

UNIVERSITE OUAGA II

Centre d'Etudes, de Documentation
et de Recherche Economiques et Sociales (CEDRES)

REVUE ECONOMIQUE ET SOCIALE AFRICAINE

SÉRIES ÉCONOMIE

Impact des conflits armés sur la santé des ménages en Côte d'Ivoire?

Tito Nestor TIEHI

**Analyse des déterminants de l'intensité énergétique
dans les pays membres de la CEMAC**

Hermann Clachel LEKENA & Mathias Marie Adrien NDINGA

**Dépenses publiques en infrastructures routières
et croissance économique au Burkina Faso**

Nouhoun Oumarou MAIGA & Soumaïlla BITIBALE

Analyse des déterminants de la consommation d'électricité au Mali

Mahamadou Beidaly SANGARE

**Qualité des institutions et flux entrants d'investissements
directs étrangers dans les pays d'Afrique subsaharienne ?**

Julien Ghislain MOUANDA MAKONDA

www.cedres.bf

La REVUE CEDRES-ETUDES « séries économiques » publie, semestriellement, en français et en anglais après évaluation, les résultats de différents travaux de recherche sous forme d'articles en économie appliquée proposés par des auteurs appartenant ou non au CEDRES.

Avant toute soumission d'articles à la REVUE CEDRES-ETUDES, les auteurs sont invités à prendre connaissance des « recommandations aux auteurs » (téléchargeable sur www.cedres.bf).

Les articles de cette revue sont publiés sous la responsabilité de la direction du CEDRES. Toutefois, les opinions qui y sont exprimées sont celles des auteurs.

En règle générale, le choix définitif des articles publiables dans la REVUE CEDRES-ETUDES est approuvé par le CEDRES après des commentaires favorables d'au moins deux (sur trois en générale) instructeurs et approbation du Comité Scientifique.

La plupart des numéros précédents (68 numéros) sont disponibles en version électronique sur le site web du CEDRES www.cedres.bf

La REVUE CEDRES-ETUDES est disponible au siège du CEDRES à l'Université Thomas SANKARA et dans toutes les grandes librairies du Burkina Faso et aussi à travers le site web : www.cedres.bf

DIRECTEUR DE PUBLICATION

Pr Pam ZAHONOGO, Université Ouaga II (UO2)

COMITE EDITORIAL

Pr Pam ZAHONOGO, UO2 Editeur en Chef

Pr Noel THIOMBIANO, Université Ouaga II

Pr Denis ACCLASATO, Université d'Abomey Calavi

Pr Akoété AGBODJI, Université de Lomé

Pr Chérif Sidy KANE, Université Cheikh Anta Diop

Pr Eugénie MAIGA Université Norbert Zongo Burkina Faso

Pr Mathias Marie Adrien NDINGA, Université Marien N'Gouabi

Pr Omer COMBARY, Université Ouaga II

Pr Abdoulaye SECK, Université Cheikh Anta Diop

Pr Charlemagne IGUE, Université d'Abomey Calavi

SECRETARIAT D'EDITION

Dr Samuel Tambi KABORE, UO2

Dr Jean Pierre SAWADOGO, UO2

Dr Théodore Jean Oscar KABORE, UO2

Dr Kassoum ZERBO, Université Ouaga II

COMITE SCIENTIFIQUE DE LA REVUE

Pr Abdoulaye DIAGNE, UCAD (Sénégal)

Pr Adama DIAW, Université Gaston Berger de Saint Louis

Pr Gilbert Marie Aké N'GBO Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)

Pr Albert ONDO OSSA, Université Omar Bongo (Gabon)

Pr Mama OUATTARA, Université Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)

Pr Idrissa OUEDRAOGO, Université Aube Nouvelle

Pr Kimséyinga SAVADOGO, Université Ouaga II

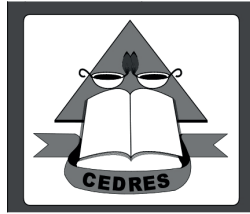
Pr Gnanderman SIRPE, Université Ouaga II

Pr Nasser Ary TANIMOUNE, Université d'Ottawa (Canada)

Pr Gervasio SEMEDO, Université de Tours

Pr Pam ZAHONOGO, Université Ouaga II

Centre d'Etudes, de Documentation et de Recherche Economiques et Sociales (CEDRES)



www.cedres.bf

REVUE CEDRES-ETUDES

Revue Economique et Sociale Africaine

REVUE CEDRES-ETUDES N°69

Séries économie

1^{er} Semestre 2020

SOMMAIRE

Impact des conflits armés sur la santé des ménages en Côte d'Ivoire.....07

Tito Nestor TIEHI

**Analyse des déterminants de l'intensité énergétique
dans les pays membres de la CEMAC.....30**

Hermann Clachel LEKANA & Mathias Marie Adrien NDINGA

**Dépenses publiques en infrastructures routières et croissance
économique au Burkina Faso.....59**

Nouhoun Oumarou MAIGA & Soumaïla BITIBALE

Analyse des déterminants de la consommation d'électricité au Mali.....91

Mahamadou Beidaly SANGARE

**Qualité des institutions et flux entrants d'investissements directs
étrangers dans les pays d'Afrique subsaharienne.....122**

Julien Ghislain MAKONDA

**Analyse des déterminants de l'intensité énergétique
dans les pays membres de la CEMAC**

Hermann Clachel LEKANA & Mathias Marie Adrien NDINGA
Enseignants à la Faculté des Sciences Economiques
Laboratoire de recherches et d'études économiques et sociales (LARES)
Université Marie NGOUABI
hermann.lekana@umng.cg
mathias.ndinga@umng.cg

Résumé

Cet article est une contribution aussi bien à la littérature existante qu'aux débats de politiques économiques. Il examine les déterminants de l'intensité énergétique dans les pays membres de la CEMAC. Une analyse économétrique réalisée à partir des données de panel a permis de montrer, sur le plan macroéconomique, l'existence d'un effet de conservation très faible indiquant que les politiques de promotion de la croissance économique dans les pays de la CEMAC élèveraient très faiblement l'intensité énergétique. Sur le plan sectoriel, l'effet de conservation n'est enregistré que dans le secteur agricole tandis que dans le secteur des services, cet effet est neutre. Dans le secteur industriel, l'augmentation du volume d'activité s'accompagne d'une baisse de l'intensité énergétique. Au niveau microéconomique, les résultats obtenus valident la théorie des échelles d'énergie et celle de la combinaison des types d'énergies dans le cas des pays membre de la CEMAC. Ces résultats ont donné lieu à des implications de politique économique dans deux directions : les politiques globales et sectorielles, d'une part et les politiques orientées vers les ménages, d'autre part.

Mots clés : Intensité énergétique du PIB, Données de Panel, CEMAC
Classification JEL: Q41, C33, O55

Abstract

This article is a contribution to both the existing literature and economics policy debates. It examines the determinants of energy intensity in CEMAC member countries. An econometric analysis based on panel data showed, at the macroeconomic level, the existence of a very weak conservation effect indicating that policies to promote economic growth in CEMAC countries would raise energy intensity very little. At the sectoral level, the conservation effect is only recorded in the agricultural sector, while in the service sector, this effect is neutral. In the industrial sector, the increase in the volume of activity is accompanied by a decrease in energy intensity. At the microeconomic level, the results obtained validate the theory of energy scales and the theory of the combination of energy types in the case of CEMAC member countries. These results have led to economic policy implications in two directions: global and sectoral policies, on the one hand, and household oriented policies, on the other.

Keywords: Energy Intensity of GDP, Panel Data, CEMAC
JEL classification : Q41, C33, O55

Introduction

Les crises d'énergie (1973, 1979, 1980, 2011 et 2013), que connaît le monde, suscitent un intérêt plus que particulier à l'analyse des déterminants de l'intensité énergétique, dans les pays en développement, plus particulièrement ceux de la communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (CEMAC). La question des déterminants de la demande d'énergie, sur le plan macroéconomique, est souvent arrimée à celle de l'intensité énergétique (demande agrégée d'énergie) qui désigne le rapport entre la consommation d'énergie d'un pays et son produit intérieur brut (PIB). Elle permet de mesurer *le degré d'efficacité énergétique* d'une économie. Cet indicateur peut aussi être appliqué au niveau des différents secteurs de l'économie tels que les transports, les bâtiments, etc. Au niveau mondial, l'intensité énergétique peut être exprimée en tonne d'équivalent pétrole (tep) par unité monétaire du PIB. Les travaux de *Bhattacharyya (2011)* montrent que l'intensité ou l'efficacité énergétique est fonction de deux types de facteurs : les facteurs individuels et les facteurs macroéconomiques.

