

Relation entre croissance économique et environnement : application par un modèle ARDL

Relationship between economic growth and the environment: application using an ARDL model

Qamar DOUKKALI, (PhD)

*Laboratoire Performance économique et Logistique
Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales Mohammedia
Université Hassan II de Casablanca, Maroc*

Hind ES-SOUNBOULA, (PhD)

*Laboratoire Performance économique et Logistique
Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales Mohammedia
Université Hassan II de Casablanca, Maroc*

Adresse de correspondance :	Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales Mohammedia Adresse : AV. Hassan II Mohammedia 20650, MOHAMMEDIA, Maroc Site : http://fsjesm.ma/FSJESM2018/ Email : fsjesm@univh2m.ac.ma Téléphone : 0523314682 / 0523314683
Déclaration de divulgation :	Les auteurs n'ont pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.
Conflit d'intérêts :	Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.
Citer cet article	DOUKKALI, Q., & ES-SOUNBOULA, H. (2023). Relation entre croissance économique et environnement : application par un modèle ARDL. International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics, 4(3-2), 534-551. https://doi.org/10.5281/zenodo.8063908
Licence	Cet article est publié en open Access sous licence CC BY-NC-ND

Received: May 12, 2023

Accepted: June 20, 2023

International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics - IJAFAME

ISSN: 2658-8455

Volume 4, Issue 3-2 (2023)

Relation entre croissance économique et environnement : application par un modèle ARDL

Résumé :

Cet article se focalise sur la problématique de l'évolution des émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et examine si la croissance économique affecte négativement l'environnement en testant la validité de la courbe environnementale de Kuznets pour le Maroc. Pour cela, une méthode ARDL (Auto Regressive Distributed Lag), est utilisée pour détecter la conformité de l'hypothèse de Kuznet, pour une période de 1990 à 2021.

La première partie de l'article présente une analyse de la demande énergétique au Maroc, l'évolution des émissions de CO₂ par secteur et type de carburant, ainsi que la stratégie énergétique adoptée par le pays. La seconde partie utilise des outils économétriques pour examiner la relation de long terme entre les émissions de CO₂ et le Produit Intérieur Brut (PIB) réel par habitant, tout en introduisant des variables explicatives telles que la consommation d'énergie et le commerce international en tant que variables de contrôle. Les résultats de l'analyse économétrique par le modèle ARDL valident l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznets pour le Maroc.

Mots clés : Croissance économique, Environnement, Courbe de Kuznets, ARDL.

Classification JEL : C22, Q43, Q53, Q56.

Type de papier: Recherche empirique

Abstract:

This article focuses on the problem of the evolution of carbon dioxide (CO₂) emissions and examines whether economic growth negatively affects the environment by testing the validity of the Kuznets environmental curve for Morocco. To this end, an ARDL (Auto Regressive Distributed Lag) method is used to detect the conformity of the Kuznet hypothesis, for a period from 1990 to 2021.

The first part of the paper presents an analysis of energy demand in Morocco, the evolution of CO₂ emissions by sector and fuel type, and the energy strategy adopted by the country. The second part uses econometric tools to examine the long-term relationship between CO₂ emissions and real Gross Domestic Product (GDP) per capita, while introducing explanatory variables such as energy consumption and international trade as control variables. The results of the econometric analysis using the ARDL model validate the Kuznets environmental curve hypothesis for Morocco.

Keywords: Economic growth, Environment, Kuznets curve, ARDL.

Classification JEL: C22, Q43, Q53, Q56.

Paper Type: Empirical research

1. Introduction :

Le changement climatique est l'un des principaux défis auxquels l'humanité est confrontée aujourd'hui. Néanmoins, au cours des dernières décennies, les changements climatiques semblent s'être intensifiés, ce qui a conduit le public à s'interroger sur les causes de ces changements et sur les conséquences qu'ils peuvent avoir à court et à long terme sur les modes de vie, la santé, l'écosystème et l'économie.

Depuis les années 70, la notion de développement basée sur une croissance économique continue a fait l'objet de diverses critiques, remettant en cause sa durabilité physique. Ceci dans le rapport "The Limits to Growth" publié en 1972 par l'équipe Meadows a contribué à populariser cette vision pessimiste de la croissance économique en appelant à un arrêt de la croissance. Lors de la première conférence des Nations unies sur l'environnement humain en juin 1972, Maurice Strong et Ignacy Sachs ont proposé le concept d'écodéveloppement, qui visait à répondre aux préoccupations des pays en développement tout en adoptant une approche écologique prudente. Toutefois, ce concept a ensuite été remplacé par la notion de développement durable, proposée par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (CMED) en 1983. Le rapport de la CMED, intitulé "Notre avenir à tous" et publié en 1987, définit le développement durable comme "un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs". Ce rapport reconnaît les effets négatifs de la croissance économique sur l'environnement, tout en soulignant l'importance de la libéralisation des échanges et de l'industrialisation pour réduire les inégalités sociales et lutter contre la pauvreté. Depuis, de nombreuses controverses sont apparues quant aux effets du développement économique accéléré sur l'état et la qualité de l'environnement.

Ces dernières années, l'accès aux données environnementales a permis de tester et d'estimer la relation entre l'amélioration du revenu par habitant et la qualité de l'environnement, ainsi que de déterminer l'indépendance des effets de la pollution sur la croissance économique. Les premières recherches dans ce domaine remontent à Grossman et Krueger (1991), qui ont montré qu'après une phase initiale de dégradation de l'environnement, celle-ci s'inverse à partir d'un certain niveau de revenu, formant une relation en forme de "U inversé", également connue sous le nom de "courbe de Kuznets environnementale", qui fait référence à la courbe de Kuznets sur l'inégalité sociale et le développement économique.

Cette courbe est politiquement importante, car elle encourage les pays en développement à rattraper leur retard en montrant que la croissance économique peut contribuer à améliorer la qualité de l'environnement. Ainsi, cette approche optimiste suggère que la solution aux problèmes environnementaux passe par l'augmentation de la richesse, ce qui implique que la croissance économique et la préservation de l'environnement ne sont pas incompatibles, mais plutôt complémentaires pour parvenir à un développement durable, conformément aux recommandations de la Commission Brundtland.

La courbe présentée ici alimente le débat économique sur la croissance verte, car elle est cruciale d'un point de vue politique. Elle incite les pays en développement à rattraper leur retard. Cette vision optimiste de la relation entre les aspects environnementaux et économiques suggère que la croissance peut remédier à ses propres maux. Ainsi, la meilleure façon de résoudre les problèmes environnementaux est de devenir riche, ce qui implique que l'environnement et la croissance ne s'excluent pas mutuellement. Au contraire, ils peuvent coexister pour un développement durable, conformément aux recommandations de la Commission Brundtland, qui préconise la nécessaire réduction de la pauvreté pour améliorer la qualité de l'environnement.

Quelle est la relation entre croissance économique et environnement en étudiant spécifiquement la présence d'un point d'inflexion dans les émissions de CO₂ au Maroc, ainsi que le niveau de revenu par habitant correspondant à ce point, s'il existe ?

Selon l'étude menée par Berahab Rim (2017) au Maroc, les résultats de l'analyse économétrique montrent une corrélation positive à long terme entre les émissions de CO2 et le PIB réel. Les tests de causalité de Granger suggèrent que cette relation va de la croissance économique aux émissions de CO2. En outre, les résultats de la régression ARDL soutiennent l'hypothèse de CEK selon laquelle la croissance économique conduit initialement à une augmentation des émissions de CO2, mais atteint un point d'inflexion où ces émissions diminuent.

