

## Les effets des énergies renouvelables et de l'agriculture sur les émissions de $CO_2$ au pays de la région MENA : Une évidence empirique

The effects of renewable energies and agriculture on  $CO_2$  emissions in MENA countries : Empirical evidence.

Auteur 1 : IDALFAHIM Mohamed

Auteur 2 : ELOUARDIRHI Saad

**IDALFAHIM Mohamed**, (0000-0002-7359-1265, Doctorant)  
Laboratoire d'Analyse Economique et Modélisation (LEAM)  
Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales - Souissi  
Université Mohamed V de Rabat, Maroc

**ELOUARDIRHI Saad**, (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

**Déclaration de divulgation** : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

**Conflit d'intérêts** : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

**Pour citer cet article** : IDALFAHIM. M & ELOUARDIRHI. S (2024) « Les effets des énergies renouvelables et de l'agriculture sur les émissions de  $CO_2$  au pays de la région MENA : Une évidence empirique », African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 23 » pp: 1016 – 1025.

Date de soumission : Mars 2024

Date de publication : Avril 2024



DOI : 10.5281/zenodo.11213523

Copyright © 2024 – ASJ



## Résumé

Cet article évalue le lien entre les énergies renouvelables, l'agriculture et les émissions de dioxyde de carbone dans un échantillon de 13 pays de la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA). La période de l'étude s'étale entre 2013 jusqu'à 2020. À cet égard, nous avons utilisé la méthode des moments généralisés pour estimer notre modèle. Les résultats suggèrent que la consommation de l'énergie renouvelable contribue à réduire les émissions de  $CO_2$ , tandis que les activités agricoles l'augmentent.

**Mots clés :** Les énergies renouvelables ; l'agriculture ; les émissions de dioxyde de carbone ; la région MENA, la méthode des moments généralisés.

## Abstract

This paper assesses the link between renewable energy, agriculture and carbon dioxide emissions in a sample of 13 countries in the Middle East and North Africa (MENA) region. The study period runs from 2013 to 2020. In this respect, we used the generalized method of moments to estimate our model. The results suggest that renewable energy consumption contributes to reducing  $CO_2$  emissions, while agricultural activities increase it.

**Keywords :** Renewable energy ; agriculture ; carbon dioxide emissions ; MENA region ; generalised method of moments.

---

### Abréviations, sigles et acronymes

$CO_2$	Dioxyde de carbone
$H_2O$	Eau
CCNUCC	Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
MENA	Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord
ASACR	Association sud-asiatique de coopération régionale
ANASE	Association des nations de l'Asie du Sud-Est
MMG	Méthode des moments généralisés

---

## Introduction

Le changement climatique est devenu un sujet de préoccupation majeure au cours des deux dernières décennies, affectant les conditions sociales et écologiques à l'échelle mondiale. Le changement climatique est la modification de l'atmosphère qui résulte de sa transformation chimique par les gaz à effet de serre. Les deux principaux gaz responsables de l'effet de serre de la Terre sont : la vapeur d'eau ( $H_2O$ ) et le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ).

La réponse politique internationale au changement climatique a commencé lors du Sommet de la Terre de Rio en 1992, où la « Convention de Rio » comprenait l'adoption du Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Cette convention définit un cadre d'action visant à stabiliser les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (GES). En décembre 2015, les dirigeants mondiaux réunis à la CCNUCC à Paris ont adopté l'Accord de Paris. Ce dernier vise à maintenir l'augmentation de la température mondiale en dessous de 2 degrés Celsius au cours de ce siècle, tout en poursuivant l'action menée pour le limiter davantage à 1,5 degrés Celsius.

Dans le Programme de développement durable à l'horizon 2030, le treizième objectif de développement durable vise à « prendre des mesures urgentes pour lutter contre le changement climatique et ses impacts ». Les États membres expriment leur engagement à protéger la planète de la dégradation et à prendre des mesures urgentes pour lutter contre le changement climatique. L'utilisation irrégulière des combustibles fossiles (pétrole, gaz naturel et charbon) pour répondre aux besoins énergétiques constitue un danger en provoquant le changement climatique. Lorsque les combustibles fossiles sont brûlés, l'oxygène se combine au carbone pour former du  $CO_2$  et à l'hydrogène pour former de l'eau ( $H_2O$ ). C'est grâce aux énergies renouvelables, il est possible de répondre à des sources d'énergie croissantes de manière sûre et propre. L'énergie renouvelable est l'énergie obtenue à partir des sources naturelles telles que le soleil et le vent, qui peut se renouveler rapidement après consommation et qui ne s'épuise pas au fur et à mesure de son utilisation.

