

Energies fossiles, énergies renouvelables et efficience de la production dans la région MENA et au Maroc : une analyse par la méthode de la frontière stochastique

Fossil and renewable energies and production efficiency in the MENA region and Morocco: A stochastic frontier analysis

Issam ASSOUIH, (Doctorant)

Laboratoire de Recherche en Management des Organisations, Droit des Affaires et Développement Durable (LARMODADD)

*Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales – Souissi
Université Mohamed V de Rabat, Maroc*

Mohamed IDALFAHIM, (Doctorant)

*Laboratoire d'Analyse Economique et Modélisation (LEAM)
Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales – Souissi
Université Mohamed V de Rabat, Maroc*

Abdellah ECHAOUI, (Professeur d'enseignement supérieur)

Laboratoire de Recherche en Management des Organisations, Droit des Affaires et Développement Durable (LARMODADD)

*Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales – Souissi
Université Mohamed V de Rabat, Maroc*

Saad ELOUARDIRHI, (Professeur d'enseignement supérieur)

*Laboratoire d'Analyse Economique et Modélisation (LEAM)
Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales – Souissi
Université Mohamed V de Rabat, Maroc*

Adresse de correspondance :	Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales – Souissi Avenue Mohammed Ben Abdallah Ragragui Al Irfane. BP 6430 Rabat (+212) 5 37 67 17 19 fsjes-souissi@um5r.ac.ma
Déclaration de divulgation :	Les auteurs n'ont pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude et ils sont responsables de tout plagiat dans cet article.
Conflit d'intérêts :	Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.
Citer cet article	ASSOUIH, A., IDALFAHIM, M., ECHAOUI, A., & ELOUARDIRHI, S. (2025). Fossil and renewable energies and production efficiency in the MENA region and Morocco: A stochastic frontier analysis. <i>International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics</i> , 6(5), 563–589.
Licence	Cet article est publié en open Access sous licence CC BY-NC-ND

Received: 10/04/2025

Accepted: 10/05/ 2025

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

ISSN: 2658-8455

Volume 6, Issue 05 (2025)

Energies fossiles, énergies renouvelables et efficacité de la production dans la région MENA et au Maroc : une analyse par la méthode de la frontière stochastique

Résumé :

Cet article vise à évaluer l'efficacité technique de la production nationale dans un échantillon de pays de la région MENA, en mettant l'accent sur le cas marocain. La problématique centrale porte sur la capacité des pays à mobiliser efficacement les ressources énergétiques et productives pour soutenir la croissance économique, tout en réduisant les gaspillages et les inefficiences.

Pour ce faire, une approche économétrique basée sur la fonction de production Cobb-Douglas et la méthode de la frontière stochastique (SFA) a été mobilisée. L'analyse couvre la période 2000–2020 et intègre sept inputs : le capital, le travail, la terre, la consommation d'énergie renouvelable, de pétrole, de gaz naturel et de charbon, avec le PIB réel comme proxy de la production nationale.

Les résultats révèlent des écarts significatifs d'efficacité entre les pays. Le Maroc enregistre un score moyen d'efficacité de 0,96, en nette avance sur les autres pays étudiés, ce qui confirme la performance de sa stratégie énergétique. À l'inverse, des pays disposant de ressources fossiles abondantes affichent des inefficiences notables. L'énergie renouvelable contribue positivement à la production au Maroc, tandis que les effets des énergies fossiles apparaissent plus contrastés dans l'ensemble de la région.

Mots-clés : Efficacité énergétique, production nationale, frontière stochastique, énergies fossiles, énergies renouvelables, région MENA, Maroc

Classification JEL : Q47 ; O13 ; C23 ; Q32

Type de la recherche : Recherche empirique

Abstract:

This article aims to assess the technical efficiency of national production in a selected sample of MENA countries, with a specific focus on Morocco. The central research question investigates the capacity of these countries to efficiently utilize energy and productive resources to support economic growth while minimizing waste and inefficiencies.

To address this question, we employed an econometric approach based on the Cobb-Douglas production function and the Stochastic Frontier Analysis (SFA). The study covers the period 2000–2020 and incorporates seven inputs : capital, labor, land, renewable energy consumption, oil, gas, and coal consumption. The real GDP is used as a proxy for national output.

The findings reveal significant efficiency gaps among the countries analyzed. Morocco records a high average efficiency score of 0.96, outperforming other countries in the sample, which supports the success of its energy transition strategy. In contrast, fossil fuel-rich countries exhibit notable inefficiencies. Renewable energy has a positive and significant impact on Morocco's output, whereas fossil energy sources show more mixed effects across the region.

Keywords: Energy efficiency, national production, stochastic frontier, fossil energy, renewable energy, MENA region, Morocco

JEL Classification : Q47 ; O13 ; C23 ; Q32

Paper type: Empirical Research

1. Introduction

L'énergie est l'un des éléments constitutifs les plus importants du développement humain et, à ce titre, constitue un facteur clé dans la détermination du développement économique des économies en développement et les économies émergentes.

L'évolution économique, la croissance démographique rapide et le développement de l'industrie ont encore accru les besoins de la consommation de l'énergie. Malgré l'augmentation des besoins énergétiques, les sources d'énergie fossiles seront épuisées dans un avenir proche. De même, l'utilisation irrégulière des combustibles fossiles constitue un danger pour notre avenir comme pour le présent, car les combustibles fossiles, lorsqu'ils sont brûlés pour produire de l'énergie, provoquent des émissions de gaz à effet de serre nocifs, tels que le dioxyde de carbone.

Grâce aux énergies renouvelables, il est possible de répondre aux besoins énergétiques à travers des sources d'énergie croissantes de manière sûre et propre. L'énergie renouvelable est l'énergie obtenue à partir de sources naturelles telles que le soleil et le vent, qui peut se renouveler rapidement après la consommation et qui ne s'épuise pas au fur et à mesure de son utilisation.

L'évaluation de l'efficacité énergétique dans les différents pays contribue non seulement à sensibiliser le public à la performance énergétique et au développement durable, mais fournit également aux décideurs politiques un point de référence objectif pour l'amélioration des performances énergétiques. En théorie, l'efficacité énergétique est directement liée à la technologie de production et à la capacité d'exploitation. La première fait référence à la frontière de production, qui représente l'apport énergétique minimal pour un niveau de production donné. La seconde fait référence à la capacité d'utiliser l'apport énergétique compte tenu de la technologie de production. Si l'apport énergétique réel s'écarte du point de référence sur la frontière de production, cela indique l'existence d'une inefficacité énergétique. En ce sens, l'inefficacité énergétique implique le potentiel d'économie d'énergie qui peut être réalisé en améliorant la capacité d'exploitation. Les préoccupations croissantes concernant le changement climatique causé par l'augmentation de la consommation d'énergie ont attiré l'attention du monde.

La région MENA (Moyen-Orient et Afrique du Nord) occupe une place stratégique dans le paysage énergétique mondial en raison de ses vastes réserves d'hydrocarbures. Elle abrite près de 50 % des réserves prouvées de pétrole brut et plus de 40 % des réserves mondiales de gaz naturel, faisant d'elle un pilier incontournable de l'approvisionnement énergétique global. Cependant, malgré cette richesse en ressources fossiles, la région fait face à plusieurs défis. D'une part, la forte dépendance vis-à-vis des revenus issus des hydrocarbures rend ses économies vulnérables aux fluctuations des prix sur les marchés internationaux. D'autre part, la demande intérieure en énergie connaît une croissance rapide, alimentée par la croissance démographique, l'urbanisation et la montée du niveau de vie, ce qui exerce une pression croissante sur les infrastructures énergétiques. En parallèle, la transition énergétique mondiale pousse les pays de la région à diversifier leur bouquet énergétique en investissant dans les énergies renouvelables, notamment le solaire et l'éolien, dans le but de réduire leur dépendance au pétrole et de répondre aux enjeux environnementaux et climatiques. Ainsi, le contexte énergétique de la région MENA se caractérise par une dualité entre exploitation traditionnelle des ressources fossiles et volonté croissante de transition vers un modèle énergétique plus durable.

Dans le contexte Marocain, le développement des énergies renouvelables est au cœur de la politique énergétique nationale qui appelle à une diversification des sources. L'efficacité énergétique ainsi que le développement des énergies renouvelables constituent une priorité de la stratégie énergétique nationale : l'objectif est d'économiser 15% de la consommation

énergétique d'ici 2030. Dans cette optique, des plans d'actions en faveur de l'efficacité énergétique ont été mis en œuvre dans tous les domaines.

La question de l'efficacité dans l'utilisation des ressources énergétiques constitue un enjeu stratégique pour les pays en développement, notamment ceux de la région MENA, où les défis liés à la croissance économique durable, à la sécurité énergétique et à la transition vers des modèles de production plus efficaces sont particulièrement pressants. Si la consommation d'énergie est souvent considérée comme un moteur essentiel de la croissance économique (Stern, 2004 ; Apergis & Payne, 2010), plusieurs études mettent en évidence que cette relation n'est pas linéaire ni uniforme entre les pays, en fonction de leur niveau de développement, de leur structure économique et de leur efficacité énergétique (Omri, 2013 ; Sadorsky, 2011).

En particulier, la littérature récente attire l'attention sur l'importance de l'efficacité énergétique comme levier de croissance inclusive et soutenable (Filippini & Hunt, 2011 ; Wang et al., 2019). Cependant, les recherches empiriques se sont surtout concentrées sur les pays industrialisés ou les grandes économies émergentes, laissant relativement peu d'attention aux spécificités des pays de la région MENA. Plusieurs travaux abordent séparément la consommation d'énergie ou la productivité des facteurs, mais rares sont ceux qui analysent conjointement l'efficacité énergétique et l'allocation optimale des ressources productives dans ces pays (Bhattacharyya & Ussanarassamee, 2004 ; Al-Mulali & Sab, 2012). Ce manque d'études intégrées sur la MENA crée un vide théorique et empirique qu'il convient de combler.

Dans ce contexte, une question centrale mérite d'être posée : dans quelle mesure les pays de la région MENA, et particulièrement le Maroc, parviennent-ils à mobiliser efficacement leurs ressources productives et énergétiques pour soutenir leur croissance économique ? Cette problématique, bien que suggérée dans certains travaux récents, n'a pas encore fait l'objet d'une investigation approfondie et comparative dans la littérature scientifique, ce qui justifie pleinement la pertinence de cette recherche.

L'analyse repose sur l'hypothèse que : Le Maroc affiche un niveau d'efficacité énergétique supérieur à la moyenne régionale en raison de sa politique proactive en matière d'énergies renouvelables, et que les ressources énergétiques renouvelables contribuent davantage à la production nationale que les énergies fossiles dans un cadre d'efficacité technique.

L'article est organisé comme suit : la section 2 présente le fondement théorique de l'étude. La section 3 propose une revue de la littérature, en mettant l'accent sur les techniques utilisées pour évaluer l'efficacité énergétique dans les économies émergentes et en développement. La section 4 décrit la méthodologie de recherche ainsi que les données utilisées. La section 5 est consacrée à l'analyse des données et à la discussion des résultats empiriques. Enfin, la section 6 présente la conclusion de l'étude.

2. Revue de littérature théorique

Dans cette section, nous présentons une revue de la littérature théorique portant sur les principales approches de l'économie de l'énergie, dans le but de mieux cerner notre problématique de recherche. Nous examinons les concepts fondamentaux qui sous-tendent les dynamiques énergétiques et économiques, en mettant particulièrement l'accent sur les relations entre la consommation d'énergie, la productivité et l'efficacité énergétique.

