



Journal of Business Administration and Economic Studies



Web site: www.asjp.cerist.dz/en/PresentationRevue/313/

**La relation entre la consommation d'énergie et la croissance économique en Algérie -Etude économétrique-
The relationship between energy consumption and economic growth in Algeria- econometric study-**

^{1*}LAHOUAL Benali, labenali@univ.dz
²TAOUCH Kandouci, tkandouci@univ.dz

¹ Laboratoire ITMAM, Université de Saida, Algérie
² Laboratoire ITMAM, Université de Saida, Algérie

Reçu : 13/08/2019

Accepté : 16/02/2020

Publié: 25/06/2020

Resumé

Mots clés

Le présent article a pour objectif d'analyser la relation entre la consommation d'énergie et la croissance économique en Algérie pour la période 1980-2014 en utilisant la méthodologie d'ARDL, afin de déterminer ses implications en termes de politiques économiques, Les résultats empiriques confirment la présence d'une relation à long terme entre la croissance économique par habitant et la consommation d'énergie par habitant.
En outre, l'estimation de la relation à long terme montre d'une augmentation de 1% de la croissance économique par habitant entraînait une augmentation de 2.10 % de la consommation d'énergie par habitant, Par ailleurs, le test de causalité de Toda Yamamoto indique l'existence d'une causalité unidirectionnelle dans le sens de la croissance économique par habitant vers la consommation d'énergie par habitant, en d'autres termes, plus de croissance économique entraîne un accroissement de consommation d'énergie.

Consommation Energie ; croissance Economique ; Modèle ARDL ; cointégration, causalité de Toda Yamamoto

Codes de Classification JEL: C13 ; C40 ; P28 ; Q43

abstract

Keywords

The purpose of this article is to analyze the relationship between energy consumption and economic growth in Algeria for the period 1980-2014 using the ARDL methodology, in order to determine its implications in terms of economic policies.
Empirical results confirm the presence of a long-term relationship between per capita economic growth and per capita energy consumption. In addition, the estimation of the long-term relationship shows that a 1% increase in economic growth per capita resulted in a 2.10% increase in energy consumption per capita. Furthermore, Toda's causality test Yamamoto indicates the existence of a unidirectional causality in the direction of economic growth per capita towards energy consumption per capita, in other words, more economic growth leads to an increase in energy consumption.

Energy consumption; economic growth ; ARDL model; cointegration, causality of Toda Yamamoto

Classification Codes JEL: C13 ; C40 ; P28 ; Q43

* Auteur correspondant: LAHOUAL Benali, email : benali_hbb@yahoo.fr

I Introduction :

L'économie algérienne est basée essentiellement sur l'exploitation des hydrocarbures, ressource quasi unique du pays, Ces derniers constituent la principale source de revenu du pays (98% des recettes des exportations algériennes), les recettes des hydrocarbures ont permis de financer les différents programmes de relance économique et de réduire considérablement la dette extérieure du pays, notre article est de répondre aux questions suivantes :

Existe-t-il une relation de cointégration entre la consommation d'énergie et la croissance économique?

Existe-t-il une relation de causalité entre la consommation d'énergie et la croissance économique? et par conséquent en détermine le sens de la relation entre ces deux variables.

II Partie théorique :

II-1 Introduction :

L'énergie est considérée comme une matière de base nécessaire pour la vie humaine et économique. De nos jours, elle est devenue de plus en plus importante grâce à son utilisation dans la majorité des activités économiques et non économiques. Le secteur énergétique offre plusieurs produits finis comme l'électricité, le gaz de pétrole liquéfié, le gaz naturel, l'essence, le gasoil et le fuel-oil lourd, nécessaires pour la vie quotidienne des ménages (transport, cuisson, chauffage, éclairage) et pour l'activité de production des entreprises.

Pour concevoir des politiques énergétiques efficaces d'économie d'énergie, on doit connaître l'impact de la consommation d'énergie sur la croissance économique.

II-2 Aperçu sur des études théoriques et empiriques De la Consommation d'énergie et la croissance économique :

Le sujet de la relation de causalité entre la consommation d'énergie et la croissance économique a été bien étudié dans la littérature de l'économie d'énergie, qui le subdivise en deux catégories : la première est celle qui présente la relation entre la consommation d'énergie et la croissance économique dans le cas des séries temporelles, et la deuxième est celle traitant de cette relation en présence des données de panel. Parmi les études pionnières de la relation énergie-croissance économique, nous citons celle de Kraft et Kraft (1978) pour le cas des Etats-Unis¹. Par la suite, les études empiriques se sont multipliées menant à des résultats empiriques variés et parfois opposés en raison soit des différentes périodes de temps, soit des différentes variables utilisées, soit de l'échantillon des pays étudiés ou bien à cause des différentes méthodologies économétriques appliquées. Cette divergence des résultats de causalité entre la consommation d'énergie et la croissance économique a eu d'importantes implications économiques et énergétiques.