Par ailleurs, l'agriculture est elle-même une source majeure des émissions de gaz à effet de serre (GES) au niveau mondial, à la fois directement (par les émissions des exploitations liées à la production) et indirectement (par le changement d'affectation des terres dû à l'expansion de l'agriculture). L'agriculture est à l'origine du  $CO_2$ . La raison la plus importante du  $CO_2$  provenant du secteur agricole est l'utilisation intensive d'énergie dans les activités agricoles.

Dans ce papier, nous visons à analyser et à évaluer l'impact des énergies renouvelables et de l'agriculture sur les émissions de  $CO_2$  pour un échantillon de pays de la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA) sur la période 2013 – 2020.

Afin de bien conduire notre étude, la section 1 passe en survol la littérature en mettant l'accent sur les techniques utilisées pour analyser les déterminants des émissions de  $CO_2$  dans les économies émergentes et en développement. La section 2 discutera des données et la technique empirique de l'étude. La discussion des résultats est présentée dans la section 3. La section 4 est une conclusion.

### **1. Tour d'horizon de la littérature empirique consacrée à la problématique :**

Cette section présente les études empiriques les plus pertinentes pour clarifier la relation entre les énergies renouvelables, l'agriculture et l'émission de dioxyde de carbone.

Tout d'abord, on peut citer une étude réalisée par **Snovia Naseem et Tong Guang Ji (2020)** dont laquelle ils ont examiné la relation entre la consommation d'énergie renouvelable, l'agriculture, la croissance économique et les émissions de dioxyde de carbone dans les pays de l'Association sud-asiatique de coopération régionale (ASACR) sur une période s'étale de 2000 à 2017. Ils ont appliqué la méthode des moments généralisés. Leurs résultats suggèrent que la consommation d'énergie renouvelable et l'agriculture sont des moteurs essentiels pour réduire les émissions de dioxyde de carbone par contre la croissance économique l'augmente. En exploitant la même méthode, **Nuno Carlos Leitão et Daniel Balsalobre Lorente (2020)** ont évalué le lien entre la croissance économique, les énergies renouvelables, le tourisme, l'ouverture commerciale et les émissions de dioxyde de carbone dans l'Union européenne (1995-2014). Les résultats économétriques ont prouvé que l'ouverture commerciale et les énergies renouvelables réduisent la dégradation de l'environnement. L'étude empirique a également révélé un effet positif de la croissance économique sur les émissions de dioxyde de carbone.

Quant à **Ahsan Anwar, Muhammad Siddique, Eyup Dogan et Arshian Sharif (2020)**, ils ont modélisé le lien entre l'énergie, le revenu et l'environnement pour les pays de l'ANASE au cours de la période 1990-2018. Pour ce faire, ils ont utilisé les méthodes économétriques suivantes : FMOLS, DOLS et FE-OLS. Ils ont pu tirer de cette analyse qu'une augmentation de 1% de la consommation d'énergie non renouvelable accroît les émissions de dioxyde de carbone de 0,29%, 0,26% et 0,30%, tandis qu'une augmentation de 1% de l'utilisation d'énergie renouvelable réduit les émissions de dioxyde de carbone de 0,17%, 0,15% et 0,17% dans le cas de FMOLS, DOLS et FE-OLS, respectivement. Sur la même lignée, et en appliquant la méthode

des moments généralisés **Sébastien Majewski, Marek Dylewski et Raufhon Salahodjaev (2022)** ont mené une étude pour évaluer les effets des énergies renouvelables et de l'agriculture sur les émissions de dioxyde de carbone pour un panel de données provenant de 94 pays à revenu intermédiaire pour les années 2000-2015. Ils ont constaté qu'il existe une relation négative entre la production d'énergie renouvelable, la valeur ajoutée agricole et les émissions de dioxyde de carbone par habitant. En cas de causalité, une augmentation de 1% de la production d'énergie renouvelable entraîne une diminution de 0,18% des émissions de dioxyde de carbone.