Pour ce faire, cet article suit la méthodologie de l'auteur BERAHAB Rim qui s'est inspirée des études récentes sur le nexus " croissance économique - pollution environnementale " (Ang, 2007 ; Soytaş et al, 2007 ; Ang, 2008) en intégrant également la consommation d'énergie et le commerce extérieur comme variables explicatives. Afin de tester la validité de l'hypothèse de Kuznets dans le contexte marocain et estimer le PIB par habitant nécessaire pour atteindre ce point d'inflexion et détecter le changement durant ces dernières années.

Tout d'abord, nous procéderons à une revue de littérature théorique pour encadrer notre sujet, suivi d'une analyse de la situation énergétique actuelle du Maroc. Enfin, nous présenterons une revue de littérature empirique pour tester la causalité entre les variables sélectionnées.

2. Revue de littérature :

Notre revue de la littérature commencera par une séquence des différents travaux qui ont vérifié la courbe de Kuznet. Nous commencerons par Grossman et Krueger qui ont été les premiers à observer une relation empirique entre les indicateurs environnementaux et la concentration de polluants dans leur travail pionnier de 1991 sur l'impact de l'ALENA aux États-Unis. Ils ont proposé de transposer la relation déjà observée par Simon Kuznets en 1955 entre les inégalités sociales et le paradigme environnemental (Younici et al.(2021)). Ils ont étudié l'impact du revenu par habitant sur les émissions de dioxyde de soufre et de particules en suspension dans l'air. Dans leurs travaux ultérieurs, en 1995, les deux auteurs ont étendu leur étude à d'autres pays en prenant en compte quatre variables comme indicateurs de la qualité de l'environnement, à savoir la pollution atmosphérique urbaine, les niveaux d'oxygène dans l'eau, la contamination fécale et la contamination par les métaux lourds pour l'analyse de l'état des cours d'eau.

Les régressions effectuées dans les deux études ont permis à Grossman et Krueger de conclure que la croissance économique améliore la qualité de l'environnement et n'entraîne pas nécessairement sa détérioration. Les auteurs ont observé une courbe en U inversée similaire à celle établie par Kuznets, avec des points d'inflexion situés à des niveaux de revenus compris entre 5000 \$ pour la pollution de l'air et 8000 \$ pour la pollution de l'eau.

De nombreux travaux ont suivi pour tester la validité de cette courbe, et des résultats similaires ont été trouvés principalement pour les polluants locaux, comme Shafik et Bandhyopadhyay (1992) et Selden et Song (1994).

La popularisation de la courbe de Kuznets est attribuée à l'étude de Shafik et Bandyopadhyay (1992), qui a examiné 10 indicateurs environnementaux et a servi de base au rapport de 1992 de la Banque mondiale sur l'environnement et le développement. L'expression "courbe environnementale de Kuznets" est issue des travaux de Panayotou (1993), pour l'Organisation internationale du travail. Les conclusions de ces deux études soutiennent l'existence d'une relation en forme de U inversé entre certains indicateurs de pollution et le revenu par habitant. La relation entre la croissance économique et l'environnement fait l'objet de nombreuses controverses, tant en ce qui concerne la forme que la spécification économétrique à utiliser. Bien que la plupart des études sur la courbe de Kuznets utilisent une spécification polynomiale linéaire, semi-logarithmique ou log-linéaire, d'autres fonctions sont parfois utilisées pour confirmer ou infirmer l'existence de la courbe. Pour tester cette relation, des approches non paramétriques ont également été utilisées pour éviter de spécifier a priori la forme fonctionnelle de la relation entre les indicateurs environnementaux et le revenu.

Par exemple, dans une étude des pourcentages de terres protégées et dans une analyse des émissions de CO₂ pour 100 pays, les approches non paramétriques ont conduit à des conclusions différentes de celles obtenues avec des spécifications paramétriques. D'autres recherches ont également exploré des formes fonctionnelles alternatives, telles que les fonctions Gamma et Weibull, qui ont permis une interprétation plus facile des paramètres et une détermination analytique des points d'inflexion de la courbe de Kuznets environnementale.

Soytas et al (2007) ont étudié la relation de cause à effet entre le revenu, la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ dans le cas des États-Unis pour la période 1960-2004. Ils ont prouvé la validité de l'hypothèse de la courbe environnementale de Kuznet et ils ont confirmé l'existence d'une relation causale unidirectionnelle de Granger qui va dans le sens de la consommation d'énergie vers les émissions de CO₂.

En résumé, depuis les années 1990, des études ont détecté une relation en forme de U inversé entre la croissance économique et certains indicateurs de pollution. Cependant, la courbe de Kuznets a été remise en question pour diverses raisons théoriques, méthodologiques et empiriques. En outre, il existe différentes formes de relation revenu-environnement et plusieurs explications et interprétations possibles. Bien que l'hypothèse de Kuznets reste intéressante pour les pays en développement qui doivent faire face à d'autres préoccupations telles que le chômage et la pauvreté, elle n'est pas une réalité absolue.

Selon nous, la courbe environnementale de Kuznets est plausible, car les ménages doivent atteindre un certain niveau de bien-être avant de prendre en compte la question environnementale. Cependant, il est difficile de savoir uniquement sur les consciences individuelles ou les politiques gouvernementales pour réduire la pollution, surtout pour un problème mondial nécessitant la collaboration de plusieurs pays. Cependant, plusieurs pays n'ont pas accepté les engagements des accords annuels de la COP pour ne pas affaiblir leurs industries.

Par conséquent, pour que la croissance économique réduise le prix de l'environnement, des progrès techniques avancés sont nécessaires pour améliorer l'efficacité des moyens de production, diversifier les sources d'énergie et de matières premières, et mettre en œuvre des processus de production moins polluants à des coûts raisonnables.

Malgré les coûts de la recherche et du développement, ils restent négligeables par rapport au prix que coûterait actuellement la préservation de l'environnement, un prix qui pourrait ralentir la croissance économique et menacer l'existence de l'Homme sur terre. En d'autres termes, la croissance économique permettra de financer davantage la recherche scientifique et, à terme, de transformer notre économie en une économie de développement durable. En outre, les gens seront plus attentifs aux questions environnementales à mesure que leurs revenus augmenteront.

3. Situation et tendances énergétiques au Maroc

3.1.État de la situation

Le Maroc dépend fortement des combustibles fossiles importés dans son secteur énergétique. En 2019, ces énergies représentaient 90,6 % de la consommation d'énergie primaire du pays, le pétrole étant la source la plus importante (56,7 %), suivi du charbon (30 %) et du gaz (3,9 %). Les énergies renouvelables, telles que la biomasse (5,9 %), l'éolien et le solaire (3,4 %), ne contribuent qu'à hauteur de 9,7 %. En ce qui concerne la production d'énergie au Maroc, elle ne couvrira que 10,1% des besoins du pays en 2019¹.

