvre des politiques de stabilisations financières (1981) sous l'égide du Fonds Monétaire International (FMI), de la Banque Mondiale et d'autres bailleurs de fonds multilatéraux et bilatéraux. La crise sociopolitique a mis à mal les

efforts de développement des périodes précédentes par les destructions des infrastructures socio-économiques associées à une paralysie des activités économiques (arrêt des activités au port autonome de Lomé) avec un taux de croissance de -15.09% en 1993.

La troisième phase se situe après les ajustements monétaires (dévaluation du franc CFA) opérés en 1994 avec la sortie de la période de crise. Cette période est marquée par la reprise de l'activité économique avec un taux de croissance moyen de 4.15%. Les taux de croissance sont passés respectivement de 14.9%, 7.84%, 8.83%, 14.37% en 1994, 1995, 1996 et 1997, Mais, en 1998, le taux de croissance du PIB du pays a chuté de -2,3% en raison, entre autres, des tensions sociopolitiques postélectorales qui ont paralysé l'activité économique, des effets de la crise de l'énergie électrique de 1998 sur la production manufacturière, le commerce, et la mauvaise pluviométrie dans la région Maritime sur la production agricole, ainsi que des contre-performances de la production de phosphate liées au vieillissement de l'outil de production et à l'augmentation de la couche de mort-terrain à dégager avant d'accéder au minerai. (BAD, 2000).

Graphique n° 1: Évolution du taux de croissance réel du PIB du Togo (prix de 2005 en us dollars)



Source : l'auteur à partir des données de la Banque Mondiale, *World Development Indicator*

2.2 Principales caractéristiques et évolution de la consommation énergétique

Depuis son indépendance en 1960, le Togo fait face au défi des besoins immenses et croissants : d'un côté, il lui faut fournir de l'énergie électrique aux industries naissantes et de l'autre, il doit satisfaire la demande des diverses agglomérations du pays en pleine expansion.

2.2.1 Caractéristiques de la production et sources de production d'énergie électrique

La Compagnie d'Énergie Électrique du Togo (CEET) a été créée le 20 mars 1963 pour produire et distribuer de l'énergie électrique. Transformée en société d'État le 02 octobre 1991, elle a été concédée en 2000, par une convention signée avec Togo Electricité, filiale de la Société ELYO pour reprendre les activités de distribution de l'énergie électrique. Cette expérience n'ayant pas été concluante, en 2006, la concession de Togo Electricité a pris fin et, les activités de distribution de l'énergie électrique transférées de nouveau à la CEET. Paradoxalement, c'est la Communauté Électrique du Bénin (CEB), organisme interétatique créé en 1968 entre le Togo et le Bénin, qui approvisionne la CEET au Togo ainsi que les industries directement, à partir essentiellement d'importations du Ghana, du Nigéria, de la Côte d'Ivoire, la centrale hydroélectrique de Nangbéto (sur le fleuve Mono) et le solde étant assuré par des centrales thermiques. Toutefois certaines grandes entreprises produisent de l'énergie électrique à partir des groupes électrogènes pour leur propre compte.

Ce sont notamment, la SNPT (Société Nouvelle des Phosphates du Togo ex IFG (International Fertilizer Group), la NIOTO (Nouvelle Industrie des Oléagineux du Togo), WACEM (West African Cement) et quelques hôtels.

Les sources énergétiques utilisées au Togo comprennent: les énergies traditionnelles ou biomasse (composée essentiellement de bois de chauffe, de charbon de bois et de déchets végétaux), l'énergie électrique et les hydrocarbures (fioul, gasoil/diesel, essence moteur, pétrole lampant, GPL, carburéacteur).

L'inventaire des ressources hydroélectriques au Togo (1984) évalue le potentiel hydroélectrique à 200MW avec 22 sites identifiés repartis sur le pays dont les trois aménagements de Nangbeto, Adjarala et Tetetou sur le Mono.

