

تقييم أثر التحول الطاقوي والمسار التنموي في إطار فرضية منحني كوزنتس البيئي - الجزائر

Evaluation of the impact of energy switch and development path within the framework of the Kuznets environmental curve hypothesis – Algeria

حسيني حميدة

MIFMA، جامعة ابو بكر بلقايد تلمسان-الجزائر، hamida.hassini@univ-tlemcen.dz

تاريخ القبول: 2025/11/22

تاريخ الاستلام: 2025/08/16

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أثر التحول الطاقوي والمسار التنموي على البيئة في إطار فرضيات منحني كوزنتس البيئي في الجزائر للفترة (1990-2023) باستخدام نموذج *ARDL* دعمت النتائج صحة فرضية كوزنتس حيث أن النمو الاقتصادي ضمن مراحله الأولى والمعتمد على الصناعات الثقيلة سيؤثر سلباً على البيئة، في حين أن ارتفاع الدخل سيؤدي إلى الاهتمام بالجانب البيئي و محاولة تخفيف الضرر من خلال دعم الصناعات ذات الانبعاثات الأقل ، بالإضافة إلى ذلك ، فإن التأثير الإيجابي لإجمالي استهلاك الطاقة على البيئة يعني أن الاستمرار في استخدام الطاقة من المصادر التقليدية سيزيد من التدهور البيئي، في حين أن الطاقة المتجددة ستساعد على تقليل البصمة الكربونية وتعزيز الاستدامة البيئية، أين تمثل البديل الأفضل والحل الأمثل لتحقيق أفضل توليفة ما بين الطاقة، النمو والبيئة في الجزائر

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة، النمو الاقتصادي، منحني Kuznets، نموذج *ARDL*، الجزائر.

تصنيف JEL: Q42، Q56، O44، C52، O55

Abstract:

The present study aims to assess the impact of the energy transition and development paths on the environment within the framework of Kuznets' environmental curve hypothesis in Algeria for the period 1990-2023 using the autoregressive distributed lag model (*ARDL*).

The findings corroborated the validity of the Kuznets hypothesis, which posits that economic growth in its nascent stages, predicated on heavy industries, will exert a deleterious effect on the environment. Conversely, rising incomes will engender an increased preoccupation with environmental concerns, prompting endeavours to mitigate damage by concentrating on industries with reduced emissions. Moreover, the positive impact of total energy consumption on the environment means that the continued use of energy from traditional sources will lead to increased environmental degradation. Conversely, the utilisation of renewable energy will assist in reducing the carbon footprint and promoting environmental sustainability. This represents the optimal alternative and the most effective solution for achieving the optimal combination of energy, growth, and the environment in Algeria.

Key Words : Renewable energy, economic growth, Kuznets curve, *ARDL* model, Algeria.

JEL Classification: Q42, O44, Q56, C52, O55

1. مقدمة:

مفاهيم كالتنمية المستدامة، الاقتصاد الدائري، الاقتصاد الأخضر وغيرها من المفاهيم الحديثة التي تُعنى بضرورة وضع الجانب البيئي والاقتصادي ضمن الاستراتيجيات التنموية الاقتصادية، تعكس ردود فعل المجتمع الدولي في ظل ما يشهده العالم من تغيرات مناخية واضطرابات بيئية كان للتطور الاقتصادي والاستهلاك المتزايد للطاقة الأحفورية يدا فيما وصل إليه الوضع البيئي اليوم، أين تمثل انبعاثات الاحتباس الحراري المختلفة، وأهمها انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون مؤشرات تعكس تردي الوضع البيئي.

ومع بروز قضية التدهور البيئي تمت الدعوة إلى خفض كل من الانبعاثات واستخدام الطاقة الأحفورية وتوليدها من مصادر الطاقة المتجددة التي تستلزم موارد مالية وتكنولوجيا متطورة (Ebrahim Amer & al, 2024)، ولهذا، تواجه الدول النامية أو الناشئة، والتي من بينها الجزائر إحدى أهم الإشكاليات، فما بين استخدام الطاقة الأحفورية والوصول إلى تطور اقتصادي من جهة، وحماية البيئة من خلال تعزيز استخدام الطاقات المتجددة من جهة أخرى تتبلور أحد أهم التحديات التي تواجه اقتصاديات هذه الدول، ففي ظل التأثير المتناقض بين المسار التنموي والسياسات البيئية خاصة في مرحلة النمو الحالية، تسعى هذه الدول رغم ذلك موازنة هذه العناصر وفق الإمكانيات المالية والتكنولوجية، فمع التزامها بالبروتوكولات واللوائح البيئية، تسعى جاهدة لتحقيق التحول الطاقوي اللازم و دفع عجلة النمو الاقتصادي و تقليل البصمة الكربونية وحماية البيئة، ومن هذا المنطلق يمكن طرح الإشكالية على النحو الآتي: إلى أي مدى سيساهم التحول الطاقوي والمسار التنموي في الجزائر لتحقيق الاستدامة البيئية.

وينطلق البحث من الفرضيات التي مفادها:

- تساهم زيادة استهلاك الطاقة المتجددة في تقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في الجزائر.
 - يمكن التعبير عن أثر المسار التنموي على البيئة في الجزائر من خلال فرضية منحنى EKC.
- وبذلك، نهدف في هذه الدراسة إلى تقييم أثر تغير مستوى استهلاك الطاقة في الجزائر والتي يمثل فيها النفط والغاز المصدر الأساسي لها، إلى جانب تحديد أثر استخدام الطاقة المتجددة بمستوياتها الحالية، إضافة إلى تحليل أثر النمو الاقتصادي في إطار منحنى كوزننتس البيئي، ولتحقيق ذلك سنستخدم المنهجية القياسية "ARDL" وبيانات سنوية تتعلق بالفترة (1990 – 2023)، وكل ذلك وفق الإطار النظري والقياسي المتعلقين بجوانب الدراسة. وعليه سيتم تقسيم الورقة على النحو التالي: يعرض القسم الأول الجوانب النظرية التي تتعلق بكيفية تأثير الطاقة والنمو على البيئة، أما القسم الثاني يعالج واقع النمو والطاقة والتدهور البيئي في الجزائر، في حين أن القسم الثالث يخص الجانب القياسي الذي يتضمن نتائج التقدير ومناقشتها وتحليلها، وأخيرا الخاتمة.

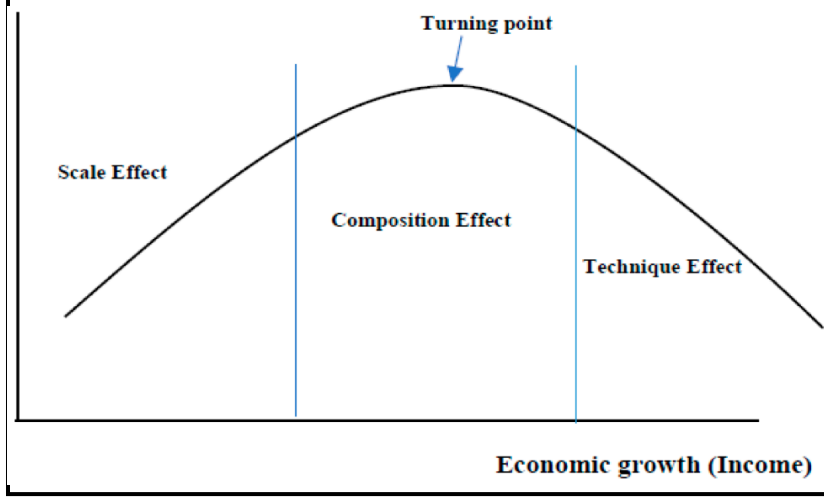
2. الإطار النظري والتجريبي للعلاقة بين الجانب الاقتصادي والبيئي

