

L'impact des fluctuations du prix de l'énergie sur la croissance économique et la consommation d'énergie au Maroc

Intissar SEYAGH, Université Ibn Tofail, Maroc

Aziz BENSBAHOU, Université Ibn Tofail, Maroc

ISSN : 2509-0399

Reçu le : 29 juin 2022

Date de mise en ligne : 30 septembre 2022

Évalué le : 05 septembre 2022

Pagination : 200-222

Accepté le : 21 septembre 2022

Référence

SEYAGH, I., BENSBAHOU, A., «L'impact des fluctuations du prix de l'énergie sur la croissance économique et la consommation d'énergie au Maroc», *Revue "Repères et Perspectives Économiques"* [En ligne], Vol. 6, N° 2 / septembre 2022, mis en ligne le 30 septembre 2022.

The impact of energy price fluctuations on economic growth and energy consumption in Morocco

Abstract:

The energy sector is one of the most important sectors that contribute significantly to the achievement of development, as it provides many resources necessary for the performance of various economic activities. Therefore, this sector has been the subject of great attention from experts, researchers, and policymakers for a long time, especially after the high demand. Given economic developments, geopolitical shifts, energy price volatility, the increasing likelihood of energy depletion, and ongoing concerns about climate change, many countries, including Morocco, are turning to alternative energy sources to supply various economic sectors.

In addition, rising energy prices this year have made solar and wind power more competitive as alternative energy sources. Morocco has an interest in accelerating the pace of renewable energies and reducing its dependence on fossil fuels to ensure its food security and reduce its energy bill. This paper aims to empirically assess the impact of oil price fluctuations on economic growth and energy consumption in Morocco, the only North African country without natural oil resources, under the assumption that a decrease in energy prices positively affects economic growth.

In this context, we have presented a set of studies that are concerned with studying the relationship between the effect of fluctuations in energy prices on economic growth and energy consumption. Most of these studies provide empirical support for the important role of economic growth and nonrenewable prices in the transition to renewable energy. But in fact, these studies use the standard methodology based on the Granger causality test to indicate the existence of a long-term equilibrium relationship between the price of energy, consumption, and economic growth.

To this end, a two-sector endogenous growth model was used, based on the effect of energy price variations on economic growth and consumption. This model attempts to derive and test the role of energy prices in economic growth. For this purpose, the investigation is conducted based on annual macroeconomic data for Morocco from 1980 to 2020. The estimated variables are energy consumption, energy price, and economic growth. Data on economic

growth come from the World Bank, and energy consumption and prices come from the IEA (International Energy Agency).

The econometric model chosen is a vector autoregressive model to assess how each macroeconomic variable affects the others over time. In particular, we are interested in the effects of energy price changes on economic growth and consumption to obtain dynamic predictions of this effect. The results show that rising energy prices negatively affect economic growth and energy consumption. Given this result, to mitigate the impact of energy price fluctuations on economic growth and energy consumption in Morocco, we propose solutions such as the adoption of renewable energy strategies to improve the efficiency of productive economic sectors and the creation of real investments to reduce supply costs. The rationalization of energy consumption based on is the diversity of energy sources, particularly renewable energies; reconsidering macroeconomic policies to avoid or contain fluctuations in oil prices in world markets.

Keywords: energy consumption; the price of energy; economic growth; Vector autoregression

JEL Classification : Q4 ; B22 ; E2 ; C5

Résumé :

L'objectif de cet article est d'évaluer empiriquement l'impact des fluctuations des prix de pétrole sur la croissance économique et la consommation d'énergie au Maroc. Pour ce faire, l'investigation est menée sur la base de données macroéconomique annuelle pour le Maroc allant de 1980 à 2020. Pour le modèle économétrique choisi, il s'agit bien d'un modèle vectoriel autorégressif (VAR) afin d'évaluer comment chacune de ces variables macroéconomiques (prix du pétrole, la croissance économique et la consommation d'énergie) affecte les autres au fil du temps. En particulier, nous nous intéressons aux effets des variations des prix de l'énergie sur la croissance économique et la consommation pour obtenir des prédictions dynamiques de cet effet. Les résultats ont montré que la croissance économique et la consommation d'énergie sont négativement affectées par la hausse des prix de l'énergie.

Mots clés : consommation d'énergie ; le prix de l'énergie ; croissance économique ; Modèle vectoriel autorégressif

Introduction

Quels sont les effets des prix de l'énergie sur les activités économiques, le pouvoir d'achat et la croissance économique à long terme ? Cette question revêt une importance particulière dans l'analyse économique en raison de l'importance de l'énergie en tant que facteur de développement essentiel pour la production, la consommation et la croissance économique d'un pays.

De plus, l'importance de l'énergie dans les systèmes économiques a été suggérée par le mathématicien et l'économiste (Georgescu, 1971), qui a soutenu que les dimensions physiques de la production économique nécessitent une attention plus explicite dans la théorie de la croissance. Après le premier choc pétrolier en 1973-1974, d'autres économistes ont commencé à formuler des fonctions de production dépendante de l'énergie qui incluait l'énergie et les matériaux en plus des facteurs traditionnels de travail et de capital (Tintner et al., 1977 ; Berndt, & Wood, 1979). Récemment, le secteur de l'énergie a attiré l'attention, en particulier des décideurs politiques. Dans ce cadre, une grande attention a été accordée à l'identification des canaux par lesquels les fluctuations du prix du pétrole affectent l'économie, y compris les taux de croissance (Barsky, & Kilian, 2004).

Actuellement, en raison des changements géopolitiques (la guerre russo-ukrainienne), des maladies infectieuses (l'épidémie de COVID-19) et du changement climatique, de nombreux pays, dont le Maroc, se tournent vers des sources d'énergie alternatives pour réduire leur dépendance aux énergies fossiles afin d'assurer leur sécurité alimentaire et de réduire leur facture énergétique.