En ce qui concerne les facteurs individuels, l'énergie, en tant que besoin essentiel, est susceptible de motiver la décision des individus (*Bhattacharyya, 2011*). En dehors du caractère essentiel de l'énergie dans la vie, il y a son prix et le revenu des individus (*Evans et Hunt, 2009*). Ces facteurs dits individuels sont tirés des théories de la demande dans la mesure où, l'énergie est considérée comme un bien économique. De ce fait, ces facteurs sont des déterminants de la demande d'énergie au niveau individuel. C'est dans cette même optique que l'utilité justifie la demande d'énergie (*Hartman, 1979*).

Pour ce qui est des facteurs macroéconomiques, il y a le niveau de développement et le niveau de technologie dans un pays. Ainsi, lorsque la structure transformationnelle d'une économie change suivant la thèse de *Kuznet (1957)*, l'économie devient, de plus en plus, orientée vers les services. Or, un output des services consomme moins d'énergie dans sa production qu'un output de l'industrie. Aussi, la richesse des consommateurs s'améliore-t-elle en augmentant la demande pour les équipements gourmands en énergie. Par conséquent, ce changement structurel dans la production et la consommation conduit à modifier la structure du capital en favorisant des changements dans la consommation

d'énergie et de son intensité (*Evans et Hunt, 2009*). En somme, les déterminants de l'intensité énergétique sont multiples et dépendent des décisions des individus et/ou du niveau de développement de l'économie. Il en est ainsi parce que la consommation d'énergie en générale et celle de l'électricité en particulier est fortement corrélée à la structure de l'économie (*Kane, 2011*).

Dans les pays membre de la CEMAC, les besoins de développement justifient le lancement d'un vaste programme de développement du secteur de l'énergie¹. Ce dernier a pour but de relancer le niveau de la production de l'énergie jugé insuffisant. A cet égard, en raison de l'expansion démographique, de l'urbanisation accélérée et des besoins d'industrialisation, il est nécessaire d'engager une dynamique de consommation rationnelle d'énergie afin d'obtenir une meilleure efficacité énergétique (*Kassé, 2009*). Mais, avant l'amélioration de l'offre énergétique, il paraît judicieux de maîtriser les facteurs qui déterminent cette hausse de la demande afin d'y répondre de manière efficace. Ce contexte justifie l'intérêt de cette recherche qui se propose de répondre à la question suivante : quels sont les déterminants de l'intensité énergétique dans les pays membre de la CEMAC ?

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence les déterminants de l'intensité énergétique des pays membres de la CEMAC. En raison de l'évolution du niveau et des modes de vie ainsi que des besoins d'implémentation des plans de développement dans la sous-région, il est soutenu que l'intensité énergétique est déterminée aussi bien par des facteurs microéconomiques (comportement des ménages) que les facteurs macroéconomiques (activité économique globale).

La suite de ce travail est structurée de la manière suivante : dans la deuxième section, est présentée l'évolution de l'intensité énergétique de la zone CEMAC ; suivie de la revue des principaux travaux relatifs à l'objet de cette recherche dans la troisième section. Les quatrième et cinquième sections portent respectivement sur la méthodologie, la présentation et l'interprétation des résultats. Enfin, la sixième section est consacrée à la conclusion et aux implications de politique économique.

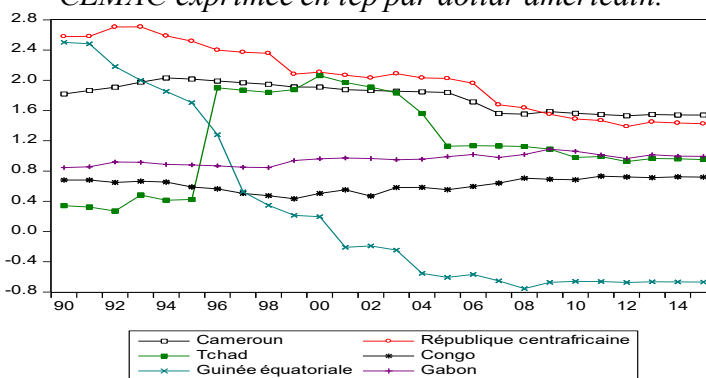
¹ Dans le programme régional « CEMAC 2025 vers une économie régionale intégrée et émergente », le premier levier de la croissance économique dans la sous-région est l'énergie.

1- Evolution de l'intensité énergétique dans la zone CEMAC

Pour évaluer la dépendance d'un pays par rapport à l'énergie, il convient de calculer l'intensité énergétique qui est le rapport de la consommation d'énergie au PIB. Cet indicateur doit être interprété avec une grande prudence, surtout s'il est perçu sous un angle dynamique tel est le cas dans ce travail. Il est important de signaler que cet indicateur n'est pas celui de l'efficacité mais celui de la productivité. Son niveau exprime, donc, une double réalité. Une intensité énergétique élevée peut signifier soit un système énergétique peu efficace pour des raisons technologiques ou organisationnelles, soit un PIB reposant majoritairement sur des activités économiques de forte consommation d'énergie (sidérurgie, métallurgie, chimie lourde), soit les deux à la fois. Une diminution de l'intensité peut indiquer soit une élévation de l'efficacité de la chaîne des conversions énergétiques, soit une dématérialisation du PIB (croissance plus rapide du secteur des services que du secteur industriel), soit les deux à la fois.

L'intensité énergétique finale d'un pays désigne la quantité d'énergie finale utilisée dans l'économie au cours d'une année donnée pour produire une unité de PIB. Elle est calculée comme le ratio entre la consommation finale d'énergie et le PIB et est, généralement, exprimée en tonnes équivalent pétrole (tep) par unité monétaire. L'observation de son évolution pour un pays donné permet de se rendre compte des variations de l'utilisation d'énergie dans les activités productives comme cela apparait dans la figure ci-dessous pour les pays de la CEMAC.

Figure 1 : La courbe de l'intensité énergétique finale des pays de la CEMAC exprimée en tep par dollar américain.



Source : les auteurs, à partir des données de la BM (2017)

L'évolution de l'intensité énergétique du PIB dans l'espace CEMAC, durant la période allant de 1990 à 2015, montre une allure décroissante des tendances, en générale. On remarque que c'est à partir de l'année 2007 que la CEMAC a commencé à connaître un niveau d'intensité énergétique décroissant. Cette période marque une ère où le niveau de croissance de ces Etats atteint 5%. Cette lecture pourrait expliquer la supériorité de l'économie centrafricaine devant les économies du Cameroun, du Gabon, le Tchad, le Congo et la Guinée Equatoriale.

En conclusion, il est possible d'avancer qu'il existe une certaine disparité spatiale et temporelle qui tient compte, certainement, du prix directeur de l'énergie, de la structure énergétique et de celle du système productif des pays de la zone. La question de l'intensité énergétique montre que le pays présentant un niveau faible de consommation d'énergie ou un niveau élevé est celui qui a un bon niveau d'efficacité énergétique. Dans le cadre des pays en développement, le faible niveau de consommation est, souvent, synonyme d'un faible niveau d'industrialisation que d'un niveau élevé de la croissance. Ces tendances justifient davantage l'intérêt porté sur l'analyse des déterminants de l'intensité énergétique dans cette sous-région pour mieux cerner les enjeux de développement des ressources énergétiques.

2- Revue de littérature

Les déterminants de l'intensité énergétique font l'objet d'une abondante littérature qu'il est possible de regrouper en deux groupes. Le premier groupe concerne les travaux consacrés aux facteurs microéconomiques et le second, regroupe les travaux sur les facteurs macroéconomiques.

En ce qui concerne les travaux consacrés aux facteurs microéconomiques, on peut citer les travaux d'*Evans et Hunt, (2009), Bhattacharyya (2011)*. Selon *Bhattacharyya (2011)*, la demande d'énergie quel que soit l'agent économique (ménage, industrie...) dépend de la décision d'acheter ou non un appareil. Si une décision d'achat est prise, alors la demande pour une énergie particulière se pose. Sinon, il n'y aurait pas la demande pour une énergie particulière (*Hartman, 1979*). La relation énergie-capital ou énergie-prix résulte d'une demande dérivée de l'énergie, de telle sorte que la décision de consommer certains types d'énergie est prédéterminée par

celle d'investissement dans l'achat d'un appareil favorisant la consommation d'énergie. Par conséquent, la consommation d'énergie dépend de la vitesse, de l'efficacité et de l'utilisation du capital de l'énergie installée et de l'ampleur de l'opération envisagée (*Evans et Hunt, 2009*). Dans le cadre de ce travail, l'analyse s'effectuant à un niveau macroéconomique, les décisions des ménages seront prises en compte par les dépenses de consommation finale des ménages. A ce sujet, plus ces dépenses sont élevées plus nous serons en présence des ménages enclins à accroître leur consommation d'énergie.