Les théories de l'économie de l'énergie s'intéressent aux interactions complexes entre les ressources énergétiques, leur production, leur consommation et leur impact sur l'économie. Elles permettent de comprendre comment les marchés de l'énergie fonctionnent, comment les politiques énergétiques influencent la croissance économique et l'environnement, et comment les innovations technologiques peuvent redéfinir la manière dont l'énergie est utilisée à l'échelle mondiale. L'une des théories importantes dans ce domaine est celle de la croissance économique et de l'énergie, qui a été largement explorée à travers des modèles économiques tels que celui de Solow. Selon cette approche, l'énergie est un facteur de production essentiel à

la croissance, tout comme le capital et le travail. Cependant, l'impact de l'énergie sur la croissance économique peut se limiter à long terme, les gains d'efficacité énergétique et l'innovation technologique permettant de réduire la dépendance à l'énergie. Cette théorie montre que, bien que l'énergie soit cruciale pour la croissance économique, son rôle peut évoluer avec les progrès technologiques.

Une autre théorie clé est celle de l'élasticité de la demande d'énergie, qui étudie la sensibilité de la demande d'énergie face aux variations des prix et des revenus. À court terme, la demande d'énergie est souvent inélastique, notamment dans les secteurs où l'énergie est indispensable, comme l'industrie et les transports. Cependant, à long terme, la demande peut devenir plus élastique grâce à l'innovation technologique et à la disponibilité d'alternatives énergétiques, ce qui permet de réduire la consommation d'énergie tout en maintenant les niveaux de production. Les théories de l'efficacité énergétique se concentrent sur l'amélioration des processus de production et de consommation d'énergie pour réduire les coûts économiques et environnementaux. Elles mettent en lumière l'importance des technologies de pointe, telles que les bâtiments à haute performance énergétique ou les moteurs électriques plus efficaces. Ces théories soutiennent que l'amélioration de l'efficacité énergétique peut être une solution clé pour répondre aux défis énergétiques mondiaux, en permettant de réduire la consommation d'énergie tout en augmentant la productivité.

L'économie des ressources et des externalités repose sur l'idée que l'exploitation des ressources énergétiques génère des externalités négatives, telles que la pollution de l'air et les émissions de gaz à effet de serre. Ces externalités ne sont pas prises en compte par les marchés, ce qui entraîne des coûts sociaux importants. Les économistes proposent des solutions pour intégrer ces coûts externes à travers des mécanismes comme la tarification du carbone, les taxes sur l'énergie ou les quotas d'émissions. Cela permettrait de rendre les prix de l'énergie plus représentatifs de ses véritables coûts sociaux et environnementaux.

En outre, le modèle de la courbe de Kuznets appliqué à l'énergie postule qu'il existe une relation non linéaire entre le développement économique et l'impact environnemental. Initialement, à mesure qu'une économie se développe, la consommation d'énergie augmente, ce qui entraîne des effets environnementaux négatifs. Cependant, après un certain niveau de développement, des facteurs comme l'innovation technologique, l'efficacité énergétique et les politiques environnementales peuvent conduire à une réduction de l'empreinte énergétique relative et des impacts environnementaux, même si la consommation totale d'énergie continue d'augmenter. Enfin, l'approche des ressources renouvelables et durables met l'accent sur le rôle croissant des énergies renouvelables dans l'économie énergétique mondiale. Les énergies comme l'énergie solaire, éolienne, géothermique et hydraulique sont considérées comme des alternatives durables aux énergies fossiles. Cette approche propose des modèles économiques qui intègrent ces sources d'énergie dans les systèmes économiques existants, tout en tenant compte des enjeux liés à la transition énergétique, tels que la gestion des ressources, les investissements nécessaires et la création de nouvelles infrastructures énergétiques.

La théorie de l'innovation dans l'énergie se concentre sur l'importance de l'innovation technologique pour transformer le secteur énergétique. Des avancées telles que les réseaux intelligents, le stockage d'énergie à grande échelle et l'efficacité des énergies renouvelables sont au cœur de cette théorie. Elle soutient que l'innovation est essentielle pour répondre aux défis énergétiques mondiaux, en permettant non seulement de réduire la dépendance aux énergies fossiles, mais aussi d'optimiser la production et la consommation d'énergie de manière durable.

En résumé, les théories de l'économie de l'énergie jouent un rôle fondamental dans la compréhension des défis actuels et futurs liés à la production, la consommation et l'impact de l'énergie sur l'économie et l'environnement. Elles offrent une base solide pour formuler des

politiques publiques visant à promouvoir une transition énergétique durable et à améliorer l'efficacité des systèmes énergétiques.

3. Revue de la littérature empirique

Dans le cadre des études empiriques, de nombreux chercheurs se sont intéressés à l'évaluation de l'efficacité énergétique à différents niveaux territoriaux, que ce soit à l'échelle nationale, régionale ou urbaine.

Tout d'abord, on peut citer une étude réalisée par Dans une approche innovante, Filippini et Hunt (2012) dans laquelle ils ont estimé une fonction de demande énergétique résidentielle pour les États-Unis à partir d'un panel de 48 États couvrant la période 1995–2007, en mobilisant un modèle de frontière stochastique (SFA). Leur objectif est d'évaluer l'efficacité énergétique résidentielle de manière différenciée à l'échelle des États fédérés. L'inefficacité énergétique y est interprétée comme un indicateur de gaspillage énergétique, reflétant un usage sous-optimal de l'énergie par les ménages.

Les auteurs soulignent que cette méthode permet de mesurer une efficacité énergétique « intrinsèque », contrôlant les facteurs économiques, démographiques et climatiques spécifiques à chaque État, à la différence de l'intensité énergétique traditionnelle qui ne tient pas compte de ces hétérogénéités structurelles. L'étude révèle des écarts significatifs de performance énergétique entre les États, mettant en évidence l'importance de politiques ciblées à l'échelle infranationale.

Dans une approche innovante, Jin-Li Hua et Satoshi Honmab (2014) ont estimé les scores d'efficacité énergétique globale pour dix industries dans quatorze pays de l'OCDE, sur la période 1995-2005, en recourant à la méthode de la frontière stochastique (SFA). Le modèle utilisé intègre quatre intrants (le travail, le capital, l'énergie et les intrants intermédiaires non énergétiques) ainsi qu'un extrant, à savoir la valeur ajoutée. Les résultats obtenus révèlent que la plupart des industries étudiées disposent encore d'une marge considérable d'amélioration de leur efficacité énergétique.

Dans la même optique, Boqiang Lin et Kerui Du (2014) ont analysé l'efficacité énergétique de trente provinces chinoises entre 1997 et 2010 en appliquant une approche de méta-frontière. Les variables mobilisées incluent la consommation d'énergie, l'emploi, le capital et le produit intérieur brut. Leurs résultats mettent en évidence une efficacité énergétique globalement moyenne (0,632) à l'échelle provinciale.

En 2019, Taeyoung Jin et Jinsoo Kim ont examiné l'efficacité énergétique de 21 pays émergents sur la période 1995-2016, en adoptant une perspective à la fois économique et environnementale. Le modèle repose sur la consommation d'énergie, l'indice de complexité économique ainsi que d'autres facteurs de production inspirés de la fonction de production de Cobb-Douglas. Ils concluent notamment que le Mexique se distingue comme l'un des pays les plus performants en matière d'économie d'énergie.

San et al. (2020) analysent les performances en matière d'efficacité énergétique dans un ensemble de 48 pays membres de l'Initiative "Belt and Road" (BRI) sur la période 1990–2015, à l'aide d'un modèle innovant de frontière stochastique appliqué à des données de panel. Ce modèle permet de distinguer l'efficacité énergétique persistante (liée aux facteurs structurels) de l'efficacité transitoire (liée aux chocs temporaires), tout en tenant compte de l'hétérogénéité non observée entre pays. L'étude se distingue par son apport méthodologique et empirique, en fournissant une évaluation détaillée des niveaux d'efficacité énergétique totale, persistante et transitoire dans une perspective transnationale.

Les résultats mettent en évidence que les scores d'efficacité énergétique persistante sont nettement inférieurs aux scores transitoires, suggérant que les déficiences énergétiques dans les pays de la BRI relèvent principalement de contraintes structurelles durables. Par ailleurs, une hétérogénéité marquée est observée entre pays : les économies à revenu élevé présentent

généralement des niveaux d'efficacité énergétique supérieurs à ceux des pays à faible revenu. En outre, les auteurs explorent la dynamique de convergence de l'efficacité énergétique au sein de la BRI, domaine encore peu exploré dans la littérature. Ils concluent à une convergence modérée, qui tend à s'accélérer avec l'intensification des échanges commerciaux, mais à ralentir en cas d'expansion du secteur industriel.

De leur part, Moutinho et Madaleno (2021) examinent l'efficacité économique et environnementale de 44 pays — répartis équitablement entre l'Asie et l'Afrique — sur la période 2005–2018. En mobilisant une fonction de production Translog log-linéaire, les auteurs considèrent le produit intérieur brut (PIB) comme output souhaité, tandis que les émissions de gaz à effet de serre (notamment le CO₂) sont traitées comme outputs non désirés. Les intrants retenus incluent le capital fixe, le travail, la consommation d'énergie fossile, ainsi que la consommation d'énergie renouvelable. L'approche méthodologique repose sur l'utilisation de différentes hypothèses de distribution et de méthodes d'estimation, permettant de capturer la dynamique de l'éco-efficacité dans un contexte intercontinental.

Les résultats révèlent une forte hétérogénéité entre les pays, notamment dans l'utilisation des facteurs de production. Le travail et les énergies renouvelables apparaissent comme des contributeurs positifs à l'amélioration de l'éco-efficacité technique, tandis que le capital exerce un effet contraire dans les modèles dynamiques. L'étude met également en évidence une amélioration progressive de l'éco-efficacité technique au fil du temps, suggérant une substitution croissante des énergies fossiles par des sources renouvelables.

Basabose (2021) mobilise le modèle de frontière stochastique (SFA) pour évaluer l'efficacité énergétique totale des facteurs (TFEE) dans 21 économies de marché émergentes (EME), en s'appuyant sur des données de panel issues des indicateurs de la Banque mondiale pour la période 1990–2015. L'étude considère comme intrants le stock de capital, la main-d'œuvre, le dioxyde de carbone et le PIB, tandis que la consommation d'énergie constitue l'output. Par ailleurs, deux variables environnementales — la consommation d'énergie renouvelable et la population urbaine — sont introduites pour mieux cerner les déterminants de l'inefficacité énergétique.

Les résultats mettent en évidence d'importantes disparités d'efficacité entre pays : la Corée du Sud, le Pérou, la Thaïlande, la Grèce et le Mexique se démarquent par des performances énergétiques supérieures. En revanche, des pays tels que la Turquie, l'Afrique du Sud, la Malaisie, la Russie, le Brésil, la Pologne et l'Égypte enregistrent des inefficacités techniques persistantes. L'analyse temporelle révèle une tendance globale à l'amélioration des scores TFEE sur la période étudiée, malgré ces exceptions.

Par ailleurs, les auteurs identifient une relation en forme de U inversé entre la part des combustibles fossiles et l'éco-efficacité, indiquant qu'au-delà d'un certain seuil, une hausse de la consommation fossile détériore significativement la performance environnementale. Ces constats appellent à des politiques ciblées favorisant la transition énergétique, le soutien aux investissements dans les énergies propres et une meilleure intégration du facteur travail dans les stratégies de croissance verte.