La nature de la relation de causalité présente une importance majeure pour la conception et l'exécution efficace des politiques économique et énergétique (Ozturk, 2010)². En effet, les pays pour lesquels l'énergie est une variable indépendante (c'est-à-dire le pays pour lesquels la causalité tend de la consommation d'énergie vers la croissance économique) auront une politique énergétique prudente parce que n'importe quel choc négatif sur leur approvisionnement énergétique exercera des effets négatifs sur la croissance économique. Au contraire, dans une économie où la consommation d'énergie est déterminée par la croissance économique (c'est-à-dire la direction de la causalité tend de la croissance économique vers la consommation d'énergie), la politique d'économie d'énergie aurait un effet très faible sur la croissance économique (Ouedraogo et Diarra, 2010)³.

A ce niveau, on s'intéresse des travaux se basent sur l'approche de cointégration et de causalité de Granger comme méthode d'analyse de la relation de causalité entre la consommation d'énergie et la croissance économique pour un seul pays. Les études les plus intéressantes sont citées dans le tableau 1 (Ben mouhad⁴, 2016 ; Cherfi⁵, 2011 ; Tsani⁶, 2010 ; Fondja Wandji⁷, 2013 ; Liang et Liu⁸, 2013 ; Soares et al.⁹, 2014 ; Tang et al.¹⁰, 2016). Les résultats trouvés par Ben mouhad (2017) pour le cas de l'Algérie sur la période 1980–2015, en appliquant le test de cointégration et sa validité et le test de causalité de Granger indiquent, la présence d'une relation causale unidirectionnelle allant de la consommation d'énergie vers la croissance économique (PIB réel). Par contre l'étude de Cherfi (2011) trouvé aucun de relation de cointégration entre les deux variables, mais existe une causalité unidirectionnelle de la croissance économique vers la consommation d'énergie. Les résultats trouvés par Tsani (2010) pour le cas de la Grèce sur la période 1960–2006, en appliquant la méthodologie de Toda et Yamamoto indiquent, la présence d'une relation causale unidirectionnelle allant de la consommation d'énergie vers la croissance économique (PIB réel) pour la Grèce. De son côté, Fondja Wandji (2013) a étudié la nature de la relation entre la consommation d'énergie et la croissance économique pour le Cameroun à travers une approche en étapes : (i) l'étude de la stationnarité, (ii) le test de causalité entre les variables étudiées et (iii) l'estimation du modèle approprié. Le test de causalité de Granger indique une forte évidence unidirectionnelle allant du pétrole vers le PIB réel. Le test de cointégration montre que les deux séries sont cointégrées. L'application du modèle VECM montre qu'une augmentation de la consommation des produits pétroliers de 1% engendrerait une augmentation de la croissance économique de 1.1%. Ce résultat implique qu'une politique économique visant l'amélioration de l'offre énergétique aura nécessairement un impact positif sur la croissance économique. D'un autre côté, un manque d'énergie constitue un goulot d'étranglement pour le développement économique ultérieur au Cameroun. De même, Liang et Liu (2013) soulignent l'existence d'une relation de cointégration de long terme entre la consommation d'énergie et la croissance économique pour le cas de la Chine sur la période 1953–2008, et ce en utilisant la technique de cointégration et le modèle VECM. Pour leur part, Soares et al. (2014) soulignent que l'énergie joue un rôle important dans le développement économique et la réduction de la pauvreté. Pour analyser la relation entre la consommation d'énergie et la croissance économique (PIB réel), ces auteurs ont appliqué le modèle VECM et le test de causalité de Granger au cas de l'Indonésie. Les résultats trouvés montrent l'absence de relation de causalité à long terme ; alors qu'à court terme, une relation bidirectionnelle a été détectée. Les résultats empiriques suggèrent ainsi la possibilité de réduire le besoin en énergie pour un certain niveau de PIB réel sans avoir besoin d'augmenter l'utilisation d'autres facteurs de production. Ceci implique que l'économie d'énergie peut être considérée comme un outil de politique efficace pour réduire les coûts de production et pour rendre l'économie indonésienne plus concurrentielle. Finalement, nous citons le récent travail de Tang et al. (2016) qui traite la relation entre la consommation d'énergie et la croissance économique pour le cas du Vietnam en utilisant le modèle de croissance néoclassique de Solow sur la période 1971–2011. La méthodologie de cointégration et de causalité a été étudiée pour bien établir la relation entre les variables d'intérêt. Les résultats de ce travail indiquent l'existence de cointégration entre les variables étudiées. En particulier, la consommation d'énergie, l'investissement direct étranger (IDE) et le stock du capital présentent un impact positif sur la croissance économique du Vietnam. Le test de causalité de Granger indique une relation unidirectionnelle allant de la consommation d'énergie vers la croissance économique. Par conséquent, le Vietnam présente une économie « énergie-dépendante » et n'importe quelle politique de

l'environnement élaborée pour conserver l'énergie compromettrait le processus du développement économique au Vietnam. Pour cette raison, une politique des énergies renouvelables devrait être mise en place afin de garantir des approvisionnements suffisants en énergie permettant d'accélérer l'expansion économique.