1.2 العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في إطار بمنحنى Kuznets

تتبلور العلاقة بين النمو الاقتصادي والوضع البيئي ضمن ما يعرف بمنحنى Kuznets البيئي (EKC)، والذي وضعه Grossman & Krueger (1993)، اعتمادًا على منحنى Kuznets الاقتصادي الذي طرحه Simon Kuznets (1900)، الذي نص على العلاقة بين النمو الاقتصادي وعدم المساواة في الدخل، وتم تمثيلها على شكل U مقلوب. وشرح Kuznets أن عدم المساواة في الدخل يميل إلى الارتفاع في المراحل الأولى من النمو، في حين يميل إلى الانخفاض بعد بلوغ النمو معدلاً معيناً يُدعى "عتبة التحول" (Turning point). وقياساً على ذلك، شرح منحنى EKC البيئي آلية

تأثير النمو الاقتصادي على التدهور البيئي بنفس الشكل، فانطلاقاً من أن النمو الاقتصادي في مراحله الأولى سيصاحبه ارتفاع في مستوى التلوث البيئي، والذي سيعرف تراجعاً بعدما يصل النمو إلى نقطة التحول، أين يتوفر لدى المجتمعات الوعي والإمكانيات اللازمة لمواجهة التلوث البيئي الحاصل، وحينها ستتضمن الاستراتيجيات التنموية الإجراءات المناسبة لتخفيف من حدة التدهور البيئي (بن معمر عبد الباسط و آخرون، 2018، صفحة 272)

الشكل 1: منحى Kuznets البيئي (EKC)



المصدر: (Panayotou, Th, 2003, p. 3)

وفق الشكل أعلاه، يتميز منحى EKC بمرحلتين، ينتقل فيه أثر تغير مستوى النمو الاقتصادي على الجانب البيئي عبر 3 آليات أو ميكانزمات، ففي المراحل الأولى من النمو، يسبب توسُّع النشاط الاقتصادي والتصنيع استهلاكاً مكثفاً للطاقة وبشكل رئيسي من الوقود الأحفوري، مما يرفع من مستوى التلوث والتدهور البيئي، وهو يُعرف بتأثير الحجم (scale effect)، وضمن المراحل المتقدمة من النمو وبالضبط عند مجال نقطة التحول أو العتبة، يعرف الاقتصاد تغيرات هيكلية والتي قد تُحدث آثاراً سلبية قبل نقطة التحول وأخرى إيجابية بعدها على البيئة. حيث أن التحول من اقتصاد مُرتكز على القطاعات الأولية والصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة والانبعاثات (زيادة التلوث البيئي)، نحو اقتصاد مُرتكز على القطاعات الخدمية والصناعات ذات انبعاثات أقل (خفض الانبعاثات)، وهذا بعد بلوغ قيمة العتبة، يُعرف بتأثير التركيب (The compositional effect). وأخيراً، وفي مراحل النمو المتقدمة، تبدأ الدول في تبني تكنولوجيا أنظف واستخدام طاقات نظيفة، وهذا نتيجة ارتفاع مستوى الدخل الذي يؤدي إلى الاستثمار في البحث والتطوير واستبدال التقنيات القديمة والملوثة، وتعزيز اللوائح البيئية، وهو ما ينتج عنها تحسن في المؤشرات البيئية انطلاقاً من انخفاض في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وهو ما يُعرف بتأثير التقنية (technique effect)، (P. Hipolito L et A,Cardoso Marques, 2022, p. 4)

يُشير هذا المسار إلى وجود علاقة غير خطية بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في العديد من البلدان، حيث اقترن النشاط الاقتصادي المتزايد بتوسع قطاع التصنيع، القطاع الزراعي، قطاع النقل، إضافة إلى ارتفاع وتيرة استهلاك مصادر الطاقة الأحفورية. وعندما يصل الدخل إلى حد معين، كما هو الحال في العديد من الاقتصادات المتقدمة اليوم، التي بدأت تعتمد بشكل أكبر على قطاع الخدمات وصياغة قواعد وإجراءات تنظم القطاعات الاقتصادية والبيئية. وبهذا يتبلور دور التقدم الاقتصادي في كونه عامل أساسي في تحسين جودة البيئة. لذلك، يبقى أثر الأنشطة الاقتصادية والنمو الاقتصادي على البيئة في العديد من البلدان النامية يسار المنحنى، إذ أن العديد منها لا تزال دون مستوى التنمية المناسب، حيث لم تُطبّق بعد لوائح بيئية واضحة، ولم تحدث تغييرات

جوهريّة في الاستهلاك والاستثمار وهيكل الاقتصاد. بعبارة أخرى، هذه الدول هي ضمن المرحلة المبكرة من التصنيع، التي ترتفع ضمنها انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بسبب تركيزها على تحسين الإنتاج المادي، وتحسين دخل الأفراد بدلاً من جودة البيئة. (A,Sirag et E, A. Talha, 2023, p. 5)

2.2 الأدبيات التجريبية

تناولت العديد من الأدبيات والدراسات موضوع التدهور البيئي وأسبابه من الجانب الاقتصادي، وغالبا ما استخدمت فرضية EKC كأساس في تقييم ذلك، إذ نجد أغلب الدراسات اتفقت مع الفرضية، أين بينت العلاقة غير الخطية التي تعكس الأثر الإيجابي والسلبي للنمو على التدهور البيئي، ففي دراسة (J. P. Vallejo Mata et al, 2024) تم تقدير نموذج الانحدار الذاتي المقطعي للفترة الزمنية الموزعة (CS-ARDL)، وكشفت النتائج عن صحة فرضية Kuznets في الدول مرتفعة الدخل، كما بينت أن الانفتاح التجاري يزيد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون و أن استهلاك الطاقة المتجددة يقلل منها على المدى القصير والطويل، وضمن الاقتصاديات الناشئة أكدت دراسة (A,Sirag et E, A. Talha, 2023) على صحة الفرضية، أين كشفت النتائج باستخدام The PMG approach أن نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي له تأثير إيجابي، في حين أن الناتج المحلي الإجمالي التريبي له تأثير سلبي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على التوالي، وأشارت لذلك أيضا دراسة (بن معمر عبد الباسط و آخرون، 2018)، ففي ظل افتراضات منحني كوزنتس البيئي في الجزائر، وخلال الفترة (1980-2016)، وباستخدام نموذج العتبة (TR) قدرت الدراسة نقطة التحول ب 5.1%، ودعمت النتائج افتراضات منحني كوزنتس البيئي خاصة في جانبه الأيمن، وذلك انطلاقا من أن الجزائر وأغلب الدول النامية لم تصل بعد لنقطة التحول، أكدت ذلك نتائج دراسة (Saqib N et al, 2022)، فضمن (اقتصادات الدول السبع الكبرى) والتي لا تزال في مرحلة نمو، وباستخدام نموذج الانحدار الذاتي المقطعي للفترة الزمنية الموزعة (CS-ARDL)، ورغم وجود أثر منحني كوزنتس البيئي في هذه الاقتصاديات، تم الإشارة أن هذه الدول لم تصل لنقطة التحول. فحاليا تُعطى الأولوية لزيادة النمو وهذا على حساب الاستدامة البيئية (scale effect)، وهو ما تناولته دراسة (Viktoriia Koilo, 2019) حول 11 دولة ناشئة في أوروبا الشرقية وآسيا الوسطى خلال الفترة (1990-2014)، التي أشارت نتائجها أن مستوى النمو الحالي في جميع الدول لم يصل إلى نقطة التحول التي تعكس مرحلة تسجيل انخفاض في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