En 2023, **Jingyi Wang, Chenglin Jiang, Mingquan Li, Shuai Zhang et Xuebiao Zhang** sont également intéressés à étudier si les énergies renouvelables et l'agriculture peuvent contribuer à réduire les émissions de dioxyde de carbone dans 38 pays de l'Afrique Subsaharienne et couvrant la période 2000-2019 en utilisant la méthode des moments généralisés. Le constat majeur est que la consommation d'énergie renouvelable peut réduire les émissions de dioxyde de carbone, tandis que l'agriculture les augmente.

## 2. Méthodologie de recherche :

Nous avons utilisé des données transversales annuelles pour un échantillon de 13 pays de la région MENA à savoir : l'Algérie, l'Arabie saoudite, l'Égypte, l'Émirats arabes unis, l'Iraq, la Jordanie, le Liban, la Libye, le Maroc, la Mauritanie, le Qatar, la Syrie et la Tunisie, de 2013 à 2020. Les données de panel des variables, comme mentionné précédemment, proviennent de la base de données de la banque mondiale. La description des variables, les sources et les unités de mesure sont détaillées dans le Tableau 1.

**Tableau N°1 : Source des variables :**

Variable	Notation	Unité de mesure	Source
Émissions de dioxyde de carbone	$CO_2$	Kilotonne	Banque mondiale
Consommation d'énergie renouvelable	CER	Pourcentage	Banque mondiale
Agriculture	AGR	Dollar	Banque mondiale

Différentes recherches ont été menées pour évaluer les causes des émissions de dioxyde de carbone en adoptant un modèle linéaire, cependant, l'étude actuelle utilise le modèle fonctionnel généralisé suivant :

$$CO_2 = f(CER, AGR)$$

Où  $CO_2$ , CER et AGR désignent respectivement l'émission de dioxyde de carbone, la consommation d'énergie renouvelable et l'agriculture. Notre modèle économétrique est présenté comme suit :

$$\ln CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 \ln CER_{it} + \beta_2 \ln AGR_{it} + \varepsilon_{it}$$

Où  $\ln$  est le logarithme naturel,  $i = 1, 2, \dots, N$  indique les pays (les pays de la région MENA),  $t = 1, 2, \dots, T$  indique la période de temps, et  $\varepsilon_{i,t}$  désigne le résidu de l'estimation.  $\beta_n$  des coefficients à estimer. On suppose que si les autres éléments restent fixes, une augmentation de la variable explicative fait varier les émissions du dioxyde de carbone de  $\beta\%$ .

Dans notre étude, les résultats économétriques peuvent pâtir de la question de la causalité inverse. De plus, notre modèle peut souffrir d'un biais de variables omises. Par conséquent, nous utiliserons un estimateur de la méthode des moments généralisés (MMG) pour prendre en compte le problème de l'endogénéité. De plus, considérant que les données de panel souffrent d'hétéroscédasticité et d'autocorrélation, l'estimateur MMG résout efficacement ces deux problèmes. De plus, l'estimateur GMM est utilisé par les recherches existantes pour comprendre les moteurs des émissions du dioxyde de carbone (Snovia Naseem et Tong Guang Ji (2020) ; Jingyi Wang, Chenglin Jiang, Mingquan Li, Shuai Zhang et Xuebiao Zhang (2023)). En conclusion, les estimateurs de la GMM sont beaucoup plus systématiques, efficaces et convergents.

### 3. Examen des résultats empiriques :

Nous avons effectué préalablement une analyse statistique descriptive pour nos données. D'après le tableau 2, l'émission de dioxyde de carbone, pour notre échantillon, varie entre un minimum de 2101,2 Kt en Mauritanie (en 2013) et un maximum de 565190,1 Kt en l'Arabie saoudite (en 2015). De même, la consommation minimale de l'énergie renouvelable est réalisée par l'Arabie saoudite (en 2013) d'ordre 0,01%, tandis que la consommation maximale de l'énergie renouvelable environ de 35,02% est en Mauritanie (en 2013). En ce qui concerne l'agriculture, nous observons également des variations importantes. Cette variable varie entre 190824148,35 \$ en Qatar (en 2013) et 42860262632,56 \$ à l'Égypte (en 2020).