À cet égard, notre problématique principale dans cet article est : quel est l'impact des fluctuations des prix de l'énergie sur la croissance économique et la consommation d'énergie au Maroc ?

Afin de répondre de notre problématique, l'objectif de cet article est d'évaluer empiriquement l'impact des fluctuations des prix de l'énergie sur la croissance économique et la consommation d'énergie au Maroc, en tant que seul pays d'Afrique du Nord qui ne possède pas de ressources pétrolières naturelles, en partant de l'hypothèse qu'une baisse du prix de l'énergie affecte positivement la croissance économique du Maroc. Pour ce faire, un modèle de croissance endogène a été utilisé, basé sur l'effet des variations des prix de l'énergie sur la croissance économique et la consommation.

D'un point de vue empirique, nous utiliserons le modèle VAR pour déterminer le choc des prix de l'énergie et son impact sur les variables de consommation d'énergie et de croissance économique, pour la période allant de 1980 à 2020. De plus, l'avantage d'utiliser un modèle VAR est que son estimation est flexible et facilite l'intégration de nouvelles données.

Pour ce faire, la première section de cet article sera consacrée à une revue de la littérature empirique. La deuxième section traitera du modèle de croissance endogène à deux secteurs. La troisième section présentera la méthode de modélisation suivie et les variables utilisées. Enfin, la quatrième section sera consacrée à la présentation des résultats.

1. Revue de littérature empirique

Plusieurs études économiques ont analysé les prix de l'énergie et leur impact sur la croissance économique et la consommation, tant dans les pays développés que dans les pays en développement (Eden & Hwang, 1984 ; Masih, et al., 1996 ; Stern & Cleveland, 2004). En ce qui concerne l'effet des fluctuations des prix de l'énergie sur l'activité économique, nous constatons que l'étude (Rotemberg & Woodford, 1996) a conclu que le modèle de croissance néoclassique qui suppose que la concurrence est imparfaite permet d'expliquer l'ampleur de la baisse de la production et des salaires réels due à la hausse dans les prix du pétrole. De plus (Brown & Yücel, 2002) ont conclu que les chocs pétroliers affectent l'activité économique n'est que partiellement connu, et ils fournissent des informations sur la façon dont les pays conçoivent la politique énergétique pour faire face aux chocs pétroliers. (Xu & Wang 2022), ont étudié les effets de l'incertitude des prix mondiaux du pétrole sur l'économie chinoise d'un point de vue à la fois empirique et théorique, et ont conclu que les précautions des ménages perturbent l'activité réelle lorsque l'incertitude des prix du pétrole est plus élevée.

Par ailleurs, l'impact des fluctuations des prix de l'énergie sur les variables macroéconomiques a été mentionné dans plusieurs travaux, et dans ce cadre nous présenterons des travaux récents. (Punzi, 2019), a évalué les effets macroéconomiques de la volatilité des prix de l'énergie à travers le prisme d'un modèle dynamique d'équilibre général stochastique (DSGE) dans une économie ouverte et a constaté que les prix de l'énergie et la volatilité de l'incertitude entraînent une forte volatilité macroéconomique dans le cycle économique. Les décideurs politiques devraient encourager les investissements dans la sécurité énergétique et les énergies renouvelables, afin que les ménages et les entreprises réagissent moins aux fluctuations du marché des énergies non renouvelables. (Mukhtarov, 2020), a étudié l'impact des prix du pétrole sur la croissance économique, les exportations, l'inflation et le taux de change en

Azerbaïdjan et a constaté qu'il existe un effet positif et statistiquement significatif des prix du pétrole sur la croissance économique, les exportations et l'inflation et le prix du pétrole a un impact négatif sur le taux de change.

Dans le cas du Maroc, le lien entre la consommation d'énergies renouvelables et la croissance économique est mis en évidence dans une étude (Bouyghrissi et al., 2021) qui soutient que les énergies renouvelables au Maroc commencent à avoir des effets positifs sur la dimension économique du développement durable et constate qu'il existe une relation causale entre la consommation des énergies renouvelables et la croissance économique. En outre, cette étude propose comme solution qui pourrait être la meilleure alternative aux énergies fossiles afin de réduire la facture énergétique, le gouvernement marocain et les entreprises privées devraient rechercher des moyens innovants pour financer les projets d'énergies renouvelables.

En se basant sur les études ci-dessus, cet article présentera, pour le cas du Maroc, une analyse de la relation entre les prix de l'énergie, la croissance économique et la consommation d'énergie basée sur un modèle de croissance endogène à deux secteurs.

2. Le modèle

Pour étudier la relation entre les prix de l'énergie, la croissance économique et la consommation d'énergie, un modèle de croissance endogène à deux secteurs (Berk & Yetkiner, 2013) est présenté. Le modèle repose sur deux hypothèses :

- 1) On suppose qu'il y a deux secteurs dans l'économie : le secteur des biens de consommation et le secteur des biens d'investissement ;
- 2) On suppose également qu'il existe deux types de facteurs de production : capital physique (K) et énergie (E).

La fonction d'utilité globale du consommateur représentatif dans l'économie est définie comme suit :

$$U(C_T) = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} u(C_t) dt$$

Où ;

La fonction de bien être est :

$$u(c) = \frac{c^{1-\theta} - 1}{1 - \theta}$$

Où ;

C : est le niveau de consommation, ρ : est le taux d'actualisation subjectif, θ : est l'élasticité à la consommation et $\frac{1}{\theta}$: représente l'élasticité de substitution intertemporelle (mesure le degré de variation entre la consommation actuelle et future).

La technologie de production des biens d'investissement est définie comme suit :

$$Z_I = BK_I \quad (1)$$

Où ;

Z_I : représente la production dans le secteur des biens d'investissement, B est la productivité totale des facteurs et K_I est une variable de flux, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une interprétation plus large du capital physique utilisé dans la production de biens d'investissement.