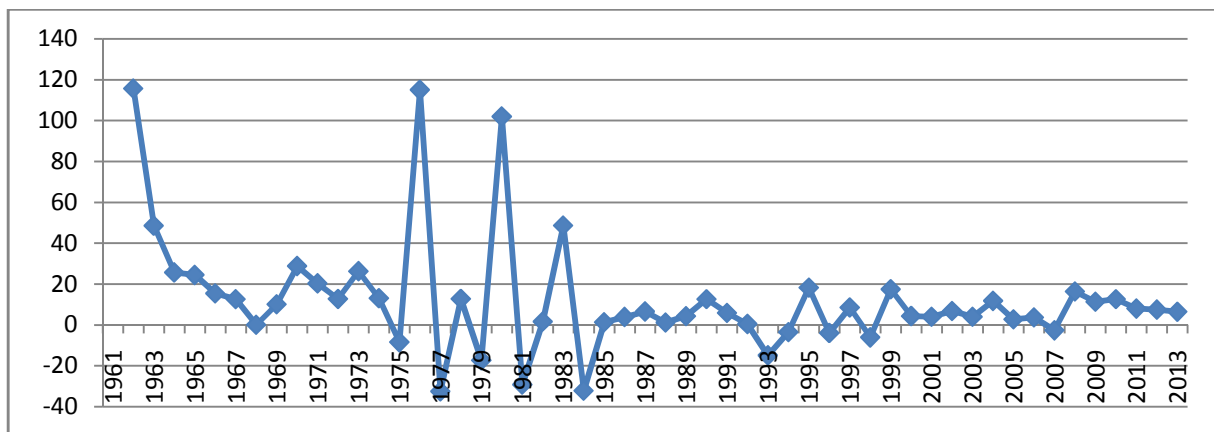
2.2.2 Consommation d'électricité (en kWh)

D'une façon générale, l'évolution de la consommation a montré que la demande de l'énergie électrique au Togo a connu des fluctuations relativement importantes et une baisse drastique à partir des années 1983. Le secteur de l'énergie électrique au Togo a enregistré, ces quarante dernières années, des crises plus ou moins importantes : 1983-1984, 1998, 2007 qui ont entraîné avec elles, une baisse de la croissance économique. Ces crises ne sont plus des événements saisonniers ni épisodiques, vu leur durée, leur fréquence et leur généralisation sur

toute l'étendue du territoire. Elles sont dues essentiellement à des pénuries chroniques d'énergie électrique liées à la vétusté des moyens de production, à la longue pause dans les investissements aggravée par la crise sociopolitique des années 1993, à la sécheresse etc. Elles se traduisent par des coupures régulières du courant électrique connues sous le nom de « délestages », lesquels délestages affectent gravement toutes les activités socio-économiques.

Le taux d'électrification des ménages au Togo est estimé à 21% au niveau national à la fin 2009 dont 42% en zone urbaine et de 4% en zone rurale. C'est donc environ 175.000 ménages et 1.435.000 togolais qui bénéficient de l'électricité (SOFRECO – IIC, 2010).

Graphique n °2 : Taux de croissance de la consommation d'électricité par habitant au Togo (en kWh)



Source : construction de l'auteur à partir des données de la BCEAO

3. Méthodologie de l'étude

3.1 Spécification du modèle théorique

Pour analyser empiriquement la relation entre la croissance économique et la consommation d'énergie au Togo, une fonction de production de type néoclassique augmentée¹ a été utilisée.

Le modèle utilisé repose sur une fonction de production dont la forme générale est :

$$Y = F(K, L, E) \quad (1)$$

¹ La consommation d'énergie n'est pas en principe un argument de la fonction de production néoclassique, mais son incorporation permet de prendre en compte les facteurs qui affectent l'output, mais qui ne sont pas captés par les facteurs K et L.

où Y désigne ici l'output global ou PIB réel, K le stock de capital ou la formation brute de capital fixe, L le travail et E la consommation d'énergie.