Cette production est principalement constituée d'énergies renouvelables (96,5 %), telles que la biomasse et les déchets (58,4 %), l'éolien et le solaire (33,2 %), et l'hydroélectricité (4,8 %). En

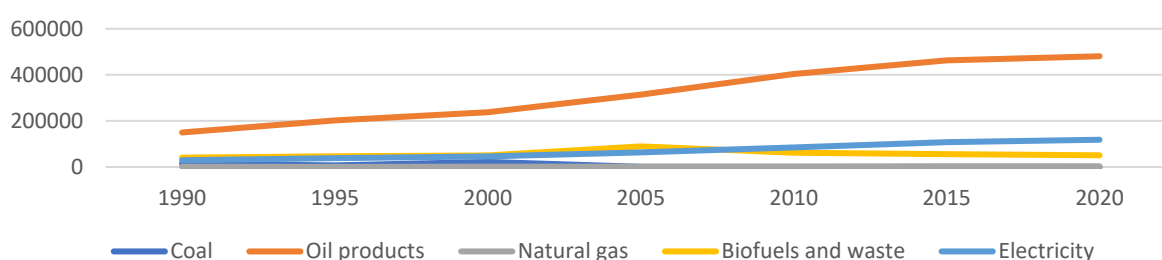
¹ Source : Agence Internationale de l'Energie

ce qui concerne l'électricité, 17,2 % de l'énergie consommée au Maroc provient de cette source. Cependant, 81% de cette électricité est produite à partir de combustibles fossiles (charbon 67,6%, gaz 11,8%, pétrole 1,5%), alors que les énergies renouvelables ne représentent que 18,8% (hydroélectricité 3,2%, éolien 11,6%, solaire 4%)², bien que leur part ait considérablement augmenté au cours des dernières années.

Par exemple, la part de l'énergie éolienne est passée de 2,8 % en 2010 à 11,6 % en 2019, grâce au soutien de l'État qui vise à porter leur part de capacité installée à 52 % en 2030.

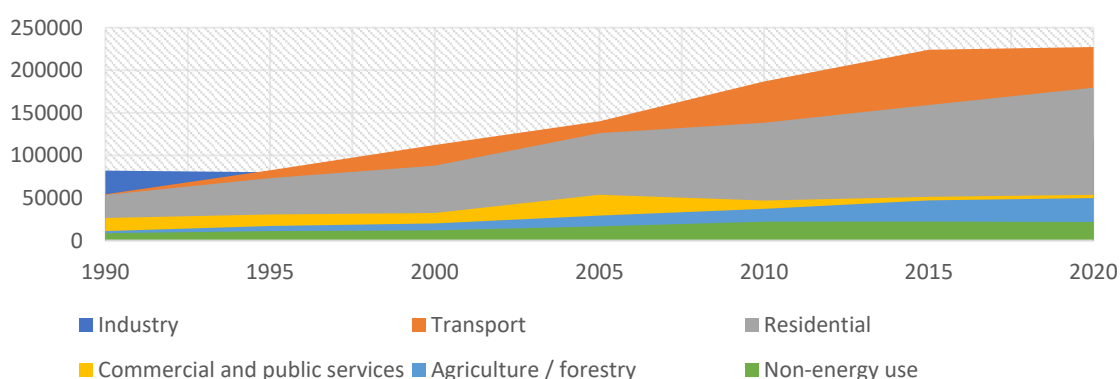
Cependant, les deux graphiques ci-dessous montrent l'évolution de la consommation d'énergie au Maroc de 1990 à 2020, et révèlent que la consommation de produits pétroliers n'a cessé d'augmenter au fil des années, en particulier dans les secteurs du transport et du résidentiel.

Figure 1 : La consommation Finale des Energie au Maroc entre 1990-2020



Source : Auteur, Données IAE

Figure 2 : La consommation Finale de l'Energie par Secteur du Maroc entre 1990-2020



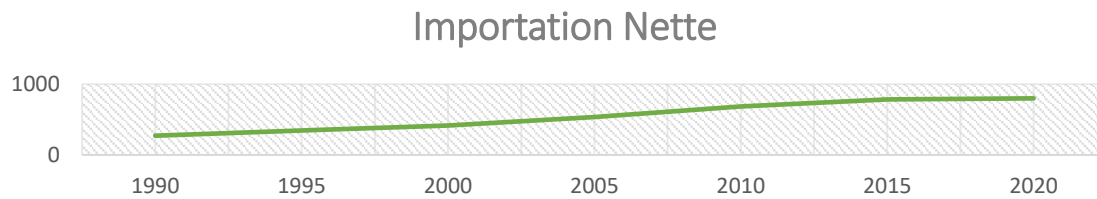
Source : Auteur, Données IAE

On note sur la figure 3, une baisse en valeur des importations d'énergie qui s'explique principalement par la baisse des prix du pétrole à partir de 2015. De plus, ces importations représentent désormais un peu moins de 30% des exportations et leur évolution joue un rôle majeur dans le comportement de la balance commerciale du pays. La part de la facture des produits pétroliers est prépondérante, atteignant 75% de la facture énergétique totale.

Selon Amegroud Tayeb (2022) considérer que les prochaines années seront marquées par une transition d'un mix énergétique dominé par les énergies fossiles vers un scénario où les énergies renouvelables joueraient un rôle plus important représente le défi des prochaines années pour le Maroc. Compte tenu de l'ampleur des besoins, des infrastructures socio-économiques en jeu, la transformation du système énergétique sera complexe, parfois coûteuse, et nécessitera des volontés fortes et claires qui auront un impact positif sur la réduction des importations d'énergie.

² Source : Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Eau et de l'environnement (MEMEE)

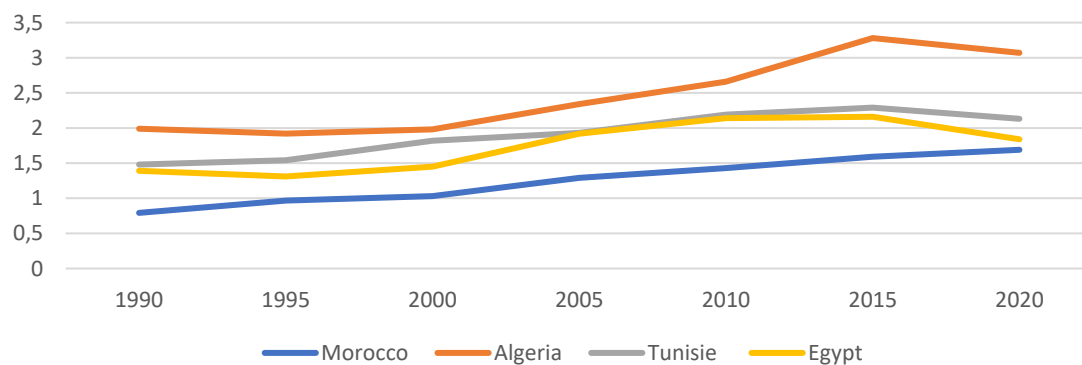
Figure 3 : Évolution des produits énergétiques importés durant la période 1990-2020



Source : Auteur, Données (IAE)

Selon l'analyse historique des émissions de CO₂ au Maroc, il y a une augmentation continue de ces émissions entre 1990 et 2020, bien que cette croissance ne dépasse pas 1,5 fois le niveau initial. Cependant, le graphique montre que les émissions de CO₂ par habitant sont relativement faibles au Maroc par rapport aux pays voisins. En d'autres termes, le Maroc est un faible émetteur de CO₂ par habitant.