وعليه فإن شرح الفرضية في الدول النامية يثير عدة تساؤلات، إذ أن نقطة التحول في الفرضية تعني أن التنمية الاقتصادية ستكون مفيدة للبيئة على المدى الطويل، على الرغم من أنها ستساهم في تدهورها بشكل كبير في المدى القصير، ولهذا يطرح (Panayotou, Th, 2003, p. 4) بعض الأسئلة فيما يخص وضعية هذه النقطة: أي مستوى نمو هو نقطة التحول؟ وحتى نقطة التحول، ما مقدار الضرر الذي سيلحق بالبيئة، وهل يمكن للمستوى الأعلى للنمو عكس تلك الأضرار، أم يجب دعمه بالسياسات والقوانين البيئية المنظمة؟ وبهذا تعتبر القدرة الاستيعابية والعتبة البيئية واحدة من أهم التساؤلات المطروحة في هذا الموضوع في الدول النامية التي غالبا هي ضمن المرحلة ما قبل العتبة.

ومن منظور آخر، أشارت العديد من الدراسات أن تأثير عوامل أخرى على البيئة قد يكون أكبر من أثر النمو الاقتصادي، حيث تم ربط التدهور البيئي بالجانب الطاقوي من استهلاك أو إنتاج الطاقة سواء كانت مصادرها متجددة أو تقليدية، حيث بينت دراسة (AYAD, H et CHENINI, M, 2019)، باستخدام نموذج SVAR في الجزائر أن الطاقة تُفسر جزءا كبيرا من تغيرات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على المدى الطويل بشكل أكبر من تفسير

النمو الاقتصادي له، وفي السياق نفسه أشارت دراسة (A, Sirag et E, A. Talha, 2023)، أن لتقلبات أسعار الطاقة تأثيراً كبيراً على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، لا سيما في الدول العربية متوسطة ومنخفضة الدخل، وفي نفس الإطار، حددت دراسة (Rahayuningrum, S. T., 2024) في إندونيسيا خلال الفترة (1990-2019)، وباستخدام نموذج (VECM)، أن استهلاك الطاقة له أثر كبير على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عكس النمو الاقتصادي الذي كان له تأثير ضعيف. وضمن دراسة (Jamalludin S, et al, 2013)، ومن خلال نهج الانحدار الذاتي للتأخر الموزع (ARDL) للفترة (1980-2009) في ماليزيا، هدفت الدراسة إلى تقييم أثر استخدام الطاقات المتجددة، وأسفرت نتائجها أن استهلاك الكهرباء من المصادر المتجددة له تأثير سلبي على المدى القصير والطويل، وهو ما يعني ضمناً أن الطاقة المتجددة تساهم بخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتخفف بذلك الأثر السلبي للنمو الاقتصادي.

وبالحديث عن جانب الطاقة، تناولت بعض الدراسات تأثير التغيرات التي تشهدها أسواق الطاقة من خلال تقلبات أسعار النفط على المسار الذي تتبناه الدول المصدرة للنفط في إطار التنمية المستدامة، أين تمثل تقلبات الأسعار أحد أهم العوامل التي تدفعها حالياً لتبني نهج التنوع في مزيج الطاقة والهيكل الاقتصادي ككل، إذ تناولت دراسة (J. Tuakolon Tokpah et al, 2024) ذلك، والتي بينت أن استهلاك الوقود الأحفوري وأسعار النفط له آثار إيجابية طويلة الأجل على الانبعاثات في الدول المصدرة للنفط، وضمن نفس السياق، أشارت دراسة (Ebaid A, et al, 2022) التي شملت ست دول من دول مجلس التعاون الخليجي أن الآثار غير متماثلة لتغيرات أسعار الطاقة، وكان للصدمات الإيجابية لأسعار النفط أثر سلبي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وتم تفسير ذلك انطلاقاً من أن ارتفاع الأسعار سوف يؤدي إلى تراجع الطلب وخفض الأنشطة الإنتاجية والاستخراجية في الدول المصدرة، بينما لم تؤثر الصدمات السلبية. تناولت ذلك أيضاً دراسة (Haider M et Najia S, 2022)، حيث كشفت عن الآثار غير المتماثلة لعائدات النفط على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في 13 اقتصاداً ضمن أوبك.

رغم الإجماع على صحة منحى كوزنتس في شرح العلاقة بين النمو والتدهور البيئي إلا أن هناك وجهة نظر أخرى لم تتوافق مع معطيات الفرضية، حيث أشار (O, Ozdemir et S, Özokcu, 2017) ومن خلال تحليل أثر الدخل واستخدام الطاقة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفترة (1980-2010)، وبتقدير نموذجين الأول شمل 26 دولة من دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ذات مستويات الدخل المرتفع، بينما النموذج الثاني خص 52 دولة ناشئة، وأظهرت نتائج كلا النموذجين أن علاقة بين النمو والتدهور البيئي على شكل حرف N بالنسبة للنموذج الأول، وعلاقة على شكل حرف N مقلوبة. وبالتالي، فإن النتائج لم تدعم فرضية EKC، والتي تعني أن التدهور البيئي لا يمكن تفسيره بشكل مطلق من خلال النمو الاقتصادي.

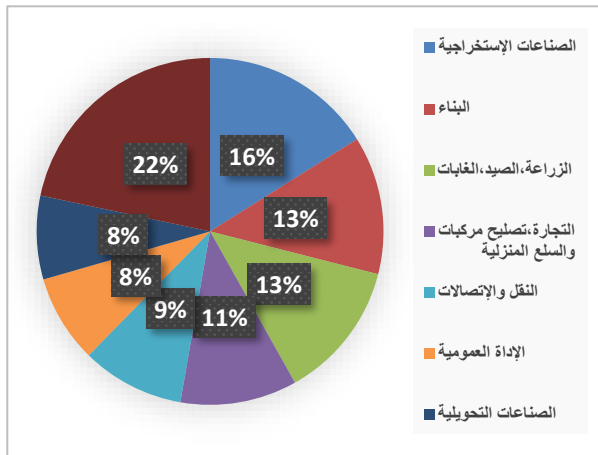
3. واقع كل من النمو الاقتصادي، الاستهلاك الطاقة وانبعاثات CO₂ في الجزائر

في الجزائر، عرف النمو الاقتصادي في الفترة الممتدة من (1990-2024) منحى إيجابى، فبخلاف سنوات التعديل والتصحيح الهيكلي بداية التسعينات، وسنة 2020 (-6%) بسبب الإجراءات الاحترازية الصحية جراء الأزمة الصحية كوفيد 19، لم يشهد الاقتصاد الجزائري أي انكماش اقتصادي، ويمكن وصف الفترة بالمستقرة نوعاً ما، حيث سجلت معدلات إيجابية معظم الفترة، وكان أبرزها سنة 2003 بمعدل يقدر بـ 6%، ليبقى النمو الاقتصادي يراوح نسب من 2% إلى 4%.