Au sujet des déterminants macroéconomiques, il ressort que l'un des facteurs importants est le volume de l'activité économique mesuré par le Produit intérieur brut. A cet égard, la relation entre l'évolution de l'activité économique et l'intensité énergétique a fait l'objet de plusieurs travaux qui permettent d'identifier quatre (4) hypothèses (*Belke et al., 2011, et Ozturk 2010*), à savoir : l'hypothèse de la croissance, l'hypothèse de la conservation, l'hypothèse de la rétroaction et l'hypothèse de la neutralité.

L'hypothèse de la croissance (*Squalli 2007, Orhewere et Machame 2011*) postule que la consommation d'énergie joue un rôle important dans la croissance économique. Elle prend appui sur l'existence d'une relation de causalité unidirectionnelle entre la consommation d'énergie et la croissance économique. L'hypothèse de la conservation (*Belke et al, 2010 et Apergis et Payne, 2009*) suggère que les politiques de conservation de l'énergie conçues pour réduire la consommation d'énergie et les déchets n'ont pas d'incidence négative sur l'activité économique. Cette hypothèse a pour fondement l'existence d'une relation de causalité unidirectionnelle entre la croissance économique et la consommation d'énergie.

L'hypothèse de la rétroaction (*Constantini et Martini 2010, Dantama et Inuwa, 2012*) suggère qu'il y a une relation d'interdépendance entre la consommation d'énergie et la croissance économique. Cette hypothèse postule qu'il existe une relation causale bidirectionnelle entre la consommation de l'énergie et la croissance économique. La conséquence de cette hypothèse est que l'efficacité énergétique ne nuit pas à la croissance économique. Enfin, il y a l'hypothèse de la neutralité (*Jaruwan et al 2006 ; Ongono 2009*) qui suggère l'absence d'une interdépendance entre la consommation d'énergie et la croissance économique. Aussi, sur la base de cette hypothèse, les politiques de consommation d'énergie conservatrices ou expansives n'ont-elles pas d'effet sur la croissance économique.

Deux autres aspects dans l'étude de la relation entre l'intensité énergétique et le volume de l'activité économique peuvent être dénombrés dans la littérature. Le premier est relatif à l'analyse sectorielle. Cette dernière se justifie par le fait que la structure d'une économie change, au fur et à mesure, que celle-ci se développe et devient, de plus en plus orientée vers les services. Ainsi, un output des services consomme moins d'énergie dans sa production qu'un output de l'industrie. Dès lors, la richesse des consommateurs s'améliore en augmentant la demande pour les équipements à forte consommation d'énergie (*Evans et Hunt, 2009*).

Le deuxième aspect concerne la prise en compte de la technologie dans les déterminants macroéconomiques de l'intensité énergétique. En effet, lorsque les innovations technologiques peu gourmandes en énergie portent sur le secteur industriel, il s'ensuivra une baisse de l'intensité énergétique dans le secteur qui deviendra plus efficace. La relation entre le changement technologique et l'intensité énergétique découle de la théorie de la dématérialisation qui suggère que le progrès technologique réduit efficacement l'intensité énergétique d'une économie (*Evans et Hunt, 2009*).

Ces théories ont donné lieu à des travaux empiriques. A cet effet, les travaux de *Houthakker et Taylor (1970)* et *Houthakker et Kennedy (1979)*, montrent qu'à court terme, l'intensité énergétique peut fluctuer en fonction des variations de prix et de la demande globale. Mais, à long terme, *l'effet de structure* agit beaucoup plus sur la demande d'énergie d'une économie.

Selon les travaux réalisés dans les pays développés *Wirl (1991)*, *Vallet (1978)*, *Kaufmann (1994)* et dans les pays en développement, *Masih (1996)*, l'intensité énergétique est une fonction décroissante du prix relatif de l'énergie, par rapport au prix à la consommation au niveau des ménages. Elle est une fonction croissante de la richesse réelle par tête au niveau des entreprises. Elle dépend, aussi, du progrès technique et des effets structurels comme le choix de la spécialisation de l'économie dans des secteurs à plus ou moins forte intensité énergétique, ou de l'organisation du partage de la demande finale des ménages et de la demande intermédiaire des entreprises.

Un autre point souvent abordé dans la littérature est que la relation entre le PIB et les prix de l'énergie est asymétrique. Les hausses des prix de l'énergie ont un plus grand impact sur le PIB que la baisse du prix de l'énergie. Il convient aussi de noter que lorsque la hausse des prix intervient après une période de déclin, l'effet sur le PIB est limité, alors que si elle intervient, après une période de stabilité, l'effet sur le PIB est d'une grande ampleur (*Hamilton, 2003*).

D'autres auteurs (*Sahu, 2010 ; Dolignon, 2016*), ont, par contre, analysé les déterminants de l'intensité énergétique dans les organisations. A cet effet, *Sahu (2010)*, qui a travaillé sur les industries manufacturières indiennes, aboutit à la conclusion selon laquelle le niveau de développement de la structure et la durée de vie de l'entreprise ont un effet important sur l'intensité énergétique. Dans cette même optique, *Dolignon (2016)*, dans le cadre des entreprises du secteur de l'énergie, soutient que c'est le chiffre d'affaire de la structure et la taille de celle-ci qui en sont les déterminants les plus significatifs.

Concernant la relation avec la structure économique, Kane (2009), à déterminer les variables explicatives de l'intensité énergétique du produit intérieur brut au sein de l'UEMOA, à partir du modèle vectoriel à correction d'erreur (ECM). Il se fonde sur l'économétrie des données de panel hétérogènes non stationnaires, conformément aux tests de cointégration développés par Pedroni (1999, 2004) et l'estimateur PMG (Pooled Mean Group) de Pesaran, Shin et Smith (1999). Les résultats montrent que l'intensité énergétique du PIB au sein de l'UEMOA dépend largement du niveau d'investissement, de la structure des économies et du taux d'urbanisation. *Voigt et al (2015)* ont analysé des facteurs qui influencent l'intensité énergétique dans quarante (40) économies du monde. Il ressort de leurs travaux que le changement technologique est la principale variable qui détermine la demande d'énergie. Il y a aussi le secteur industriel qui influe sur la demande de l'énergie, mais cette demande est moindre lorsque les technologies utilisées sont peu gourmandes en énergies. Dans le cas de la Lettonie, *Timmaa. et Blumbergaa (2014)*, ont montré, à partir d'une étude sur les déterminants de l'intensité énergétique réalisée sur la période allant de 2008 à 2012, que le faible niveau de croissance économique en est le principal déterminant.

De cette littérature aussi bien théorique qu'empirique, il ressort que la question de l'intensité énergétique peut être abordée sur le plan microéconomique et macroéconomique. On remarque qu'il existe des variables qui prennent en compte l'évolution de l'économie, le niveau d'industrialisation, le prix de l'énergie et bien d'autres facteurs encore. L'importance de différents facteurs dans l'explication de l'intensité énergétique varie selon le niveau de développement des pays, la structure de leurs économies, le niveau de technologie, les comportements des ménages et des entreprises face à l'énergie, etc. Le débat étant loin d'être

vidé du fait du caractère très controversé des résultats, l'apport de ce travail réside dans le fait qu'il s'agit d'une contribution à la littérature empirique sur les déterminants de l'intensité énergétique dans une sous-région en développement. En plus, dans le cadre de cette étude, nous allons retenir des variables macroéconomiques au vue de l'indicateur présenté. Toutefois, nous allons y intégrer des variables qui influencent les comportements des ménages comme les prix à la consommation et le niveau de vie de la population (approximé par la consommation finale des ménages). Enfin, la relation entre l'intensité énergétique et l'activité économique donne lieu, dans la littérature, à quatre hypothèses (la croissance, la conservation, la rétroaction et la neutralité). L'objet de ce travail étant la mise en évidence des déterminants de l'intensité énergétique, seules les hypothèses de la conservation et de la neutralité seront explorées.

3-Méthodologie d'identification des déterminants de l'intensité énergétique et présentation des variables

Ce point est consacré à la présentation de la démarche méthodologique ainsi que des variables retenues dans ce travail.

L'objectif fixé dans le cadre de ce travail étant de mettre en évidence les déterminants de l'intensité énergétique des pays membres de la CEMAC, la méthodologie développée par *Gbaguidi (2009) et Djézou (2013)* est utilisée comme cadre théorique. Ces auteurs utilisent le modèle général inter-temporel de production de type Capital-travail-Énergie (*KLE*). La production *Y* est fonction de tous les facteurs *X* (capital, travail, énergie,...) qui entrent dans le processus de production. Donc :

$$Y = (X_1, X_2, \dots, X_n) \dots \dots \dots (1)$$

La résolution du problème énoncé, ci-dessus, (minimisation des coûts sous contrainte d'un niveau de production donné) permet de dériver les fonctions de demande qui se présentent de la façon suivante:

$$X = (C, P) \dots \dots \dots (2)$$

où *C* est le coût des facteurs de production et *P* est le niveau de production.