**Tableau N°1 : Les statistiques descriptives :**

Variable	Émissions de dioxyde de carbone	Consommation d'énergie renouvelable	Agriculture
Min	2101,20	0,01	190824148,35
Moyenne	120813,99	5,66	8986822734,10
Médian	61688,70	3,00	4090312860,65
Max	565190,10	35,02	42860262632,56
Écart type	139249,3	7,78	10073110133

**Source : Établi par les auteurs à l'aide de Logiciel R :**

En étudiant la corrélation, il ressort que :

- L'agriculture et les émissions de dioxyde de carbone évoluent dans le même sens avec une acuité de la relation qui prend la valeur 0,5839, qui est également une intensité moyenne ;
- S'agissant de la consommation de l'énergie renouvelable, elle est négativement corrélée avec les émissions de dioxyde de carbone (le coefficient de corrélation est d'ordre -0,4167), donc la consommation de l'énergie renouvelable ne varie pas dans le même sens que les émissions de dioxyde de carbone.

**Tableau N°2 : La corrélation entre les émissions de CO<sub>2</sub> et les autres variables :**

	Émissions de dioxyde de carbone
Consommation d'énergie renouvelable	-0,4167
Agriculture	0,5839

**Source : Établi par les auteurs à l'aide de Logiciel R :**

Les résultats de l'estimation sont reportés dans le tableau 3. Le test de sur-identification de Sargan/Hansen montre que les instruments retenus dans le modèle sont valides. De même, le test de Wald confirme la significativité des coefficients dans leurs globalités pour le modèle.

**Tableau N°3 : Résultat de l'estimation du modèle par la MMG :**

	La variable dépendante
	$\ln CO_{2it}$
$\ln CER_{it}$	-0,0406*** (0,000)
$\ln AGR_{it}$	0,1204** (0,008)
<b>Test de Sargan</b>	6,896 (0,330)
<b>Test de Wald</b>	79,16 (0,000)

Note : \*  $p > 0,1$  ; \*\*  $p > 0,05$  ; \*\*\*  $p > 0,01$

(...): P-value

**Source : Établi par les auteurs à l'aide de Logiciel R :**

Les résultats de la MMG montrent que la consommation de l'énergie renouvelable a une relation négative et significative avec l'émission de dioxyde de carbone, ce qui souligne que la consommation d'énergie renouvelable conduit à une réduction des émissions de dioxyde de carbone dans notre échantillon. Plus précisément, une augmentation de 1% de la consommation d'énergie renouvelable réduit les émissions de carbone de -0,0406 %. Donc les gens doivent réduire les dangers liés à la consommation de combustibles fossiles qui libèrent des émissions de dioxyde de carbone. Ces résultats sont similaires à ceux de Snovia Naseem et Tong Guang Ji (2020), Nuno Carlos Leitão et Daniel Balsalobre Lorente (2020) et Ahsan Anwar, Muhammad Siddique, Eyup Dogan et Arshian Sharif (2020).

De même, les résultats de l'agriculture ont une influence positive et significative sur l'émission de dioxyde de carbone, qui suggère que 1% d'augmentation de l'agriculture augmentera l'émission de carbone de 0,1204 %. En outre, le secteur agricole utilise des énergies non renouvelables, comme le carburant diesel, pour l'irrigation, ce qui entraîne l'émission de dioxyde de carbone. Les agriculteurs utilisent différents pesticides chimiques et des engrais à forte teneur en azote pour protéger et augmenter leurs productions, ce qui entraîne également une augmentation de l'émission de dioxyde de carbone.

## Conclusion :

Tout au long du présent travail, nous avons essayé d'étudier les effets de l'énergie renouvelable et l'agriculture sur les émissions de  $CO_2$ . Pour ce faire, nous avons choisi un échantillon de 13 pays de la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA), le Maroc faisant partie du continent, et qu'il a beaucoup de similarités avec les autres pays qui le composent et pour la période 2013-2020.