En divisant l'équation (1) par L et en retenant une forme fonctionnelle de type Cobb-Douglas, on obtient le PIB réel par tête (Y_L), fonction du stock capital et de la consommation d'énergie par tête (K_L, E_L respectivement) :

$$\frac{Y}{L} = F\left(\frac{K}{L}, 1, \frac{E}{L}\right) \Leftrightarrow \frac{Y}{L} = F\left(\frac{K}{L}, \frac{E}{L}\right) \quad (2)$$

$$\frac{Y}{L} = A\left(\frac{K}{L}\right)^{\beta_1} \left(\frac{E}{L}\right)^{\beta_2} \quad (3)$$

où β_1 et β_2 sont des nombres réels représentant des élasticités et A, un paramètre d'échelle.

En prenant le logarithme népérien de l'équation (3) on a :

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right) = \ln(A) + \beta_1 \ln\left(\frac{K}{L}\right) + \beta_2 \ln\left(\frac{E}{L}\right) \quad (4)$$

En posant : $y = \ln\left(\frac{Y}{L}\right)$; $\beta_0 = \ln(A)$; $k = \ln\left(\frac{K}{L}\right)$; $e = \ln\left(\frac{E}{L}\right)$; cette dernière équation devient, en prenant en compte l'horizon temporel des variables et en ajoutant un terme aléatoire:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 k_t + \beta_2 e_t + \mu_t \quad (5)$$

où μ_t désigne le terme aléatoire.

Théoriquement les signes des nombres β_1, β_2 , devraient être positifs, car une augmentation du stock de capital et de la consommation d'énergie par tête devrait avoir un effet positif sur la croissance du PIB réel par tête.

3.2 Données

Les données de l'étude couvrent la période 1979-2013. Le PIB réel est utilisé comme indicateur de croissance économique au niveau global et la formation brute du capital fixe comme proxy du stock de capital. Les données relatives au PIB et à la formation brute du capital fixe sont toutes issues du World Development Indicator du site de la Banque Mondiale et sont à prix constant de 2005 en us dollars. Pour les deux autres variables utilisées savoir la consommation d'énergie et l'effectif de la population, elles proviennent du site de la BCEAO.

3.3 Estimation et interprétations des résultats

Avant de procéder à une estimation basée sur séries temporelles, il convient de connaître les caractéristiques dynamiques des données, dont les tests de racine unitaire ou test de stationnarité et le test de cointégration.

3.3.1 Tests de racine unitaire

Lorsque l'on utilise des données temporelles, il est primordial qu'elles conservent une distribution constante dans le temps, sinon les tests habituels des moindres carrés ordinaires (MCO) ne peuvent pas s'appliquer sans certaines conditions préalables. Ce concept de stationnarité doit être vérifié pour chacune des séries afin d'éviter des régressions factices ou fallacieuses pour lesquelles les résultats pourraient être significatifs alors qu'ils ne le sont pas. Les méthodes les plus utilisées sont celles de Dickey-Fuller augmenté (ADF) et celui de Phillips-Perron (PP).

a) Le test de Dickey-Fuller Augmenté (ADF)

Il consiste à vérifier l'hypothèse nulle : $H_0 : \rho = 1$ contre l'hypothèse alternative : $H_1 : |\rho| < 1$.

Il est basé sur l'estimation des moindres carrés des trois modèles suivants :

$$\Delta X_t = (\rho - 1)X_{t-1} + \sum_{j=2}^k \delta_j \Delta_{t-j+1} + \alpha_t : \text{processus sans trend et sans constante (6)}$$

$$\Delta X_t = (\rho - 1)X_{t-1} + \sum_{j=2}^k \delta_j \Delta_{t-j+1} + \theta + \alpha_t : \text{processus sans trend et avec constante (7)}$$

$$\Delta X_t = (\rho - 1)X_{t-1} + \sum_{j=2}^k \delta_j \Delta_{t-j+1} + \theta + \gamma t + \alpha_t : \text{processus avec trend et avec constante (8)}$$

b) Le test de Phillips-Perron (PP)