Ces auteurs vont proposer l'approche de panel en dynamique pour identifier les déterminants, de l'intensité énergétique (*Gbaguidi, 2009*) et de l'efficacité énergétique (*Djezou, 2013*). Contrairement aux études antérieures sur l'intensité énergétique, les études récentes s'inscrivent dans un cadre multivarié, avec plus de trois variables car les analyses bivariées conduisent généralement à des biais d'omission de variables (*Djezou, 2013*). En général, l'intensité énergétique est une fonction dépendante du revenu par habitant et du prix de l'énergie. Cependant, elle résulte, en partie, selon *Percebois (1989, 2000)* de choix technologiques, de comportements socioéconomiques et de la structure productive de l'économie.

Ainsi, *Narayan et Smyth (2009)* introduisent les exportations parmi les variables explicatives tandis qu'*Aspergis et Payne (2009)* incluent la formation brute du capital fixe et le travail dans leur modèle. Pour contourner la difficulté dans les études en données de panel *Djezou, (2013)* remplace le prix de l'énergie par l'indice de prix à la consommation ; cette option est retenue ici à cause de la disponibilité des données. Pour tenir compte de la spécificité de la sous-région, nous allons introduire les bénéfices tirés de la rente pétrolière et les dépenses de consommation finale des ménages.

Dans le cas de l'intensité énergétique au niveau du panel de pays de la CEMAC, notre équation prend la forme suivante:

$$IEF_{it} = f(PIBH_{it}, FBCF_{it}, SE_{it}, IPC_{it}, TBRN_{it}, DCFM_{it}) \quad (3)$$

Avec :

i désignant les pays et t le temps.

IEF_{it} est l'intensité énergétique finale du pays i à la période t . Elle est calculée comme étant le rapport entre la quantité d'énergie consommée par le PIB, qui capte la propension moyenne à consommer de l'énergie des pays membres de la CEMAC.

SE_{it} est la structure de l'économie du pays i à la période t . Cette variable est décomposée en valeur ajoutée, selon les secteurs primaire (agri_vait), secondaire (indus_vait) et tertiaire (ser_vait).

$FBCF_{it}$ est la formation brute de capital fixe du pays i à la période t qui est utilisé comme proxy de l'investissement national.

IPC_{it} : est l'indice de prix à la consommation du pays i à la période t . il est utilisé comme proxy de l'énergie.

$TBRN_{it}$: est le total des bénéfiques tirés des ressources naturelles du pays i à la période t .

$DCFM_{it}$ est la dépense de consommation finale du ménage i à la période t .

Par conséquent, la formulation à des fins d'estimation économétrique se présente en deux équations comme suit.

$$\ln IEF_{it} = C_0 + C_1 \ln FBCF_{it} + C_2 \ln VABAG_{it} + C_3 \ln VABIN_{it} + C_4 \ln VABSER_{it} + C_5 \ln IPC_{it} + C_6 \ln TBRN_{it} + C_7 \ln DCFM_{it} + \varepsilon_{it}$$

(Modèle structurel).....(4)

$$\ln IEF_{it} = C_0 + C_1 \ln PIBH_{it} + C_2 \ln FBCF_{it} + C_7 \ln IPC_{it} + C_8 \ln TBRN_{it} + C_9 \ln DCFM_{it} + \varepsilon_{it}$$

(Modèle global).....(5)

Dans cette équation, IEF_{it} , est une mesure de l'intensité énergétique finale du pays i (Congo, Gabon, Cameroun, Tchad, Guinée Equatoriale et RCA): à la période, t (1990-2015). Les signes attendus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1: les signes attendus

| Variables | Signes attendus |
|--|-----------------|
| Valeur Ajoutée du secteur industrielle | Positif |
| Valeur Ajoutée du secteur des services | Négatif |
| Valeur Ajoutée du secteur Agricole | Positif |
| Dépense de consommation finale des ménages | Positif |
| Indice de prix à la Consommation | Positif |
| Produit intérieur brut par habitant au prix de 2010 | Positif |
| Total des bénéfiques tirés des ressources naturelles | Négatif |
| Formation brute du capital fixe | Positif |

Source : auteurs, à partir de la littérature et des spécificités de la région

Le recours aux données de panel est justifié par le caractère fragmentaire des données sur l'intensité énergétique de pays membres de la CEMAC (le Cameroun, le Congo, la RCA, le Gabon, la Guinée Équatoriale et le Tchad) qui ne sont disponibles que sur la période allant de 1990 à 2015. Cela nous permet de disposer, pour les six (6) pays, de 156 observations pour l'analyse économétrique. Les données utilisées dans le cadre de ce travail de recherche sont extraites des bases de données de la Banque Mondiale (*WDI, 2017*) et de la *CNUCED (2017)*. Cette plage de données trouve, ainsi, sa justification dans le manque de données, sur une longue période dans certains pays (Tchad, Guinée Equatoriale et République

centrafricaine). L'exploitation de cette base de données permet de produire les statistiques descriptives suivantes sur les différentes variables. .

Tableau 2 : description des données

| Variables | Moyennes | Écarts- types | Minimu m | Maximum | Observation |
|--|----------|------------------|---------------|----------|-------------|
| PIB par habitant | 7637,682 | 7047,757 | 119,7782 | 32050,82 | 156 |
| Dépenses de consommation finale des ménages | 4397,526 | 4805,031 | 64,14496 | 24636,99 | 156 |
| Formation brute de capital fixe | 1059,783 | 1256,331 | 12,49629 | 6646,16 | 156 |
| Valeur ajoutée du secteur agricole | 1083,428 | 1395,59 | 54,18002 | 6529,687 | 156 |
| Valeur ajoutée du secteur industriel | 3715,839 | 4024,964 | 13,45381 | 18066,08 | 156 |
| Valeur ajoutée du secteur des services | 2529,509 | 2906,55 | 21,57763 | 14256,6 | 156 |
| Indice des prix à la consommation | 95,77573 | 28,34109 | 35,47163 | 164,7 | 156 |
| Intensité énergétique finale | 4,222063 | 3,230151 | 0,469984 2 | 14,98395 | 156 |
| Total des bénéfiques tirés des ressources naturelles | 34,32507 | 23,58364 | 6,132427 | 87,94779 | 156 |

Source : auteurs, à partir des calculs effectués sur Stata

Le tableau 2 montre que les pays membres de la CEMAC sont hétérogènes. Les variables liées à l'activité économique montrent des écarts-types très élevés. Il s'agit du produit intérieur brut, de l'investissement, de la consommation finale des ménages et des valeurs ajoutées dans les secteurs agricole, industriel et des services. Les deux variables qui exhibent un petit écart-type sont l'indice des prix à la consommation et l'intensité énergétique. Cette hétérogénéité peut s'expliquer par plusieurs facteurs dont deux nous semblent particulièrement importantes. La première est que dans la sous-région, la RCA est en proie à des conflits civils qui ont paralysé l'activité économique dans plusieurs secteurs et les efforts pour un retour à une situation normale n'ont pas permis à l'appareil productif de reprendre dans l'ensemble de ce pays. La deuxième explication est qu'en dehors de la RCA, le reste des pays membre de la CEMAC sont producteurs de pétrole, depuis 2000, mais entre 1990 et 1999, il n'y avait que le Congo, le Gabon et le Cameroun qui en produisaient. Le Tchad et la Guinée Équatoriale ont commencé l'exploitation pétrolière dans les années 2000. Enfin, du point de vue des industries manufacturées, le Cameroun se distingue largement des autres pays membres par son dynamisme.

4-Exécution du modèle, présentation et interprétation des résultats

L'économétrie des séries temporelles en données de panel emprunte la même démarche que celle d'un travail de recherche avec des séries chronologiques. Par conséquent, elle commence par une étude des propriétés dynamiques des séries avant de vérifier si elles sont cointégrées. De ce fait, l'analyse commence par des Tests de stationnarité et se poursuit par une étude de relation d'intégration entre les différentes séries afin d'éviter les régressions fallacieuses. Elle trouve son aboutissement avec l'estimation du modèle en prenant appui sur *Mignon et Hurlin (2007)*, qui apporte un éclairage dans le choix des méthodes performantes d'estimation des relations de long terme. Aussi est-il présenté, ici, dans un premier temps, l'exécution du modèle et la présentation des résultats et, dans un deuxième temps, l'interprétation de ceux-ci.

a. Exécution du modèle et présentation des résultats

Les développements récents (*Breitung 2000, Hadri 2000, Levin et Lin 2002, Im Pesaran et Shin 2003*) de la littérature en matière de tests de racine unitaire sur données de panel les classifient en deux groupes en fonction de la taille des individus ou des séries. Ainsi, il y a d'un côté les tests dont la robustesse dépend de la taille des individus et de l'autre côté des tests dont la robustesse est fonction de la taille des séries.