Le bien de consommation est produit par les variables de flux de capital physique K_C et d'énergie (E) avec des rendements d'échelle constants.

La technologie de production est définie comme suit :

$$Z_C = K_C^\alpha E^{1-\alpha} \quad (2)$$

Le stock de capital physique total ($K_T = (K_I + K_C)$) est supposé être pleinement employé.

Le processus d'équilibre dans le secteur des biens d'investissement de l'équation de profit :

$$\Pi_I = P_I BK_I - N_I K_I$$

Se traduit par :

$$P_I B = N_I \quad (3)$$

Où ;

N_I : est le taux de location nominal (coût d'usage) du capital physique dans la production de biens d'investissement et P_I est le prix des biens d'investissement. La maximisation du profit

du secteur des biens de consommation produit une fonction de demande inverse pour le capital physique (employé dans le secteur) et l'énergie. En particulier, l'équation du profit nominal :

$$\Pi_c = p_c k_c^\alpha E^{1-\alpha} - N_c k_c - p_E E$$

Alors :

$$p_c \alpha K_c^{\alpha-1} E^{1-\alpha} = N_c \quad (4a)$$

$$P_C(1 - \alpha)K_c^\alpha E^{-\alpha} = P_E \quad (4b)$$

Dans les équations (4a) et (4b), N_c : est le taux de location nominal du capital physique dans la production de biens de consommation, p_E est le prix nominal de l'énergie et p_c : est le prix des biens de consommation. Le prix réel de l'énergie est défini comme :

$$P_{RE} = \frac{P_C}{P_E}$$

On considère qu'il croît à un rythme constant, et que l'offre d'énergie est infinie au prix de l'énergie donné.

La condition de non-arbitrage implique que le taux de location du capital, dans les deux secteurs, doit être le même. Donc,

$$N_I = N_c \Rightarrow p_I B = p_c \alpha K_c^{\alpha-1} E^{1-\alpha} \Rightarrow pB = \alpha K_c^{\alpha-1} E^{1-\alpha} \quad (5)$$

$p = \frac{p_I}{P_C}$: est le prix relatif des biens d'investissement par rapport aux biens de consommation. Ainsi, le coût d'usage réel du capital (c'est-à-dire le taux de location) est de :

$$NN = pB = \alpha K_c^{\alpha-1} E^{1-\alpha}.$$

Une implication claire de l'équation (5) est que :

$$\hat{p} = (\alpha - 1)\hat{K}_c + (1 - \alpha)\hat{E}$$

Où ;

\hat{p} , \widehat{K}_C et \widehat{E} : représentent les taux de croissance des prix relatifs des biens d'investissement ρ du capital K_C et de l'énergie E utilisés par le secteur des biens de consommation, respectivement.

La définition standard du coût d'usage du capital est la suivante :

$$NN = (r + \delta - \hat{p})p \quad (6)$$

Où ;

r : est le taux d'intérêt réel en termes de prix des biens de consommation, δ : est le taux de dépréciation du capital et \hat{p} : est la perte en capital due aux variations de prix.

Pour atteindre l'équilibre concurrentiel, le problème d'optimisation du consommateur est examiné. À cet effet, sous les hypothèses du modèle, la valeur moyenne de l'hamiltonien est :

$$H = e^{-\rho t} \frac{c^{1-\theta}}{1-\theta} + \lambda \{rSF + P_{RE}E - C\} \quad (7)$$

Dans l'équation (7), SF : représente le stock financier du consommateur et r : est le taux d'intérêt réel. On suppose que le consommateur reçoit $P_{RE}E$ puisqu'il est traité comme le propriétaire des réserves de ressources énergétiques. Les conditions d'optimisation du premier ordre sont :

$$\frac{\partial H}{\partial C} = 0 \Rightarrow e^{-\rho t} C^{-\theta} = \lambda \quad (8a)$$

$$\lambda = -\frac{\partial H}{\partial SF} \Rightarrow \lambda = -\lambda\{r\} \quad (8b)$$

$$\dot{S}_F = \frac{\partial H}{\partial \lambda} \Rightarrow \dot{S}_F = r\dot{S}_F + P_{RE}E - C \quad (8c)$$

En plus de ces conditions, la condition de transversalité doit être satisfaite $\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda(t)\dot{S}_F = 0$ solution des équations (8a) et (8b) montre que :

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} \{r - \rho\} \quad (9)$$

À l'équilibre, les actifs financiers doivent être égaux au capital physique dans une économie fermée et non gouvernée ; $S_F = P(t)K(t)$. Grâce à ces informations, la contrainte budgétaire du consommateur représentatif peut être transformée.

Tout d'abord :

$$\dot{S}_F = \dot{p}K_T + p\dot{K}_T.$$

D'après (4b), le prix réel de l'énergie est :

$$P_{RE} = (1 - \alpha)K_C^\alpha E^{-\alpha}.$$

Et d'après (5) et (6) $r = B - \delta + \hat{p}$

Donc,

$$\dot{p}K_T + P = pK_T(B - \delta + \hat{P}) + (1 - \alpha)K_C^\alpha E^{1-\alpha} - K_C^\alpha E^{1-\alpha} p\dot{K}_T = pK_T(B - \delta) - \alpha K_C^\alpha E^{1-\alpha}$$

Si nous substituons pB à $\alpha K_C^{\alpha-1} E^{1-\alpha}$ cause de (5), et si nous divisons les deux côtés par p , nous avons :

$$\dot{K}_T = (B - \delta)K_T - Bk_C \quad (10)$$

Par conséquent, à partir du problème d'optimisation du consommateur représentatif, nous obtenons (9) et (10).

Le modèle est résolu par les conditions du premier ordre dérivées des problèmes d'optimisation des entreprises représentatives et des consommateurs.