Ce test propose une correction non paramétrique des statistiques de Dickey-Fuller Augmenté en présence d'une autocorrélation de forme inconnue (AR(p), MA(q) et ARMA (p,q)). Il est basé sur l'estimation des trois modèles suivants :

$$\Delta X_t = (\rho - 1)X_{t-1} + \alpha_t : \text{processus sans trend et sans constante (9)}$$

$$\Delta X_t = (\rho - 1)X_{t-1} + \theta + \alpha_t : \text{processus sans trend et avec constante (10)}$$

$$\Delta X_t = (\rho - 1)X_{t-1} + \theta + \gamma t + \alpha_t : \text{processus avec trend et avec constante (11)}$$

Comme dans le cas du test de Dickey-Fuller, les hypothèses à vérifier restent les mêmes.

Tableau n°1: Tests de stationnarité

Variables	En niveau		en différences premières		CONCLUSION
	ADF	PP	ADF	PP	
y	-0.269964 (-3.639407)	-0.256992 (-2.634731)	-5.214425 (-3.646342)***	-5.214425 (-3.646342)***	I(1)
k	-0.610747 (-3.639407)	-0.645731 (-2.634731)	-6.571090 (-3.646342)***	-6.830462 (-3.646342)***	I(1)
e	0.704053 (-3.639407)	1.173240 (-2.634731)	-11.37061 (-3.646342)***	-11.44605 (-3.646342)***	I(1)
Note : *** dénotent le rejet de l'hypothèse nulle au seuil de 1%.					

Source : calculs de l'auteur à partir du logiciel Eviews

3.3.2 Cointégration

Deux séries x_t et y_t dont les processus sont intégrés sont dites cointégrées, s'il existe une combinaison linéaire unique des deux variables qui se révèle être intégrée d'ordre 0, c'est-à-dire qui est stationnaire. Une telle combinaison peut s'écrire sous la forme $z_t = x_t - a - by_t$ telle que z_t soit une variable stationnaire.

Ces deux séries auront donc tendance à varier ensemble dans le temps. Pour tester l'hypothèse nulle de cointégration, deux approches sont souvent utilisées, la méthodologie en deux étapes d'Engle et Granger et l'approche multivariée de Johansen.

L'approche de Engle et Granger étant très restrictive, puisqu'elle n'est applicable que dans le cas d'une seule et unique relation de cointégration, elle pose alors un problème de normalisation et peut conduire à des résultats différents, selon que l'on considère la combinaison $z_t = x_t - a - by_t$ ou la combinaison $z_t = y_t - a - bx_t$.

L'approche qui a été retenue dans le cadre de ce travail, est celle du test de cointégration de Johansen qui permet de déterminer le nombre de relations d'équilibre de long terme entre des variables intégrées quelle que soit la normalisation utilisée.

L'approche de Johansen retenue, repose sur les tests de la statistique de la trace et de la valeur propre maximale en présentant les nombres de relation de cointégration en fonction des options disponibles.

Le test de la trace et celui de la valeur propre maximale contenus dans le tableau ci-dessous (tableau n°2) indiquent qu'il n'existe aucune relation de cointégration entre le PIB réel par tête, le stock de capital par tête et la consommation d'énergie par tête. On accepte donc l'hypothèse nulle de l'existence d'aucune relation de cointégration.

Tableau n°2 : Test de cointégration de Johansen

Data Trend:	None	None	Linear	Linear	Quadratic
Test Type	No Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept No Trend	Intercept Trend	Intercept Trend
Trace	0	0	0	0	0
Max-Eig	0	0	0	0	0

Source : calculs de l'auteur à partir du logiciel Eviews

La relation entre le PIB réel par tête, le stock de capital par tête et la consommation d'énergie par tête est par conséquent une relation de court terme.

3.3.3 Résultats de l'estimation du modèle de court terme

L'estimation du modèle a été effectuée à partir des MCO.