Par ailleurs, Haydar Koç (2021) s'est penché sur les niveaux d'efficacité de l'énergie renouvelable pour les pays du groupe BRICS ainsi que la Turquie, sur la période 2006-2015. Les résultats obtenus indiquent que le Brésil enregistre la meilleure performance avec un niveau d'efficacité avoisinant 97 %, tandis que la Russie se positionne comme le pays le moins efficace.

Dans la même lignée, Xiaoling Ouyang, Jiaqi Chen et Kerui Du (2021) ont combiné la méthode des méta-frontières avec l'analyse des frontières stochastiques pour évaluer l'efficacité énergétique des secteurs industriels dans les 30 provinces chinoises entre 1997 et 2016. Ils constatent que le score moyen d'efficacité énergétique industrielle est relativement faible (0,4396), ce qui laisse entrevoir un potentiel important d'amélioration.

4. Méthodologie de recherche

L'analyse repose sur une approche économétrique rigoureuse visant à mesurer l'efficacité énergétique dans les pays de la région MENA, avec un focus particulier sur le Maroc. Pour ce faire, nous avons mobilisé le cadre conceptuel de la frontière stochastique de production, qui permet de distinguer les inefficiences techniques des chocs aléatoires, tout en estimant les contributions respectives des facteurs de production à la productivité nationale. Cette section présente le cadre d'analyse, les données mobilisées, la justification de la période d'étude, ainsi que la spécification du modèle utilisé.

Les méthodes couramment utilisées pour évaluer l'efficacité technique des unités de prise de décision comprennent les méthodes paramétriques et non paramétriques. La méthode non paramétrique représentée par l'analyse d'enveloppement des données (DEA) utilise la méthode de programmation linéaire pour mesurer l'efficacité. La méthode paramétrique est représentée par l'analyse des frontières stochastiques (SFA), proposée par Aigner et al. (1977) et Meeusen et Broeck (1977). Cette méthode pourrait calculer l'efficacité individuelle et analyser les facteurs d'influence qui provoquent l'efficacité. Le modèle SFA proposé par Aigner et al est le suivant :

$$q_t = f(x_t; \beta) + \varepsilon_t$$

Avec : $\varepsilon_t = v_t + \mu_t$

Dans cette équation, les composants sont définis comme suit : $f(.)$ est une fonction de production, q_t est l'output de l'unité de prise de décision, x_t est le vecteur des inputs de l'unité de prise de décision et β est le vecteur des coefficients à estimer, v_t est l'erreur qui capture l'ensemble des facteurs non inclus dans le modèle qui peuvent affecter la variable dépendante et μ_t est l'inefficacité technique.

Le cadre de modélisation repose sur une fonction de production Cobb-Douglas, largement utilisée dans la littérature en raison de sa capacité à représenter des rendements d'échelle constants ou variables, tout en offrant une interprétation claire des élasticités de chaque facteur de production. L'approche de frontière stochastique permet d'estimer une enveloppe maximale de production donnée les niveaux d'inputs, et d'évaluer l'écart entre la production effective et cette frontière – cet écart étant interprété comme une inefficacité technique. Cette méthodologie autorise également la comparaison inter-pays et inter-temporelle des scores d'efficacité, fournissant ainsi une lecture fine des performances relatives.

Notre étude porte sur l'efficacité énergétique et la productive dans un échantillon de pays de la région MENA, à savoir : l'Algérie, l'Égypte, les Émirats arabes unis, l'Iran, le Maroc, le Pakistan, la Syrie, la Tunisie et la Türkiye. Le choix de ces pays repose à la fois sur leur importance stratégique dans le contexte énergétique régional et sur la disponibilité des données sur la période étudiée. Ces pays présentent des structures économiques et énergétiques variées, allant de producteurs nets d'énergies fossiles à des importateurs engagés dans des politiques de diversification énergétique. Cette diversité constitue un terrain d'étude pertinent pour évaluer les écarts d'efficacité et les leviers d'amélioration.

La période choisie s'étend de 2000 à 2020, une plage temporelle cohérente au regard des transformations économiques et énergétiques majeures survenues dans la région MENA et au Maroc durant ces deux décennies. Pour la région, cette période couvre les effets de la libéralisation partielle des marchés énergétiques, des réformes structurelles, ainsi que les débuts de la transition énergétique dans certains pays. Pour le Maroc, elle coïncide avec l'accélération des projets d'infrastructures, la mise en œuvre de la stratégie énergétique nationale (lancée en 2009) et les premiers effets mesurables des investissements dans les énergies renouvelables. Ce choix permet ainsi de capter les dynamiques d'efficacité sur le long terme.

Les variables intégrées dans le modèle sont rigoureusement sélectionnées pour représenter la fonction de production nationale. L'output est mesuré par le Produit Intérieur Brut (PIB) en valeur constante, utilisé comme proxy de la production nationale. Les inputs incluent : le capital

fixe brut (K), le travail (L), la surface agricole utilisée comme proxy de la terre productive (T), la consommation d'énergie renouvelable (CER), la consommation de pétrole (CP), la consommation de gaz (CG) et la consommation de charbon (CCH). Ces variables traduisent les ressources économiques et énergétiques mobilisées dans le processus de production, tout en intégrant les dimensions classiques (capital, travail, terre) et les déterminants modernes liés à l'énergie, essentiels dans les économies intensives en ressources de la région. La définition des variables ainsi que leur justification sont présentées comme suit :

- **Production nationale (Y)**

La production nationale est représentée dans ce modèle par le Produit Intérieur Brut (PIB) réel, utilisé comme proxy de l'output global du pays. Le PIB constitue une mesure agrégée et synthétique de la richesse créée au sein d'une économie sur une période donnée. Il intègre l'ensemble des biens et services produits, reflétant la capacité productive globale d'un pays. Le choix du PIB comme variable dépendante est justifié par sa disponibilité, sa comparabilité internationale et sa pertinence pour évaluer l'efficacité macroéconomique. Dans le cadre d'un modèle de frontière stochastique, il permet de capter les écarts entre les niveaux de production observés et les niveaux potentiels optimaux compte tenu des inputs utilisés.

- **Capital (K)**

Le capital physique est une variable clé de la fonction de production. Il regroupe l'ensemble des biens durables utilisés dans le processus de production, tels que les machines, équipements, infrastructures, et installations industrielles. Dans ce modèle, il est mesuré en volume pour refléter la contribution réelle du capital à la production nationale. L'inclusion de cette variable se justifie par le rôle essentiel du capital dans l'accumulation de richesses, l'augmentation de la productivité du travail, et la capacité d'innovation technologique. En particulier dans les pays en développement, l'investissement dans le capital est souvent un levier fondamental de croissance.

- **Travail (L)**

Le travail représente la force de travail mobilisée dans le processus productif. Il est généralement mesuré par le nombre d'actifs occupés ou par les heures travaillées. Cette variable capte l'apport humain dans la création de valeur, à travers les compétences, le savoir-faire, et la capacité d'organisation du travail. Le choix du facteur travail est indispensable dans toute fonction de production, car il permet de distinguer les pays à forte intensité de main-d'œuvre de ceux à productivité plus capitaliste. Dans le contexte MENA, le travail reste une ressource abondante, mais sous-employée, d'où l'importance de son intégration pour évaluer l'efficacité des systèmes productifs.

- **Terre (T)**

La terre représente l'étendue des surfaces agricoles utilisées, captant ainsi le facteur foncier dans la production. Elle est particulièrement pertinente pour les pays dont l'agriculture constitue une part significative du PIB ou de l'emploi. La terre est aussi un vecteur de dépendance écologique et de vulnérabilité au changement climatique. Sa prise en compte permet de mieux apprécier l'efficacité de l'utilisation des ressources naturelles dans la production. Dans le contexte MENA, où les terres arables sont limitées et souvent soumises à la désertification, cette variable permet de différencier les trajectoires de croissance durable selon les stratégies d'utilisation du foncier.

- **Consommation d'énergie renouvelable (CER)**

La consommation d'énergie renouvelable représente l'utilisation de sources d'énergie propres et durables telles que l'énergie solaire, éolienne, hydraulique ou biomasse. Cette variable est intégrée pour mesurer l'impact des politiques énergétiques soutenant la transition verte sur la productivité nationale. Le recours aux énergies renouvelables est devenu un enjeu stratégique dans les pays MENA, notamment face aux pressions environnementales, à la dépendance aux

énergies fossiles, et à la volonté de diversification des sources d'approvisionnement. Au Maroc, cette variable est particulièrement pertinente, étant donné les investissements massifs réalisés dans ce domaine au cours des deux dernières décennies.

- **Consommation de pétrole (CP)**

La consommation de pétrole rend compte de la part de cette ressource fossile dans le bouquet énergétique national. Elle est généralement exprimée en tonnes équivalent pétrole. Le pétrole reste une source dominante d'énergie dans de nombreux pays de la région MENA, soit comme ressource interne d'exploitation, soit comme énergie importée pour la production industrielle et les transports. L'inclusion de cette variable vise à mesurer l'impact de la dépendance pétrolière sur la production, tout en captant les externalités possibles liées à son usage massif (effets prix, volatilité, efficacité énergétique).

- **Consommation de gaz (CG)**

Le gaz naturel représente une autre composante importante de l'énergie utilisée dans la région, notamment dans les secteurs industriels, domestiques et pour la production d'électricité. Il constitue une énergie de transition entre les énergies fossiles polluantes et les énergies renouvelables. Son intégration permet de tenir compte des efforts d'efficacité énergétique fondés sur des combustibles moins émetteurs de CO₂, tout en mesurant leur effet sur la production. Certains pays comme l'Algérie ou l'Iran en sont fortement producteurs, tandis que d'autres comme le Maroc est davantage dans une logique d'importation ou d'interconnexion régionale.

- **Consommation de charbon (CH)**

La consommation de charbon correspond à l'usage de cette ressource fossile dans la production énergétique, en particulier dans les centrales thermiques. Bien que son usage soit en déclin dans plusieurs pays pour des raisons environnementales, il reste une composante non négligeable du mix énergétique dans certains pays de la région. Son inclusion permet d'évaluer les effets de l'usage des énergies les plus polluantes sur la productivité nationale, ainsi que les niveaux d'efficacité associés à leur usage dans des économies en transition énergétique.

Notre modèle d'estimation de l'efficacité basé sur la fonction de production Cobb-Douglas. Avec les facteurs de production traditionnels, le capital et le travail, la consommation d'énergie renouvelable est adoptée comme variable explicative supplémentaire et la variable clé de notre modèle. Le produit intérieur brut (PIB) est utilisé comme la variable dépendante pour notre modèle de l'efficacité énergétique. Alors notre modèle d'estimation peut être présenté comme suit :

$$Y_{it} = A L_{it}^{\gamma} K_{it}^{\delta} T_{it}^{\theta} ER_{it}^{\varphi} CP_{it}^{\vartheta} CG_{it}^{\rho} CH_{it}^{\tau} + \varepsilon_{it}$$

Nous instruons le logarithme naturel sur l'équation pour rendre la fonction de Cobb-Douglas linéaire. Donc notre modèle devient comme suit :

$$\log Y_{it} = A + \gamma \log L_{it} + \delta \log K_{it} + \theta \log T_{it} + \varphi \log ER_{it} + \vartheta \log CP_{it} + \rho \log CG_{it} + \tau \log CH_{it} + \varepsilon_{it}$$

Les données relatives au PIB, au capital, au travail, à la terre et à la consommation d'énergie renouvelable proviennent de la base de données de la Banque Mondiale. Cette base de données est une ressource essentielle pour obtenir des informations économiques mondiales, en offrant des séries temporelles détaillées sur des indicateurs macroéconomiques, la croissance économique, les facteurs de production, ainsi que les tendances de l'énergie renouvelable à l'échelle internationale.