Tableau 1 : Résumé des récentes études empiriques sur le sens de causalité entre la consommation d'énergie et la croissance économique

| Auteurs | Période | Pays | Méthodologie | Relations de causalité |
|------------------------|-----------|-----------|---|--|
| Ben mohad Samir (2017) | 1980-2015 | Algérie | Test de cointégration, Test de causalité de Granger | PIB→CE |
| Cherfi souhila (2011) | 1965-2008 | Algérie | Test de cointégration, Test de causalité de Granger | PIB→CE |
| Tsani (2010) | 1960–2006 | Grèce | Méthodologie de Toda and Yamamoto | CE→PIB |
| Fondja Wandji (2013) | 1977-2009 | Cameroun | Test de cointégration, modèle ECM de causalité de Granger | CE→PIB (CE: pétrole) CE–PIB (CE: électricité) CE–PIB (CE: Combustible organique) |
| Liang et Liu (2013) | 1953-2008 | China | Test de cointégration, VECM, Test de causalité de Granger | PIB↔CE (à court terme) PIB–CE (à long terme) |
| Soares et al. (2014) | 1971-2008 | Indonesia | Test de cointégration, VECM, Test de causalité de Granger | PIB↔CE (à court terme) PIB–CE (à long terme) |
| Tang et al. (2016) | 1971–2011 | Vietnam | Test de cointégration, VECM, Test de causalité de Granger | CE→PIB |

Notes:

CE→PIB : la consommation d'énergie cause la croissance économique.

PIB→CE : la croissance économique cause la consommation d'énergie.

CE↔PIB : causalité à double sens entre la consommation d'énergie et la croissance économique.

CE–PIB : absence de causalité entre la consommation d'énergie et la croissance économique.

CE: consommation d'énergie, **PIB** : produit intérieur brut réel

VAR (vector autoregressive model) : modèle à vecteurs autorégressifs,

ECM (error correction model) : modèle à correction d'erreurs,

VECM (vector error correction model) : modèle des vecteurs à correction d'erreurs.

II. Partie pratique :

Données et variables :

Les données de l'étude sont les observations faites sur le niveau de consommation d'énergie primaire, et la production intérieur Brut réel, au cours de la période 1980-2014 ; Ces informations sont issues de la base de données de la Banque mondiale¹¹.

Les variables utilisées sont :

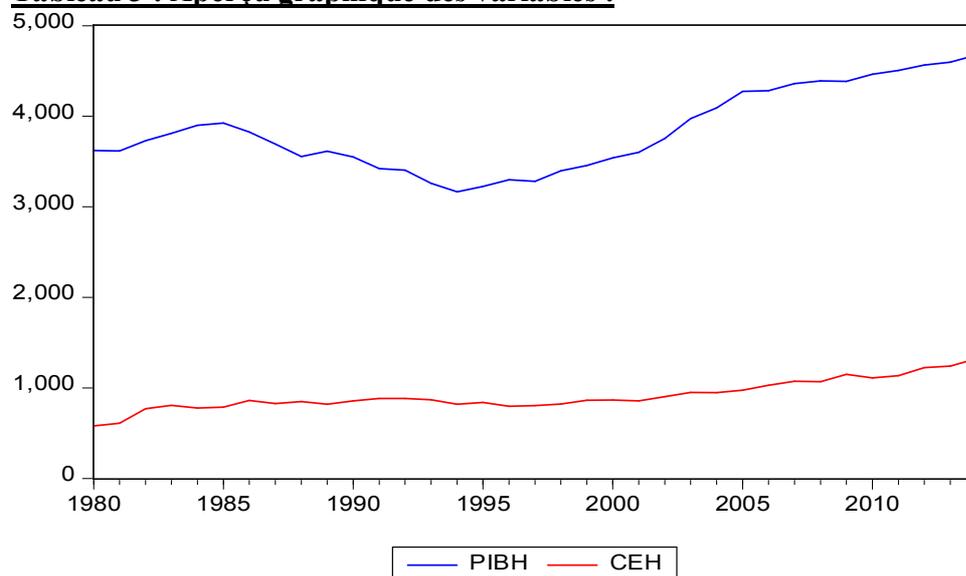
PIBH : Production Intérieur Brut réel par habitant, exprimé en \$ US constant 2010.

CEH : Consommation Energie par Habitant, exprimé en Kg d'équivalent de pétrole par habitant.