4.1.1. Test de stationnarité

Les tests développés récemment sont ceux de *Breitung (2000)*, de *Hadri (2000)*, de *Levin et Lin (2002)* et de *Im Pesaran et Shin (2003)*. Deux catégories de test peuvent être distinguées : les tests de première génération qui supposent l'indépendance inter-individuelle des résidus et les tests de deuxième génération qui lèvent cette hypothèse qui est extrêmement restrictive et qui, selon *Hurlin et Mignon (2005)* est, particulièrement, gênante dans la plupart des applications macroéconomiques.

Le test de Levin et Lin (LL) est directement inspiré des tests de racine unitaire sur série temporelle de Dickey et Fuller (1974). Imposant l'hypothèse d'homogénéité de la racine autorégressive, ce test pose comme hypothèse nulle celle d'une racine unitaire pour l'ensemble d'individus du panel contre l'hypothèse de l'absence de racine unitaire

pour l'ensemble des individus. Dans ces conditions, il est peu probable qu'en cas de rejet de l'hypothèse nulle, on puisse accepter l'hypothèse d'une racine autorégressive commune à tous les individus.

Le test proposé par *Im, Pesaran et Shin (1997, 2002, 2003)* permet de répondre à cette préoccupation. *Im, Pesaran et Shin (IPS)* considèrent un modèle à effets individuels et sans tendance déterministe. Comme *Levin et Lin*, ils postulent la racine unitaire contre la possibilité, à l'opposé de la cohabitation de deux catégories d'individus dans le panel. Les individus pour lesquels la variable est stationnaire et ceux pour lesquels elle ne l'est pas. *Hurlin et Mignon (2005)* ont identifié d'autres avantages des IPS outre ceux annoncés, l'IPS prend, également, en compte l'hétérogénéité et propose une statistique simple fondée sur la moyenne des statistiques DF ou ADF. L'exécution de ces tests donne les résultats présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Synthèse des Tests des Racines unitaires.

| Variables | Niveau | | Différence première | |
|---|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | LLC | IPS | LLC | IPS |
| Log Intensité énergétique finale | -2,033** ^(b) | 0,031 | 7,881 *** ^(a) | -5,274*** ^(b) |
| log Formation brute de capital fixe | 2,069 | 2,331 | 7,438*** ^(a) | -5,922*** ^(b) |
| log Valeur ajoutée du secteur agricole | 2,484 | 2,724 | 7,094*** ^(a) | -4,698*** ^(b) |
| log Valeur ajoutée du secteur des services | 2,322 | 3,089 | 7,234*** ^(a) | -4,608*** ^(b) |
| Log Valeur ajoutée du secteur industriel | 2,68 | 1,862 | -6,852*** ^(a) | -5,895*** ^(b) |
| log produit intérieur brut par habitant | 2,983 | 2,833 | -6,527*** ^(a) | -5,171*** ^(b) |
| log indice des prix à la consommation | 4,036 | -0,182 | 10,450*** ^(a) | -6,527*** ^(b) |
| log Dépenses de consommation finale des ménages | 0,998 | 0,999 | | -6,147*** ^(b) |
| log Total des bénéfices tirés des ressources naturelles | 0,897 | -3,380*** ^(a) | | |

* : dénote le degré de significativité au seuil de 10% ; ** : dénote le degré de significativité au seuil de 5% ; *** : dénote le degré de significativité au seuil de 1%.

a : équation sans trend et sans constante ; *b* : équation sans trend ; *c* : équation avec trend et constante

Source : auteurs, à partir des résultats obtenus sur *Stata*.

Les résultats obtenus montrent qu'au seuil de 5%, l'hypothèse nulle selon laquelle il y a la présence de la racine unitaire ne peut être rejetée lorsqu'on n'inclut pas de tendance et qu'on considère un seul retard ; car toutes les p-value sont supérieures à 0.05. Dans ces conditions, on conclut que la variable étudiée n'est pas stationnaire en niveau pour l'ensemble de pays de cette base de données, à l'exception de la population urbaine qui est stationnaire en niveau dans le test de Levin et Lin. L'inclusion d'une tendance ne change fondamentalement pas les résultats, à l'exception de la population qui devient stationnaire en niveau. Dans la seconde partie du tableau, on constate que les variables sont stationnaires en différence première. En considérant la présence d'une tendance ou non, les variables demeurent toujours stationnaires. Elles sont, donc, intégrées d'ordre 1.

4.1.2. Test de Co-intégration en panel

La régression, d'une de ces variables sur les autres, pourrait aboutir à des résultats *fallacieux* si les variables ne sont pas cointégrées. Pour parer à cet inconvénient, il est nécessaire de faire un test de cointégration afin de vérifier si les variables sont cointégrées. Selon *Horny (2016)*, la question de cointégration en données de panel est encore embryonnaire et les tests les plus récents font l'objet des expérimentations. *Mignon et Hurlin (2007)*, ont présenté une littérature assez abondante sur la question. Pour ces auteurs, on peut compter, conformément à l'évolution de la littérature, deux ensembles de test de cointégration.

Le premier ensemble de tests de cointégration, basés sur les résidus dans les modèles des données de panel, repose sur l'hypothèse nulle d'absence de cointégration comme il a été suggéré dans la littérature des séries chronologiques (*voir McCoskey et Kao, 1998*). On distingue deux cas ; dans le premier on suppose que les coefficients des variables sont communs pour tous les membres du panel, alors que dans le second cas, on suppose que ces coefficients sont différents. On fait, ainsi, l'hypothèse de l'hétérogénéité du panel.

A ce sujet, *Kao (1999)* propose de tester l'existence de la cointégration tout en utilisant un test du type ADF. Il présente le modèle de la régression fallacieuse avec les données de panels et examine les propriétés asymptotiques des moindres carrés ordinaires avec des variables muettes. Il présente, également, les tests de cointégration en panel basés sur les résidus de la régression. La particularité de ce modèle est qu'il teste

l'existence d'une cointégration pour chaque coupe transversale du panel sous l'hypothèse de l'indépendance entre les groupes. Le test ADF est construit à partir de la régression des résidus différenciés. L'hypothèse nulle d'absence de cointégration pour chaque valeur de l'individu i est évaluée par la moyenne des tests ADF individuels. Les résultats du test de Cointégration de KAO sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 4 : Test de Cointegration de KAO

| Kao Residual Cointegration Test | | |
|---------------------------------|-------------|--------|
| | t-Statistic | Prob. |
| ADF | -3,639670 | 0,0001 |

***Source** : Auteurs à partir des résultats obtenus sur Stata*

Lorsque le test de cointégration de KAO est effectué pour l'ensemble des variables dans le tableau 3, il y a rejet de l'hypothèse nulle, par conséquent on retient l'hypothèse alternative ; ainsi, on conclut qu'il existe une relation de cointégration entre l'intensité énergétique finale et les autres variables du modèle. Pour confirmer ce résultat nous allons procéder par un deuxième test qui est plus complet, à savoir le test de *Pedroni (1997,1999)*. Ce dernier prend appui sur la moyenne, en coupe transversale, des statistiques de *Philips et Ouliaris (1990)*. Pedroni présente sept tests statistiques pour tester l'hypothèse nulle de non cointégration avec les données de panel.

L'application de ce test ne permet, souvent, pas de rejeter l'hypothèse nulle d'absence de cointégration, même si celle-ci, entre les variables, est fortement suggérée par la théorie économique. Une des explications de cette difficulté résiderait dans le fait que les tests de cointégration, aussi bien sur données individuelles que sur les données de panel, basés sur les résidus, exigent que les paramètres de long terme des variables en niveau soient égaux aux paramètres de court terme des variables en différence. *Banerjee et al. (1998)* et *Kremer et al. (1992)* considèrent cela comme un facteur de restriction et ont montré que cette insuffisance peut être à l'origine d'une perte significative de puissance des tests de cointégration basés sur les résidus. Les résultats du test de cointégration de Pedroni, après application, se présentent de la manière suivante :

Tableau 5 : Test de Cointegration de Pedroni

| TES DE COINTEGRATION DE PEDRONI | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Panel v- Statistic | Panel rho- Statistic | Panel PP- Statistic | Panel ADF- Statistic | Group rho- Statistic | Group PP- Statistic | Group ADF- Statistic |
| Statistique | -0,772 | 0,952 | - 4,578*** | -1,699** | 1,907 | - 4,461*** | -1,662** |
| Probabilité | 0,78 | 0,8295 | 0,000 | 0,0446 | 0,9718 | 0,000 | 0,0482 |

* : dénote le degré de significativité au seuil de 10% ; ** : dénote le degré de significativité au seuil de 5% ; *** : dénote le degré de significativité au seuil de 1%.