Quant aux informations concernant les consommations de charbon, de pétrole et de gaz, elles sont extraites de la base de données de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE). L'AIE fournit des données complètes et fiables sur les énergies fossiles, permettant d'analyser les tendances mondiales et régionales liées à l'utilisation des énergies non renouvelables. Cette base est particulièrement utile pour étudier les dynamiques énergétiques, les politiques énergétiques et l'impact environnemental des ressources fossiles à travers le monde. Ensemble,

ces deux bases de données fournissent une vue d'ensemble précise et pertinente pour l'analyse de la production et de l'utilisation des ressources dans la région MENA et le Maroc.

Dans la suite de l'étude, les résultats obtenus seront présentés en deux volets : d'abord à travers une analyse des coefficients estimés pour chaque facteur de production, afin d'en déduire les contributions statistiques et économiques ; ensuite, en comparant les scores d'efficacité moyens entre les pays et leur évolution dans le temps, avec une attention particulière au positionnement du Maroc par rapport à ses voisins régionaux.

5. Résultats et discussion

Cette section présente les principaux résultats empiriques issus de l'estimation du modèle de frontière stochastique appliqué à la région MENA, avec un focus particulier sur le Maroc. L'objectif est d'analyser l'impact des différents facteurs de production – travail, capital, terre – ainsi que de la consommation d'énergie (renouvelable et fossile) sur la production nationale, tout en évaluant les niveaux d'efficacité technique atteints par chaque pays. Les résultats sont interprétés à la lumière du contexte économique régional, en mettant en évidence les différences structurelles entre les pays étudiés. Une attention particulière est accordée au positionnement du Maroc, dont les performances se distinguent nettement de la moyenne régionale, traduisant une gestion plus efficace des ressources productives et une dynamique de développement soutenue. L'analyse est menée à deux niveaux : d'une part, une lecture statistique des coefficients estimés et de leur significativité, et d'autre part, une interprétation économique des scores d'efficacité obtenus selon les pays et les années.

Table 1 : Statistiques descriptifs

Les variables	Min	Max	Moyenne	Écart-Type
Maroc				
L	9656	12127	11135	770337.6
K	13623720	34212057	24651056	6868935
Y	531510215	1170249000	860435344	20155400
CH	414	25698	4844.14	8685.828
GZ	1577	3935	2550.42	708.089
PE	237801	522823	387650.9	93814.89
ER	0.104	0.224	0.1392857	0.0337
T	296119.1	310465.5	302727.4	3738.161
Région MENA				
L	20607	75415	19474	17569
K	1012064	28304000	59754960	59771185
Y	15300590	117024000	332,166,000	283775242
CH	3	620571	87645	162132
GZ	1577	5988796	781757	1111552
PE	28371	3005826	780291	731935
ER	0.001	0.515	0.1083968	0.14115
T	3767	644860	250497	175351

Source : Les auteurs

Au Maroc, le PIB utilisé comme proxy de la production nationale varie entre 531,5 milliards MAD et 1 170 milliards MAD, avec une moyenne de 860,4 milliards et un écart-type relativement modéré (environ 20 milliards), ce qui traduit une progression constante et contrôlée du PIB durant la période.

Dans la région MENA, l'écart est beaucoup plus marqué : le PIB varie de 15,3 milliards à 1170 milliards de dollars, avec une moyenne de 332 milliards et un écart-type élevé (283 milliards), reflet de la grande hétérogénéité économique entre les pays — allant de grandes économies exportatrices d'énergie comme les Émirats ou l'Iran, à des économies plus modestes comme la Syrie ou la Tunisie.

Le nombre de travailleurs au Maroc se situe entre 9,6 et 12,1 millions, avec une moyenne de 11,1 millions et un écart-type important (770 000), indiquant une certaine stabilité de l'emploi sur les deux décennies, bien qu'il puisse y avoir des variations conjoncturelles.

Dans la région MENA, les effectifs varient fortement : de 20 607 à 75 415, avec une moyenne de 19 474. Cependant, l'écart-type (17 569) montre un niveau d'hétérogénéité élevé entre les pays en termes de population active, corrélé au poids démographique de chaque pays.

Le capital physique au Maroc varie de 13,6 milliards à 34,2 milliards MAD, avec une moyenne d'environ 24,6 milliards. L'écart-type de 6,86 milliards souligne une croissance progressive des investissements sur la période, en lien avec les politiques d'infrastructure et d'industrialisation. En MENA, la dispersion est énorme : de 1 million à 283 milliards de dollars, avec une moyenne de 59,7 milliards et un écart-type équivalent, ce qui illustre une distribution asymétrique du capital, concentrée dans quelques économies riches.

Au Maroc, la consommation annuelle de charbon oscille entre 414 et 25 698 kilotonnes, avec une moyenne de 4 844 kilotonnes. L'écart-type élevé (8 685) traduit une forte variabilité, due à des changements dans les politiques énergétiques et la dépendance au charbon pour la production électrique.

Dans la région MENA, la variation est encore plus large (3 à 620 571 kilotonnes), avec une moyenne de 87 645 kilotonnes et un écart-type de 162 132. Cela reflète l'usage intensif du charbon dans certains pays industrialisés, alors que d'autres l'utilisent très peu, voire pas du tout.

Le Maroc affiche une consommation de gaz allant de 1 577 à 3 935 kilotonnes, avec une moyenne de 2 550 et un écart-type modéré (708), ce qui témoigne d'un usage croissant, mais encore limité comparé aux ressources disponibles.

En MENA, la consommation s'étale de 1 577 à près de 6 millions de kilotonnes, avec une moyenne de 781 757 et un écart-type élevé, reflet de l'abondance des ressources en gaz naturel dans la région, notamment en Algérie, en Iran et au Qatar.

Au Maroc, la consommation de pétrole va de 237 801 à 522 823 tonnes, avec une moyenne de 387 651 tonnes et un écart-type raisonnable (93 814), reflétant une stabilité énergétique dans un pays importateur de cette ressource.

La région MENA, elle, présente une large dispersion, avec des consommations allant de 28 371 à plus de 3 millions de tonnes, et un écart-type élevé (731 935), ce qui correspond à la place centrale du pétrole dans les économies du Golfe et du Moyen-Orient.

Au Maroc, la part des énergies renouvelables dans la consommation varie de 10,4 % à 22,4 %, avec une moyenne de 13,9 % et un faible écart-type (0,0337). Cette légère croissance reflète les efforts du Maroc dans le développement des projets solaires et éoliens, sans pour autant atteindre des niveaux élevés.

Dans la région MENA, la part varie entre 0,1 % et 51 %, avec une moyenne de 10,8 % et un écart-type plus important, témoignant d'un engagement inégal dans la transition énergétique, où seuls quelques pays (comme le Maroc et la Jordanie) émergent comme leaders.

La superficie utilisée dans le secteur agricole marocain varie entre 296 119 et 310 465 hectares, avec une moyenne de 302 727 et un faible écart-type (3 738), ce qui reflète une stabilité foncière marquée par des contraintes climatiques et structurelles.

Dans la région MENA, les superficies vont de 3 767 à 644 860 hectares, avec une moyenne de 250 497 hectares et un écart-type élevé (175 351), ce qui illustre la diversité des modèles agricoles selon les pays, allant de l'agriculture intensive à l'agriculture oasienne.

Au Maroc, le coefficient de corrélation entre le travail et la production nationale est particulièrement élevé (0,9638), ce qui souligne l'importance du facteur travail dans la création de valeur. Cela reflète une économie où la contribution humaine reste centrale, notamment dans les secteurs agricoles, artisanal et informel. À l'inverse, dans la région MENA, la corrélation est beaucoup plus faible (0,1759), indiquant que le travail est un facteur moins déterminant dans

la croissance économique régionale, possiblement en raison de la forte capitalisation dans certains pays (ex. : pays du Golfe) ou de la faible productivité dans d'autres.

Table 2 : Coefficient de corrélation

Les variables	Maroc	Région MENA
L	0.9638	0.17592
K	0.9775	0.5239439
CH	-0.6874	0.4161243
GZ	0.8203	0.1290794
PE	0.9897	0.2546792
ER	-0.7904	0.08384158
T	0.0382	0.3222405

Source : Les auteurs

La corrélation entre le capital et la production est également forte au Maroc (0,9775), ce qui témoigne d'un lien robuste entre les investissements en infrastructures, équipements ou technologies, et la performance économique. Cela traduit les efforts de modernisation du tissu productif national. Dans la région MENA, la corrélation est plus modérée (0,5239), révélant une hétérogénéité entre les pays bien dotés en capital et ceux en déficit d'investissements.

Le Maroc affiche une corrélation négative importante (-0,6874) entre la consommation de charbon et la production nationale, ce qui pourrait refléter une inefficience de cette source d'énergie, voire un coût environnemental et économique élevé. À l'inverse, dans la région MENA, la corrélation est positive (0,4161), ce qui indique que le charbon y reste une source d'énergie encore intégrée à l'activité productive, notamment dans les pays à forte industrialisation traditionnelle.

La corrélation est élevée au Maroc (0,8203), ce qui indique que le gaz naturel constitue un levier important de soutien à la production, notamment dans l'industrie et la production électrique. Dans la région MENA, la corrélation est beaucoup plus faible (0,1291), possiblement en raison de la surabondance de cette ressource, ce qui diminue son impact marginal sur la croissance.

Avec un coefficient très élevé de 0,9897 au Maroc, le pétrole reste un facteur structurant de l'économie nationale, reflétant sa centralité dans les transports, l'industrie, et la production d'électricité. Dans la région MENA, la corrélation est modérée (0,2547), suggérant que malgré l'importance des hydrocarbures, leur lien direct avec la production varie selon la structure des économies (Exportatrice vs. Consommatrice).

Fait notable, le Maroc présente une corrélation négative marquée (-0,7904) entre la consommation d'énergies renouvelables et la production. Ce résultat paradoxal peut s'expliquer par le fait que le développement des énergies vertes reste en phase d'intégration, avec des effets encore diffus sur la croissance. À l'échelle MENA, la corrélation est faible (0,0838), confirmant que les énergies renouvelables jouent encore un rôle marginal dans la dynamique de production régionale.

La corrélation est très faible au Maroc (0,0382), indiquant une faible contribution directe de la superficie agricole utilisée à la croissance du PIB, possiblement en raison de la faible productivité ou de la vulnérabilité aux aléas climatiques. Dans la région MENA, la corrélation est légèrement plus forte (0,3222), ce qui peut traduire un rôle un peu plus affirmé de l'agriculture dans certains pays comme l'Égypte et la Syrie.

Globalement, l'analyse met en évidence un lien plus fort entre les facteurs de production et la croissance économique au Maroc par rapport à la moyenne régionale. Elle souligne aussi une transition énergétique encore incomplète, où les énergies fossiles conservent un rôle déterminant, alors que les renouvelables.

Les résultats issus de l'estimation du modèle figurent dans le tableau 3. Statistiquement, le facteur travail est significatif au seuil de 5 % dans les deux modèles (MENA et Maroc), avec des coefficients respectifs de 0,758 ($p = 0,00$) pour la région MENA et 2,162 ($p = 0,00$) pour le

Maroc. Cela indique que l'augmentation de l'emploi ou de la main-d'œuvre a un effet positif fort et significatif sur la production nationale. Économiquement, cette élasticité très élevée au Maroc suggère une forte intensité de main-d'œuvre dans les secteurs productifs, en particulier dans l'agriculture et les services informels. Ce résultat traduit la centralité du facteur humain dans le modèle économique marocain, par rapport à la moyenne MENA où l'effet, bien que positif, reste plus modéré.