Tableau 2 : Caractéristiques descriptives

| Observations | PIBH | CEH |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| Mean | 3834.366 | 913.6471 |
| Median | 3729.257 | 863.7872 |
| Maximum | 4675.885 | 1321.099 |
| Minimum | 3164.899 | 579.4516 |
| Std. Dev. | 452.4925 | 166.1113 |
| Skewness | 0.390030 | 0.602066 |
| Kurtosis | 1.880198 | 3.159407 |
| Jarque-Bera | 2.716072 | 2.151543 |
| Probability | 0.257165 | 0.341035 |
| Sum | 134202.8 | 31977.65 |
| Sum Sq. Dev. | 6961481. | 938160.5 |
| PIBH | 1 | |
| CEH | 0.804 | 1 |

On remarque qu'il existe une corrélation forte et positive entre les deux variables

Tableau 3 : Aperçu graphique des variables :**Tableau 4 : test de racine unitaire de ADF et PP**

| Variables | Test de Dickey Fuller Augmenté (ADF) | | | Test de Phillips Perron (PP) | | |
|---------------|--------------------------------------|------------|------------|------------------------------|------------|------------|
| | (1) | (2) | (3) | (1) | (2) | (3) |
| | En niveau | | | En niveau | | |
| LBIPH | -0.689107 | -0.391599 | 1.003124 | -1.106452 | -0.234578 | 1.082003 |
| LCEH | -2.442260 | -1.377605 | 2.615061 | -2.607255 | -1.385785 | 2.615061 |
| | En première Différence | | | En première Différence | | |
| Δ LBIP | -3.288389 | -3.096677* | -2.930695* | -3.324541 | -3.159364* | -2.951675* |
| Δ LCEH | -5.266137* | -5.362947* | -4.637644* | -5.253096* | -5.352800* | -4.585462* |

Notes : * indique un niveau de significatif à 5%

(1), (2), (3) indiquent les modèles (avec constant et tendance), (avec constant Uniquement) et (sans constant et sans tendance).

Source : établi par l'auteur à partir d'EvIEWS 10

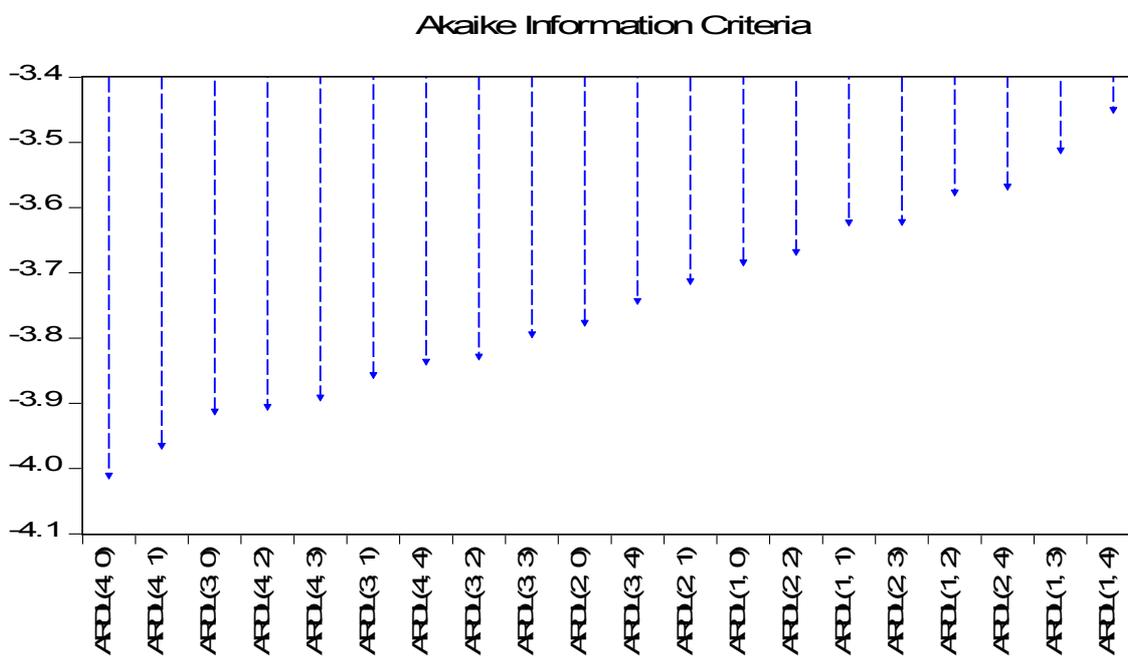
Les résultats du test de racine unitaire de Dickey Fuller Augmenté et Phillips-Perron représenté dans le tableau 3 ci-dessus, confirment que les deux variables sont stationnaires en première différence, donc sont intégrées d'ordre 1 ou I(1).

Sur la base du test de racine unitaire ci-dessus, nous appliquons le modèle ARDL développé par Pesaran et Shin (1999) qui a connu une extension grâce à Pesaran et al. (2001). Le recours à ce modèle se justifie par le fait qu'il prend en compte à la fois les relations de court terme et celles de long terme des variables testées, Il permet d'estimer des échantillons petites taille et aussi des variables de niveau d'intégration différents (I(1) et I(0)).

Premièrement, on commence par déterminer le nombre de retard optimal de chaque variable selon le modèle, et on utilise le critère AIC (Akaike Information Criterion) pour cette étape.