Figure 4 : Émission du CO₂ par habitant au Maghreb

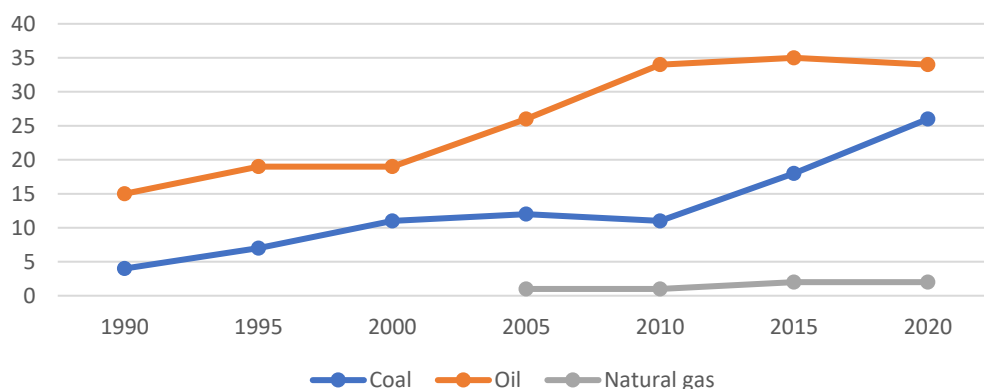


Source : Auteur, Données (IAE)

La figure 5 montre que la consommation de pétrole reste la principale source d'émissions de CO₂, représentant 56 % des émissions totales en 2020, suivie par le charbon (41 %) et le gaz naturel (3,7 %).

Cependant, les émissions de CO₂ dues au pétrole ont connu une forte augmentation entre les années 2000 et 2011, avant de se stabiliser entre 2012 et 2020, grâce aux efforts des autorités publiques pour réduire les émissions de CO₂ par la mise en œuvre des recommandations et des objectifs de la COP 22.

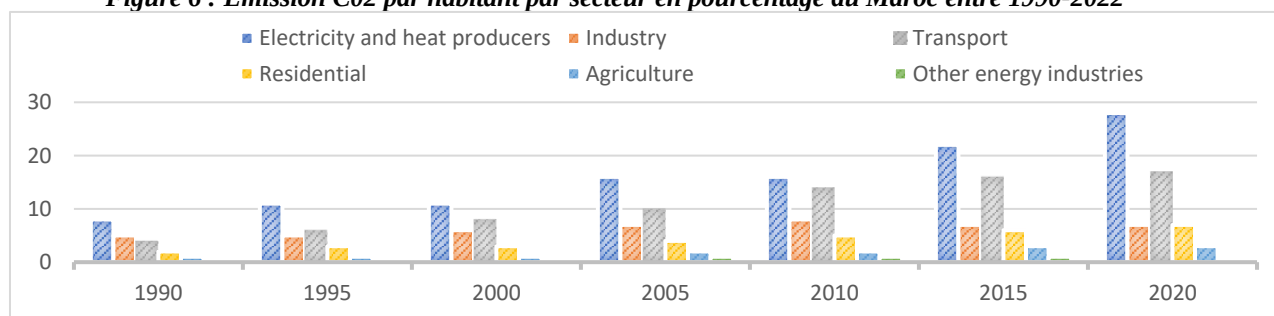
Figure 5 : Émission du CO₂ carburant fossile au Maroc, 1990-2020 in MtCO₂



Source : Auteur, Données (IAE)

Selon la figure 6, les secteurs de la production d'électricité et des transports sont les plus gros émetteurs de CO₂, représentant près de 72,2 % des émissions totales de CO₂ par habitant en 2020. Viennent ensuite les secteurs de l'industrie manufacturière, des bâtiments et des travaux publics.

Figure 6 : Émission CO₂ par habitant par secteur en pourcentage au Maroc entre 1990-2022



Source : Auteur, Données (IAE)

3.2.Stratégie énergétique du Maroc

La nouvelle stratégie énergétique du Maroc a été saluée à de nombreuses reprises au niveau international. Dans ce sens, le prix visionnaire de l'efficacité énergétique a été décerné à Sa Majesté le Roi Mohammed IV en mai 2017, renforçant les efforts du Maroc en matière de développement énergétique durable. Le Maroc a également remporté le prix de la "Meilleure stratégie d'État" en matière d'énergies renouvelables lors de l'Africa Investments Forum, qui s'est tenu en novembre 2017 à Paris.

Grâce à des mesures telles que l'interdiction d'importer de vieilles voitures, l'amélioration de la réglementation thermique pour les nouveaux bâtiments et le programme "Mosquée verte", le Maroc a réussi à adopter des produits et des équipements plus efficaces dans les mosquées et les bâtiments publics. Toutefois, ces mesures ne sont pas suffisantes pour atteindre les objectifs en matière d'énergie et de climat. La transformation de l'AMEE en une agence d'efficacité énergétique à part entière, dotée de programmes et de ressources financières, constituerait un changement radical et est nécessaire. Actuellement, un nouveau programme d'efficacité énergétique est en cours d'élaboration par le gouvernement en consultation avec plusieurs ministères clés et l'AMEE, ce qui constitue une opportunité. Le gouvernement devrait agir rapidement pour mettre en œuvre les actions prévues pour 2020 et présenter la stratégie nationale d'efficacité énergétique 2030.

Les engagements du Maroc en matière de changement climatique post-COP21 continuent d'être mis en œuvre à travers la stratégie de 2009, qui reste centrale, ainsi que les orientations stratégiques de la politique énergétique du Maroc.

Pour mettre en œuvre efficacement les politiques et mesures relatives à l'énergie et au climat, il est important de hiérarchiser les actions et de se concentrer sur les tâches les plus importantes. Dans ce contexte, une analyse coût-bénéfice solide est essentielle pour fournir au gouvernement les meilleures informations possibles sur les questions énergétiques et climatiques, ce qui permet de prendre des décisions éclairées basées sur la rentabilité.

Des mesures législatives ont été mises en place pour soutenir la mise en œuvre des éléments de la stratégie de 2009, notamment la création d'un régulateur indépendant du marché de l'électricité en 2016, dont le directeur a été nommé en 2018, ainsi que des plans visant à ouvrir davantage le marché. Le Maroc a également fait des progrès significatifs dans le déploiement de programmes éoliens et solaires à grande échelle, ainsi que dans l'infrastructure de recherche et développement pour les technologies énergétiques.

Le Maroc a entamé sa transition énergétique en transformant le secteur de l'électricité grâce à un ambitieux programme d'énergies renouvelables qui a créé une forte dynamique pour soutenir

la transformation de l'ensemble du système énergétique et de l'économie. Le couplage sectoriel offre des opportunités supplémentaires pour l'utilisation des énergies renouvelables dans d'autres secteurs tels que le chauffage et la climatisation, le transport et la gestion de l'eau. Cependant, le Maroc doit développer une vision plus intégrée de son secteur énergétique et encourager l'engagement actif des consommateurs dans le processus de transition.

4. Revue de littérature empirique :

Il existe deux courants de recherche bien établis qui ressortent de la littérature sur la croissance économique, la consommation d'énergie et les polluants environnementaux. Le premier axe porte principalement sur la relation entre les polluants environnementaux et la production, et se concentre sur la vérification de l'hypothèse de Kuznets (1955). Il a prédit que l'évolution de la relation entre le revenu par habitant et l'inégalité des revenus est une forme de U inversé. Dans les années 1990 et les années d'après, la courbe de Kuznets a connu une nouvelle existence. Il est prouvé que le niveau de dégradation de l'environnement et le revenu par habitant suivent la même courbe inversée. Le niveau de dégradation de l'environnement et le revenu par habitant suivent la même relation en forme de U inversé que l'inégalité des revenus et le revenu par habitant dans le KC. En conséquence, la courbe de Kuznets est devenue un outil permettant de décrire la relation entre les niveaux mesurés des indicateurs de la qualité de l'environnement et le revenu par habitant.