Table 3 : Estimation des deux modèles de l'analyse de la frontière stochastique

Les variables	Log (Y)			
	Model 1 MENA		Model 2 Maroc	
	Coefficient	P-value	Coefficient	P-value
Log (CER)	0.034	0.10	0.130	0.04
Log (L)	0.758	0.00	2.162	0.00
Log (CP)	0.045	0.20	0.771	0.00
Log (CG)	0.261	0.00	-0.006	0.87
Log (CCH)	0.017	0.02	0.049	0.00
Log (K)	0.127	0.00	-0.101	0.42
Log (T)	0.632	0.00	1.550	0.00
Efficienc e Moyenne	0.1699833		0.9733027	

Source : Les auteurs

Le capital est significatif et positif dans le cas de la région MENA (0,127, $p = 0,00$), mais non significatif au Maroc (-0,101, $p = 0,42$). D'un point de vue statistique, cela signifie que dans la région MENA, l'accumulation de capital – machines, infrastructures, équipements – contribue à l'augmentation de la production. En revanche, au Maroc, l'effet du capital n'est pas statistiquement différent de zéro. Cela peut s'expliquer par une sous-utilisation ou une mauvaise allocation des ressources en capital, en l'absence de complémentarité efficace avec d'autres facteurs comme le capital humain ou l'innovation.

La variable représentant la terre est significative dans les deux cas avec des coefficients élevés : 0,632 ($p = 0,00$) pour MENA et 1,550 ($p = 0,00$) pour le Maroc. Statistiquement, cela indique un effet positif robuste de l'extension des surfaces agricoles sur la production nationale. Économiquement, cela reflète la forte dépendance des économies de la région MENA – et encore plus du Maroc – aux ressources foncières, notamment pour les secteurs agricoles et agro-industriels. Ce résultat est particulièrement pertinent dans un contexte de pression foncière et de raréfaction des ressources naturelles, ce qui pourrait limiter les gains futurs si la productivité des terres n'est pas améliorée par l'innovation ou l'irrigation.

Dans la région MENA, la consommation de gaz est significative avec un coefficient de 0,261 ($p = 0,00$), tandis qu'elle est non significative au Maroc (-0,006, $p = 0,87$). Cela traduit la place centrale du gaz naturel dans le mix énergétique de nombreux pays de la région (comme l'Algérie, l'Égypte ou le Qatar), où il est utilisé à grande échelle dans l'industrie, la production d'électricité et les transports. Au Maroc, l'usage du gaz naturel reste limité par la faible production locale et la dépendance aux importations, ce qui peut expliquer son effet statistiquement nul sur la production nationale.

Le charbon est significatif et positif dans les deux modèles : 0,017 ($p = 0,02$) pour MENA et 0,049 ($p = 0,00$) pour le Maroc. Bien que les coefficients soient faibles, leur signification statistique indique que cette source d'énergie reste encore utilisée de manière non négligeable, notamment dans la production d'électricité (centrales thermiques) et certaines industries lourdes. Économiquement, cette dépendance persistante au charbon souligne les défis de la transition énergétique, en particulier au Maroc, qui cherche à réduire ses émissions de CO₂ tout en maintenant une production stable.

La consommation de pétrole est significative uniquement pour le Maroc avec un coefficient de 0,771 ($p = 0,00$), mais non significative pour la région MENA (0,045, $p = 0,20$). Toutefois, dans ces pays exportateurs, une grande part de la production pétrolière est destinée à l'export, avec

moins de lien direct avec la production intérieure mesurée par le PIB. Au Maroc, en revanche, la dépendance aux produits pétroliers importés pour le transport, l'industrie et l'énergie explique cet impact positif significatif sur la production, bien que cela constitue une vulnérabilité macroéconomique en période de volatilité des prix du pétrole.

L'énergie renouvelable est significative uniquement au Maroc avec un coefficient de 0,130 ($p = 0,04$), et non significative en MENA (0,034, $p = 0,10$). Ce résultat est cohérent avec les efforts stratégiques du Maroc dans le développement de l'énergie solaire et éolienne, à travers des projets structurants comme Noor Ouarzazate. Cette contribution positive à la production nationale indique que les investissements dans les énergies vertes commencent à générer des retombées économiques mesurables. Dans la région MENA, malgré un potentiel solaire élevé, les retombées économiques sont encore limitées, ce qui peut s'expliquer par des retards technologiques, des investissements insuffisants ou des cadres institutionnels encore instables. L'efficacité technique moyenne estimée est de 0,1699 pour la région MENA, contre 0,9733 pour le Maroc. Cette différence spectaculaire indique que les pays de la région MENA, en moyenne, n'exploitent qu'environ 17 % de leur potentiel de production, en raison de contraintes technologiques, institutionnelles ou structurelles. En revanche, le Maroc présente un niveau d'efficacité très élevé, proche de 1, ce qui suggère une bonne combinaison des facteurs de production et une gestion relativement efficace des ressources disponibles.

Table 4 : Efficience moyenne par pays de la région MENA

Efficience	
Les pays	Les scores
Algérie	0.3853
Égypte	0.0159
Émirats arabes unis	0.0468
Iran	0.0593
Maroc	0.9635
Pakistan	0.0090
Syrie	0.0186
Tunisie	0.0250
Türkiye	0.0061

Source : Les auteurs

L'analyse des scores d'efficacité technique révèle de fortes disparités entre les pays de la région MENA et les pays voisins inclus dans l'étude. Le Maroc se distingue avec un score exceptionnel de 0,9635, traduisant une très grande efficacité dans la mobilisation des facteurs de production. Cela signifie que le pays opère à près de 96 % de son potentiel productif, ce qui peut s'expliquer par des politiques sectorielles mieux ciblées, des réformes énergétiques avancées et une gestion relativement efficace des intrants agricoles et industriels.

À l'opposé, plusieurs pays présentent des scores d'efficacité très faibles, en particulier le Pakistan (0,0090), l'Égypte (0,0159), la Syrie (0,0186), et la Tunisie (0,0250). Ces scores traduisent une très faible capacité à transformer les inputs (capital, travail, énergie, terre) en output (production nationale), ce qui peut être lié à des crises politiques ou économiques, à l'instabilité institutionnelle, à des inefficiences technologiques ou à un mauvais ciblage des investissements.

Des pays comme l'Iran (0,0593) et les Émirats arabes unis (0,0468) affichent également des performances relativement faibles. Cela pourrait s'expliquer par la concentration de la production dans des secteurs peu diversifiés, un excès de capital sous-utilisé ou une dépendance à des ressources naturelles dont l'exploitation n'est pas pleinement optimisée. Enfin, l'Algérie, avec un score de 0,3853, se situe à un niveau intermédiaire, mais encore loin de son potentiel optimal, ce qui traduit la persistance de rigidités structurelles et de dépendances énergétiques peu efficaces.

Table 5 : Evolution de l'efficacité moyenne par année au Maroc

Les années	Les scores d'efficacité
2000	0.9480420
2001	0.9744679
2002	0.9927077
2003	0.9840708
2004	0.9849627
2005	0.9636638
2006	0.9901976
2007	0.9812219
2008	0.9257403
2009	0.9488728
2010	0.9365258
2011	0.9500211
2012	0.9968200
2013	0.9551605
2014	0.9863501
2015	0.9917793
2016	0.9661072
2017	0.9916535
2018	0.9880773
2019	0.9987287
2020	0.9841864

Source : Les auteurs

Sur la période 2000–2020, le Maroc affiche des niveaux d'efficacité technique remarquablement élevés, avec des scores oscillants majoritairement entre 0,92 et 0,99, et une moyenne annuelle proche de 0,97. Ce constat traduit une maîtrise globale dans l'allocation et l'utilisation des ressources productives (capital, travail, terre, énergie), suggérant une capacité constante du pays à se rapprocher de sa frontière de production. D'un point de vue économique, cette tendance témoigne d'un cadre institutionnel relativement stable, de réformes sectorielles ciblées (notamment agricoles et énergétiques) et d'une amélioration progressive de la gouvernance publique.

Certaines périodes se distinguent par une efficacité quasi optimale. Entre 2002 et 2007, les scores restent très élevés (supérieurs à 0,98 la plupart des années), avec un pic à 0,9927 en 2002. Ce niveau reflète notamment les retombées positives du Plan Emergence et du développement du secteur agricole via le Plan Maroc Vert, amorcé dès 2005. La seconde période forte s'étend de 2012 à 2020, marquée par plusieurs années avec des scores supérieurs à 0,99, notamment en 2012 (0,9968), 2015 (0,9918), 2017 (0,9917) et 2019 (0,9987). Cette séquence est également caractérisée par une consolidation des politiques de transition énergétique, d'industrialisation légère et d'infrastructures (autoroutes, ports, énergie renouvelable).

Deux années montrent un léger recul de l'efficacité : 2008 (0,9257) et 2010 (0,9365). Ces valeurs, bien qu'encore élevées, sont en retrait par rapport à la tendance générale. L'année 2008 coïncide avec le début de la crise financière mondiale, dont les effets indirects sur les exportations, l'investissement étranger et le tourisme ont pu ralentir l'efficacité productive. En 2010, la baisse pourrait être liée à une moindre performance agricole, en lien avec des conditions climatiques moins favorables ou des tensions sur les ressources hydriques.

Malgré le choc de la pandémie de COVID-19 en 2020, le score d'efficacité technique reste élevé à 0,9842, confirmant une résilience structurelle de l'économie marocaine dans l'utilisation de ses facteurs de production. Ce résultat suggère que, même en contexte de crise, les systèmes productifs ont su maintenir un haut niveau de performance relative, probablement grâce à des ajustements logistiques, une réorientation sectorielle temporaire (vers l'agroalimentaire, l'industrie pharmaceutique) et une digitalisation accélérée de certains services.

L'évolution des scores sur deux décennies démontre que le Maroc a su maintenir une efficience technique élevée et constante, tout en affrontant des contextes économiques variés. Cette performance est un levier stratégique pour renforcer la compétitivité nationale, surtout si elle est accompagnée d'efforts supplémentaires dans l'innovation, la montée en gamme industrielle, et l'inclusion régionale. La stabilité de cette efficience invite également à interroger les sources futures de productivité, au-delà de la simple mobilisation des inputs traditionnels.

La région MENA (Moyen-Orient et Afrique du Nord) est caractérisée par une hétérogénéité structurelle importante : certains pays sont riches en ressources naturelles (pétrole, gaz), d'autres sont plus dépendants de l'agriculture ou de services. Malgré cette diversité, plusieurs défis communs se posent : croissance démographique rapide, taux de chômage élevés, instabilité géopolitique, et forte dépendance aux énergies fossiles. À cela s'ajoutent des contraintes liées au changement climatique et à une gouvernance économique parfois défaillante, qui limitent l'efficience productive.

Sur ce fond, l'efficience technique devient un indicateur crucial pour évaluer dans quelle mesure chaque pays de la région parvient à utiliser efficacement ses ressources – humaines, naturelles, énergétiques et capitalistiques – pour produire de la richesse.

L'estimation des scores d'efficience technique pour un échantillon de pays MENA révèle une moyenne régionale extrêmement basse, de l'ordre de 0,1904. Autrement dit, en moyenne, ces pays ne mobilisent que 19 % de leur potentiel de production. Cela témoigne de profondes inefficiences structurelles, liées à plusieurs facteurs :

- Des politiques publiques souvent inadaptées ou fragmentées ;
- Une mauvaise coordination entre secteurs productifs ;
- Des systèmes énergétiques peu diversifiés ou obsolètes ;
- Un manque d'innovation et de digitalisation ;
- Des tensions géopolitiques et des crises prolongées (Syrie, Iran, etc.).