Premièrement, si nous utilisons $r = B - \delta + \hat{p}$, obtenu à partir des équations (6) et (9), nous avons ;

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\theta} \{B - \delta + \hat{P} - P\}$$

Alors, en remplaçant $\hat{P} = (\alpha - 1)\hat{K}_C + (1 - \alpha)\hat{E}$, de (5), on a

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\theta} \{B - \delta + (\alpha - 1)\hat{K}_C + (1 - \alpha)\hat{E} - \rho\}$$

Puisqu'en $\hat{C} = \hat{Z}_C = \alpha\hat{K}_C + (1 - \alpha)\hat{E}$ la raison de l'équation (2),

$$\alpha\widehat{K}_C + (1 - \alpha)\widehat{E} = \frac{1}{\theta}\{B - \delta + (\alpha - 1)\widehat{K}_C + (1 - \alpha)\widehat{E} - \rho\}$$

$$\Rightarrow (1 - \alpha + \alpha\theta)\widehat{K}_C + (1 - \alpha)(\theta - 1)\widehat{E} = B - \delta - \rho$$

Enfin, comme $\widehat{K}_C - \alpha\widehat{E} = \widehat{P}_{RE}$, grâce à (4b), on obtient :

$$\widehat{E} = \frac{1}{\theta}\left[B - \delta - \rho - \frac{(1-\alpha+\alpha\theta)}{\alpha}\widehat{P}_{RE}\right] \equiv g' \quad (11a)$$

$$\widehat{K}_C = \frac{1}{\theta}\left[B - \delta - \rho - \frac{(1-\alpha)(1-\theta)}{\alpha}\widehat{P}_{RE}\right] \equiv g \quad (11b)$$

$$\widehat{C} = \widehat{Z}_C = \frac{1}{\theta}\left[B - \delta - \rho - \frac{(1-\alpha)}{\alpha}\widehat{P}_{RE}\right] \equiv ag + (1 - \alpha)g' \quad (11c)$$

Où ;

\widehat{P}_{RE} : est le taux de croissance des prix de l'énergie. Les équations (11a -11c) impliquent que les prix de l'énergie ont un impact négatif sur le taux de croissance de la consommation d'énergie.

3. Données et méthodologie

Les variables utilisées dans l'étude sont : la croissance économique, la consommation d'énergie et le prix de l'énergie. Les données sur la croissance économique proviennent de la Banque mondiale, et les données sur la consommation d'énergie et les prix de l'énergie proviennent respectivement des bases de données de l'AIE (agence internationale d'énergie) et de Statista. Les variables avec lesquelles nous travaillons sont toutes des séries temporelles qui s'influencent d'une manière ou d'une autre, car ce sont des données macroéconomiques.

Afin d'étudier la dynamique conjointe et de déterminer les relations stables à long terme tout en analysant simultanément la dynamique à court terme de ces variables, il est nécessaire d'utiliser soit un modèle vectoriel autorégressif (VAR), soit un modèle vectoriel à correction d'erreur (VECM). L'utilité de ces modèles réside dans leur souplesse d'utilisation, leur capacité à tester des hypothèses économiques et à faire de bonnes prédictions, ainsi que leur capacité à répondre à certaines critiques telles que la simultanéité des relations et la présence de variables exogènes. Cependant, le choix de l'un de ces modèles dépend de la vérification de certaines conditions, à savoir l'ordre d'intégration des séries et leur cointégration.

Pour l'évaluation empirique, la technique de cointégration de Johansen et Juselius (1990) a été utilisée, qui a dérivé deux tests de cointégration : le test de trace et le test de valeur propre maximale.

Pour effectuer l'analyse économétrique, nous utiliserons les équations de base du modèle théorique, à savoir les équations (11a) et (11c). Ces équations peuvent être exprimées comme suite :

$$\hat{E} = \frac{1}{\theta} \left[B - \delta - \rho - \frac{(1-\alpha+\alpha\theta)}{\alpha} \hat{P}_{RE} \right] \equiv g' \quad (11a)$$

$$\hat{E} = \beta_0 + \beta_1 \hat{P}_{RE}$$

Avec :

$$\beta_0 = \frac{1}{\theta} (\gamma_0 - \delta - \rho)$$

$$\beta_1 = -\frac{1(1-\alpha+\alpha\theta)}{\theta \alpha}$$

$$\hat{C} = \hat{Z}_C = \frac{1}{\theta} \left[B - \delta - \rho - \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \hat{P}_{RE} \right] \equiv ag + (1-\alpha)g' \quad (11c)$$

$$\hat{Z}_C = \gamma_0 + \gamma_1 \hat{P}_{RE}$$

Avec :

$$\gamma_0 = \frac{1}{\theta} (\gamma_0 - \delta - \rho)$$

$$\gamma_1 = -\frac{1(1-\alpha)}{\theta \alpha}$$

Ces équations des deux modèles montrent une relation négative entre le prix de l'énergie, la croissance et la consommation d'énergie. Autrement dit, nous vérifierons économiquement l'hypothèse selon laquelle des prix de l'énergie plus élevés affectent négativement la croissance et la consommation d'énergie. La vérification de la stationnarité d'une série nécessite de vérifier l'ordre d'intégration des variables. Pour vérifier si la série est stationnaire, différents tests peuvent être utilisés, connus dans la littérature sous le nom de test de racine unitaire. Dans cette étude, nous utiliserons le test de Phillips-Perron (PP), car le test de Dickey Fuller peut être considéré comme n du test de Phillips-Fuller-Perron.

Les variables estimées sont : la consommation d'énergie ET , le prix de l'énergie P_{RE} et la croissance économique ZC .