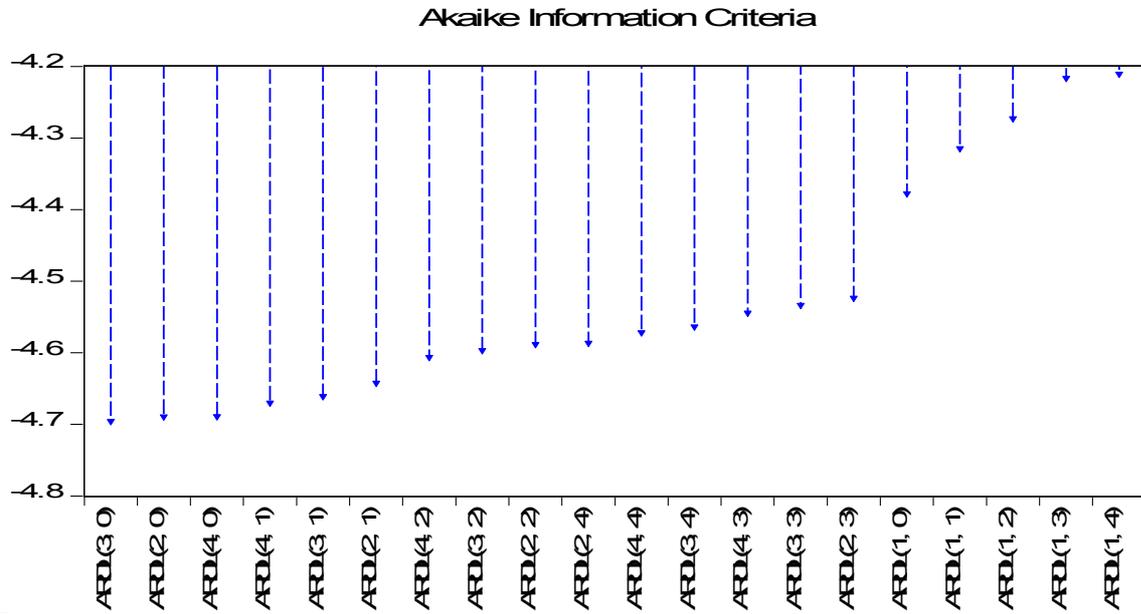
2/ Détermination de nombre de retard optimal :

1^{er} cas LPIBH Variable dépendant:



A partir du graphe ci-dessus (selon le critère d'information Akaike), le modèle **ARDL (4, 0)** est le meilleur modèle.

2^{eme} cas LCEH Variable dépendant



A partir du graphe ci-dessus (selon le critère d'information Akaike), le modèle **ARDL (3, 0)** est le meilleur modèle.

Estimation du modèle ARDL et Test de cointegration pour les deux cas de figure :

1^{er} cas LPIBH Variable dépendant :

A/ le modèle ARDL :

| Dependent Variable: LPIBH | | | |
|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------|
| Method: ARDL | | | |
| Selected Model: ARDL(3, 0) | | | |
| Variable | Coefficient | | Prob.* |
| LPIBH(-1) | 1.373045 | | 0.0000 |
| LPIBH(-2) | -0.248472 | | 0.4316 |
| LPIBH(-3) | -0.241204 | | 0.2117 |
| LCEH | 0.078345 | | 0.1291 |
| C | 0.427625 | | 0.2135 |
| R-squared | 0.973120 | Mean dependent var | 8.248988 |
| Adjusted R-squared | 0.969138 | S.D. dependent var | 0.121111 |

| | | | |
|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| F-statistic | 244.3664 | Durbin-Watson stat | 2.2139 26 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |
| | | | |

Source : Etabli à partir d'Eviews 10.

Les résultats d'estimation montrent que le variable LPIBH(-1) est statistiquement significatifs. La qualité d'ajustement du modèle est de 97%, c'est-à-dire la variabilité totale de PIB Par habitant est expliquée à 97% par le variable lui-même retardé d'une année. La statistique de Fisher associée (244.36) est largement supérieure à la valeur lue dans la table de Fisher au seuil de 5% , d'après les résultats d'estimation, le modèle est acceptable.

B/ Test de Cointégration (Bounds-test):

| F-Bounds Test | | Null Hypothesis: No levels relationship | | |
|----------------|----------------------|---|-------------|-------------|
| Test Statistic | Value | Signif. | I(0) | I(1) |
| F-statistic | 1.09551 3 | 10% | 3.02 | 3.51 |
| k | 1 | 5% | 3.62 | 4.16 |
| | | 2.5% | 4.18 | 4.79 |
| | | 1% | 4.94 | 5.58 |

Source :Eviews 10.

Le résultat de la procédure (bounds test) ci-dessus montre que la statistique de Fisher (**1.095**) est inférieure à la borne inferieure pour les différents seuils de significativité. Donc nous acceptons l'hypothèse H0 d'absence de relation de cointegration.

2^{eme} **Cas CE Variable dependant :**

A/ le modèle ARDL :

| Dependent Variable: LCEH | | | | |
|----------------------------|-------------|--|--|---------------|
| Method: ARDL | | | | |
| Selected Model: ARDL(4, 0) | | | | |
| Variable | Coefficient | | | Prob.* |
| LCEH(-1) | 0.288743 | | | 0.1221 |
| LCEH(-2) | 0.205079 | | | 0.2566 |
| LCEH(-3) | 0.056072 | | | 0.7060 |
| LCEH(-4) | 0.250119 | | | 0.0459 |
| LPIBH | 0.420401 | | | 0.0003 |
| C | -2.067826 | | | 0.0001 |

| | | | |
|--------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|
| R-squared | 0.966989 | Mean dependent var | 6.8368 66 |
| Adjusted R-squared | 0.960386 | S.D. dependent var | 0.1501 69 |
| F-statistic | 146.4630 | Durbin-Watson stat | 2.0680 91 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | |
| | | | |

Source :Eviews 10.