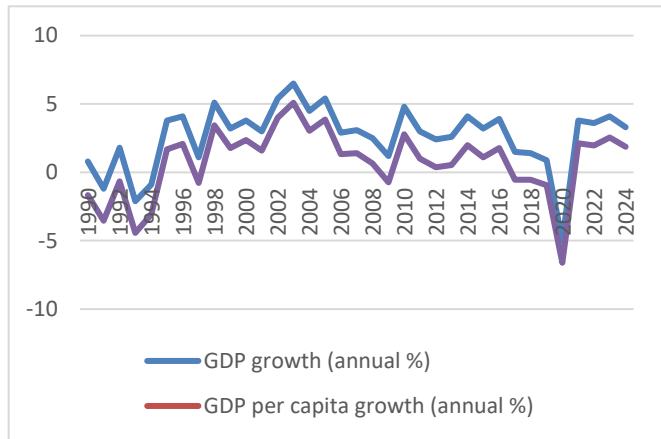
يرتبط الاقتصاد الجزائري بقطاع المحروقات (الصناعات الاستخراجية)، أين بلغت نسبة مساهمة هذا القطاع بـ 14% من الناتج الداخلي، 86% من الصادرات و 47% من الإيرادات سنة 2023 (IEA, 2025)، وانتعاش هذا القطاع

مرتبط بتلك التغيرات الإيجابية لأسعار النفط التي شهدتها الفترة، في المقابل تعمل الخطط التنموية على دفع عجلة النمو من خلال القطاعات خارج المحروقات، التي هي أخرى تسجل قيما مقبولة (بنك الجزائر، 2024، صفحة 20)، إلا أنها غير كافية لإخراج الاقتصاد الجزائري من تبعية المحروقات، ويبقى بذلك النمو الاقتصادي مرتبطاً بأنشطة هذا القطاع.

الشكل 2: تطور النمو الاقتصادي في الجزائر في الفترة 1990- الشكل 3: مساهمة القطاعات في الناتج الداخلي الخام في 2024



المصدر: (بنك الجزائر، 2024، صفحة 20)

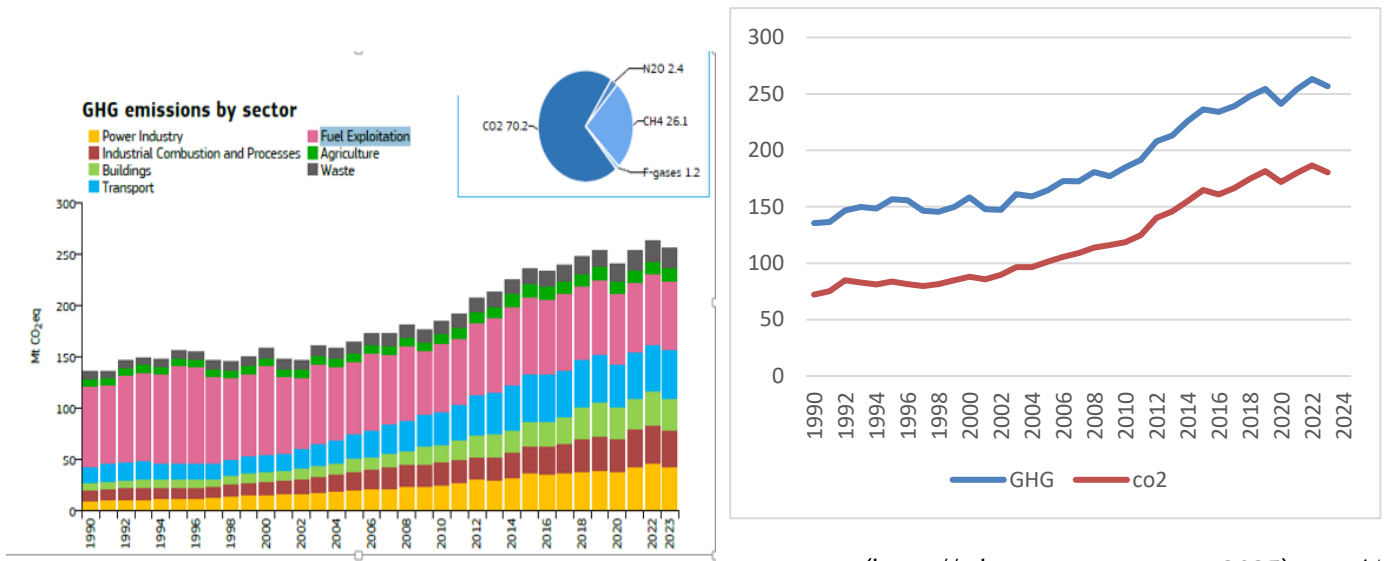


المصدر: (<https://data.worldbank.org>، 2025)

في المقابل، عرف الارتفاع المحسوس للانبعاثات المسببة للاحتباس الحراري، على رأسها انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون اهتماما كبيرا على المستوى العالمي جراء ما نشهده من تغيرات بيئية، ونظرا لارتباط هذه الانبعاثات بشكل كبير بالأنشطة الصناعية الثقيلة كالصناعات المتعلقة بالمحروقات، أين تعزى أكثر من 50% من الانبعاثات إلى الأنشطة المرتبطة بالنفط (Haider M et Najia S, 2022, p. 2)، وباعتبار أن الجزائر أحد أهم منتجي النفط والغاز في العالم، فقد عرفت أنشطة الاستخراج والإنتاج انتعاشا في هذه الفترة وهذا في ظل الارتفاع المحسوس للأسعار وزيادة الطلب الخارجي والداخلي للطاقة (حيث أن استهلاك الطاقة في الجزائر يعتمد على الغاز الطبيعي والنفط بأكثر من 95% (IEA, 2025))، وقد عرف استهلاك الطاقة منحنى تصاعدي طيلة الفترة (الشكل 6)، وبناءً على هذه العوامل عرفت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ارتفاعا ملحوظا بداية من سنة 2003، لتسجل أعلى قيمة لها سنة 2023 بـ (263Mt)، وتمثل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حوالي 70% من إجمالي هذه الانبعاثات، ويعد قطاع النفط والغاز إلى جانب الصناعات التحويلية أبرز القطاعات المسببة لتلك الانبعاثات (الشكل 4).

ساهمت هذه الوتيرة بشكل كبير في تفاقم مشكلة الاحتباس الحراري والتدهور البيئي، إذ تعتبر الجزائر من الدول التي تعرف ارتفاعا في درجات الحرارة، التصحر، الجفاف... وغيرها من التغيرات المناخية، لذا أطلقت الجزائر، بداية من 2016 مجموعة من الخطط الوطنية التي تتعلق بالبيئة والمناخ والتزامها بخفض انبعاثات CO₂ ضمن الفترة (2020-2030). واستطاعت في 2024 بخفض الانبعاثات بشكل ملحوظ أين قدرت نسبة الانخفاض بـ 4,1%. وهذا نتيجة الجهود المبذولة الرامية لخفض الانبعاثات، حيث وضعت الحكومة الأولوية والتي انعكست في مختلف الإجراءات المعتمدة في هذه الفترة ومن أهمها برامج استخدام الطاقة المتجددة (IEA, 2025)