L'hypothèse a été formulée et testée pour la première fois par Grossman et Krueger en 1991, et depuis lors, de nombreuses études ont examiné le lien entre la croissance économique et la pollution de l'environnement. Stern (2004) et Dinda (2004) ont fourni des analyses approfondies de ces études. Parmi les exemples d'études, on peut citer Shafik (1994), Heil et Selden (1999), Friedl et Getzner (2003), Dinda et Coondoo (2006), Coondoo et Dinda (2008), et Managi et Jena (2008).

Certaines études ont inclus le commerce en tant que variable dans les tests de l'hypothèse CK, telles que Grossman et Krueger (1991), Lucas et al. (1992), Wyckoff et Roop (1994), Suri et Chapman (1998), et Nohman et Antrobus (2005). Cependant, les résultats empiriques ne sont pas concluants.

Le deuxième volet de la recherche est lié au lien entre la consommation d'énergie et la production. Ce lien suggère que le développement économique et la production peuvent être déterminés conjointement, car la croissance économique est étroitement liée à la consommation d'énergie.

De même, une utilisation plus efficace de l'énergie nécessite un niveau économique plus élevé. Par conséquent, la direction de la causalité ne peut pas être déterminée a priori. À partir de l'étude fondatrice de Kraft (1978), la littérature s'est rapidement enrichie d'un grand nombre de travaux empiriques, qui présentent des preuves non concluantes. Parmi les exemples de cette ligne de Masih et Masih (1996), Yang (2000), Wolde-Rufael (2006), Narayan et Singh (2007), et Narayan et al. (2008).

Enfin, une approche combinée de ces deux approches est apparue dans la littérature récente, qui permet aux chercheurs d'étudier la validité des deux liens dans le même cadre. Ang (2007) et Soytaş et al. (2007) ont lancé cette ligne de recherche combinée.

Un large éventail de techniques et de procédures économétriques ont été utilisées pour tester la validité du lien entre la production et la consommation et production-polluants environnementaux.

Les résultats et les implications de ces études dépendent clairement des variables sous-jacentes, de la fréquence des données et des stades de développement d'un pays. Par ailleurs, nous pouvons supposer d'après les différents résultats des recherches antérieures que :

- Les émissions de dioxyde de Carbone sont liées négativement au revenu des habitants. C'est-à-dire que l'augmentation du PIB habitant va baisser l'émission du CO2 et Inversement.
- Les émissions du CO2 sont impactées positivement par le degré de l'ouverture du pays ;
- Les émissions du CO2 sont relatives à la consommation d'énergie par habitant ;

Nous allons tester empiriquement ces hypothèses afin de détecter leur causalité et significativité dans notre modèle à l'aide du logiciel EVIEWS.

5. Méthodologie de recherche :

La méthodologie utilisée dans cet article est basée sur des études récentes sur le lien entre la croissance économique et la pollution environnementale (Ang, 2007 ; Soytas et al, 2007 ; Ang, 2008 et Berahab Rim 2017). En outre, nous avons inclus la consommation d'énergie et le commerce extérieur en tant que variables explicatives de contrôle selon le modèle d'Ang, (2007).

Afin de tester la relation à long terme entre les émissions de CO2, la croissance économique, la consommation d'énergie et le commerce extérieur, et d'évaluer la validité de l'hypothèse CEK, nous avons proposé la forme logarithmique linéaire suivante :

$$LCO_2 = \beta_0 + \beta_1 LCE_t + \beta_2 LPIB_t + \beta_3 LPIB_t^2 + \beta_4 LOC_t + \varepsilon_t$$

Où ;

LCO₂ : Émissions par habitant ; LCE : Energ

LCO₂ : Émissions par habitant ; LCE : Consommation d'énergie par habitant ; LPIB : PIB réel par habitant ; LPIB² : PIB réel par habitant au carré ;

LOC : le taux d'ouverture commerciale qui est utilisée comme proxy pour le commerce & ε : le terme d'erreur.

β_{1,2,3,4} : Les paramètres représentent l'élasticité à long terme des émissions de CO2 par rapport à LCE, LPIB, LPIB² et LOC respectivement.

Nos données étant des séries temporelles, il est essentiel d'estimer notre modèle et de détecter la causalité entre les différentes variables. Cela implique de vérifier la stationnarité des données, ce qui nous permettra de déterminer l'ordre d'intégration des variables et de décider si nous utiliserons une approche VAR ou une approche de cointégration par l'application de la méthode ARDL. Les données utilisées dans cette étude sont extraites de la base de données des indicateurs du développement mondial de la Banque mondiale et de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) pour la période allant de 1990 à 2021.

La cointégration est un concept qui suppose qu'il existe une relation d'équilibre à long terme entre certaines variables économiques. Bien que ces variables puissent s'écarter de cette relation à court terme, les forces économiques sont censées les ramener à l'équilibre. Les tests de cointégration les plus courants ont été proposés par Engle et Granger (1987), Stock & Watson (1988) et Johansen (1988).

Pour cette étude, nous avons choisi une méthode différente appelée ARDL (Autoregressive Distributed Lag Model), également connue sous le nom de modèle de la boîte noire. Cette méthode a été introduite par Pesaran et Shin (1999) et développée par Pesaran, Shin et Smith (2001).

Cette méthode est plus appropriée pour les échantillons de petite taille, comme c'est le cas pour cette étude. De plus, elle peut être appliquée à des séries temporelles non stationnaires sans la contrainte du même ordre d'intégration, ce qui la distingue des autres tests. De plus, cette méthode ne pose pas de problème d'endogénéité.

L'approche ARDL comporte plusieurs étapes, dont la première consiste à transformer l'équation (1) de manière appropriée : y consommation par habitant ; LPIB : le PIB réel par habitant ; LPIB² : PIB réel par habitant au carré ;

LOC : le taux d'ouverture commerciale qui est utilisée comme proxy pour le commerce & ε : le terme d'erreur.

$\beta_{1.2.3.4}$: Les paramètres représentent l'élasticité à long terme des émissions de CO₂ par rapport à LCE, LPIBP, LPIBP² et LOC respectivement.

Nos données étant des séries temporelles, il est essentiel d'estimer notre modèle et de détecter la causalité entre les différentes variables. Cela implique de vérifier la stationnarité des données, ce qui nous permettra de déterminer l'ordre d'intégration des variables et de décider si nous utiliserons une approche VAR ou une approche de cointégration par l'application de la méthode ARDL. Les données utilisées dans cette étude sont extraites de la base de données des indicateurs du développement mondial de la Banque mondiale et de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) pour la période allant de 1990 à 2021.

La cointégration est un concept qui suppose l'existence d'une relation à long terme entre l'économie et la société.

Pour cette étude, nous avons choisi une méthode différente appelée ARDL (Autoregressive Distributed Lag Model), également connue sous le nom de modèle de la boîte noire. Cette méthode a été introduite par Pesaran et Shin (1999) et développée par Pesaran, Shin et Smith (2001). Cette méthode est plus appropriée pour les échantillons de petite taille, comme c'est le cas pour cette étude. De plus, elle peut être appliquée à des séries temporelles non stationnaires sans la contrainte du même ordre d'intégration, ce qui la distingue des autres tests. De plus, cette méthode ne pose pas de problème d'endogénéité.