Source : Banque Mondiale (2017) et calculs des auteurs.

L'implémentation du test de cointégration de Pedroni porte sur l'ensemble des variables. Dans le tableau 3, sur les sept statistiques du test, il n'y a que quatre qui sont en faveur de l'existence d'une relation de long terme entre l'intensité énergétique et les autres variables. Mieux, les deux autres statistiques rejettent, de façon non significative, l'absence de cointégration. Nous concluons, donc, que les variables sont cointégrées et nous utiliserons un modèle à correction d'erreurs pour estimer cette relation de long terme.

4.1.3. Méthode d'estimation

L'estimation d'un modèle avec des données de panel non stationnaires peut se faire au moyen de plusieurs méthodes parmi lesquels on a les méthodes de FM-OLS et DOLS. En effet, le recours à ces méthodes se justifie par la présence du biais d'endogénéité répertoriée entre la variable endogène (l'intensité énergétique) et les variables exogènes tels que : le PIB par habitant, les valeurs ajoutées des trois secteurs ou encore les dépenses de consommation de ménages qui englobent en son sein les dépenses de consommation d'énergie (Hurlin et N'diaye, 1998 et Phillips et Moon 1999). Excepté ce volet, ces méthodes se justifient, selon Pedroni (1996, 2000), par le caractère biaisé des estimateurs des moindres carrés ordinaires sur des données de panel cointégrées. Enfin, le fait de disposer d'un panel à orientation série chronologique accroît le risque d'autocorrélation qui ne peut être éliminé par la méthode des MCO. Ainsi, en s'appuyant sur les travaux de Pedroni (1996) et Phillips et Moon (1999), on va retenir les deux méthodes.

b. Présentation des résultats

Le tableau ci-dessous présente les résultats de long terme des méthodes FM-OLS et DOLS.

Tableau 6 : Résultats de l'estimation de long terme

| Variables | Modèle global | | Modèle structurel | | | | | |
|---|---------------|--------|-------------------|--------|--------------|--------|----------|--------|
| | FMOLS | | FMOLS | | DOLS | | | |
| | Coefficients | Prob. | Coefficients | Prob. | Coefficients | Prob. | | |
| log indice des prix à la consommation | 0,097 | 0,703 | -0,055 | 0,838 | 0,662** | 0,004 | 0,462** | 0,0491 |
| log Total des bénéfices tirés des ressources naturelles | -0,022 | 0,908 | -0,050 | 0,803 | -0,194 | 0,338 | -0,066 | 0,7536 |
| log Dépenses de consommation finale des ménages | -1,104** | 0,002 | -0,817** | 0,037 | -1,959** | 0,000 | -1,367** | 0,0077 |
| log Formation brute de capital fixe | 0,090 | 0,730 | -0,035 | 0,903 | 0,744** | 0,003 | 0,506** | 0,0483 |
| log produit intérieur brut par habitant | 6,84E-05** | 0,001 | 5,36E-05** | 0,018 | 1,088** | 0,000 | 0,893** | 0,0018 |
| Log Valeur ajoutée du secteur agricole | | | | | -0,442** | 0,001 | -0,458** | 0,0010 |
| Log Valeur ajoutée du secteur industriel | | | | | | | | |
| log Valeur ajoutée du secteur des services | | | | | 0,528 | 0,101 | 0,399 | 0,2324 |
| %R ² | | 76,029 | | 74,588 | | 82,792 | | 83,235 |

** : dénote le degré de significativité au seuil de 5%

LN désigne le logarithme népérien

Source : auteurs à partir des résultats obtenus sur Stata

Le tableau des résultats montre que les deux modèles ont un R^2 , largement supérieur à 70%, soit 74,58% pour DOLS et 76,02% pour FMOLS en modèle global et 83,23%, pour le DOLS et 82,79 % pour FMOLS en modèle structurel. Il est possible d'avancer que la variabilité des variables retenues contribue, à plus de 70%, à l'explication de la variabilité de l'intensité énergétique. Ces résultats permettent d'attester que le modèle est de bonne qualité au regard des spécificités des deux techniques d'estimation. Ainsi, les paramètres obtenus ne souffrent pas de biais d'endogénéité, de multicolinéarité ou d'hétéroscédasticité. La convergence asymptotique étant assuré avec les deux méthodes d'estimation, les résultats obtenus peuvent se prêter à l'interprétation.

4.3. Interprétation des résultats

La lecture du tableau montre que l'intensité énergétique est déterminée aussi bien par des facteurs macroéconomiques que par des facteurs microéconomiques ; ce qui confirme l'hypothèse formulée dans ce travail. A cet effet, il y a quatre variables macroéconomiques qui sont significatives au seuil de 5%. Il s'agit du PIB par habitant, de la formation brute de capital fixe et des valeurs ajoutées des secteurs agricole et industriel. Toute chose restant égale par ailleurs, une augmentation de l'une de ces variables de 1% se traduit respectivement par une très faible hausse de l'intensité énergétique de 0,000005% pour le PIB par habitant. Au niveau de l'investissement, cette hausse est de 0,5%. Dans le secteur de l'agriculture, il y aura une hausse de 0,89% alors que dans le secteur industriel il va y avoir une baisse de 0,45%.

En ce qui concerne les variables qui sont liées à la vie des ménages, il y a le niveau de vie (consommation finale des ménages) et les prix (indice des prix à la consommation) qui déterminent la demande d'énergie de façon significative. Une augmentation du niveau de vie des ménages et des prix de 1%, toute chose étant égale par ailleurs, s'accompagne respectivement d'une augmentation de l'intensité énergétique de 0,89% dans le premier cas, alors que celle-ci va baisser de 0,45% dans le second cas. Ces résultats permettent de tirer deux enseignements, à savoir : l'évolution de l'intensité énergétique est une conséquence de l'activité économique globale, d'une part, et elle est aussi une conséquence du comportement des ménages d'autre part.

Évolution de l'intensité énergétique : une conséquence de l'activité économique globale des pays membre de la CEMAC.

Les résultats obtenus montrent que le PIB par habitant est un déterminant de l'intensité énergétique dans les pays membre de la CEMAC. L'effet est quasiment nul (0,00005) qu'il était indispensable d'estimer le modèle global et le modèle structurel car ce résultat indique que dans les économies de la CEMAC il y a aussi des secteurs gourmands en intensité énergétique alors que d'autres le sont moins. Aussi, deux hypothèses permettent-elles de faire une interprétation des résultats obtenus par rapport à l'activité économique dans les pays de la CEMAC. Il s'agit des hypothèses de la conservation et de la neutralité. L'hypothèse de la neutralité stipule qu'il n'y a pas de lien entre l'activité économique et l'intensité énergétique. En d'autres termes, la consommation des énergies est une composante insignifiante de l'activité économique. Cette hypothèse n'est pas, certes, vérifiée au niveau global, mais elle l'est au niveau du secteur des services. Ce résultat est en accord avec *Martin (1992) et Evans et Hunt, (2009)* qui ont soutenu que l'intensité énergétique augmentait avec l'industrialisation et diminuait avec l'apparition de nouveaux progrès technique et la tertiarisation de l'économie.

Dans les deux autres secteurs (agriculture et industrie) il y a un lien entre l'intensité énergétique et l'activité économique ; ce qui permet de vérifier l'hypothèse de la conservation. Cette dernière stipule que la réduction de la consommation d'énergie n'a pas d'effet négatif sur l'activité économique. En d'autres termes, une augmentation du PIB entraîne celle de l'intensité énergétique. Cette hypothèse est vérifiée dans le secteur agricole et non dans le secteur industriel.

Dans le secteur agricole, il y a une expansion des exploitations de taille moyenne. Cette évolution a été permise par le développement des services de location de tracteurs et les politiques de prêts avantageux aux particuliers afin de permettre l'acquisition du matériel agricole. Seulement, ce matériel est, souvent, en occasion et, donc très énergétivore. A cet égard, la *FAO (2006)* souligne que les ventes de tracteurs ont baissé et dans beaucoup de pays africains au sud du Sahara, 40% des tracteurs en fonction actuellement dans les champs ont plus de 15 ans d'âge. De tels équipements utilisés dans le domaine agricole sont de nature à augmenter l'intensité énergétique dans le secteur.