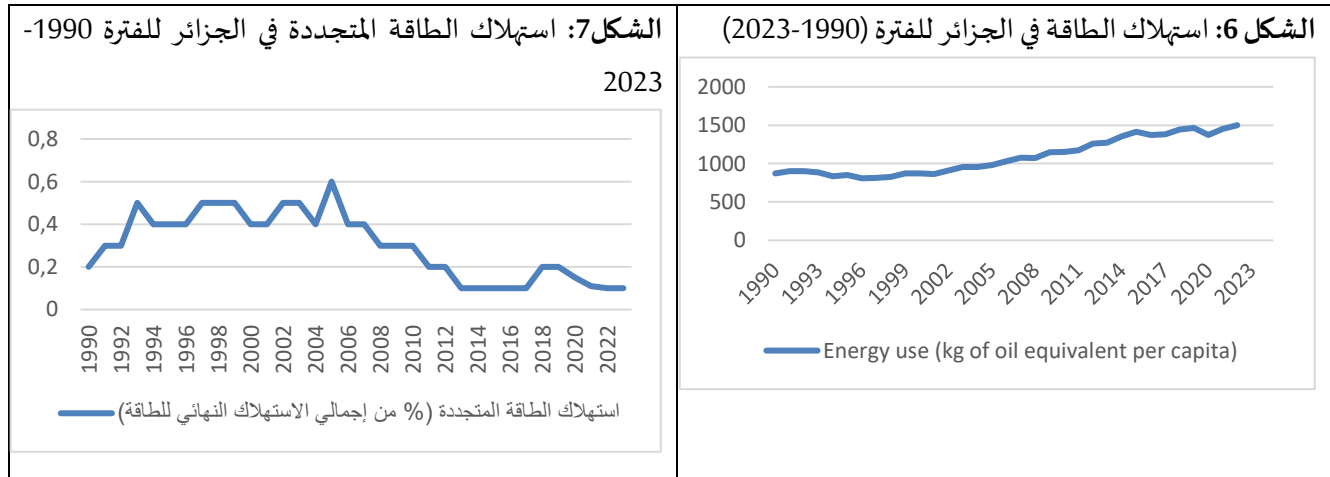
الشكل 4: تطور مستوى الانبعاثات GHG و CO₂ في الجزائر للفترة (2023-1990)
الشكل 5: انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حسب القطاع في الجزائر للفترة (2023-1990)



المصدر: (https://edgar.jrc.ec.europa.eu, 2025)

المصدر: (JRC/IEA, 2024, p. 59)

أما في مجال الطاقات المتجددة، ورغم الجهود المبذولة لا تزال مساهمتها ضئيلة، إذ لم تتعدى نسبتها في مزيج الطاقة المستهلكة 1% (الشكل 7)، إلا أن هذا الأمر ليس متوقفا على الجزائر، فعلى المستوى العالمي ورغم كل الجهود لا تزال المصادر التقليدية هي المصدر الأساسي للطاقة، فالسعي نحو تحقيق النمو الاقتصادي من جهة، الكثافة السكانية المتزايدة (زيادة الطلب الداخلي)، والموارد المالية والتطور التكنولوجي الذي تتطلبه هذه الصناعة يجعل من الصعب على الطاقات المتجددة تغطية كل ذلك، خاصة في الدول النامية مثل الجزائر. (IEA, 2025)



المصدر: (https://data.worldbank.org/, 2025)

4. الدراسة القياسية:

1.4 البيانات والمنهجية:

لتقييم أثر استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في إطار منحنى كوزنتس البيئي، تم استخراج البيانات السنوية للفترة (2023-1990) بالنسبة للجزائر من البنك العالمي (https://data.worldbank.org/, 2025)، والتي تخص المتغيرات التالية:

Co2	انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (طن متري للفرد)	✓
y	نصيب الفرد من الناتج الداخلي الخام (بالأسعار الثابتة بدولار)	✓

Y2	القيم التربيعية لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي	✓
ENU	استخدام الطاقة (مكافئ لكلغم من النفط للفرد الواحد)	✓
REC	استهلاك الطاقة المتجددة (% من الطاقة النهائية المستهلكة)	✓

وفقا للدراسات السابقة سيتم استخدام الصيغة اللوغاريتمية للمتغيرات، وهذا لتقليل تأثير مشكل عدم تجانس التباين (Viktoriia Koilo, 2019) (AYAD, H et CHENINI, M, 2019)، وباستخدام نموذج انحدار التأخر الموزع الذاتي (ARDL) سنقيس هذه العلاقة، وذلك بعد تحديد درجة تكامل المتغيرات من خلال اختبارات جذر الوحدة.

نموذج انحدار التأخر الموزع الذاتي ARDL :

يُعد نموذج انحدار التأخر الموزع الذاتي (ARDL)، (Pesaran et al 2001) نموذج ديناميكي قائم على تحديد الأثر القصير وطويل المدى بين المتغير التابع والمتغيرات المفسرة، ومن ميزاته أنه يمكن تطبيقه على المتغيرات ذات التكامل I(0) أو I(1) أو مزيج منهما (Dagmawe Tenaw, 2021, p. 4)، وتأخذ صيغته العامة الشكل التالي:

$$\Delta Y_t = c + \sum_{i=1}^m \theta_i \Delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^n \beta_i \Delta X_{t-1} + \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 X_{t-1} + \varepsilon_t$$

يمثل $\alpha_1; \alpha_2$: معاملات الأجل الطويل، و θ_i / β_i : معاملات الأجل القصير و Δ : الفرق الأول للمتغيرات، أما m/n : درجة التأخر أو الإبطاء الزمني، ويتضمن النموذج كالعادة قيمة الخطأ العشوائي ε_t ، ويتم التعبير عن العلاقة ARDL التي تسمح بإظهار العلاقة في المدى الطويل، والتي تتضمن أيضا عملية التعديل الديناميكي على المدى القصير كما يلي: (J. Tuakolon Tokpah et al, 2024)

يقوم نموذج انحدار التأخر الموزع الذاتي على عنصرين أساسيين: الأول هو اختبار الحدود (Bounds test) والعلاقة طويلة الأجل، إذ يسمح هذا الجزء من النموذج بالتحقق من وجود علاقة تكاملية بين المتغيرات من خلال مقارنة قيمة F المحسوبة بالقيم الجدولية ضمن الحدود الحرجة (critical bounds) لمختلف مستويات المعنوية، وإذا كانت F أكبر من الحد الأعلى لتلك الحدود فهذا يعني وجود علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات بغض النظر عن درجة التكامل، أما العنصر الثاني في النموذج فهو ديناميكية التأثير قصير الأجل الذي يعبر عنه نموذج تصحيح الخطأ (Error Correction Model, ECM) ويتضمن معامل تصحيح الخطأ الذي يقيس سرعة تعديل الانحراف عن التوازن في المدى القصير اتجاه التوازن في المدى الطويل. (Jamalludin S, et al, 2013)

2.4 تقدير النموذج وتحليل النتائج

• اختبار جذر الوحدة:

يعد اختبار استقرارية السلاسل الزمنية الخطوة الأولى في الجانب القياسي، ومن خلال اختبارات جذر الوحدة المتمثلة في اختبار ديكي-فولر المعزز (ADF) واختبار فيليبس-بيرون (PP). وحسب نتائج الاختبارين والمبينة في الجدول أدناه (الجدول 1)، فإن جميع المتغيرات غير مستقرة عند المستوى، إلا أن السلاسل الزمنية للمتغيرات مستقرة عند الفرق الأول، وبهذا فإن جميع المتغيرات من الدرجة (1)I.

الجدول 1: نتائج اختبار ديكي-فولر المعزز (ADF) واختبار فيليبس-بيرون (PP)

	ADF		PP	
	Statistic	Probability	Statistic	Probability
Co2	1.787047-	0.6881	1.798325-	0.6827
y	2.592848-	0.1076	2.592848-	0.1076
y ²	1.695238	0.9757	1.234386	0.9414
ENU	2.342121-	0.4012	2.295224-	0.4248
REC	2.756855-	0.2224	0.672684-	0.4180
D(Co2)	5.254948-	***0.0000	5.262104-	***0.000
D(y)	2.990228-	***0.0045	2.922882-	***0.0053
D(y ²)	3.708205-	***0.0005	3.706018-	***0.0006
D(ENU)	4.835641-	***0.0005	5.919233-	***0.0000
D(REC)	8.199091-	***0.0000	8.202861-	***0.0000

D: الفروق الأولى; *** تشير إلى الدلالة عند مستويات 1, 5 و 10%.