L'approche ARDL comporte plusieurs étapes, dont la première consiste à transformer l'équation (1) de manière appropriée :

$$\Delta LCO2_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta LCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta LCE_{t-i} + \sum_{i=1}^p \omega_i \Delta LPIBP_{t-i} + \sum_{i=1}^p \gamma_i \Delta LPIBP^2_{t-i} + \sum_{i=1}^p \theta_i \Delta LOC_{t-i} + \mu ECM_{t-1} + U_t$$

L'application de la méthodologie ARDL pour l'analyse de cointégration nécessite les étapes suivantes déterminées par Ang, (2007) :

1. Tester la stationnarité de la série temporelle ;
2. Sélectionner le nombre optimal de retards ;
3. Effectuer le "Bound Test" pour établir la relation à long terme ;
4. Estimer les coefficients à long terme et à court terme ;
5. Tester la stabilité du modèle par l'analyse des résidus et les techniques CUSUM et CUSUMSQ (Brown et al, 1975).

6. Résultats & Discussion :

Pour déterminer l'ordre d'intégration des séries temporelles, cette étude utilise les tests de stationnarité de Dickey Fuller augmenté (ADF) et de Phillips Perron (PP). Cette étape est importante pour pouvoir utiliser le test de la limite, qui exige que les séries ne soient pas intégrées d'ordre 2, car les valeurs critiques nécessaires ne concernent que les niveaux d'intégration 0 et 1, comme le montrent les résultats présentés dans le tableau 1. Ces tests indiquent que toutes les séries sont non stationnaires en niveau, mais stationnaires en différence première, ce qui signifie qu'elles sont intégrées d'ordre 1.

Ensuite, les critères AIC, SC, LR et HQ sont utilisés pour sélectionner le nombre optimal de retards du vecteur autorégressif (VAR) (tableau 2). Quatre modèles VAR ($P = 0, 1, 2, 3$) ont été estimés pour la période 1971-2014. Le critère AIC suggère un décalage de 3, tandis que les critères LR, SC et HQ suggèrent un décalage de 1. C'est ce dernier critère qui est retenu pour cette étude.

La première étape consiste à tester la stationnarité des données à l'aide du test de Dickey-Fuller, afin de déterminer l'ordre d'intégration.

Tableau 2 : Statistiques et critères de choix pour la sélection du délai du modèle optimal

Lag	LogL	LR	AIC	SC	HQ
0	284,53	-	-19,27	-19,04	-19,2
1	385,22	159,7	-24,49	-23,08*	-24,05
2	423,91	48,031*	-25,44	-22,85	-24,63*
3	452,96	26,0399	-25,72*	-21,94	-24,54

Source : Auteurs

Notes : *indique le retard sélectionné par le critère choisi.

LR : Statistique de test LR modifiée séquentielle.

AIC : Critère d'information d'Akaike.

SC : critère d'information de Schwarz.

HQ : Critère d'information de Hannan-Quinn

Une fois que l'ordre d'intégration des variables et le retard optimal du modèle ont été déterminés, l'approche ARDL (également connue sous le nom de boîte noire) est utilisée pour évaluer la cointégration et déterminer la relation à long terme entre les variables.

Le test des bornes est utilisé à cet effet et calcule une statistique F (comme le montre le tableau 3). Cette statistique F teste l'hypothèse nulle selon laquelle les coefficients des variables retardées dans l'équation (1) sont nuls. La statistique F est égal à 16,38, ce qui est comparé aux valeurs critiques inférieures et supérieures au niveau de signification de 5 % et 1 %. La statistique de test est supérieure à la limite supérieure (4,01 et 5,06 respectivement). Par conséquent, l'hypothèse nulle d'absence de cointégration n'est rejetée et nous concluons à l'existence d'une relation à long terme entre les variables du modèle.

Tableau 3 : Résultat d'ARDL & Bound Test

F-Statistique		16,38
Seuil de Signification	I(0) Bound	I(1) Bound
5%	2,86	4,01
1%	3,74	5,06

Source : Auteurs

Le test de causalité de Granger est utilisé pour déterminer le sens de la relation entre les variables étudiées (principalement le PIB par habitant et les émissions de CO₂). Les résultats du test, présentés dans le tableau 4, indiquent que les émissions de CO₂ ont une influence sur la croissance économique (LPIBPt, LPIBPt²), et non l'inverse.

Cette conclusion est également valable pour une autre variable analysée. On peut donc conclure qu'il est peu probable que l'adoption d'une politique environnementale ait un impact négatif sur la croissance économique.

Tableau 4 : Test de Causalité de Granger

Hypothèse nulle	F-Statistique	Prob
LCO2t does not granger Cause LPIBPt	6,42	0,056*
LPIBPt does not granger Cause LCO2t	0,07	0,91
LPIBPt ² does not granger Cause LCO2t	0,25	0,34
LCO2t does not granger Cause LPIBPt ²	9,64	0,008*

Source : Auteurs

L'équation (2) est utilisée pour estimer les coefficients à court et à long terme du modèle ARDL, avec les émissions de CO₂ par habitant (LCO₂ t) comme variable dépendante. Les élasticités à long terme sont représentées par les coefficients à long terme estimés, qui sont présentés dans le tableau 5. Le coefficient de la variable LCE 2 est égal à 0,4 et est statistiquement significatif, ce qui indique qu'une augmentation de 1 % de la consommation d'énergie par habitant entraînerait une augmentation de 0,4 % des émissions de CO₂ par habitant. Donc, ce qui permet de valider notre hypothèse de recherche qui suppose que les émissions du CO₂ sont relatives à la consommation d'énergie par habitant.

Ce résultat est cohérent avec les travaux de Liu (2005) et Ang (2007, 2008 et 2009) qui ont également trouvé une relation positive entre la consommation d'énergie et les émissions de CO₂.

- Les émissions de dioxyde de Carbone sont liées négativement au revenu des habitants. C'est-à-dire que l'augmentation du PIB habitant va baisser l'émission du CO₂ et inversement.
- Les émissions du CO₂ sont impactées positivement par le degré de l'ouverture du pays ;

De même, l'élasticité à long terme des émissions de CO₂ par habitant par rapport au PIB par habitant (LPIBP t) est égale à 0,26 et est statistiquement significative, ce qui signifie qu'une augmentation de 1 % du PIB réel par habitant au carré entraînerait une augmentation de 0,26 % des émissions de CO₂ par habitant. Le coefficient négatif de la variable LPIBP t, qui n'est pas statistiquement significative, soutient l'hypothèse que les émissions de dioxyde de Carbone sont liées négativement au PIB par habitant et qu'une baisse des émissions de CO₂, lorsque le pays atteint des niveaux de revenus élevés. Ce résultat confirme l'hypothèse de la CEK selon laquelle les émissions de CO₂ diminuent initialement avec le revenu, atteignent un plateau et diminuent ensuite qui est dû au retournement de la courbe de Kuznets

Tableau 5 : Estimation des coefficients des variables du Modèle d'ARDL (Long terme)

Variable Dépendante LCO ₂ t				
V.EXP	Coef	Stand-Error	T-Statistic	Prob
LCEt	0,4	0,065	6,1486	0
LPIBt	-0,059	0,061	-0,9634	0,34
LPIBt ²	0,26	0,079	3,3183	0,0026
LOCt	12,23	6,57	1,8621	0,07
C	-3,79	0,3448	-11,018	0
R ²	0,987	R ² Adjusted		0,986
F-Stat	548,32	DW Stat		1,62

Source : Auteurs

Note : ARDL (4, 4, 4, 4, 3) sélectionné par Criteria SC.