Cette faible efficience constitue un frein majeur à la croissance inclusive et à la transformation économique des pays de la région, même dans ceux qui disposent de ressources abondantes.

À contre-courant de cette tendance régionale, le Maroc se distingue nettement avec un score d'efficience très élevé de 0,9635, soit 96,35 % de la frontière de production. Ce niveau place le Maroc largement en tête des pays étudiés, devant l'Algérie (38,5 %), l'Iran (5,9 %), l'Égypte (1,6 %) ou encore la Tunisie (2,5 %).

Cette performance remarquable reflète plusieurs avancées économiques et institutionnelles opérées par le Maroc ces deux dernières décennies :

- Modernisation du secteur agricole avec le Plan Maroc Vert (2008) puis Génération Green (2020) ;
- Investissements massifs dans les énergies renouvelables (centrales solaires de Noor, éolien) ;
- Réformes industrielles (plans d'accélération industrielle, soutien à l'automobile, à l'aéronautique et au textile) ;
- Stratégies d'attractivité des IDE, renforcées par des infrastructures logistiques modernes (ports, zones industrielles, TGV) ;
- Bonne gouvernance macroéconomique (cadre budgétaire, politique monétaire prudente, stabilité institutionnelle).

Ainsi, le Maroc démontre qu'un pays peut atteindre un niveau d'efficience élevé même en l'absence de ressources fossiles abondantes, à condition de bien coordonner ses politiques sectorielles et d'investir dans les capacités humaines et technologiques.

Le cas du Maroc constitue une référence pour d'autres pays de la région MENA. Il montre que la diversification économique, l'adoption d'énergies durables, la formation du capital humain et la stabilité politique sont des leviers puissants pour accroître l'efficience technique. Par

ailleurs, le Maroc est l'un des rares pays de la région à intégrer des approches territoriales (régionalisation avancée), écologiques (transition énergétique), et technologiques (digitalisation) dans ses stratégies de développement.

En ce sens, le Maroc pourrait jouer un rôle de leader régional dans la promotion d'un développement fondé sur l'efficacité productive, en partageant ses expériences avec des pays en quête de réformes structurelles.

L'analyse comparative place le Maroc comme un leader en termes d'efficacité technique dans la région MENA, dans un contexte où la majorité des pays affichent des performances très faibles. Cette efficacité élevée est le fruit d'un effort soutenu de transformation économique, en particulier dans les domaines agricoles, énergétiques, industriels et institutionnels. Les résultats suggèrent que l'amélioration de l'efficacité n'est pas liée uniquement à la richesse naturelle, mais surtout à la qualité des politiques publiques et à la capacité de pilotage stratégique des ressources.

Les résultats empiriques permettent de valider l'hypothèse selon laquelle le Maroc présente un niveau d'efficacité énergétique nettement supérieur à la moyenne des pays de la région MENA, traduisant ainsi l'impact positif de sa stratégie de transition énergétique axée sur le développement des énergies renouvelables. Par ailleurs, l'analyse comparative des coefficients associés aux différentes sources d'énergie confirme que la consommation d'énergies renouvelables contribue significativement à la production nationale, en particulier dans le cas du Maroc, alors que l'effet des énergies fossiles demeure plus contrasté et parfois inefficace selon les pays.

Les scores d'efficacité obtenus dans notre analyse présentent une dynamique contrastée lorsqu'ils sont mis en perspective avec ceux observés dans d'autres régions du monde, notamment en Europe et en Afrique. En Europe, plusieurs études, telles que celle de Jin-Li Hua et Satoshi Honma (2014), font état de scores d'efficacité relativement faibles, souvent inférieurs à 0,5. Ces faibles scores ne traduisent pas une sous-performance, mais plutôt des niveaux de productivité très avancés, portés par des systèmes institutionnels consolidés, une forte intensité technologique, et une gouvernance sectorielle efficace. À l'inverse, les recherches menées dans certains pays africains, comme celles de Moutinho et Madaleno (2021), rapportent des scores plus élevés, compris entre 0,60 et 0,90. Ces résultats reflètent généralement des contraintes structurelles importantes, un accès limité aux ressources productives, ainsi qu'une faible efficacité des politiques publiques, ce qui tend à limiter les gains d'efficacité.

Dans ce contexte, les résultats obtenus dans notre étude, avec des scores avoisinant 0,97, se rapprochent des tendances observées dans plusieurs pays du Sud. Ils traduisent à la fois les défis communs liés à la gestion des ressources et les efforts entrepris pour améliorer la performance sectorielle. Ces scores élevés suggèrent toutefois l'existence d'importantes marges d'amélioration, notamment à travers une meilleure allocation des ressources, l'optimisation des processus de production, et le renforcement des capacités institutionnelles.

L'analyse des résultats empiriques met en évidence des différences notables d'efficacité énergétique et productive entre les pays de la région MENA et le Maroc. Ces résultats soulignent l'importance des choix stratégiques en matière de mobilisation des ressources, d'investissement dans les énergies renouvelables, et d'amélioration des capacités productives. Ils révèlent également le rôle différencié que jouent les sources d'énergie dans la performance économique, ainsi que les marges de progression possibles pour renforcer l'efficacité globale. À la lumière de ces constats, il devient crucial de proposer des orientations de politiques publiques susceptibles de répondre aux faiblesses identifiées et de renforcer les leviers d'une croissance plus efficace et durable.

- ***Renforcer l'efficacité des investissements en capital physique***

Les résultats du modèle montrent que le capital physique n'a pas d'effet significatif sur la production nationale au Maroc, contrairement à la région MENA où il contribue positivement à l'efficacité. Ce constat suggère une sous-utilisation ou une mauvaise allocation des ressources d'investissement, possiblement liée à des projets peu rentables ou mal ciblés. Dans ce contexte, il est recommandé de renforcer la qualité des investissements publics à travers des mécanismes rigoureux d'évaluation économique et d'analyse de rentabilité, tant au stade de la planification que de l'exécution. Par ailleurs, le développement de partenariats public-privé (PPP) dans les secteurs industriels, agricoles ou technologiques pourrait améliorer l'efficacité du capital mobilisé et favoriser une meilleure diffusion des innovations productives.

- ***Valoriser davantage le facteur travail par l'investissement en capital humain***

Le facteur travail ressort comme le déterminant le plus influent de la production nationale au Maroc, avec un coefficient nettement supérieur à celui observé pour la région MENA. Cette forte élasticité du travail souligne le rôle central que joue la main-d'œuvre dans le processus de croissance, mais elle peut également traduire une dépendance excessive à une main-d'œuvre peu qualifiée et à faible productivité. D'où la nécessité de renforcer les politiques d'investissement en capital humain, notamment à travers l'amélioration de la qualité de l'éducation, la promotion de la formation professionnelle adaptée aux besoins du marché, et l'intégration active des jeunes et des femmes dans les circuits économiques. De telles politiques contribueraient à élever la productivité marginale du travail et, partant, l'efficacité globale du système productif.

- ***Accélérer la transition énergétique vers les sources renouvelables***

La consommation d'énergie renouvelable a un effet significatif sur la production au Maroc, ce qui reflète les bénéfices des politiques énergétiques adoptées au cours des deux dernières décennies. Il est donc recommandé de poursuivre et d'amplifier les efforts dans le développement des énergies renouvelables, en particulier le solaire et l'éolien, tout en améliorant l'intégration des réseaux, le stockage d'énergie et l'efficacité énergétique. L'élargissement de ces technologies vers les secteurs industriels, agricoles et résidentiels permettrait non seulement de réduire la dépendance aux importations énergétiques, mais aussi d'améliorer la compétitivité de l'économie marocaine sur le long terme.

- ***Réduire la dépendance aux énergies fossiles inefficaces***

À l'inverse, la consommation de pétrole a un effet fortement significatif au Maroc, mais peut être perçue comme un facteur de dépendance plutôt qu'un levier durable de productivité. Il est donc crucial de mettre en place des politiques d'incitation à l'efficacité énergétique dans les secteurs à forte consommation de pétrole, notamment le transport et l'industrie. Par ailleurs, une réforme progressive des subventions aux énergies fossiles, couplée à un accompagnement social ciblé, permettrait de réallouer les ressources vers des usages plus productifs et plus durables, tout en réduisant l'impact environnemental.

- ***Améliorer la gestion des ressources naturelles et foncières***

La terre, mesurée par les surfaces agricoles utilisées, exerce un effet significatif sur la production nationale, ce qui justifie l'attention particulière à accorder à la gestion durable des ressources foncières. Dans un contexte de raréfaction des terres arables et de vulnérabilité climatique croissante, il est recommandé de promouvoir des pratiques agricoles résilientes, de renforcer la sécurisation foncière, et de soutenir la recherche agronomique pour améliorer les rendements sans pression accrue sur les écosystèmes. Une meilleure gouvernance du foncier

est également essentielle pour éviter les conflits d'usage et garantir une allocation efficace de cette ressource stratégique.

6. Conclusion

L'objectif de cet article était d'évaluer l'efficacité énergétique dans les pays de la région MENA, avec une attention particulière portée au cas du Maroc. Cette recherche s'inscrit dans un contexte régional marqué par une forte dépendance aux énergies fossiles, une vulnérabilité aux fluctuations des prix internationaux, et une pression croissante pour intégrer des stratégies de transition énergétique durable. La problématique posée visait à comprendre dans quelle mesure les différents facteurs de production, incluant les sources d'énergie, sont utilisés de manière efficace pour soutenir la croissance économique dans cette région hétérogène.

Sur le plan méthodologique, nous avons mobilisé un modèle de frontière stochastique de production de type Cobb-Douglas, en intégrant à la fois les facteurs classiques (capital, travail, terre) et les consommations énergétiques (renouvelables et fossiles). Cette approche nous a permis non seulement d'estimer l'élasticité de chaque input sur la production nationale, mais également de mesurer les scores d'efficacité technique sur la période 2000–2020 pour un échantillon de neuf pays.

Les résultats mettent en évidence des écarts marqués entre les pays. Le Maroc se distingue par un niveau élevé d'efficacité (0,96), ce qui reflète une meilleure utilisation des ressources, notamment grâce à une stratégie volontariste d'intégration des énergies renouvelables. À l'inverse, plusieurs pays riches en ressources fossiles, comme l'Égypte, l'Iran ou l'Algérie, affichent des scores d'efficacité faibles, suggérant des gaspillages ou une mauvaise allocation des facteurs. Par ailleurs, l'énergie renouvelable présente un effet positif et significatif sur la production au Maroc, alors que son impact reste limité ou marginal dans le reste de la région.

Au regard de ces constats, plusieurs recommandations peuvent être formulées. Il est impératif pour les pays de la région MENA d'accélérer leurs réformes énergétiques en valorisant les ressources renouvelables, tout en améliorant l'efficacité de l'usage des énergies fossiles. Le renforcement des capacités institutionnelles, l'innovation technologique et la formation du capital humain sont des leviers complémentaires pour une croissance plus verte et plus efficace.

Cependant, cette étude présente certaines limites. D'une part, l'analyse reste tributaire de la disponibilité et de la fiabilité des données, notamment pour certains pays en conflit ou en transition. D'autre part, le modèle n'intègre pas directement des variables structurelles telles que la gouvernance, la réglementation énergétique ou les investissements en R&D, qui peuvent aussi influencer l'efficacité.