Pour atteindre l'objectif de cette étude nous avons utilisé la méthode des moments généralisés. En termes de résultat, il ressort que la consommation de l'énergie renouvelable a une relation négative et statistiquement significative avec les émissions de  $CO_2$ , ce qui suggère que l'énergie renouvelable peut être un déterminant important pour réduire le niveau des émissions de  $CO_2$ . Concernant l'agriculture, nous avons obtenu une relation positive et statistiquement significative entre celui-ci et les émissions de  $CO_2$ . Cela montre qu'une augmentation des activités agricoles entraîne une augmentation des émissions de  $CO_2$ .

Les implications de ces résultats en termes de recommandation sont importantes. Premièrement, les gouvernements de ces pays devraient réduire les subventions aux combustibles fossiles et investir ces fonds dans des sources propres et vertes. Deuxièmement, Les pays de la région MENA devraient se coordonner, se soutenir et se concentrer mutuellement sur des politiques susceptibles de stimuler la production d'énergie renouvelable. Troisièmement, les décideurs publics devraient encourager l'agriculture écologique.

Dans notre future analyse, nous élargirons notre échantillon de pays et la manière dont nous étudierons les déterminants des émissions de  $CO_2$ , en étudiant les effets d'autres facteurs (tels que la croissance économique, l'ouverture économique, etc.). De plus, dans les recherches futures, nous avons l'intention d'étendre l'analyse en utilisant d'autre modèle à savoir le Vecteur Autorégressif de Panel.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) Anwar, A., Siddique, M., Dogan, E., & Sharif, A. (2021). The moderating role of renewable and non-renewable energy in environment-income nexus for ASEAN countries : Evidence from Method of Moments Quantile Regression. *Renewable Energy*, 164, 956-967.
- (2) Chopra, R., Magazzino, C., Shah, M. I., Sharma, G. D., Rao, A., & Shahzad, U. (2022). The role of renewable energy and natural resources for sustainable agriculture in ASEAN countries : do carbon emissions and deforestation affect agriculture productivity ? *Resources Policy*, 76, 102578.
- (3) Ito, K. (2017).  $CO_2$  Emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth : Evidence from panel data for developing countries. *International Economics*, 151, 1-6.
- (4) Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (2015). The environmental Kuznets curve, economic growth, renewable and non-renewable energy, and trade in Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 173-185.
- (5) Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (2017). The role of renewable energy and agriculture in reducing  $CO_2$  emissions: Evidence for North Africa countries. *Ecological indicators*, 74, 295-301.
- (6) Kais, S., & Mounir, B. M. (2017). Causal interactions between environmental degradation, renewable energy, nuclear energy and real GDP : a dynamic panel data approach. *Environment Systems and Decisions*, 37, 51-67.
- (7) Khan, M. T. I., Ali, Q., & Ashfaq, M. (2018). The nexus between greenhouse gas emission, electricity production, renewable energy and agriculture in Pakistan. *Renewable Energy*, 118, 437-451.
- (8) Koçak, E., & Şarkgüneşi, A. (2018). The impact of foreign direct investment on  $CO_2$  emissions in Turkey : new evidence from cointegration and bootstrap causality analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 790-804.
- (9) Leitão, N. C., & Lorente, D. B. (2020). The linkage between economic growth, renewable energy, tourism,  $CO_2$  emissions, and international trade : The evidence for the European Union. *Energies*, 13(18), 4838.
- (10) Majewski, S., Mentel, G., Dylewski, M., & Salahodjaev, R. (2022). Renewable energy, agriculture and  $CO_2$  Emissions : empirical evidence from the middle-income countries. *Frontiers in Energy Research*, 10, 921166.

- (11) Mátyás, L., & Sevestre, P. (Eds.). (2013). The econometrics of panel data : handbook of theory and applications (Vol. 28). Springer Science & Business Media.
- (12) Naseem, S., & Guang Ji, T. (2021). A system-GMM approach to examine the renewable energy consumption, agriculture and economic growth's impact on CO<sub>2</sub> emission in the SAARC region. *GeoJournal*, 86(5), 2021-2033.
- (13) Qamruzzaman, M. (2022). Nexus between renewable energy, foreign direct investment, and agro-productivity: The mediating role of carbon emission. *Renewable Energy*, 184, 526-540.
- (14) Wang, J., Jiang, C., Li, M., Zhang, S., & Zhang, X. (2023). Renewable energy, agriculture, and carbon dioxide emissions nexus : implications for sustainable development in sub-Saharan African countries. *Sustainable Environment Research*, 33(1), 31.