Tableau n° 2: Estimation en différence premières par les MCO :

Variable dépendante : output global par tête ou PIB réel par tête	
Variabiles explicatives	Modèle (5)
Stock de capital par tête	0.112323 (3.824023)***
Consommation d'énergie par tête	0.156947 (3.370017)***
Dum83	-0.119180 (-2.439533)**
constante	-0.000906 (-0.115244)
R²	0.491532
R²ajusté	0.440685
Statistique de Fisher (F)	9.666913
Durbin-Watson	1.855842
Nombre d'observations (N)	34
Analyse des résidus	
<u>Test de normalité de Jarque-Bera</u>	
Jarque-Bera	1.525625
P-value	0.466353
<u>Test d'hétéroscédasticité de Breusch-Pagan-Godfrey</u>	
Prob(F-statistic)	0.6985
Obs*R-squared Prob. Chi.Square(2)	0.6690
<u>Test d'autocorrélation des erreurs du LM Test</u>	
Prob(F-statistic)	0.3550
Obs*R-squared Prob. Chi.Square(2)	0.2975
<u>Test de spécification de Ramsey</u>	
FITTED^2	-1.167302
Prob (FITTED^2)	0.7113

NB : les valeurs entre parenthèses sont les t de Student *** et ** = significativité au seuil de 1%, 5% respectivement.

La qualité de l'estimation de ce modèle, coefficient de détermination (0.49), semble mauvaise à cause de la différenciation des variables. Au regard de la statistique de Fisher (9.66), on accepte l'hypothèse que globalement, tous les coefficients du modèle pris ensemble sont significatifs.

La statistique de Jarque-Bera (1.5256) indique que les résidus du modèle de court terme sont normalement distribués. La probabilité associée à la statistique de Breusch-Pagan-Godfrey (0.6690), indique qu'au seuil de 1%, il y a homoscedasticité des résidus. De plus, la probabilité associée à la statistique (LM test) (0.2975), indique qu'au seuil de 1%, qu'on ne peut retenir l'hypothèse de présence d'autocorrélation des erreurs.

L'analyse des résidus récurrents indiquent que le modèle est stable sur toute la période.

Enfin, la probabilité critique du coefficient du test de Ramsey (FITTED²) est égale à (0.7113), on accepte l'hypothèse que le modèle est bien spécifié.

Par conséquent, d'après cette relation, à court terme, le PIB réel par tête, le stock de capital par tête et la consommation d'électricité par tête évoluent dans le même sens.

Ainsi, à court terme, un accroissement de 1% du stock de capital par tête entraîne un accroissement du PIB réel par tête de 0.11 au seuil de 1%, alors qu'un accroissement de 1% de la consommation d'électricité par tête entraîne un accroissement du PIB réel par tête de 0.15 au seuil de 1%. Cependant, la crise énergétique de 1983 a eu un effet négatif et significatif sur l'accroissement du PIB réel par tête au seuil de 5%.

Pour savoir si la connaissance du passé de l'une des variables permet d'améliorer la prévision de l'autre, l'étude de la causalité s'avère nécessaire.

3.3.4 Causalité au sens de Granger

La causalité de Granger (1969) est une approche de la causalité qui renvoie non pas au caractère théorique de la causalité (cause-effet) mais au caractère prédictif de l'éventuelle cause sur l'effet.

Selon Granger (1969), une variable X cause une variable Y, si la connaissance des valeurs passées de X rend meilleure la prévision de Y.

Dans le cas où, il existe une relation de cause à effet entre les variables, qui peut aller dans un seul sens, on dit que la causalité est unidirectionnelle, ou dans les deux sens, on parle de causalité bidirectionnelle.

Le fondement de la causalité de Granger est la relation dynamique entre les variables.