Pour prolonger cette recherche, plusieurs perspectives d'amélioration peuvent être envisagées. Il serait pertinent d'élargir l'analyse à des dimensions environnementales (émissions de CO₂, empreinte carbone), d'intégrer des variables institutionnelles et de comparer les résultats avec d'autres régions du monde. Une extension en panel dynamique ou en modèle d'efficacité environnementale permettrait également de mieux saisir les trajectoires différenciées des pays face aux défis de la transition énergétique.

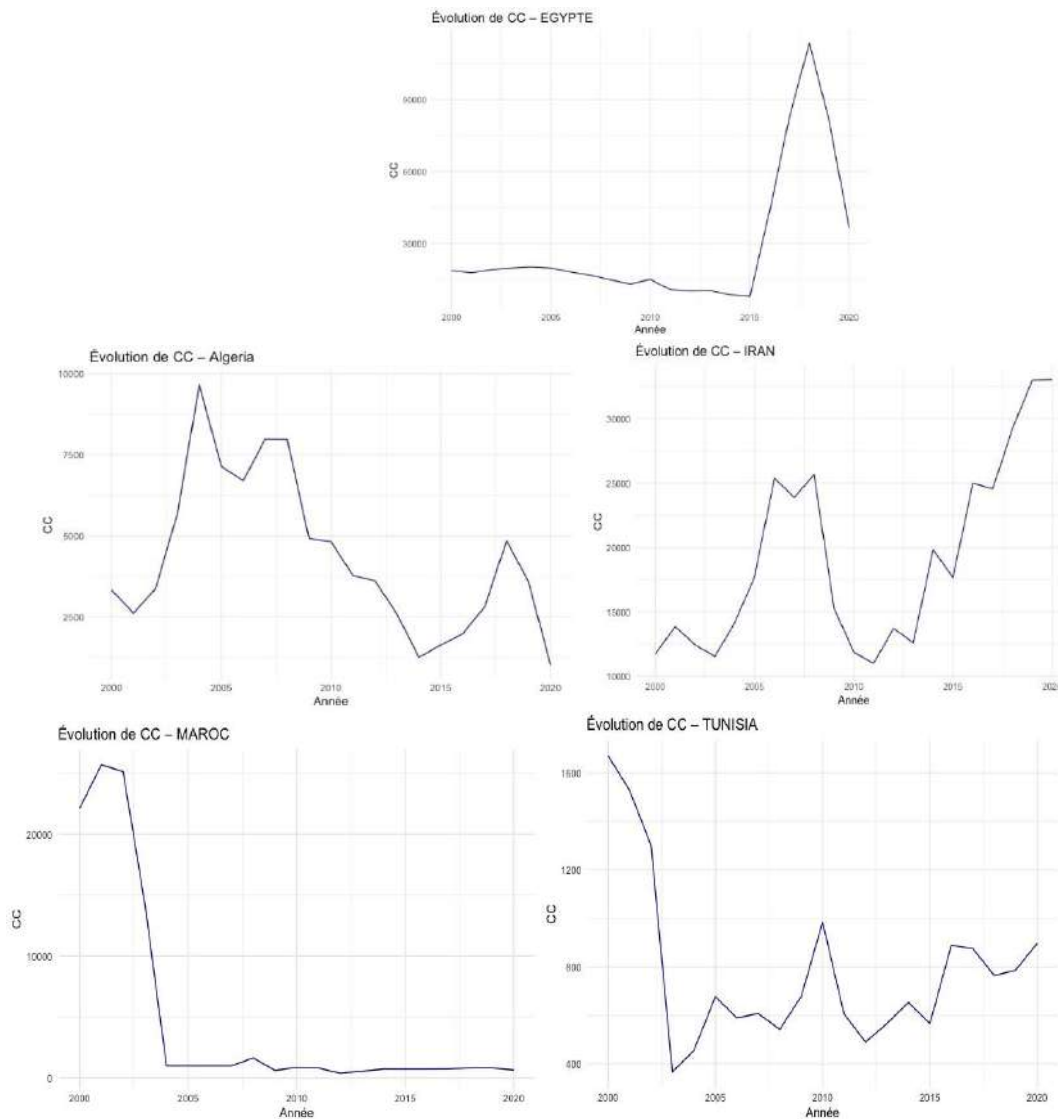
Références :

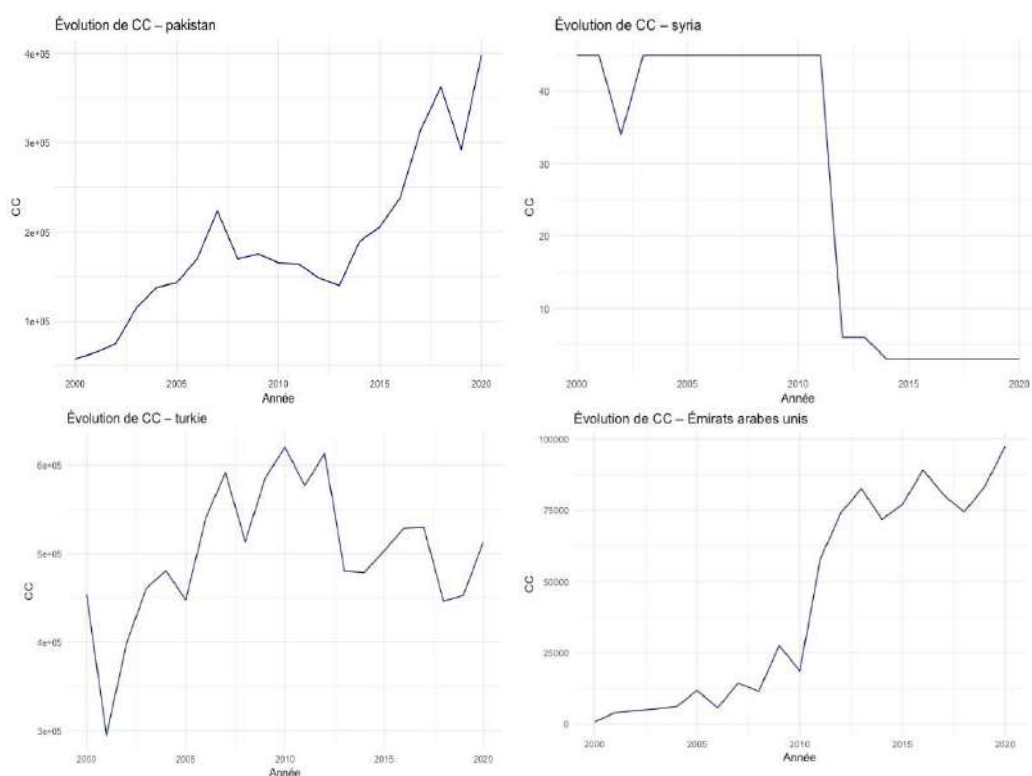
- (1). Al-Mulali, U., & Sab, C. N. B. C. (2012). The impact of energy consumption and CO₂ emission on the economic growth and financial development in the Sub Saharan African countries. *Energy*, 39(1), 180-186.
- (2). Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Renewable energy consumption and growth in Eurasia. *Energy economics*, 32(6), 1392-1397.

- (3). Basabose, J. (2021). Energy Efficiency for Emerging Market Economies: A Panel Stochastic Frontier Analysis.
- (4). Bhattacharyya, S. C., & Ussanarassamee, A. (2004). Decomposition of energy and CO₂ intensities of Thai industry between 1981 and 2000. *Energy Economics*, 26(5), 765-781.
- (5). Chien, F., Zhang, Y., Sadiq, M., & Hsu, C. C. (2022). Financing for energy efficiency solutions to mitigate opportunity cost of coal consumption: An empirical analysis of Chinese industries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(2), 2448-2465.
- (6). Filippini, M., & Hunt, L. C. (2011). Energy demand and energy efficiency in the OECD countries: a stochastic demand frontier approach. *The energy journal*, 32(2), 59-80.
- (7). Filippini, M., & Hunt, L. C. (2012). US residential energy demand and energy efficiency: A stochastic demand frontier approach. *Energy economics*, 34(5), 1484-1491.
- (8). Greene, W. H. (2008). The econometric approach to efficiency analysis. *The measurement of productive efficiency and productivity growth*, 1(1), 92-250.
- (9). Haydar, K. O. Ç. (2021). Assessing the Renewable Energy Efficiency Levels of BRICS Countries and Turkey Using Stochastic Frontier Analysis and Information Complexity Criteria. *Adiyaman University Journal of Science*, 11(1), 136-146.
- (10). Honma, S., & Hu, J. L. (2018). A meta-stochastic frontier analysis for energy efficiency of regions in Japan. *Journal of Economic Structures*, 7(1), 1-16.
- (11). Hu, J. L., & Honma, S. (2014). A comparative study of energy efficiency of OECD countries : An application of the stochastic frontier analysis. *Energy Procedia*, 61, 2280-2283.
- (12). Honma, S., & Hu, J. L. (2014). A panel data parametric frontier technique for measuring total-factor energy efficiency: An application to Japanese regions. *Energy*, 78, 732-739.
- (13). Huang, C. J., & Liu, J. T. (1994). Estimation of a non-neutral stochastic frontier production function. *Journal of productivity analysis*, 5(2), 171-180.
- (14). Jin, T., & Kim, J. (2019). A comparative study of energy and carbon efficiency for emerging countries using panel stochastic frontier analysis. *Scientific reports*, 9(1), 6647.
- (15). Khetrupal, P. (2020). Performance analysis of electricity distribution sector post the implementation of electricity act 2003 : empirical evidence from India. *Journal of Advances in Management Research*, 17(5), 669-696.
- (16). Lin, B., & Du, K. (2014). Measuring energy efficiency under heterogeneous technologies using a latent class stochastic frontier approach: an application to Chinese energy economy. *Energy*, 76, 884-890.
- (17). Moutinho, V., & Madaleno, M. (2021). Assessing eco-efficiency in Asian and African countries using stochastic frontier analysis. *Energies*, 14(4), 1168.
- (18). Omri, A. (2013). CO₂ emissions, energy consumption and economic growth nexus in MENA countries: Evidence from simultaneous equations models. *Energy economics*, 40, 657-664.
- (19). Sadorsky, P. (2011). Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies. *Energy policy*, 39(2), 999-1006.
- (20). Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World development*, 32(8), 1419-1439.
- (21). Shui, H., Jin, X., & Ni, J. (2015). Manufacturing productivity and energy efficiency: A stochastic efficiency frontier analysis. *International Journal of Energy Research*, 39(12), 1649-1663.
- (22). Song, M. L., Zhang, L. L., Liu, W., & Fisher, R. (2013). Bootstrap-DEA analysis of BRICS' energy efficiency based on small sample data. *Applied energy*, 112, 1049-1055.