Tableau 1: Description des variables du modèle économétrique

Variable	Description	Source des données	Année
ET	La consommation de pétrole par baril	L'Agence internationale de l'énergie (AIE)	1980-2020
P_{RE}	Le prix annuel moyen du pétrole brut (en dollars par baril)	Statista	1980-2020
ZC	PIB (\$ US courant)	Banque mondiale	1980-2020

Source : élaboré par les auteurs

4. Résultats et discussion

Les résultats du test de racine unitaire pour les variables étudiées sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2: Test de Phillips-Perron (PP) des variables

Variable	Test		
	Phillips-Perron (PP)	t calculé	Valeur critique PP à 5%
ET	Niveau	-1.375223	-3.526609
	1re différence	-5.657797	-3.529758
P_{RE}	Niveau	-2.122618	-3.526609
	1re différence	-5.671910	-3.529758
ZC	Niveau	-3.097761	-3.526609
	1re différence	-5.242913	-3.529758

Source : élaboré par les auteurs sous le logiciel EViews

Les résultats du test de Phillips-Perron (PP) montrent que les valeurs absolues des statistiques t calculées de toutes les variables sont supérieures aux valeurs critiques, ce qui indique que ce n'est pas possible de rejeter l'hypothèse nulle de racine unitaire pour les séries temporelles étudiées. Ainsi, les chocs aléatoires qui frappent l'économie ont un effet durable sur la

trajectoire future de la série, tandis que le changement de la fonction de tendance dû au choc majeur a en fait un effet durable. Par conséquent, la caractérisation des séries résumée dans ce tableau conduit à la conclusion que toutes les séries sont intégrées d'ordre 1. Ces résultats permettent ensuite de tester le nombre de relations de cointégration dans les deux équations, sachant que toutes les variables ont le même ordre d'intégration et sont intégrées au premier ordre I (1).

Comme nous l'avons signalé, le modèle que nous allons utiliser pour la modélisation de notre variable d'intérêts (la consommation d'énergie et la croissance économique) dépend de la vérification de certains critères. En effet, le choix du modèle VECM nécessite que les séries étudiées soient cointégrées, nous devons continuer avec le modèle VAR qui est plus général. Pour ce faire, nous optons pour le test de cointégration de Johansen-Joselius qui nous permet de savoir le nombre de relations de cointégration existantes entre les séries étudiées. Le résultat de ce test est présenté dans les tableaux suivants :

Tableau 3: Résultat de cointégration de Johansen-Joselius pour le modèle 1 et le modèle 2

Modèle 1				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob. **
None	0.162981	8.247837	15.49471	0.4393
At most 1	0.033017	1.309398	3.841466	0.2525
Modèle 2				
None	0.117436	5.927595	15.49471	0.7041
At most 1	0.026703	1.055576	3.841466	0.3042

Source : élaboré par les auteurs sous le logiciel EViews

D'après le tableau ci-dessus, nous constatons que les plus-values des premières lignes des deux tableaux sont supérieures à 5 %, ce qui nous amène à rejeter l'hypothèse correspondante à cette ligne qui est ($H_0 : r = 1$ contre $H_1 : r > 1$) telle que r représente le nombre de relations de cointégration. Enfin, nous déduisons que les séries ne sont pas cointégrées et par conséquent l'utilisation d'un modèle VAR est nécessaire dans notre cas.

Tableau 4: Résultat du test déterminant le nombre de retard du modèle

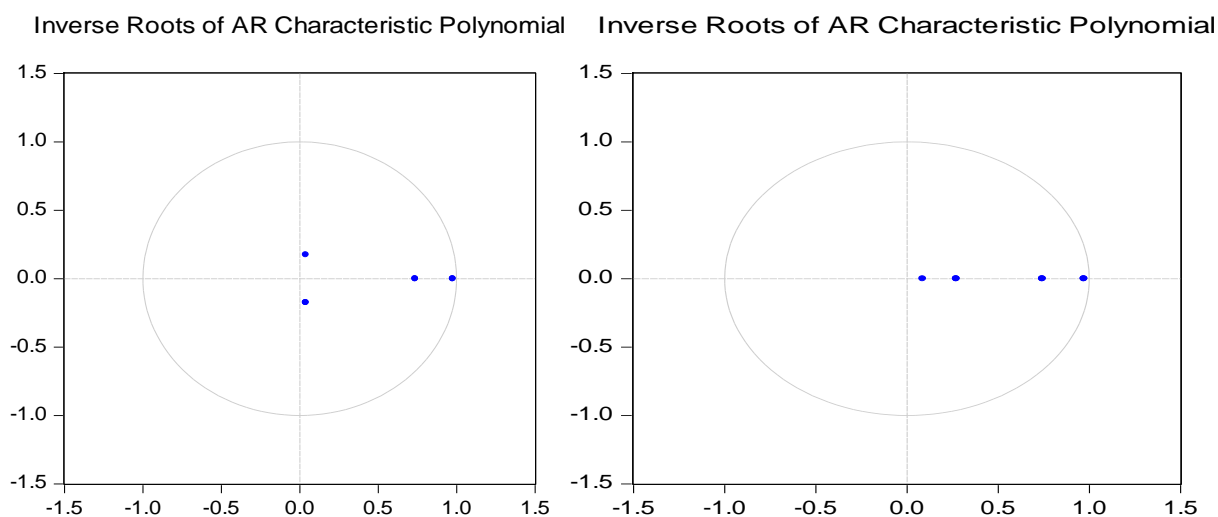
Modèle 1						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	27.58370	NA	0.000892	-1.346511	-1.260322	-1.315845

1	120.1190	170.4598*	8.45e-06*	-6.006264*	-5.747697*	-5.914268*
2	122.0303	3.319698	9.45e-06	-5.896334	-5.465390	-5.743008
3	124.3200	3.735793	1.04e-05	-5.806317	-5.202996	-5.591660
Modèle 2						
0	6.758961	NA	0.002669	-0.250472	-0.164283	-0.219806
1	100.9807	173.5664*	2.31e-05*	-4.998985*	-4.740419*	-4.906989*
2	102.9096	3.350100	2.59e-05	-4.889977	-4.459033	-4.736650
3	103.9758	1.739724	3.03e-05	-4.735571	-4.132249	-4.520914

Source : élaboré par les auteurs sous le logiciel EViews

D'après ce tableau, nous constatons que c'est le retard 1 qui minimise le maximum des critères d'information. Par conséquent, nous gardons 1 comme nombre de retards du modèle.