Les résultats d'estimation montrent que tous les coefficients qui ont des probabilités signalées en gras sont statistiquement significatifs.

La qualité d'ajustement du modèle est de 96%, c'est-à-dire la variabilité totale de CE par habitant est expliquée à 96% par la variable lui-même retardé de 4 années et le PIB et le constant.

La statistique de Fisher associée (146.46) est largement supérieure à la valeur lue dans la table de Fisher au seuil de 5% , d'après les résultats d'estimation, le modèle est acceptable.

B/ Test de Cointégration (Bounds-test):

| F-Bounds Test | | Null Hypothesis: No levels relationship | | |
|----------------|----------------------------|---|-------------|-------------|
| Test Statistic | Value | Signif. | I(0) | I(1) |
| F-statistic | 11.1262 0 | 10% | 3.02 | 3.51 |
| k | 1 | 5% | 3.62 | 4.16 |
| | | 2.5% | 4.18 | 4.79 |
| | | 1% | 4.94 | 5.58 |

Le résultat de la procédure (bounds test) ci-dessus montre que la statistique de Fisher (**11.12**) est supérieure à la borne supérieure pour les différents seuils de significativité. Donc nous rejetons l'hypothèse H0 d'absence de relation de long terme et nous concluons à l'existence d'une relation de Co intégration entre les deux variables.

C/ Estimation du modèle à correction d’erreur à court terme :

| ARDL Error Correction Regression | | | | |
|--|---------------------------------|--------------------|--|---------------|
| Dependent Variable: D(LCEH) | | | | |
| Selected Model: ARDL(4, 0) | | | | |
| Case 2: Restricted Constant and No Trend | | | | |
| ECM Regression | | | | |
| Case 2: Restricted Constant and No Trend | | | | |
| Variable | Coefficient | | | Prob. |
| D(LCEH(-1)) | - 0.51127 1 | | | 0.0021 |
| D(LCEH(-2)) | - 0.30619 2 | | | 0.0063 |
| D(LCEH(-3)) | - 0.25011 9 | | | 0.0336 |
| CointEq(-1)* | - 0.19998 6 | | | 0.0000 |
| R-squared | 0.51769 2 | Mean dependent var | | 0.0158 66 |
| Adjusted R-squared | 0.46410 2 | S.D. dependent var | | 0.0392 87 |
| Durbin-Watson stat | 2.06809 1 | | | |

Le résultat d’estimation montre que coefficient d’ajustement ou force de rappel est statistiquement significatif, il est négatif et est compris entre zéro et un en valeur absolue, ce qui garantit un mécanisme de correction d’erreur, et donc l’existence d’une relation de long terme (cointégration) entre variables, on remarque aussi que La consommation d’énergie retardé d’une année, deux et trois ans exerce un effet négatif sur la consommation d’énergie actuelle à court terme.

D/ Estimation du modèle à Long terme :

| Levels Equation | | | |
|---|-------------|--|---------------|
| Case 2: Restricted Constant and No Trend | | | |
| Variable | Coefficient | | Prob. |
| LPIBH | 2.102153 | | 0.0003 |
| C | -10.33985 | | 0.0191 |
| EC = LCEH - (2.1022*LPIBH -10.3399) | | | |

Le résultat d'estimation montre les effets positifs à long terme de la croissance économique sur la consommation d'énergie ; un accroissement de 1% du PIB par habitant accélère la consommation d'énergie par habitant de 2.1%, par contre le constant à un effet négatif sur la consommation d'énergie à long terme.

Test de Causalité de Toda-Yamamoto

Le test de causalité entre la consommation d'énergie et la croissance économique selon l'approche de Toda Yamamoto se présente en deux étapes. D'abord, il s'agit de déterminer l'ordre d'intégration maximal (dmax) des séries et le nombre de retards optimal (p) du processus VAR. Ensuite, il faut estimer un modèle de VAR en niveau augmenté d'ordre (p+dmax), et par conséquent l'application du test Wald.