Au sujet du secteur industriel, les activités de recherche et développement conduisent à des innovations en matière de procédés ou de produits. L'effet négatif enregistré sur l'intensité énergétique est dû à l'installation de nouveaux pantalons et de nouvelles machines efficaces et moins énergivores. Mais, étant donné la capacité productive limitée en énergie dans ces pays, l'inefficacité de certaines industries, l'effet négatif peut être dû à une consommation excessive d'énergie dans les industries faiblement productives de l'économie, à une contrainte de capacité ou une offre inefficace d'énergie (*Squalli, 2007*)

Toujours en ce qui concerne les facteurs macroéconomiques, il y a l'investissement qui a un déterminant important de l'intensité énergétique. Dans les pays de la CEMAC, la hausse des investissements est associée à une augmentation de l'intensité énergétique. Ce résultat peut s'expliquer par le fait qu'une partie des investissements est consacrée à l'acquisition des biens d'équipement d'occasion. Ce type de biens nécessite un arbitrage entre les avantages et les coûts liés à leur utilisation. L'avantage de disposer de ce type de biens tient au fait qu'ils sont à moindre coût (*Eisfeldt et Rampini, 2007*) et pourraient mieux correspondre au profil des compétences et de la main-d'œuvre dans les pays membres de la CEMAC que les nouvelles technologies (*Sen, 1962*) et, peuvent, potentiellement constituer une option bon marché et plus énergétique pour les biens d'équipement désuets (*Davis et Kahn, 2010*). Les coûts sont liés au fait que les biens d'équipement d'occasion nécessitent d'énormes coûts d'entretien (*Sen, 1962*) et sont énergivores que les nouvelles technologies, peuvent décourager le développement de l'industrie des biens d'équipement domestique et ont une courte vie économique. Ainsi, au regard des résultats obtenus, les pays membres de la CEMAC optent pour des biens d'équipement intensif en énergie et qui sont, souvent, des biens de seconde main ou des biens avec des technologies gourmandes en énergie.

Évolution de l'intensité énergétique : une conséquence du comportement des ménages

Les résultats obtenus montrent que l'évolution de l'intensité énergétique est déterminée par des variables résultant du comportement des ménages. Il s'agit de la consommation finale de ménages et de l'indice des prix à la consommation. Au sujet du niveau de vie des ménages, les résultats obtenus suggèrent que l'amélioration du niveau de vie des ménages est associée à une baisse de l'intensité énergétique. Ce résultat confirme bien la théorie de l'échelle énergétique. Cette dernière prend appui sur le comportement de consommation des ménages (*Hosier et Kipondya, 1993*). Elle stipule qu'en situation d'augmentation du revenu, les ménages consomment non seulement des biens de la même qualité, mais aussi ceux sophistiqués et de meilleure qualité. Ainsi, un faible niveau de vie induit une plus grande consommation des produits gourmands en énergie (bois de chauffage, produits d'occasion avec d'anciennes technologies, ...) en raison d'une combinaison d'effets de revenu et de substitution (*Baland et al., 2007*). Il en est ainsi parce que les produits faiblement gourmands en énergie sont considérés comme des biens normaux alors que les produits gourmands en énergie sont considérés comme des biens inférieurs (*Demurger et Fournier, 2011*).

Cette théorie est davantage vérifiée dans la mesure où l'augmentation des prix à la consommation se traduit par une hausse de l'intensité énergétique dans les pays membres de la CEMAC. Ces résultats confirment les travaux d'*Hamilton (2003)* qui avait, également, trouvé que la consommation d'énergie des pays en développement influent sur le niveau de consommation des biens et services par l'entremise de prix. En effet, l'augmentation du niveau général des prix a pour conséquence la baisse du pouvoir d'achat des ménages. Ces derniers vont délaisser les produits de qualité sophistiquée, peu gourmande en énergie, pour des produits gourmands en énergie. Selon, l'ampleur de la perte du pouvoir d'achat, les ménages vont avoir tendance à combiner les produits à faible intensité d'énergie avec ceux à forte intensité d'énergie. Ainsi, la perte du pouvoir d'achat, induit par la hausse des prix, peut avoir un effet de substitution complet ou un effet de substitution partiel conduisant à une combinaison de type d'énergie (peu gourmande et gourmande en énergie) comme l'a suggéré *Heltberg (2005)* dans les pays en développement.

Conclusion et implications de politiques économiques

L'objectif de ce travail était de mettre en évidence les déterminants de l'intensité énergétique dans les pays membres de la CEMAC. Pour ce faire, nous avons recouru à des données de panel sur la période allant de 1990 à 2015 et avons estimé un modèle économétrique (en versions global et structurel) par les méthodes FM-OLS (Fully Modified Ordinary Least Squares) et DOLS (Dynamique Ordinary Least Squares) pour résoudre les problèmes de multi-colinéarité, d'endogénéité et d'hétéroscédasticité.

Au niveau macroéconomique, les résultats obtenus suggèrent, de façon globale, l'existence d'un effet de conservation très faible indiquant que les politiques de promotion de la croissance économique dans les pays de la CEMAC élèveraient très faiblement l'intensité énergétique. Le niveau très faible de l'effet sur l'intensité énergétique a montré qu'il était nécessaire d'examiner les effets au niveau de chaque secteur pour mieux saisir leurs spécificités. A cet égard, le modèle structurel a révélé que l'effet de conservation n'est enregistré que dans le secteur agricole tandis que dans le secteur des services l'effet est neutre. Dans le secteur industriel, l'augmentation du volume d'activité s'accompagne d'une baisse de l'intensité énergétique.

Les résultats obtenus avec les variables consommation finale des ménages et l'indice des prix à la consommation valident de la théorie des échelles énergétique et celle de la combinaison des types d'énergie. Lorsque le niveau de vie des ménages s'améliore ou lorsque leur pouvoir d'achat augmente, les ménages adoptent les énergies nouvelles. Ainsi, en fonction de leur niveau de revenu ou pouvoir d'achat avant les améliorations, les ménages peuvent opter pour un portefeuille de type d'énergie ou basculer totalement vers les énergies nouvelles.

Ces résultats confirment l'hypothèse formulée dans ce travail, à savoir l'intensité énergétique dans les pays de la CEMAC est la conséquence aussi bien des facteurs macroéconomiques que des facteurs microéconomiques. Ces résultats ont des implications de politiques économiques que nous pouvons envisager à deux niveaux : les politiques globales et sectorielles, d'une part et les politiques orientées vers les ménages, d'autre part.

Lorsqu'elles visent la réduction de l'intensité énergétique, les politiques globales et sectorielles, devraient s'appuyer sur des mesures tendant à décourager les investissements dans les biens d'équipements, les procédés, les bâtiments et les ouvrages énergivores. Elle devra tenir compte du fait que les investissements dans certains biens d'occasion peuvent, en moyenne, améliorer l'intensité énergétique malgré le fait qu'elles sont veilles tout en permettant aux entreprises financièrement limitées de réduire leurs coûts énergétiques. Ce dernier volet est particulièrement important lorsqu'on sait que les pays membres de la CEMAC disposent de tissus larges des petites et moyennes entreprises qui recourent souvent aux biens d'équipement de seconde main du fait de la faiblesse de leur surface financière. Il est indispensable que ces politiques ne laissent pas de côté les mesures qui sont de nature à lever les contraintes sur l'accès des entreprises aux capitaux pour leur permettre d'améliorer leur efficacité énergétique tout en aidant la sous-région à avoir une croissance économique moins intensive en énergie.

Au niveau des ménages, les options en matière de promotion de changement de comportement en vue de l'adoption des énergies modernes sont limitées. Une politique de prix subventionnée peut être indiquée pour amener les ménages à adopter des énergies nouvelles d'autant plus que plus de la moitié des populations de ces pays vivent dans la pauvreté². Seulement, une telle politique reste difficile à implémenter à cause de son coût élevé sur le plan budgétaire dans les pays déjà en proie à des difficultés économiques depuis 1994. Il est aussi possible d'accorder des facilités à l'importation des biens d'équipement en rapport avec les énergies nouvelles afin de baisser leur coût et faciliter l'accès de ces biens aux ménages à revenu modeste. Enfin, il y a les politiques de sensibilisation qui consistent à informer les ménages sur les avantages et le bien fondé de recourir aux énergies nouvelles pour la santé de l'être humain et la protection de l'environnement. Ces actions peuvent amener les ménages à tenir compte de la qualité de la vie et ainsi à diluer l'importance du prix dans leur prise de décision.

² Dans le Programme de développement régional, le taux de pauvreté était estimé à 53% en 2008 avec un objectif de la ramener à 23% en 2025.