Figure 1: Résultat du test AR de la stabilité du modèle



Source : élaboré par les auteurs sous le logiciel EViews

Les deux graphiques ci-dessus nous permettent de confirmer que notre modèle est stable puisque tous les inverses des racines du polynôme caractéristique du modèle sont à l'intérieur du cercle unité. Par conséquent, notre modèle VAR est stable et statistiquement valide.

Tableau 5: Résultat du test LM d'autocorrélation des résidus

Modèle 1						
Lag	LRE* stat	Df	Prob.	Rao F-stat	Df	Prob.

1	2.398859	4	0.6628	0.601576	(4, 62.0)	0.6629
2	5.328533	4	0.2552	1.368027	(4, 62.0)	0.2553
3	1.413869	4	0.8418	0.351789	(4, 62.0)	0.8418
Modèle 2						
1	1.679545	4	0.7944	0.418779	(4, 62.0)	0.7945
2	1.466320	4	0.8326	0.364992	(4, 62.0)	0.8326
3	4.370671	4	0.3582	1.113502	(4, 62.0)	0.3583

Source : élaboré par les auteurs sous le logiciel EViews

Ce tableau montre des p-values supérieures à 5% pour tous les retards allant de 1 à 3. Nous pouvons ainsi confirmer l'absence d'autocorrélation entre les résidus. D'après le tableau suivant, qui donne le résultat du test de Jarque-Bera pour la normalité des résidus, nous confirmons que ceux-ci sont distribués selon la loi normale puisque nous avons accepté l'hypothèse de normalité, car le p-value correspondante est beaucoup plus élevée 5 %.

Tableau 6: Résultat du test de Jarque-Bera de normalité des résidus

Modèle 1			
Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	0.041425	2	0.9795
2	1.158638	2	0.5603
Joint	1.200064	4	0.8781
Modèle 2			
1	0.095531	2	0.9534
2	3.481402	2	0.1754
Joint	3.576933	4	0.4663

Source : élaboré par les auteurs sous le logiciel EViews

Tableau 7: Résultat d'hétéroscédasticité (test de Breusch-Pgan(B-P))

Modèle 1		
Chi-sq	Df	Prob.
18.64967	24	0.7704
Modèle 2		
22.15420	24	0.5701

Source : élaboré par les auteurs sous le logiciel EViews

De ce tableau, nous constatons que l'hypothèse d'homoscédasticité est acceptable dans la mesure où la probabilité d'une erreur égale à 0,7704 et 0,5701 est supérieure à 5 %, donc les estimations obtenues sont optimales.

Après nous être assuré que le modèle est exempt de problèmes standards, nous pouvons analyser les chocs entre les variables d'étude à l'aide de fonctions de réponse et d'un test de causalité. D'après le tableau ci-dessous, on note pour le premier modèle que la variable

consommation de pétrole par baril cause au sens de Granger la variable du prix annuel moyen du pétrole brut (en dollars par baril), car la probabilité critique du test $p = 0,0419 < 0,05$. Pour les tests sur d'autres variables de notre modèle, les probabilités de la statistique calculée sont supérieures à 5 %, ce qui nous conduit à accepter l'hypothèse d'une relation causale unique au sens de Granger.

Tableau 8: Résultat du test de causalité au sens de Granger

Modèle 1			
Dépendent variable : LOG__OIL_CONS__			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOG__PRICE_	0.244321	2	0.8850
All	0.244321	2	0.8850
Dépendent variable : LOG__PRICE_			
LOG__OIL_CONS__	6.345566	2	0.0419
All	6.345566	2	0.0419
Modèle 2			
Dépendent variable : LOG_PIB1__			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
LOG__PRICE_	0.029419	2	0.9854
All	0.029419	2	0.9854
Dépendent variable : LOG__PRICE_			
LOG_PIB1__	5.088605	2	0.0785
All	5.088605	2	0.0785

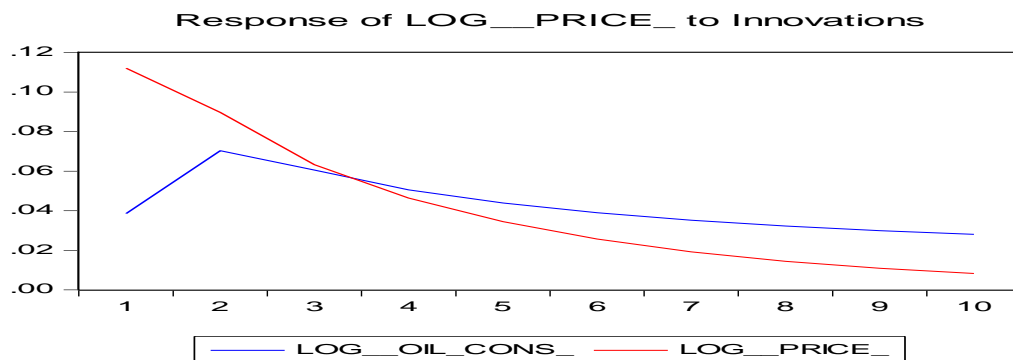
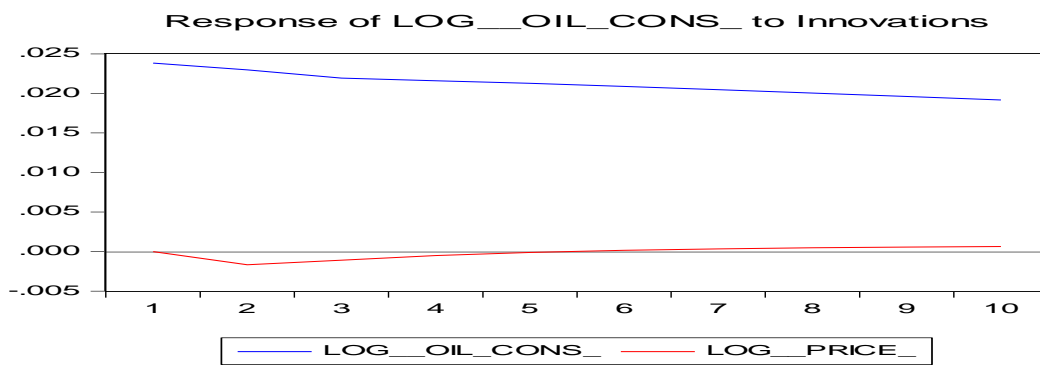
Source : élaboré par les auteurs sous le logiciel EViews