Détermination nombre optimal de processus VAR

| VAR Lag Order Selection Criteria | | | | | | |
|----------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Endogenous variables: LCEH LPIBH | | | | | | |
| Exogenous variables: C | | | | | | |
| Date: 02/06/19 Time: 11:50 | | | | | | |
| Sample: 1980 2014 | | | | | | |
| Included observations: 29 | | | | | | |
| Lag | LogL | LR | FPE | AIC | SC | HQ |
| 0 | 61.4255 3 | NA | 5.69e-05 | - 4.09831 2 | - 4.00401 6 | - 4.06878 0 |
| 1 | 125.111 4 | 114.195 3 | 9.29e-07 | - 8.21457 9 | - 7.93169 0 | - 8.12598 2 |
| 2 | 134.226 0 | 15.0862 1* | 6.57e- 07* | - 8.56730 9* | - 8.09582 8* | - 8.41964 7* |

| | | | | | | |
|---|--------------|--------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 3 | 137.858 4 | 5.51124 9 | 6.82e-07 | - 8.54195 8 | - 7.88188 5 | - 8.33523 1 |
| 4 | 141.970 4 | 5.67169 6 | 6.92e-07 | - 8.54968 1 | - 7.70101 5 | - 8.28388 9 |
| 5 | 142.587 4 | 0.76598 6 | 9.08e-07 | - 8.31637 4 | - 7.27911 5 | - 7.99151 7 |
| 6 | 148.303 3 | 6.30720 0 | 8.54e-07 | - 8.43471 2 | - 7.20886 0 | - 8.05079 0 |
| | | | | | | |

Pour mettre en œuvre le test de causalité, on trouve que $p=2$ et $d_{max}=1$; on refaire le processus de VAR d'ordre VAR($p+d_{max}$).

Pour mettre en œuvre le test de causalité, on trouve que $p=2$ et $d_{max}=1$; on refaire le processus de VAR d'ordre VAR($p+d_{max}$).

Test de Wald

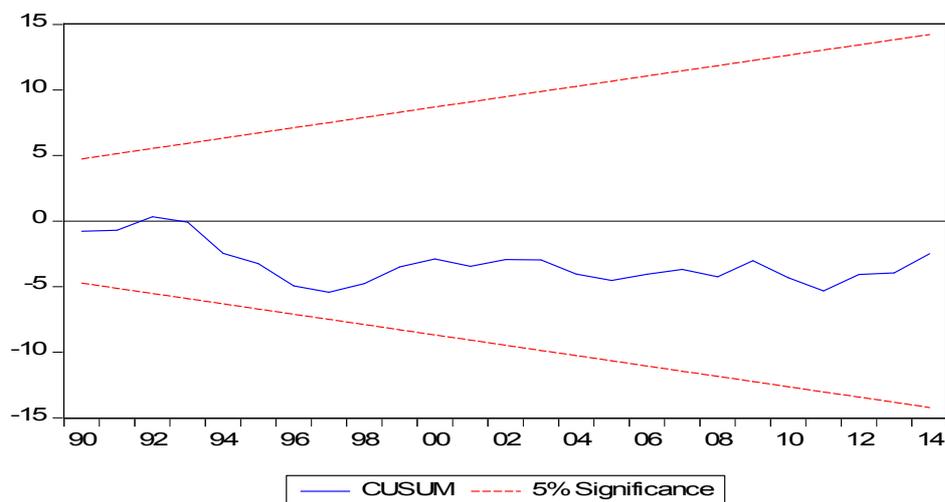
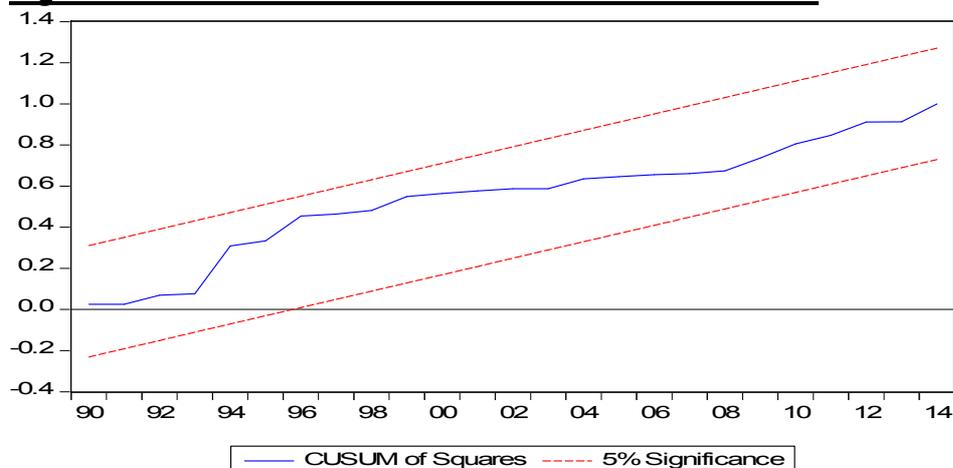
| Type de causalité | P+dmax | Stat. Wald | Proba. | Décision |
|--------------------------------|--------|--------------|---------------|---|
| LPIBH ne cause pas LCEH | 3 | 12.628 66 | 0.0055 | Causalité de la croissance économique vers la consommation d'énergie (causalité unidirectionnelle) |
| LCEH ne cause pas LPIBH | 3 | 3.3161 32 | 0.3454 | |

Selon le résultat de causalité au tableau ci-dessus qui confirme L'existence d'une relation de long terme entre la consommation d'énergie et la croissance économique ; l'existence d'une causalité unidirectionnelle allant de la croissance économique à la consommation d'énergie.