Nous remarquons que le signe du coefficient de la variable LOC t est positif et significatif, ce qui valide l'hypothèse que l'ouverture du commerce extérieur impact positivement les émissions du CO₂. Son coefficient est de 12,23, ce qui indique que la contribution du commerce extérieur aux émissions de CO₂ reste très importante, ce qui reflète la réalité économique puisque nous importons les différentes sources d'énergie et surtout le pétrole de l'extérieur. D'autre part, les paramètres d'ajustement R² et R² ajusté sont tous deux égaux à 0,987 et 0,986, respectivement, ce qui indique que le modèle est bien ajusté.

Le mécanisme de correction d'erreur (ECM) est utilisé pour tester la relation à court terme entre les variables (tableau 6). Les résultats montrent que le coefficient du terme de correction d'erreur ecm (-1) est significatif, ce qui implique que la vitesse d'ajustement à court terme pour atteindre l'équilibre est significative. Ce terme est de l'ordre de -0,89, ce qui suggère que lorsque les émissions de CO₂ par habitant sont supérieures ou inférieures à leur valeur d'équilibre, elles s'ajustent à un rythme de 89% par an.

Les coefficients des variables décalées représentent des élasticités à court terme, qui sont significatives avec les signes attendus pour toutes les variables. Par exemple, une augmentation de 1 % de la consommation d'énergie par habitant entraînerait une augmentation de 31 % des émissions de CO₂ par habitant à court terme.

Tableau 6 : Estimation du modèle d'ECM (court terme)

Variable Dépendante LCO _{2t}				
V.EXP	Coef	Stand-Error	T-Statistic	Prob
LCE _t	0,31	0,042	7,52	0,0017
LPIB _t	-0,24	0,034	-7,64	0,0015
LPIB _t ²	1,085	0,06	16,8	0,001
LOC _t	4,446	3,0238	14,7	0,001
ECM (-1)	-0,89	0,13	-15,38	0,0001
R ²	0,987	R ² Adjusted	0,961	

Source : Auteurs

Pour confirmer la validité du modèle de régression ARDL, des tests de diagnostic ont été effectués sur les résidus (tableau 7). Le test LM d'autocorrélation et le corrélogramme des résidus ont confirmé l'absence d'autocorrélation. Le test de White a également confirmé l'absence d'hétéroscédasticité des résidus, tandis que le test de Jarque-Bera a montré qu'ils suivent une distribution normale. En outre, le test de Ramsey a montré qu'il n'y a pas de variables manquantes ou de problèmes de forme fonctionnelle dans le modèle.

Tableau 7 : Résiduels Test de la régression d'ARDL

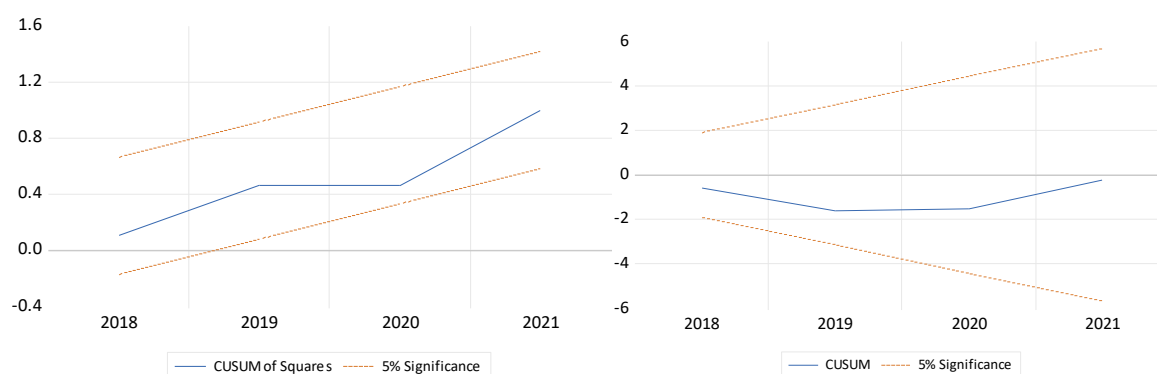
Breusch-Godfrey Test			
Null Hypothesis: No Serial correlation			
F-Statistic	1,144	Prob	0,58
Obs R-Squared	2,168	Prob	0,52
Heteroskedasticity Test			
Null Hypothesis: Homoskedasticity			
F-Stat	1,66	Prob F(23,4)	0,33
Obs R-Squared	25,35	Prob Chi-Square(23)	0,33
Scaled Explained \$\$	0,43	Prob Chi-Square(23)	1
Jarque Berra Test			
Jarque Berra	0,13	Prob	0,93
RESET Ramsey Test			
Null Hypothesis: Model is correctly specified			
T-Statistic	0,41	Prob	0,7
F-Statistic	0,16	Prob	0,7

Source : Auteurs

La dernière étape de l'estimation ARDL ou boîte noire consiste à vérifier la stabilité des paramètres à long et à court terme de l'équation (2). La technique CUSUM basée sur la somme cumulative des résidus récurrents et CUSUMQ basée sur la somme cumulative du carré des résidus récurrents sont appliquées (figure 7).

Les résultats montrent que le tracé des statistiques CUSUM et CUSUMQ reste dans l'intervalle des valeurs critiques au seuil de 5%, ce qui implique que les coefficients du modèle sont stables.

Figure 7 : Test de Stabilité de CUSUM & CUSUMQ



Source : Auteurs

Les résultats obtenus lors de notre estimation sont cohérents avec les travaux de Liu (2005) et Ang (2007, 2008 et 2009) qui ont également trouvé une relation positive entre la consommation d'énergie et les émissions de CO₂. L'existence de cette relation met en faveur l'adoption de politique économique privilégiant l'accumulation de richesses, en vue d'atteindre un seuil qui permet un retournement des émissions de CO₂.

Selon le test de causalité, montre que l'environnement prend plus d'importance au fur et à mesure de l'augmentation des niveaux de vie (PIB par habitant). Par ailleurs, ce qui implique qu'une politique énergétique respectueuse de l'environnement peut être mise en œuvre sans risquer de nuire à la croissance économique, d'une part et d'autre part, selon la validité de notre hypothèse qui porte sur l'impact positif du commerce extérieur sur les émissions du CO₂, ce qui augmente le déficit de la balance du commerce extérieur suite aux importations des énergies et dégrade la croissance économique du pays. Par ailleurs, avec la nouvelle politique environnementale que le Maroc suit dans ces dernières décennies qui visent à encourager l'encrage des principes du développement durable et la transition énergétique vont améliorer la croissance des pays, ce qui va améliorer le PIB par habitant et diminuer les importations des énergies fossiles.

7. Conclusion :

Le Maroc a adopté une stratégie de transition énergétique qui vise à équilibrer les dimensions environnementales, économiques et sociales en améliorant le cadre de vie des citoyens, en renforçant la gestion durable des ressources naturelles et en développant les énergies renouvelables. Cette conclusion est cohérente avec les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre, dont le dioxyde de carbone (CO₂), fixés par cette stratégie à l'horizon 2030. L'objectif principal de cette étude est d'analyser l'impact de la croissance économique sur l'environnement, en examinant la validité de la courbe environnementale de Kuznets (CEK) pour le Maroc sur la période 1990-2021, en utilisant les émissions de CO₂ par habitant comme indicateur environnemental. La méthodologie ARDL (boîte noire) a été utilisée pour tester l'hypothèse CEK, et les résultats montrent une forte relation à long terme entre les émissions de CO₂ par habitant et le revenu par habitant, confirmant ainsi l'existence de la CEK pour le cas du Maroc.

