Journal Of Economics and Management | VOLUME: 10/ N°: 01 (2026), PP 276-291
P-ISSN: 2572-0090 E-ISSN: 2710-799X

The Impact of Natural Gas Consumption on gas Emissions in Algeria: An Econometric Study Using the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Approach for the Period (1991–2024)

Saida khouatra [1*]

Faculty of Economic, Commercial and Management Science / University of Sétif 1, (Algeria) /
Laboratory of Algerian Capital Markets Assessment in Globalization (LEMAC)
saida.khouatra@univ.dz
(https://orcid.org/0009-0001-7728-5476 **)**

Received: 25/03/2026 **Accepted: 19/05/2026** **Published: 10/06/2026**

Abstract :

This study analyzes the impact of natural gas consumption on emissions (CO2) in Algeria (1991–2024). Utilizing the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) approach, the results confirm a long-term equilibrium relationship between the variables. Findings indicate that natural gas consumption has a statistically significant positive impact on (CO2) emissions in both the short and long run. Additionally, the Error Correction Term (ECT) confirms an efficient adjustment mechanism toward equilibrium. The study concludes that increasing reliance on natural gas intensifies environmental pressures, necessitating a shift toward renewable energy to ensure environmental sustainability.

Keywords : Natural Gas Consumption; CO2 Emissions; Environmental Emissions; Algerian Economy; ARDL Model.

JEL Classification Codes: Q43, Q53, C22, O55.

[*] سعيدة خواثرة.

تأثير استهلاك الغاز الطبيعي على الانبعاثات الغازية في الجزائر
دراسة قياسية باستخدام منهجية الانحدار الذاتي للإبطاءات الموزعة (ARDL) للفترة (1991-2024)

سعيدة خواثرة[1]،

[1] استاذ محاضر ب ، جامعة فرحات عباس سطيف1 (الجزائر)، **مخبر تقييم سوق رؤوس الأموال الجزائرية في ظل العولمة LEMAC** ، saida.khouatra@univ.dz

تاريخ الاستلام: 2026/03/25 تاريخ القبول: 2026/05/19 تاريخ النشر: 2026/06/10

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أثر استهلاك الغاز الطبيعي على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO2) في الجزائر للفترة (1991–2024). باستخدام منهجية الانحدار الذاتي للإبطاءات الموزعة (ARDL)، أظهرت النتائج وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين المتغيرات. كما كشفت عملية التقدير أن استهلاك الغاز الطبيعي يؤثر إيجاباً وبدلالة إحصائية على زيادة الانبعاثات في الأجلين القصير والطويل. ويؤكد معامل تصحيح الخطأ وجود آلية فعالة للعودة إلى التوازن. تخلص الدراسة إلى أن الاعتماد المتزايد على الغاز يفاقم الضغوط البيئية، مما يستوجب تعزيز الطاقات المتجددة لتحقيق الاستدامة البيئية.

كلمات مفتاحية: استهلاك الغاز الطبيعي؛ انبعاثات CO2؛ الانبعاثات البيئية؛ الاقتصاد الجزائري؛ نموذج ARDL.
تصنيفات JEL:O55, C22, Q53, Q43 .

مقدمة:

تعد قضية التغير المناخي وتصاعد انبعاثات الغازات الدفيئة، وفي مقدمتها ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، من أكبر التحديات التي تواجه التنمية المستدامة في القرن الحادي والعشرين. ويرتبط هذا التحدي ارتباطا وثيقا بنماذج الاستهلاك الطاقوي، حيث يساهم الاعتماد المفرط على المصادر الأحفورية في تفاقم التلوث البيئي. وفي هذا الصدد، يبرز الغاز الطبيعي كخيار استراتيجي للعديد من الدول، نظرا لكونه أقل كثافة كربونية مقارنة بالفحم والنفط، مما يجعله "وقوداً انتقالياً" نحو طاقة أكثر نظافة.

وتشكل الجزائر حالة دراسية هامة، إذ يعتمد اقتصادها بشكل محوري على الغاز الطبيعي لتلبية الطلب المحلي المتزايد. وقد شهد استهلاك الغاز الطبيعي في الجزائر اتجاهاً تصاعدياً ملحوظاً، حيث انتقل من 19.8 مليار متر مكعب عام 2000 ليصل إلى ذروته عند 50.5 مليار متر مكعب عام 2024. هذا الارتفاع يعود بجذوره إلى سياسات دعم الأسعار، التوسع الحضري، والنمو الصناعي المطرد. ومع ذلك، فإن هذا النمو في الاستهلاك يضع التوازنات البيئية على المحك، مما يستوجب فحص العلاقة الديناميكية بين استهلاك هذا المورد ومستويات التلوث الناتجة عنه.

رغم المزايا النسبية للغاز الطبيعي، إلا أن التوسع الكبير في استهلاكه في الجزائر -خاصة في قطاع توليد الكهرباء والأنشطة الصناعية- قد أدى إلى زيادة موازية في حجم الانبعاثات الكربونية. وتكمن المشكلة في أن الاستمرار في هذا النهج الاستهلاكي دون تحسينات جوهرية في الكفاءة الطاقوية قد يعرقل جهود الدولة في تحقيق التنمية المستدامة والوفاء بالتزاماتها البيئية.