Pour finaliser notre travail, il est nécessaire de tester l'effet des fluctuations du prix annuel moyen du pétrole brut (en dollars le baril) sur la consommation d'énergie et la croissance économique. Pour cela, nous utiliserons les fonctions de réponse aux chocs, et la décomposition de la variance. Cependant, cette analyse est basée sur l'estimation du modèle VAR. Selon la figure suivante, on note l'effet du choc positif sur la consommation d'énergie et la croissance économique sur les fluctuations du prix annuel moyen du pétrole brut (en dollars le baril). Il s'avère qu'un choc positif sur la consommation d'énergie et la croissance économique entraîne une réponse négative du prix annuel moyen du pétrole brut (en dollars le baril) qui finit par se stabiliser la cinquième année. De plus, les résultats obtenus indiquent la contribution de chacune des variables à la variance d'erreur (tableau 9). L'analyse de la variance indique que la variance de l'erreur attendue de la consommation d'énergie et de la croissance économique est due à 99,88153 % et à 99,69691 %, respectivement, à leurs propres innovations et à 0,118468 % et 0,303091 %, respectivement, au prix annuel moyen du pétrole brut (en dollars par baril).

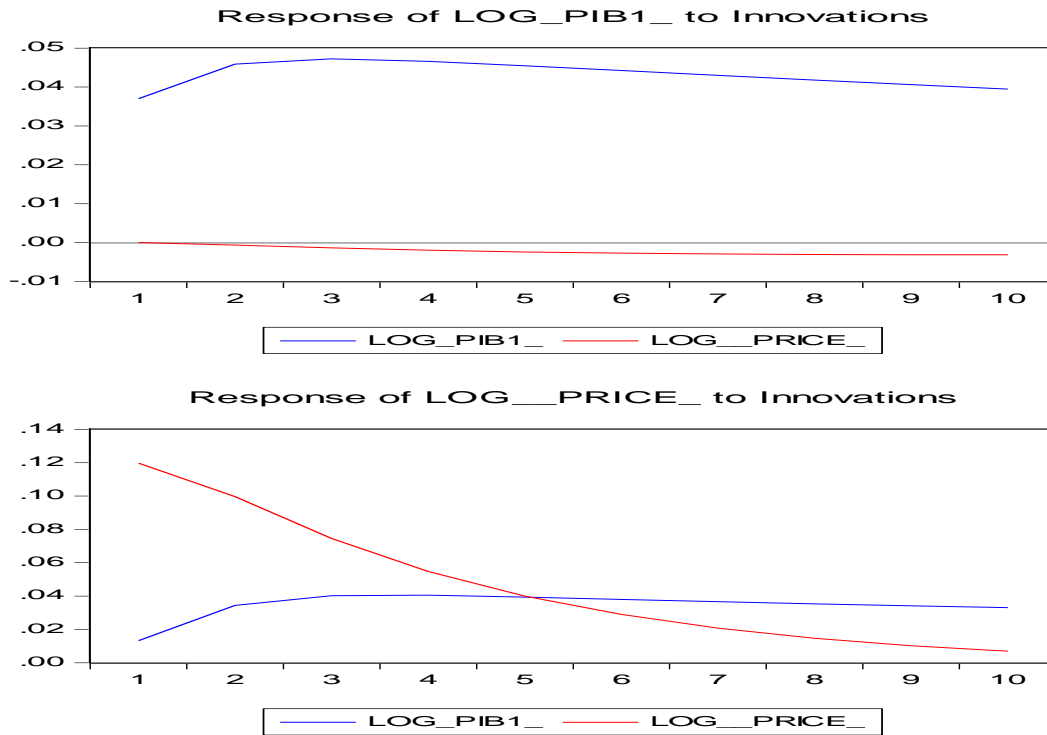
D'un point de vue économique, le modèle VAR n'est pas en mesure de conclure que les chocs négatifs et positifs des fluctuations des prix de l'énergie ont des implications sur la croissance économique et la consommation d'énergie au Maroc. Cela se traduit par l'absence de relation causale entre le prix annuel moyen du pétrole brut (en dollars par baril) et la croissance économique, sa mauvaise réponse aux chocs et sa faible contribution à l'explication de la croissance économique.