Stabilité du modèle :

On applique les tests de CUSUM et de CUSUMQ proposés par Brown, Durbin et Evans (1975). Ces tests sont appliqués sur les résidus du modèle, le test CUSUM est fondé sur la somme des résidus. Il représente la courbe de la somme cumulée des résidus ensemble avec 5% des lignes critiques. Ainsi, les paramètres du modèle sont instables si la courbe se situe hors de la zone critique entre les deux lignes critiques et stable si la courbe se situe entre les deux lignes critiques. La même procédure est appliquée pour réaliser le test CUSUMQ, lequel est fondé sur la somme du carré des résidus. La représentation graphique de ces deux tests s'applique sur le modèle sélectionné.

Les deux figures montrent la représentation de la courbe de la somme des résidus et la somme carrés du résidu entre les lignes critiques indiquant la stabilité du modèle.

Figure 1 : Courbe de la somme cumulée des résidus**Figure 2 : Courbe de la somme cumulée des carrés du résidu**

Validation du modèle :

Pour que le modèle soit valide, plusieurs tests sont possibles entre autres : le test de corrélation de Breusch-Godfrey, le test de Ramsey Reset, le test de normalité de JacqueBera.

Par conséquent, la probabilité du test de corrélation de Breusch-Godfrey obtenue (0,7902) est largement supérieure à 5%, ce qui démontre que les séries retenues dans le modèle ne présentent pas de corrélation entre elles, Ainsi, la probabilité de test JacqueBera est égale à 0.440 >0.05 donc le modèle est normalisé.

Interprétation économique des résultats :

Les résultats de l'estimation de notre modèle montrent que la causalité entre la croissance économique et la consommation d'énergie en Algérie est unidirectionnelle de la croissance économique vers la consommation d'énergie, cette résultat est confirmé par nombreuses études récentes parmi eux, l'étude de Lee et Chang 2007¹² sur 18 pays en développement et 22 pays développés ; qui a trouvé que la relation bidirectionnelle pour les pays développés, et la relation unidirectionnelle de la consommation d'énergie vers la croissance économique pour les pays en développement ; et aussi la relation de causalité de l'étude de Mahara 2007¹³ sur 11 pays exportateurs de pétrole est unidirectionnelle de la croissance économique vers la consommation d'énergie.

Cette étude confirme l'existence d'une relation à long terme entre les deux variables, selon les tests CUSUM et CUSUMQ.

Cette étude confirme que la consommation d'énergie par habitant ne participe pas à la croissance économique.

L'absence de causalité allant de la consommation d'énergie vers la croissance économique ; confirme que la contribution de la consommation d'énergie a la croissance économique en Algérie est faible, et aussi à cause de la subvention de l'état au secteur de l'énergie.

BIBLIOGRAPHIE

-
- ¹ Kraft, J., Kraft, A., 1978. On the Relationship between Energy and GNP. *Journal of Energy and Development* 3, 401-403.
- ² Ozturk, I., 2010. A Literature Survey on Energy-Growth Nexus. *Energy Policy* 38, 340-349.
- ³ Ouedraogo, I.M., 2010. Electricity Consumption and Economic Growth in Burkina Faso: A Cointegration Analysis. *Energy Economics* 32, 524-531.
- ⁴ ابن محاد سمير ، 2017 ، استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي في الجزائر : وجود واتجاه علاقة ، مجلة الحقوق والعلوم الإنسانية، العدد الاقتصادي، 31/2 ، ص: 185-171
- ⁵ Cherfi Souhila, 2011. Croissance économique et consommation énergétique en Algérie : une analyse en termes de causalité. *Revue de l'énergie*, N° 602, 243-253
- ⁶ Tsani, S.Z., 2010. Energy consumption and economic growth: A causality analysis for Greece. *Energy Economics*, 32, 582-590.
- ⁷ Fondja Wandji, Y.D., 2013. Energy consumption and economic growth: Evidence from Cameroon. *Energy Policy* 61, 1295-1304.
- ⁸ Liang, J.-W., Liu, Z., 2013. Energy Consumption and Economic Growth: Cointegration and Granger Causality Test. Dans Qi, E., Shen, J., Dou, R. (eds.), *The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. Springer Berlin Heidelberg, pp 313-319.
- ⁹ Soares, J.A., Kim, Y.K., Heo, E., 2014. Analysis of causality between energy consumption and economic growth in Indonesia. *Geosystem Engineering* 17, 58-62.
- ¹⁰ Tang, C.F., Tan, B.W., Ozturk, I., 2016. Energy consumption and economic growth in Vietnam. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54, 1506-1514.
- ¹¹ WDI, 2014. World Development Indicators, World Bank. Available: <http://data.worldbank.org>
- ¹² Mehrara, M., 2007. Energy Consumption and Economic Growth: The Case of Oil Exporting Countries. *Energy Policy* 35, 2939-2945.
- ¹³ Lee, C.C., Chang, C.P., 2007. Energy Consumption and PIB Revisited: A panel Analysis of Developed and Developing Countries. *Energy Economics* 29, 1206-1223.