المصدر: من اعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات EViews 10

وبذلك، تسمح هذه النتائج بنمذجة موضوع الدراسة باستخدام نموذج ARDL، أين تمثل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون ((طن متري للفرد) المتغير التابع والذي يمثل مؤشر للتدهور البيئي، فيما تتمثل المتغيرات المفسرة في كل من: نصيب الفرد من الناتج الداخلي الخام (بالأسعار الثابتة بدولار) وتربيعة، واللذان يعبران عن فرضية منحى كوزنتس البيئي، التي تفترض أن العلاقة بين التدهور والنمو الاقتصادي تكون على شكل حرف U مقلوب، حيث تعبر الإشارة الإيجابية لل y والإشارة السلبية لل y^2 عن صحة الفرضية $(a_1 > 0, a_2 < 0)$ ، أي أن العلاقة غير خطية بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي (Viktoriiia Koilo, 2019) (A, Sirag et E, A. Talha, 2023).

وفيما يخص التحول الطاقوي والذي يُعنى بمزيج الطاقة، تم التعبير عنه بكل من استخدام الطاقة مكافئ للكلغ من النفط للفرد الواحد، والذي نفترض أن يكون أثره إيجابي باعتبار أن أكثر من 95% مصدرها من الغاز والنفط (Rahayuningrum, S. T., 2024)، أما متغير استهلاك الطاقة المتجددة (%) من الطاقة النهائية المستهلكة والذي من المفترض أن يكون أثره سلبي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، فهو يعتبر الحل البديل ضمن مزيج الطاقة العالمي التي يجب على الدول استخدامها من أجل تقليل الانبعاثات من جهة وتحقيق التنمية المستدامة من جهة أخرى، حيث يشار إلى أن استخدام الطاقة المتجددة يدعم الممارسات المستدامة، وذلك بناء على الاتفاقيات الدولية المتعلقة بالبيئة والاستدامة (Leit.o, N.C., 2025).

وكما هو مشار إليه في مختلف الدراسات السابقة، (O, Ozdemir et S, (A, Sirag et E, A. Talha, 2023) (Özokcu, 2017) (J. P. Vallejo Mata et al, 2024)، يُمكن نمذجة العلاقة بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، والنمو الاقتصادي في إطار فرضية EKC، والمزيج الطاقوي (استهلاك الطاقة والطاقة المتجددة)، باستخدام نموذج انحدار التأخر الموزع الذاتي ARDL وفق العلاقة التالية:

$$\Delta co2 = c + \theta 1 \sum_{j=1}^n \Delta logco2 + B1 \sum_{j=1}^n \Delta y + B2 \sum_{j=1}^n \Delta Y^2 + B3 \sum_{j=1}^n \Delta ENU + B4 \sum_{j=1}^n \Delta REC + \alpha 1 y + \alpha 2 Y^2 t_{-1} + \alpha 3 ENU t_{-1} + \alpha 4 REC t_{-1} + \mu t$$

✓ تحليل النتائج ومناقشتها:

تعكس نتائج التقدير مجموعة من الآثار المختلفة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وقبل تحليلها، يوضح

الجدول أدناه نتائج اختبار الحدود للنموذج المقدر، والتي أسفرت عن وجود علاقة تكامل بين المتغيرات: $co2$, y , Y^2 , ENU , REC ، حيث القيمة الإحصائية F ب 8.929172 هي أكبر من جميع الحدود.

جدول 2: نتائج اختبار Bounde Text:

F-Bounds Test				
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
Asymptotic: n=1000				
F-statistic	8.929172	10%	2.2	3.09
K	4	5%	2.56	3.49
		2.50%	2.88	3.87
		1%	3.29	4.37
Actual Sample Size	30	Finite Sample: n=30		
		10%	2.525	3.56
		5%	3.058	4.223
		1%	4.28	5.84

مخرجات EViews 10

ومن خلال نتائج تقدير معادلة النموذج المينة في الجدول 3 و 4 على التوالي، يشير معامل تصحيح الخطأ $(CointEq(-1)^*)$ إلى سرعة العودة للتوازن بعد الصدمة، والذي قدر ب -0.642 وهو سالب ذو دلالة إحصائية. والذي يمكن تفسيره بأن 64% من الاختلالات تصحح في فترة واحدة، إلى جانب ذلك يقدم لنا الجدولان 3 و 4 قيم معاملات المدى الطويل وقصيرة الأجل.

بداية بأثر النمو الاقتصادي المعبر عنه بكل من نصيب الفرد من الناتج Y ومربعه Y^2 والذي يعكس فرضيات منحني EKC البيئي، تشير المعاملات الإيجابية والسلبية لكل من y و Y^2 على وجود علاقة على شكل حرف U مقلوب بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، وبذلك يمكن القول بأن العلاقة غير خطية بينهما من جهة، ومن جهة أخرى تؤكد النتيجة صحة فرضية EKC في الجزائر، ويمكن تفسيرها على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ترتفع مع زيادة النمو الاقتصادي، والتي من المفترض أنه بعد أن يصل y إلى نقطة معينة، يبدأ $co2$ في الانخفاض وذلك في ظل ارتفاع مستوى النمو الاقتصادي، حيث أن زيادة الدخل سيرفع من الوعي البيئي الذي سيتجلى على شكل إجراءات بيئية تتناسب مع المسار التنموي الاقتصادي (ضرائب، دعم التكنولوجيا الخضراء، التركيز على قطاعات خدمية تضمن استهلاك أقل وانبعاثات أقل)، تتوافق هذه النتيجة مع مجموعة الدراسات التي أكدت وجود هذا الأثر للنمو الاقتصادي على البيئة (Saqib N et al, 2022) (Rahayuningrum, S. T., 2024)، (بوعافية سمير وآخرون، 2021) (Haider M et Najia S, 2022)، (Ebrahim Amer & al, 2024)، وتتراوح مرونة انبعاثات ثاني

أكسيد الكربون للفرد على المدى القصير والطويل بالنسبة إلى الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي للفرد على التوالي بـ 0.62336 و 0.299041، وهو معنوي إحصائياً، إذ أن النمو الاقتصادي في الجزائر مدفوع بقطاع المحروقات طيلة فترة الدراسة، والذي بدوره شهد ارتفاعاً في وتيرة الأنشطة المرتبطة به من استخراج وإنتاج، وهو من أكثر القطاعات التي ساهمت في ارتفاع مستوى الانبعاثات في فترة الدراسة، ورغم أن أغلب أنشطة الشركات في الجزائر لا تتعدى العمليات الأولية ضمن مجال المحروقات إلا أنها تبقى واحدة من الأسباب الرئيسية للانبعاثات.

من ناحية أخرى يرتبط النمو في شقه الإيجابي (خفض الانبعاثات) بأثر مربع ناتج الفرد، حيث أن تغيراته سيكون لها دور في الحد من التدهور البيئي، إذ يقدر التأثير السلبي له بـ 0.112987 إلى -0.02117 على التوالي رغم أنه غير معنوي إحصائياً في المدى الطويل، وانطلاقاً من الدول النامية ومن بينها الجزائر على الأغلب لم تصل إلى العتبة المطلوبة كما تشير العديد من الدراسات، هو ما يفسر عدم وجود أثر معنوي للمتغير على المدى الطويل. وبشكل عام يمكن تفسير هذا الأثر في الجزائر من خلال دور الموارد المالية المحققة من قطاع المحروقات، حيث تُسخر الجزائر مواردها المالية في بناء استراتيجياتها التنموية مدرجةً ضمنها بند حماية البيئة، وهذا من خلال تفعيل وتشجيع الصناعات النظيفة، دعم مجال الطاقة المتجدد وتعزيز التكنولوجيا النظيفة، كل هذه الإجراءات تعكس سعي الجزائر بخفض الانبعاثات، خاصة وأنه في العقود الأخيرة أصبح من الضروري مراعات الجوانب البيئية ضمن الاستراتيجيات التنموية سواء كانت الدولة نامية أو متقدمة.