En outre, le test de causalité de Granger indique une causalité unidirectionnelle entre les émissions de CO₂ et le revenu par habitant, ce qui implique qu'une politique énergétique respectueuse de l'environnement peut être mise en œuvre sans risquer de nuire à la croissance économique. Les techniques CUSUM et CUSUMQ ont également été utilisées pour montrer que les coefficients du modèle ECM cointégré sont stables. En outre, la consommation d'énergie

est un déterminant significatif des émissions de CO₂, tandis que le ratio du commerce international, bien que son coefficient soit positif, est également un déterminant significatif. Ceci reflète la réalité économique du Maroc, où tous les produits énergétiques proviennent de l'extérieur en raison de son degré d'ouverture économique.

Les résultats ont montré qu'une courbe environnementale de Kuznets existe pour le cas du Maroc, ce qui nous indique que pour réduire les émissions de CO₂, notre pays doit encourager davantage les politiques de développement économique favorable pour hausser les revenus par habitant à des niveaux supérieurs au point de retournement de la courbe Kuznets. Ainsi, le Maroc avec sa politique de transition énergétique qui permet d'utiliser des technologies importées, à la fois performantes et moins émettrices de polluants.

Références :

- (1). Alain Bourque. Les changements climatiques et leurs impacts. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement. Volume 1 Numéro 2 | septembre 2000, consulté le 22 mai 2023. doi: <https://doi.org/10.4000/vertigo.4042>
- (2). Amegroud, Tayeb. 2022. Quelques sources d'énergie utilisées au Maroc et pour quels usages. Fondation Heinrich Böll Rabat.
- (3). Ang J., (2007). CO₂ emissions, energy consumption and output in France. Energy Policy 35, 4772 – 4778.
- (4). Ang J., (2008). Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia. Journal of Policy Modeling, 30, 271 – 278.
- (5). Berahab, Rim. (2017). Emissions de Dioxyde de Carbone et Croissance Economique au Maroc : Une Analyse de la Courbe Environnementale de Kuznets. Revue d'OCP Policy Center ; Publié on March 2017.
- (6). Coondoo, D., Dinda, S., 2008. The carbon dioxide emission and income: a temporal analysis of cross-country distributional patterns. Ecological Economics 65, 375-385.
- (7). Chow, G., 1960. Test of equality between sets of coefficients in two linear regressions. Econometrica 28, 591-605.
- (8). Dinda S., 2004. Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. Ecological Economics 49, 431-455.
- (9). Dinda, S., Coondoo, D., 2006. Income and emission: a panel databased cointegration analysis. Ecological Economics 57, 167-181.
- (10). Engle R., Granger C., (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. Econometrica, Vol. 55, issue 2, pages 251-76.
- (11). FAO. (2015). Le Maroc face au Changement Climatique.
- (12). Grossman G., Krueger A., (1995). Economic environment and the economic growth. Quarterly Journal of Economics, Vol. 110, No. 2, pp. 353-377.
- (13). Hurlin C. Econométrie Appliquée Séries Temporelles ». Maîtrise d'Economie Appliquée, U.F.R. Economie Appliquée.
- (14). Johansen S., (1988). Statistical analysis of co-integration vectors. Journal of Economic Dynamics and Control, Vol. 12, issue 2-3, pages 231-254.
- (15). Kraft, J., Kraft, A., 1978. On the relationship between energy and GNP. Journal of Energy Development 3, 401-403.
- (16). Kuznets, S., 1955. Economic growth and income inequality. American Economic Review 45, 1-28.
- (17). Maamar S., (2009). La zone méditerranéenne face à la pollution de l'air : Une investigation économétrique. Papier présenté au Quatrième Colloque International de

- l'Institut Supérieur de Gestion de Sousse « Finance et Stratégie de Développement » 27 & 28 mars 2009, Tunisie.
- (17). Managi, S., Jena, P. R., 2008. Environmental productivity and Kuznets curve in India. *Ecological Economics* 65, 432-440.
 - (18). Masih, A. M. M., Masih, R., 1996. Energy consumption, real income and temporal causality results from a multi-country study based on cointegration and error correction-modeling techniques. *Energy Economics* 18, 165-183
 - (19). Ministère Délégué auprès du Ministre de l'Energie des Mines, de l'Eau et de l'Environnement., (2 016). 3e communication Nationale du Maroc à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changement Climatiques.
 - (20). Narayan, P. K., Narayan, S., Prasad, A., 2008. A structural VAR analysis of electricity consumption and real GDP: evidence from the G7 countries. *Energy Policy* 36, 2765-2769.
 - (21). Narayan, P. K., Singh, B., 2007. The electricity consumption and GDP nexus for the Fiji Islands. *Energy Economics* 29, 1141-1150.
 - (22). Nohman, A., Antrobus, G., 2005. Trade and the environmental Kuznets curve: is southern Africa a pollution heaven? *South African Journal of Economics* 73, 803-814.
 - (23). Office des Changes, (2 014). "Commerce extérieur du Maroc".
 - (24). Pesaran M. H., Shin Y., (1999). An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis. Cambridge University Press, Cambridge Chapter II.
 - (25). Pesaran M.H., Smith R.P., (1998). Structural analysis of co-integrating VARs. *Journal of Economic Survey*.
 - (26). Rapport du Ministère Délégué auprès du Ministre de l'Energie des Mines, de l'Eau et de l'Environnement., (2 014). Politique du Changement Climatique au Maroc.
 - (27). Selden T., Song D., (1995). Neoclassical growth, the J curve for abatement, and the inverted U curve for pollution. *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 29, issue 2, pages 162-168.
 - (28). Shafik N., Bandyopadhyay S., (1992). Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence. Background Paper for the World Development Report 1992, the World Bank, Washington DC.
 - (29). Soytaş U., Sari R., Ewing T., (2007). Energy consumption, income and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics*, vol. 62, issue 3-4, pages 482-48.
 - (30). Stern, D. I., 2004. The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World Development* 32, 1419-1439.
 - (31). Wyckoff, A. M., Roop, J. M., 1994. The embodiment of carbon in imports of manufactured products: implications for international agreements on greenhouse house gas emissions. *Energy Policy* 22, 187-194.
 - (32). Yang, H. Y., 2000. A note on the causal relationship between energy and GDP in Taiwan. *Energy Economics* 22, 309-317.
 - (33). YOUNICI, Karima et BELHADI, Zouhair (2021). « Analyse de la relation entre les émissions de CO2 et la croissance du PIB en Algérie : Test de l'hypothèse de Kuznets ». *Economic Researcher Review*. VOL 09, NO 02 (2021), PP 205-216.

Remerciement :

Avant de commencer notre analyse, nous souhaitons remercier l'auteur BERAHAB Rim pour son article scientifique sur la question environnementale et son impact sur la croissance économique, intitulé « Emissions de Dioxyde de Carbone et croissance économique au Maroc : Une Analyse de la courbe Environnementale de Kuznets », publié en 2017 dans la revue OCP POLICY CENTER.

Nous avons essayé de réévaluer la méthode suivie par l'auteur afin de tester cette relation et vérifier sa conformité en actualisant ses données.

Ce présent article réévalue le même modèle avec les des données récentes (arrêtés en 2021) en respectant les étapes suivies par l'auteur BERAHAB Rim, afin de détecter si la demande énergétique a subi des évolutions durant ces dernières années.