Pour ce faire, Granger considère, un modèle VAR bivarié défini de la façon suivante :

$$Y_t = c_1 + \sum_{i=1}^p \phi_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^p \varphi_{1i} Y_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (12)$$

$$X_t = c_2 + \sum_{i=1}^p \phi_{2i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^p \varphi_{2i} Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (13)$$

et teste les hypothèses suivantes :

$$H_0: \phi_{11} = \phi_{12} = \dots = \phi_{1p} = 0 \Leftrightarrow X \text{ ne cause pas } Y.$$

$$H_0: \phi_{21} = \phi_{22} = \dots = \phi_{2p} = 0 \Leftrightarrow Y \text{ ne cause pas } X.$$

Ces hypothèses peuvent être testées à l'aide du test de Fisher. On peut aussi utiliser un test du rapport de vraisemblance par comparaison du modèle VAR non contraint et du modèle VAR contraint. Le rejet des deux hypothèses implique une causalité réciproque entre X et Y ou causalité bidirectionnelle.

L'application du test de Granger nécessite des tests préliminaires de racine unitaire et de cointégration qui ont été effectués.

En présence de cointégration, le test de causalité peut être appliqué de deux manières :

- selon (Altinay et Karagol, 2005), les variables intégrées peuvent être utilisées en niveau dans un modèle autorégressif bivarié à cause des propriétés de consistance des estimateurs;
- ensuite, un modèle bivarié contenant un mécanisme de correction d'erreur due au théorème de la représentation de Granger, peut être utilisé pour tester la causalité.

Par contre, en l'absence de cointégration et de données non stationnaires en niveau, (Oxley et Greasley, 1998) préconisent que le test de causalité soit fait en utilisant les différences premières des variables pour stationnariser les séries.

3.3.3.1 Résultats du test de causalité

La relation de causalité est examinée ici à l'aide du test de causalité de Granger basé sur le modèle VAR. Les résultats de ce test sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau n°3: Test de causalité de Granger

Hypothèse nulle	Statistique de Fisher	Probabilité
DK ne cause pas DY	0.12822	0.7228
DY ne cause pas DK	1.69343	0.2031
DE ne cause pas DY	0.49392	0.4876
DY ne cause pas DE	1.19966	0.2821
DE ne cause pas DK	0.03880	0.8452
DK ne cause pas DE	4.76279	(0.0370)**

NB: ** = significativité au seuil de 5%.

Le test de causalité de Granger révèle l'existence d'une causalité unidirectionnelle du stock de capital par tête vers la consommation d'électricité par tête.

Ainsi, la connaissance du stock de capital peut aider à prévoir la consommation d'énergie.

Cependant, l'absence de causalité ou la non significativité de la relation de cause à effet entre le PIB réel et la consommation d'électricité nécessite des explications. Il peut s'agir des phénomènes de gaspillage d'énergie ou de l'emploi d'autres sources d'énergie comme l'utilisation accrue du pétrole lampant, de l'énergie solaire qui est actuellement à l'étape embryonnaire étant donné que le taux d'accès à l'électricité est très faible surtout en milieu rural, de l'importance des fraudes, au taux de non recouvrement des redevances ou factures d'électricité, l'insuffisance des investissements, et à cause de la faiblesse du système productif (l'électricité sert plus à l'usage domestique). Soit que le PIB est utilisé pour le maintien des équilibres macroéconomiques dans le souci de respecter les critères de convergence.

Conclusion

L'objectif de la présente étude était d'utiliser certains développements récents de l'économétrie des séries temporelles non stationnaires, notamment la théorie de la cointégration, pour explorer le lien entre la croissance économique et la consommation d'énergie électrique au Togo.

Les résultats montrent qu'il existe une corrélation positive à court terme entre le PIB réel, le stock de capital et la consommation d'énergie électrique.

Il ne semble pas exister de causalité directe au sens de Granger entre le PIB réel et la consommation d'énergie d'une part et d'autre part entre le PIB réel et le stock de capital. Cependant, le test de Granger accepte l'existence d'une causalité entre le stock de capital et la consommation d'énergie électrique.