بخصوص جانب الطاقة وفي شقها المتمثل في استخدام الطاقة (ENU)، الذي يقدر أثره الإيجابي على الانبعاثات بـ 0.48368 و 0.317917 على التوالي، والذي نفسره بأن الاستمرار في استهلاك الطاقة من مصادر تقليدية سيرفع من مستوى الانبعاثات المضرّة بالبيئة، تتوافق هذه النتيجة مع (Viktoriia Koilo, (Ebaid A, et al, 2022) (2019)، أما الشق الثاني للطاقة المستهلكة فهو يخص متغير (ERE)، الذي له أثر سلبي على انبعاثات أين يقدر تأثيره بـ -0.036715، فمن ناحية مساهمتها الضعيفة في التأثير فهي تعود إلى أن استخدامها حالياً لا يتعدى 1% من مزيج الطاقة المستهلكة، وهي نسبة ضعيفة جداً مقارنة باستهلاك الطاقة من مصادر أخرى، إلا أن هذه النتيجة تتماشى مع أثر الإيجابي المتوقع لاستخدام الطاقة من مصادر متجددة (Jamalludin S, et (2024, J. P. Vallejo Mata et al (2013)، الأمر الذي يؤكد أن رفع نسبتها في مزيج الطاقة، يعد أحد أهم الإجراءات المناسبة والمتوفرة لتحقيق هدف خفض الانبعاثات، خاصة وأن الجزائر تمتلك كافة الإمكانيات لاستغلال هذه الطاقة، ورغم أنها من الدول النامية والمصدرة للنفط، إلا أنها تمتلك القدرة على التحول إلى مستقبل طاقة أكثر استدامة مع الحفاظ على النمو الاقتصادي، نظير اكتسابها الإمكانيات المالية والطاقوية الكافيتين لقيام بذلك، إضافة إلى أن الطاقة المتجددة لا تبرز كبديل محتمل لطاقة الأحفورية في ظل السياسة البيئية فقط، بل تبرز أيضاً بالنسبة للجزائر كأداة للخروج من تبعية المحروقات ومواجهة الطلب الداخلي المتزايد من الطاقة.

الجدول 3: نتائج تقدير معاملات الأجل الطويل لنموذج ARDL

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Y	0.299041	0.114131	2.620156	0.0179
LOG(Y2)	-0.02117	0.054439	-0.3888	0.7023
LOG(ENU)	0.317917	0.166745	1.906603	0.0736
LOG(REC)	-0.03672	0.016046	-2.2882	0.0352
C	-2.30536	0.340529	-6.76994	0.00
EC = LOG(CO2) - 0.2990*Y (-0.0212*LOG(Y2) + 0.3179*LOG(ENU) -0.0367*LOG(REC) -2.3054)				

مخرجات 10 EViews

الجدول 4: نتائج تقدير معاملات الاجل القصير، ومعامل التصحيح لنموذج ARDL

ECM Regression				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(Y)	0.62336	0.054386	11.46178	0.00
D(Y(-1))	0.185996	0.052495	3.543101	0.0025
D(Y(-2))	0.219567	0.048463	4.530572	0.0003
DLOG(Y2)	-0.11299	0.040325	-2.80192	0.0123
DLOG(ENU)	0.48368	0.057034	8.480624	0.0
DLOG(REC)	-0.00072	0.006065	-0.11867	0.9069
DLOG(REC(-1))	0.024705	0.007227	3.418484	0.0033
CointEq(-1)*	-0.64282	0.0772	-8.32661	0.00
R-squared	0.960476	Mean dependent var		0.008463
Adjusted R-squared	0.947901	S.D. dependent var		0.037166
S.E. of regression	0.008483	Akaike info criterion		-6.47826
Sum squared resid	0.001583	Schwarz criterion		-6.10461
Log likelihood	105.174	Hannan-Quinn criter.		-6.35873
Durbin-Watson stat	2.216271			

مخرجات 10 EViews

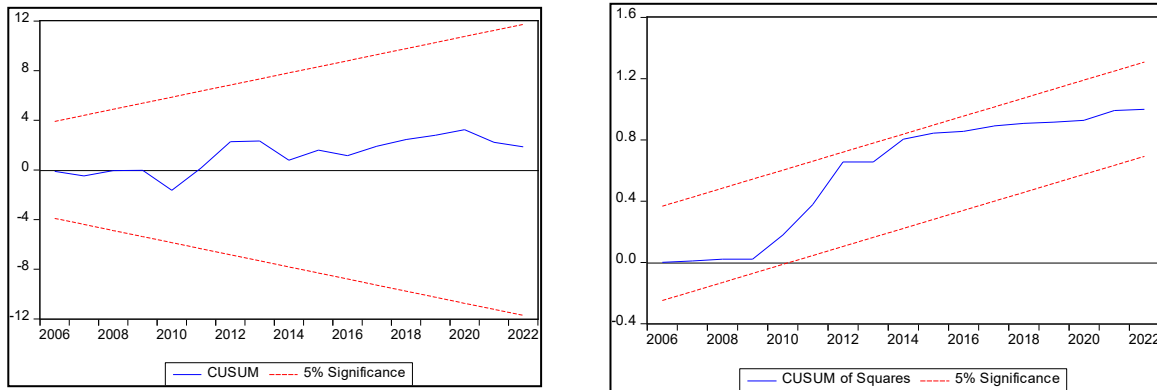
• الاختبارات التشخيصية للنموذج:

تبين مجموعة الاختبارات الإحصائية للنموذج المقدر الميمنة في الجدول 5، إلى عدم وجود مشاكل القياسية كالارتباط ذاتي وعدم ثبات التباين، كما بينا اختباري CUSUM وCUSUMSQ استقرار معاملات النموذج على المدى القصير والطويل (الشكل رقم 8) حيث أن CUSUM وCUSUMSQ يقعان ضمن الحدود الحرجة لدلالة 5%. ولذا يمكن القول إن النموذج المقدر مستقر.

الجدول 5 : الاختبارات التشخيصية للنموذج

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	0.291113	Prob. F(1,16)	0.5969
Obs*R-squared	0.536083	Prob. Chi-Square(1)	0.4641
Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	0.93341	Prob. F(1,27)	0.3426
Obs*R-squared	0.969051	Prob. Chi-Square(1)	0.3249

الشكل 8: نتائج اختباري CUSUM وCUSUMSQ



مخرجات 10 EViews

5. الخاتمة:

يكتسب السعي لتحقيق نمو اقتصادي أهمية بالغة في الخطط التنموية، أين تلعب الطاقة دورًا هامًا في تحقيق ذلك، ولذا يشهد الطلب على استهلاك الطاقة ارتفاعًا كبيرًا في العقود الأخيرة. ومع بروز قضية التدهور البيئي والدعوة إلى خفض انبعاثات الاحتباس الحراري، من خلال تجنب أو تخفيض استخدام الطاقة الأحفورية، وتوليد الطاقة من مصادر متجددة بدلا من المصادر الأحفورية، تبنت العديد من الدول النامية والمتقدمة طرح التحول الطاقوي لمواجهة التغيرات البيئية، وهذا من خلال التزامها وتعهدها بتخفيض هذه الانبعاثات والعمل على تحقيق النمو الاقتصادي المستهدف في إطار الاستدامة البيئية.