Figure 2: Graphiques des réponses impulsionnelles

Response to Cholesky One S.D. (d.f. adjusted) Innovations



Response to Cholesky One S.D. (d.f. adjusted) Innovations



Source : élaboré par les auteurs sous le logiciel EViews

Tableau 9: Décomposition de la variance

M1		
Période	LOG_OIL_CONS_	LOG_PRICE_
1	100.0000	0.000000
2	99.74939	0.250609
3	99.74900	0.250995
4	99.79357	0.206435
5	99.83034	0.169661
6	99.85480	0.145200
7	99.86947	0.130529
8	99.87736	0.122644
9	99.88082	0.119177
10	99.88153	0.118468
M2		
Période	LOG_PIB1_	LOG_PRICE_
1	100.0000	0.000000
2	99.98855	0.011448
3	99.96061	0.039388
4	99.92263	0.077369
5	99.88054	0.119457
6	99.83826	0.161739
7	99.79799	0.202009
8	99.76081	0.239192

9	99.72711	0.272890
10	99.69691	0.303091

Source : élaboré par les auteurs sous le logiciel EViews

En raison du déséquilibre des indicateurs macroéconomiques dû aux chocs négatifs et positifs des fluctuations des prix de l'énergie, le Maroc doit renforcer la dépendance à l'égard de l'énergie renouvelable qui est l'un des principaux facteurs qui améliorent significativement la croissance économique. Par conséquent, le Maroc doit diversifier ses sources d'énergie et accroître l'utilisation des énergies renouvelables qui stimuleront la croissance économique, créeront de nouvelles opportunités d'emploi, amélioreront le bien-être et le niveau de vie et contribueront à un avenir propre.

Conclusion

L'objectif de ce travail était d'évaluer empiriquement le rôle que jouent les prix de pétrole à la fois dans la croissance économique et la consommation d'énergie au Maroc. Pour cela, un modèle de croissance endogène pour deux secteurs a été présenté, dans lequel il a été observé que les prix de l'énergie ont un impact négatif sur la croissance économique. De même, en appliquant la méthodologie de cointégration et le modèle VAR, des résultats confirmant le modèle théorique ont été obtenus. Autrement dit, les prix de l'énergie ont un impact négatif sur la croissance et la consommation d'énergie. Les prix élevés de l'énergie affectent principalement les entreprises fortement consommatrices de pétrole. Cependant, avec la baisse des prix du pétrole ces dernières années. Ainsi, compte tenu des résultats du modèle, des prix de l'énergie plus élevés entraînent une croissance et une consommation d'énergie plus faibles. Par conséquent, la baisse des prix de l'énergie devrait contribuer à une croissance économique accrue.

Pour faire face à l'impact des fluctuations des prix de pétrole sur la croissance économique et la consommation d'énergie au Maroc, en tant que seul pays d'Afrique du Nord qui ne possède pas de ressources naturelles en pétrole, en supposant que la baisse des prix de l'énergie affecte positivement la croissance économique. Par conséquent, les politiques économiques au Maroc devraient se concentrer plus directement sur l'augmentation de l'efficacité énergétique et de l'innovation, car investir dans l'efficacité énergétique offre de nombreux avantages tels que la réduction de la demande d'énergie et l'amélioration de la quantité et de la qualité de la productivité et des avantages sociaux. Ainsi, la croissance économique future du Maroc doit dépendre du progrès technologique, car l'utilisation efficace de l'énergie est l'un des

déterminants de la croissance économique. Cependant, l'utilisation efficace de l'énergie peut être affectée par la demande énergétique mondiale.

Enfin, afin d'enrichir l'estimation du modèle VAR, l'intégration des comportements rationnels des agents économiques permet d'étudier leurs réactions aux différents chocs provoqués par les fluctuations des prix de l'énergie. Ainsi, nous proposons dans le prolongement de ce travail l'utilisation de modèles macroéconomiques dynamiques (approche bayésienne et des modèles DSGE) afin de nous affranchir des limites de la modélisation macroéconomique et de montrer que l'évolution observée des prix de pétrole à un instant donné se traduit par des réponses optimales des agents économiques aux chocs affectant l'activité économique au Maroc.

Bibliographie

- Barsky, R. B., & Kilian, L. (2004). Oil and the macroeconomy since the 1970s. *Journal of Economic Perspectives*, 18(4), 115-134. <https://doi.org/10.1257/0895330042632708>
- Berk, Ý., & Yetkiner, H. (2013). Energy prices and economic growth: theory and evidence in the long run (No. 13/03). Working papers in economics. <http://hdl.handle.net/10419/175927>
- Berndt, E. R., & Wood, D. O. (1979). Engineering and econometric interpretations of energy-capital complementarity. *The American Economic Review*, 69(3), 342-354. <https://www.jstor.org/stable/1807369>
- Bouyghrissi, S., Berjaoui, A., & Khanniba, M. (2021). The nexus between renewable energy consumption and economic growth in Morocco. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(5), 5693-5703.
- Brown, S. P., & Yücel, M. K. (2002). Energy prices and aggregate economic activity: an interpretative survey. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 42(2), 193-208.
- Eden, S. H., & Hwang, B. K. (1984). The relationship between energy and GNP: further results. *Energy Economics*, 6(3), 186-190. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(84\)90015-X](https://doi.org/10.1016/0140-9883(84)90015-X)
- Georgescu, N. (1971). *The entropy law and the economic process*, Cambridge, Mass. Harvard University Press
- Masih, A. M., & Masih, R. (1996). Energy consumption, real income, and temporal causality: results from a multi-country study based on cointegration and error-correction modeling modelings. *Energy economics*, 18(3), 165-183. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(96\)00009-6](https://doi.org/10.1016/0140-9883(96)00009-6)
- Mukhtarov, S. (2020). The effects of oil prices on macroeconomic variables: Evidence from Azerbaijan. 670216917.
- Punzi, M. T. (2019). The impact of energy price uncertainty on macroeconomic variables. *Energy Policy*, 129, 1306-1319.
- Rotemberg, J. J., & Woodford, M. (1996). Imperfect competition and the effects of energy price increases on economic activity.

Stern, D. I., & Cleveland, C. J. (2004). Energy and Economic Growth Rensselaer Working Paper in Economics, no. 0410 Rensselaer Polytechnic Institute. Troy, NY.

Tintner, G., Deutsch, E., Rieder, R., & Rosner, P. (1977). A production function for Austria emphasizes energy. *De Economist*, 125(1), 75-94. <https://doi.org/10.1007/BF01239239>

Xu, Q., Fu, B., & Wang, B. (2022). The effects of oil price uncertainty on China's economy. *Energy Economics*, 107, 105840.