Compte tenu de la forte corrélation entre le PIB réel et la consommation d'énergie électrique, l'énergie devrait être au centre de la politique de développement du Gouvernement. Pour améliorer la compétitivité de l'économie togolaise, l'électricité, facteur incontournable du développement économique et social, devra être disponible en quantité, en qualité et à un coût optimal. Les principales recommandations qui émergent donc au terme de cette étude et dont le Gouvernement devrait mettre en œuvre sont :

- jouer un rôle important en matière de régulation pour éviter une augmentation non contrôlée du prix de l'électricité pouvant entraîner un accroissement des coûts de production des firmes, et une accélération de l'inflation ;
- s'engager à construire de nouvelles infrastructures et diversifier les sources de production d'énergie électrique afin que le pays cesse d'être dépendant de la production hydroélectrique et thermique (promouvoir de nouvelles sources d'énergie moins coûteuses et conservatrices de l'environnement) tout en favorisant les partenariats publics et privés ;
- augmenter les investissements en matériels et équipements dans le secteur de l'électricité ;
- mettre en œuvre des mesures permettant d'économiser ou d'utiliser de façon optimale, les ressources locales disponibles en électricité sans pénaliser les populations.

Références bibliographiques

AFD et BAD (2009), ‘‘L’énergie électrique en Afrique à l’horizon 2050’’.

Akarca, A.T., Long, T.V., (1979), ‘‘ On the relationship between Energy and GNP: a re-examination’’, *Journal of Energy and Development*, Vol 5, n°2, pp. 326-331.

Al – Iriani, M.A., (2006), ‘‘Energy–GDP relationship revisited: an example from GCC countries using panel causality’’, *Energy Policy*, Vol 34, pp. 3342–3350.

Antille, G., (1984), ‘‘Utilisation des tableaux entrées-sorties pour l’analyse des interdépendances entre économie et énergie’’, *Revue Suisse d’Economie Politique et de Statistique*. Vol 120, n°3, pp. 261-279.

ARSE, (2006), Rapport d’activité.

Asafu-Adjaye, J., (2000), ‘‘The relationship between energy consumption, energy prices and economic growth: time series evidence from Asian developing countries’’, *Energy Economics*, pp. 615–625.

Aspergis, Nicholas and Payne, James, E., (2009), ‘‘Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model’’, *Energy Economics*, 31, pp. 211–216.

Dickey, D., A., and Fuller W., A., (1981), ‘‘Likelihood Ratio Statistics for AutoRegressive, Time Series with a Unit Root’’, *Econometrica*, pp. 1057-1072.

Engle, R., F., and Granger C., W., J., (1987), ‘‘Cointegration and Error-Correction: Representation, Estimation and Testing’’, *Econometrica*, pp. 251-276.

Fatai, K., Oxley, L., Scrimgeour F., (2002), ‘‘Energy consumption and employment in New Zealand: searching for causality’’, Paper presented at NZAE Conference, Wellington, 26-28 June, pp. 431–445.

Ferguson, R., Wilkinson, W. et Hill, R., (2000), ‘‘Electricity use and economic development’’, *Energy Policy* n°28, pp. 923–934.

Ghosh, S., (2002), ‘‘Electricity consumption and economic growth in India’’, *Energy Policy* n°30, pp. 125–129.

Girod, J., Percebois, J., (1985), ‘‘Energie: Fonctions de production et modèles de demande’’, dans « Energie : Modélisation et Econométrie ». *Economica*.

Granger, C. W. J., (1969), ‘‘Investigating causal relations by econometric models and crossspectral methods’’, *Econometrica* 3, pp. 424-438.

Granger, C. W.J., Newbold, P., (1974), ‘‘Spurious regressions in econometrics’’, *Journal of Econometrics* 2, pp. 111-120.

Granger, C.W.J., (1988), ‘‘Some recent developments in a concept of causality’’, *Journal of Econometrics* 39, pp. 199– 212.

Issa, S., (2004), ‘‘ Analyse des liens entre croissance économique et consommation d’énergie au mali’’, MSAS'2004, pp. 467-491.

Johansen, S., (1988), ‘‘Statistical analysis of cointegrating vectors’’, *Journal of Economic Dynamics and control*. Vol 12, pp. 231-254.