Références

- Apergis N., Payne J.E. (2010), “Renewable energy consumption and economic growth: evidence from a panel of OECD countries.” *Energy Policy*, N°38, pp 656–60.
- Apergis, N., Payne, J.E., 2009a. Energy consumption and economic growth in Central America: evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Econ.* 31 (2), *Applied Econometrics and Quantitative Studies, Vol. 2(4)*, pp.87-98
- Baland, J., Bardhan, P., Das, S., Mookherjee, D., Sarkar, R. (2007), “Managing the Environmental Consequences of Growth: Forest Degradation in the Indian Mid-Himalayas”. *India Policy Forum*, N°3, pp 215-277
- Baneerjee A., Dolado J. J. et. Mestre R, (1998), "Error-correction mechanism tests for cointegration in a single-equation framework", *Journal of Time Series Analysis*, N°19, pp 267 – 283
- Belke, A., Dobnik F., Dreger C., (2011), “Energy consumption and economic growth: New insights into the cointegration relationship”, *Energy Economics*, N°33, pp 782–789.
- Bhattacharyya S. C (2011), “*Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance*”, London: edition Springer Science & Business Media, 721p
- Dantama, Y.U., Y., Umar, Y.Z., Abdullahi, I. Nasiru (2012). Energy Consumption - Economic Growth Nexus in Nigeria: An Empirical Assessment Based on ARDL Bound Test Approach. *European Scientific Journal*, 8 (12), 141-157
- Davis et Kahn, (2010), « International Trade in Used Vehicles :The Environmental Consequences of NAFTA », *American Economic Journal: Economic Policy*, N° 2, pp 58–82
- Demurger, S., Fournier, M. (2011), “Poverty and Firewood Consumption: A Case Study of Rural Households in Northern China”, *China Economic Review*, Vol. 22, N°4, pp 512-523.
- Dolignon C.,(2016), « les caractéristiques énergétiques des entreprises de la BITD » *bulletin de l'observation économique de la dépense (SGA/DAF/OED)*, N°83, octobre, pp1-6
- Eisfeldt A. et A. Rampini (2007), « New or used? investment with credit constraints », *Journal of Monetary Economics*, Vol. 54, N°8, pp 2656-2681
- Evans, J. & Hunt, L. C. (Eds.) (2009), “*International Handbook on the Economics of Energy*”. Edition. Cheltenham, UK: Edward Elgar, September, 831 pages, ISBN 1-84720-352-6. Banks,
- Hartman, R. S., (1979), “Frontiers in energy demand modelling”, *Annual Review of Energy*, Vol. 4, pp 433-466
- Heltberg, R. (2005), “Factors Determining Household Fuel Choice in Guatemala”, *Environment and Development Economics*, Vol.10, N°3, pp 337-361.
- Horny G. (2016) « *Panels non-stationnaires : Master 2 MASERATI* » Banque de France. 1-50pages

- Hosier, R., Kipondya, W. (1993), "Urban Household Energy Use in Tanzania: Prices, Substitutes and Poverty", *Energy Policy*, Vol. 21, N°5, pp 453-473
- Houthakker, H.S. et Taylor L.D., (1970), "*Consumer demand in United States*", Harvard University press.
- Hurlin C. et V, Mignon., (2007). « Une synthèse des tests de cointégration sur données de panel. », *Economie et Prévision*, n° 180-181 2007/4-5
- Im, K.S., Pesaran, M.H. and Shin, Y. (1997), "*Testing for unit roots in heterogeneous panels*", Mimeo, Department of Applied Economics, University of Cambridge.
- Im, K.S., Pesaran, M.H., Shin, Y., (2003), "Testing for unit roots in heterogeneous panels", *Journal of Econometrics*, N°115, pp 53-74
- Jaruwan C., Lester C. Hunt, and R. Pierse (2006). Causality between Energy Consumption and GDP: Evidence from 30 OECD and 78 Non-OECD Countries, *University of Surrey Department of Economics* ISSN 1749-8384 SEEDS 113
- Kane C. S. (2011), « Infrastructures physiques et croissance économique dans l'UEMOA. », *Revue économique et monétaire*. N°9, pp. 13-39.
- (2009), « Demande d'énergie et croissance économique dans l'UEMOA: Une analyse sur panel hétérogène non stationnaire. », *Revue africaine de l'Intégration*. Vol. 3, No. 1, pp. 1-33.
- Kao, C. (1999), Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data", *Journal of Econometrics*, N°90, pp. 1-44.
- Kassé M. (2009), « *Économie du développement : les théories du développement* », Références africaines. Tome 1. Paris: Editions Silex-Nouvelles du Sud: 460.
- Kaufmann, R. K., (1994), « The effect of expected energy prices on energy demand: implication for energy conservation and carbon taxes » *Ressources and energy economics*, Vol. 16, pp.167-188.
- Kraft, J. et Kraft A., (1978), « On the relationship between energy and GNP » *Journal of Energy and development*, Vol. 3, pp.401-403.
- Kuznets, S. (1957), "Industrial distribution of national product and labor force", *Economic Development and Cultural Change*, N° 5, pp 1-111.
- Levin, A., Lin, C.F., and Chu, C.S.J., (2002), "Unit root tests in panel data: asymptotic and finite sample properties", *Journal of Econometrics*, N°108, pp 1-24.
- Martin, J-M., (1992), "*Economie et politique de l'énergie*". Armand Colin, Collection Curus, 192p
- Masih, A.M and.,Masih ,R. (1996), "Energy consumption, real income and temporal causality: Results from a multi-country study based on cointegration and error-correction modelling techniques. *Energy Economics Review*, N° 18, pp165-183.
- McCoskey, S., and Kao, C., (1998), "A Residual-Based Test of the Null of Cointegration in Panel Data", *Econometric Reviews*, N°17, pp. 57-84.
- Narayan, Paresh, K., and Smyth, Russell (2009), "Multivariate granger causality between electricity consumption, exports and GDP: Evidence from a panel of Middle Eastern countries", *Energy Policy*, N° 37, pp 229-236.

- Odularo, G.O. and Okonkwo, C. (2009). Does Energy Consumption Contribute to Economic Performance? Empirical Evidence from Nigeria. *Journal of Economics and International Finance*, Vol. 1(2), pp.044-058
- Ongono P. (2009). Energy consumption and economic performance in Cameroon *University of Yaounde II, Faculty of economics and management/MPRA Paper No. 23525, Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/23525> posted 27. June 2010 10:13 UTC.*
- Ozturk, I. (2010), “A literature survey on energy–growth nexus”, *Energy Policy*, N°38, pp 340-349.
- Pedroni, P. (2001), “Purchasing power parity tests in cointegrated panel”, *The Review of Economics and Statistics*, N°83, pp 727-731.
- Percebois J. (1989), « *Economie de l'énergie* », Ed. Economica, Paris.
- Percebois J. (1999), « L'apport de la théorie économique aux débats énergétiques », *Revue de l'Énergie*, N° 509, PP. 473- 488.
- Percebois J. et Hansen J-P (2011), « *Energie* », éd. De Boeck Université.
- Phillips P.C.B. and Hansen B.E. (1990), “Statistical inference in instrumental variables re- gression with I(1) processes”, *Review of Economic Studies*, N°57, pp 99-125.
- Phillips, P. C. B. et Ouliaris, S. (1990), « Asymptotic properties of residual based tests for cointegration », *Econometrica*, N°58, pp 165-193.
- Sahu S., and Narayanan K. (2010), “Determinants of energy intensity in Indian manufacturing industries: a firm-level analysis”, *Eurasian Journal of Business and Economics*, Vol.4, N°8, pp13-30.
- Saikkonen P. (1991), “Asymptotically efficient estimation of cointegrating regressions”, *Econometric Theory*, N°58, pp. 1-21.
- Sen, A.K., (1962), “On the usefulness of used machines”, *Review of Economics and Statistics*, N° 44, pp 346-48.
- Squalli Jay, (2007) « Electricity consumption and economic growth: Bounds and causality analyses of OPEC members », *Energy Economics*, Vol. 29, N°6, pp 1192-1205
- Stock J. and Watson M. (1993), “A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems”, *Econometrica*, N°61, pp. 783-820.
- Timmaa L. and Blumberga D., (2014), “*Index decomposition analysis for energy sectors*” in *Latvia Energy Procedia*, N° 61, 2180 – 2183.
- Villa, P , (2000), « Evolution sur longue période de l'intensité énergétique », *Revue du CEPII*, n°82, pp 169 – 199.
- Voigt, De Cian, Schymura and Verdolini (2014). “Energy Intensity Developments in 40 Major Economies: Structural Change or Technology Improvement?” in *Energy Economics*, N°41, pp 47-62