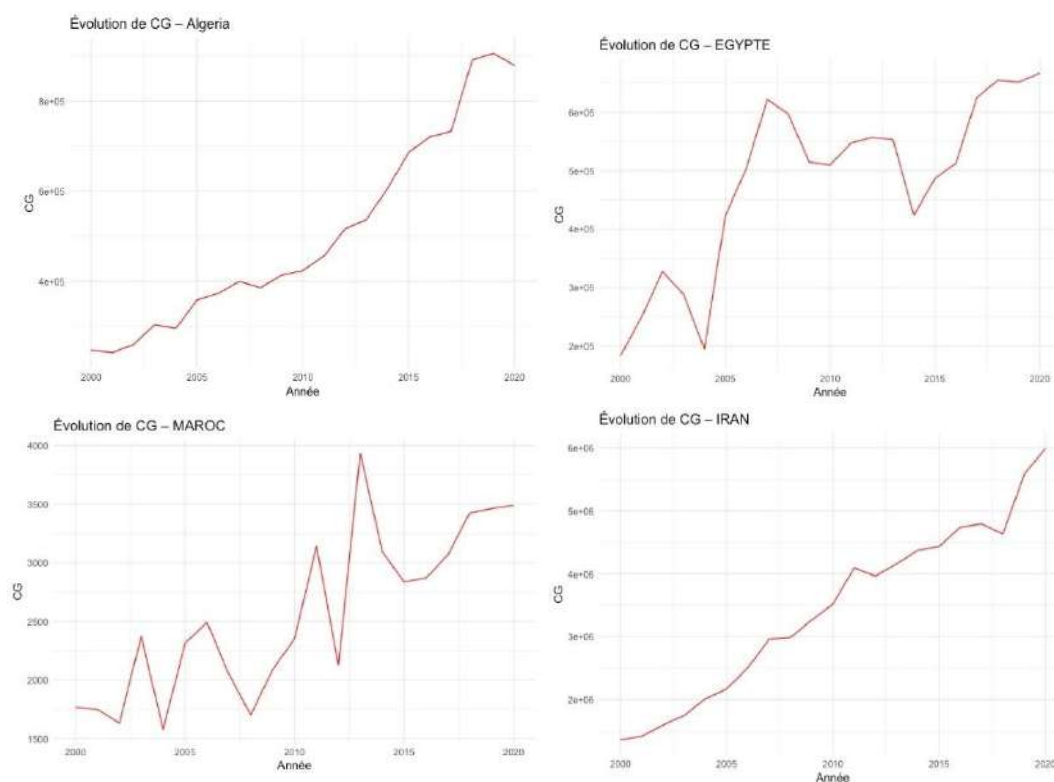
- (23). Sun, H., Edziah, B. K., Song, X., Kporsu, A. K., & Taghizadeh-Hesary, F. (2020). Estimating persistent and transient energy efficiency in belt and road countries: A stochastic frontier analysis. *Energies*, 13(15), 3837.
- (24). Wang, D., Li, J., & Tarasov, A. (2021). Technical and energy efficiency of urban logistics in China : Empirical analysis of 216 prefecture-level cities. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1-14.
- (25). Zhou, P., Ang, B. W., & Zhou, D. Q. (2012). Measuring economy-wide energy efficiency performance : A parametric frontier approach. *Applied energy*, 90(1), 196-200.

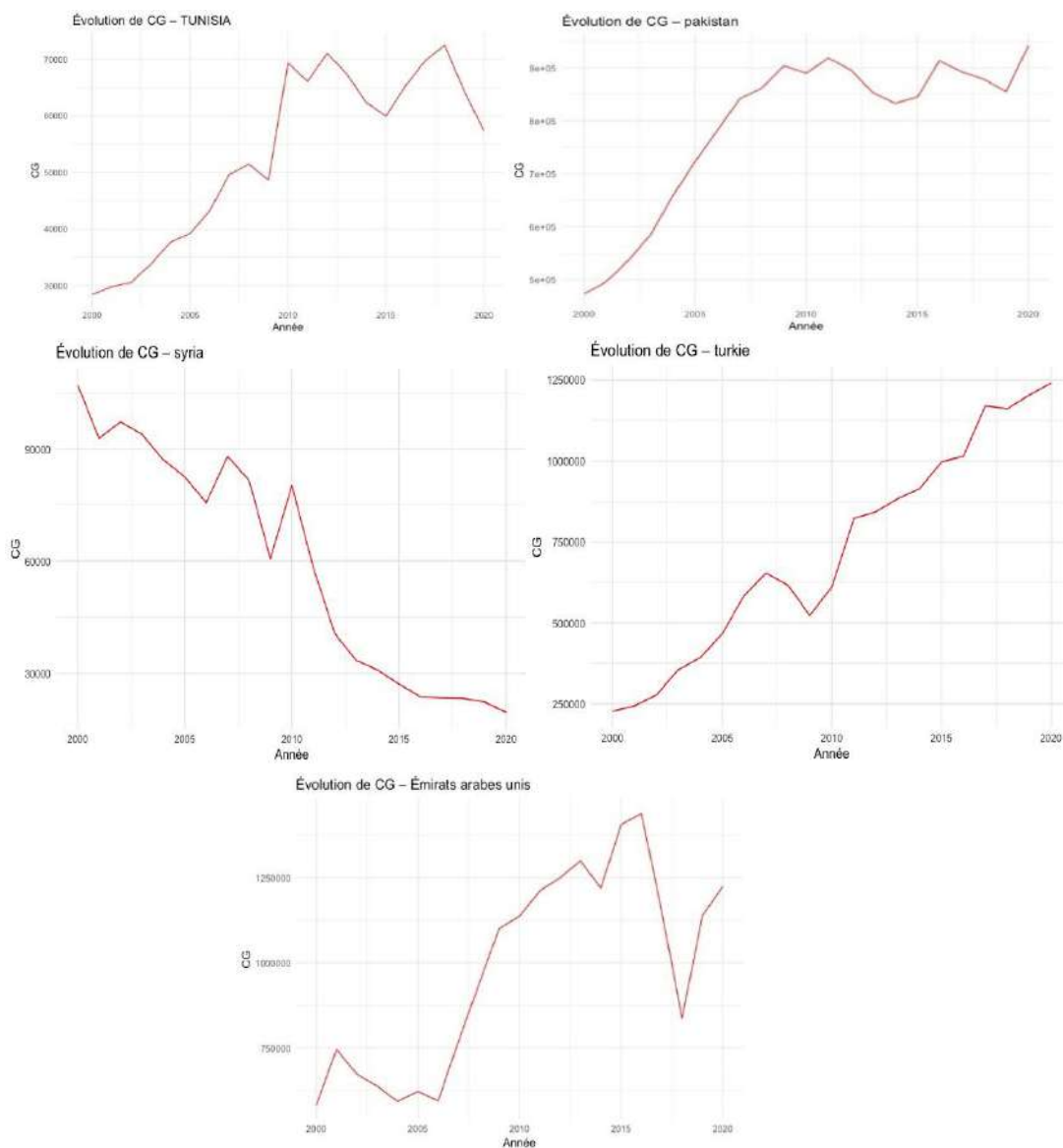
Annexe 1 : Evolution de la consommation du charbon par pays :



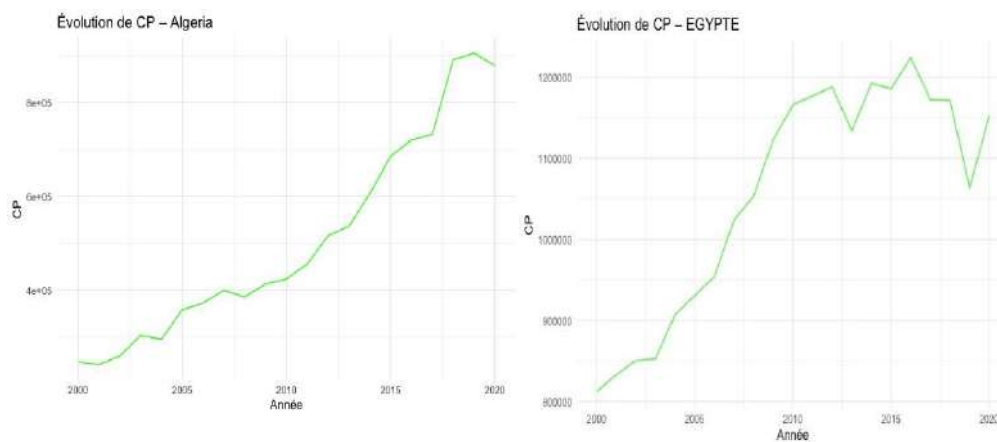


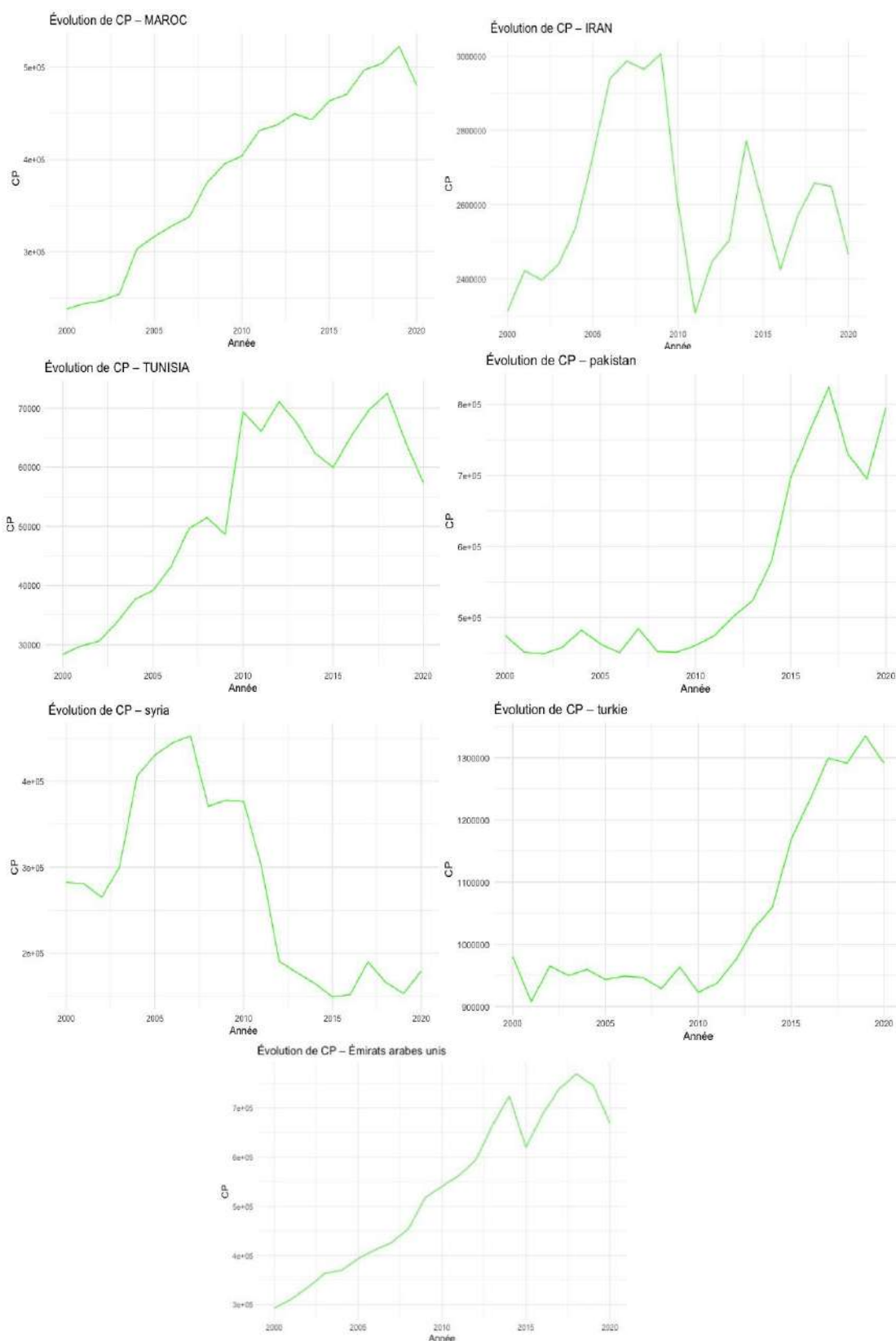
Annexe 2 : Evolution de la consommation du gaz par pays





Annexe 3 : Evolution de la consommation du pétrole par pays





Annexe 4 : Evolution de la consommation de l'énergie renouvelable par pays