لذا، ومن خلال هذه الورقة قمنا بتقييم المسار الطاقوي الجديد والنمو الاقتصادي في ظل فرضيات منحى كوزنتس في الجزائر، باستخدام نهج الانحدار الذاتي لتأخير الموزع (ARDL) للفترة (1990-2023)، أين بينت النتائج أن العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي يمكن تمثيلها على شكل حرف U مقلوب، وهو ما يعكس العلاقة غير الخطية بين النمو الاقتصادي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، الأمر الذي يؤكد على صحة فرضية EKC في الجزائر، فالسعي نحو تحقيق نمو اقتصادي سيسبب ارتفاعا في مستوى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، نتيجة ارتفاع وتيرة الإنتاج ضمن قطاع المحروقات بالدرجة الأولى في الجزائر، ثم تبدأ في الانخفاض في ظل ارتفاع مستوى النمو الاقتصادي، وانطلاقا من أن زيادة الدخل سيرفع من الوعي البيئي، سيتم تبني استراتيجية تنموية تتضمن جنبا إلى جنب أهدافا اقتصادية وبيئية تحظى بنفس الأهمية، أما بخصوص استهلاك الطاقة فإن الأثر الإيجابي يبين أن استمرار هيمنة مصادر الطاقة الأحفورية سيزيد من التدهور البيئي في الجزائر، في حين أن استهلاك الطاقة من مصادر متجددة له أثر سلبي على الانبعاثات، وهو ما يشير لضرورة تكثيف الجهود نحو تفعيل وتعزيز استخدام هذه

الطاقة في مختلف الأنشطة الاقتصادية، خاصة مع وجود الإمكانيات والموارد التي تمتلكها الجزائر بخصوصها، فيجب فقط توجيه الاهتمام لجانب البحث والتطوير والتكنولوجيا كون هذه الصناعة قائمة بشكل كبير على هذا العامل، والذي قد يسرع من عملية تفعيل وتعزيز هذه الطاقة هو التعاون الدولي من خلال فتح المجال للشركات والاستثمار من قبل الدول الرائدة في هذا المجال والتي تمتلك التكنولوجيا المتعلقة بها. كل ذلك سيمكن الجزائر في استكمال نهجها التنموي إلى جانب الحفاظ على البيئة، لتحقيق من خلال ذلك تنميتها المستدامة.

6. قائمة المراجع:

المراجع باللغة العربية

1. بن معمور عبد الباسط و آخرون. (2018). العلاقة التناقضية بين النمو الاقتصادي وانبعاثات ثاني-أكسيد الكربون في إطار-فرضيات-منحنى-كوزنتس-البيئي-دراسة-قياسية-لحالة-الجزائر-(1980-2016). دفاتر 1°N/14 °V، MECAS/ 270-278.
2. بنك الجزائر. (2024). التقرير السنوي 2023 "التطور الاقتصادي و النقدي . الجزائر: بنك الجزائر .
3. بوعافية سمير & آخرون. (2021). العلاقة بين النمو الاقتصادي والتدهور البيئي في ظل فرضيات منحنى كوزنتس البيئي دراسة قياسية لحالة الجزائر خلال الفترة (1980-2017). I. Revue des reformes Economique et intégration dans l'économie mondiale Volume 15, Numéro 1, Pages 242-254.

المراجع باللغة الأجنبية

4. A, Sirag et E, A. Talha. (2023). The GDP–CO2 Emissions Nexus in Arab Countries. Arab Monetary Fund ,No.116-, 1-23.
5. AYAD, H et CHENINI, M. (2019). Structural VAR analysis of Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions: Evidence from Algeria. Journal of Managerial and Economic Research. ISSN: 9750-2571J, 101-114.
6. Dagmawe Tenaw. (2021). Getting into the details: structural effects of economic growth on environmental pollution in Ethiopia. Heliyon 7 . <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07688>, 1-9.
7. Ebaid A, et al. (2022). Do Oil Price Shocks Matter for Environmental Degradation? Evidence of the Environmental Kuznets Curve in GCC Countries. Front. Environ. Sci Volume 10 | Article 860942 doi: 10.3389/fenvs.2022.860942, 1-15.
8. Ebrahim Amer & al. (2024). Impacts of renewable and disaggregated non-renewable energy consumption on CO2 emissions in GCC countries: A STIRPAT model analysis. Heliyon 10(14):e30154; DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e30154, 1-17.
9. Haider M et Najia S. (2022). Oil rents, economic growth, and CO2 emissions in 13 OPEC member economies: Asymmetry analyses. Frontiers in Environmental Science Sci. 10:1025756., doi: 10.3389/fenvs.2022.1025756, 1-14.
10. <https://data.worldbank.org>.(2025) ./
11. <https://edgar.jrc.ec.europa.eu>. (2025).
12. IEA. (2025). part of National Climate Resilience Assessments: National Climate Resilience Assessment for Algeria. Paris Licence: CC BY 4.0 : <https://www.iea.org/reports/national-climate-resilience-assessment-for-algeria>.
13. J. P. Vallejo Mata et al .(2024) .Evaluating the Environmental Kuznets Curve: The Role of Renewable Energy, Economic Growth, Urban Density and Trade Openness on CO2 Emissions. An Analysis for High-Income Countries Using the CS-ARDL Model .International Journal of Energy Economics and Policy, , 14.596-580 ،(6)
14. J. Tuakolon Tokpah et al. (2024). CO 2 emissions–economic growth nexus: Validity of EKC in oil-exporting and oil-importing countries. OPEC Energy Review ; DOI: 10.1111/opec.12301, 1–16. .

15. Jamalludin S, et al. (2013). THE POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY: USING THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE MODEL. American Journal of Environmental Science, 9 (2): doi:10.3844/ajessp.2013.103.112, 103-112.
16. JRC/IEA. (2024). REPORT GHG EMISSIONS OF ALL WORLD COUNTRIES . JRC-EDGAR@ec.europa.eu.
17. Leit.o, N.C. (2025). The Impact of Environmental Taxes and Renewable Energy on Carbon Dioxide Emissions in OECD Countries. Energies ,2543. <https://doi.org/10.3390/en18102543>, 1-18.
18. O, Ozdemir et S, Özokcu. (2017). Economic growth, energy, and environmental Kuznets curve. Renewable and Sustainable Energy Reviews , 1-20.
19. P. Hipolito L et A,Cardoso Marques. (2022). The evolution of the environmental Kuznets curve hypothesis assessment: A literature review under a critical analysis perspective. Heliyon ; <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11521>, 1-18.
20. Panayotou, Th. (2003). Economic growth and the environment. Paper prepared for and presented at the Spring Seminar of the United Nations Economic Commission for Europe, Geneva, <https://digitallibrary.un.org/record/488313?v=pdf>., 1-49.
21. Rahayuningrum, S. T. (2024). Analysis of the Existence of Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis on CO2 Emission, Energy Consumption, and Economic Growth in Indonesia. Journal of Economics Research and Social Sciences Vol 8, No 1,, 38-52.
22. Saqib N et al. (2022). Revisiting EKC hypothesis in context of renewable energy, human development and moderating role of technological innovations in E-7 countries? Frontiers in Environmental Science, doi: 10.3389/fenvs.2022.1077658, 1-18.
23. Viktoriia Koilo. (2019). Evidence of the Environmental Kuznets Curve: Unleashing the Opportunity of Industry 4.0 in Emerging Economies. Risk Financial Manag. , 12, 122; doi:10.3390/jrfm12030122, 1-18.