Jumbe, C.B.L., (2004), ‘‘Cointegration and causality between electricity consumption and GDP: empirical evidence from Malawi’’. *Energy Economics*. Vol 26, pp. 61-68.

Keho, Y., (2012), *Guide Pratique d’Introduction à l’économétrie sur Eviews, Tome 1*

Kraft, J., and Kraft, A., (1978), ‘‘On the relationship between energy and GNP’’, *Journal of Energy and Development*, pp. 401–403.

Mainguy, Y., (1967), ‘‘L’économie de l’énergie’’, Dunod (collection Finances et Economie).

Masih, A.M.M., Masih, R., (1997), ‘‘On the temporal causal relationship between energy consumption, real income, and prices: some new evidence from Asian-energy dependent NICs based on a multivariate cointegration vector errorcorrection approach’’, *Journal of Policy Modeling* 19, pp. 417-440.

Masih, A. M. M., and Masih, R., (1998), ‘‘A multivariate co integrated modeling approach in testing temporal causality between energy consumption, real income and prices with an application to two Asian LDCs ’’, *Applied Economics*, n°30, pp. 1287–1298.

Mawussé, O., (2009), ‘‘Consommation d’énergies et croissance du PIB dans les pays de l’UEMOA : Une analyse en données de panel’’, MPRA, 2009, Paper No. 15521, p. 21.

Mehrara, M., (2007), ‘‘Energy consumption and economic growth: the case of oil exporting countries’’, *Energy Policy*, n°35, pp. 2939–2945.

Moritomo, R., et Hope, C., (2004), ‘‘The impact of electricity supply on economic growth in Sri Lanka’’, *Energy Economics* 26, pp. 77–85.

Narayan, Paresh, K., and Smyth, R., (2009), ‘‘Multivariate granger causality between electricity consumption, exports and GDP: Evidence from a panel of Middle Eastern countries’’, *Energy Policy*, pp. 229–236.

Oh, W., Lee, K., (2004), ‘‘Causal relationship between energy consumption and GDP revisited: the case of Korea 1970–1999’’, *Energy Economics* 26, pp. 973–981.

Patrice, O., (2009), ‘‘Consommation d’énergie et performances économiques au Cameroun’’, MPRA Paper No. 23525, p. 31.

- Percebois, J., (1998)**, ‘L’apport de la théorie économique aux débats énergétiques’. Creden, Cahier n° 99.11.15. Université de Montpellier I.
- Samuel, A., Christophe, M., (2005)**, ‘ Croissance économique et consommation d’énergie au Congo : une analyse en termes de causalité’, Bureau d'Application des Méthodes Statistiques et Informatiques, DT/12/2005, p. 27.
- Shiu, A., et Lam, L. P., (2004)**, ‘Electricity consumption and economic growth in China’, *Energy Policy* 30, pp. 47–54.
- Soytas, U., Sari, R., (2003)**, ‘Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets’, *Energy Economics*, n°25, pp. 33–37.
- Squalli, J., (2007)**, ‘Electricity consumption and economic growth: bounds and causality: analyses of OPEC countries’, *Energy Economics*, 29, pp. 1192–1205.
- Stern, D.I., (1993)**, ‘Energy use and economic growth in the USA, a multivariate approach’, *Energy Economics*, 15, pp. 137–150.
- Stern, D.I., (2000)**, ‘A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the U.S. macroeconomy’, *Energy Economics* 22.
- UEMOA, (2008)**, ‘Etude pour l’élaboration d’une stratégie de résolution durable de la crise de l’énergie électrique dans les pays de l’UEMOA’, rapport définitif.
- Wolde-Rufael, Y., (2004)**, ‘Disaggregated industrial energy consumption and GDP: the case of Shanghai, 1952–1999’, *Energy Economics* 26, pp. 69– 75 .
- Yoo, S.H., (2005)**, ‘Electricity consumption and economic growth: evidence from Korea’, *Energy Policy* 33, pp. 1627– 1632.