1. الاشكالية

بناءا على ذلك، يمكن صياغة التساؤل الرئيسي للدراسة كما يلي:

ما هو أثر استهلاك الغاز الطبيعي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الجزائر خلال الفترة (1991–2024) في الأجلين القصير والطويل؟

ويمكن تجزأت هذه الاشكالية إلى الاسئلة الفرعية التالية:

- هل توجد علاقة توازنية قصيرة الأجل بين استهلاك الغاز الطبيعي والانبعاثات الكربونية؟
- هل توجد علاقة توازنية طويلة الأجل بين استهلاك الغاز الطبيعي والانبعاثات الكربونية في الجزائر وفق اختبار الحدود ؟

2. الفرضيات

تم الاجابة الاولية عن الاشكالية في الفرضية الرئيسية التالية:

يوجد أثر إيجابي وطردي ذو دلالة إحصائية لاستهلاك الغاز الطبيعي على زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الجزائر خلال الفترة (1991–2024).

كما تم وضع فرضيات فرعية التالية كإجابات أولية للأسئلة الفرعية التالية:

- توجد علاقة توازنية قصيرة الأجل بين استهلاك الغاز الطبيعي والانبعاثات الكربونية.
- توجد علاقة توازنية طويلة الأجل بين استهلاك الغاز الطبيعي وانبعاثات (CO_2) في الجزائر وفقا لنتائج اختبار الحدود.

3. منهج الدراسة

تم اعتماد على المنهج الوصفي التحليلي لتحليل تطور استهلاك الغاز الطبيعي في الاقتصاد الجزائر خلال فترة الدراسة والمنهج الاستقرائي باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للإبطاءات الموزعة (ARDL) لدراسة العلاقة بين استهلاك الغاز الطبيعي وانبعاثات (CO_2) في الجزائر.

4. اهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على طبيعة العلاقة بين استهلاك الغاز الطبيعي والانبعاثات البيئية في الجزائر خلال الفترة (1991–2024)، مع توضيح أهمية الغاز الطبيعي كمصدر أساسي للطاقة في الاقتصاد الجزائري. كما تسعى إلى إبراز مدى تأثير الاعتماد المتزايد على هذا المورد الطاقوي على تزايد أو انخفاض مستويات التلوث البيئي، خاصة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ، وتهدف أيضا الدراسة إلى فهم الإطار العام الذي يحكم العلاقة بين الطاقة والبيئة في الجزائر في ظل التحولات الاقتصادية والتحديات البيئية الراهنة.

5. الدراسات السابقة

تناولت العديد من الدراسات العلاقة بين استهلاك الطاقة وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، حيث أكدت الأدبيات الاقتصادية والبيئية أن الاعتماد المتزايد على مصادر الطاقة الأحفورية يمثل أحد العوامل الرئيسية المساهمة في تفاقم التلوث البيئي، مع اختلاف حدة هذا الأثر حسب نوع الطاقة المستعملة والسياق الاقتصادي للدول.

فقام **Apergis**و **Payne(2010)** بدراسة العلاقة بين استهلاك الغاز الطبيعي وانبعاثات CO_2 باستخدام بيانات Panel لعدد من الدول، وتوصلت النتائج إلى وجود علاقة إيجابية طويلة الأجل بين استهلاك الغاز الطبيعي والانبعاثات الكربونية، رغم كونه أقل تلويثًا مقارنة بالنفط والفحم، مما يستدعي تبني سياسات طاقوية أكثر استدامة. (Apergis & Payne, 2010)

كما تناول **Shahbaz وآخرون (2014)** العلاقة بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي وانبعاثات CO_2 في عدد من الدول النامية بالاعتماد على نموذجARDL ، حيث أظهرت النتائج وجود علاقة توازنية طويلة الأجل، وأكدت أن ارتفاع استهلاك الطاقة يؤدي إلى زيادة الانبعاثات الكربونية، مع تباين الأثر حسب نوع الطاقة المستخدمة. (Shahbaz, Lean, & Shabbir, 2014)

ومن جهة أخرى، ركزت دراسة **Sadorsky (2012)** على تحليل أثر استهلاك الطاقة، بما فيها الغاز الطبيعي، على الانبعاثات الكربونية في الدول النامية باستخدام نماذج Panel ديناميكية، وتوصلت إلى أن التوسع في استهلاك الطاقة الأحفورية يسهم في زيادة الضغوط البيئية ما لم يُرافقه تحسن في الكفاءة الطاقوية. (Sadorsky, 2012)

وعلى المستوى العربي، هدفت دراسة **الهاشمي (2018)** إلى تحليل أثر استهلاك الطاقة الأحفورية على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في بعض الدول العربية خلال الفترة (1990–2015)، حيث بينت النتائج وجود علاقة طردية ذات دلالة إحصائية بين استهلاك الطاقة والانبعاثات، خاصة في الاقتصادات الريعية. (الهاشمي، 2018)

أما على مستوى الاقتصاد المحلي، توصلت دراسة **بن عيسى (2020)**، التي اعتمدت على نموذجARDL ، إلى وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين استهلاك الغاز الطبيعي وانبعاثات CO_2 في الجزائر، حيث ساهم التوسع في الاستهلاك المحلي للغاز الطبيعي في رفع مستويات التلوث البيئي. (بن عيسى، 2020)

كما أكدت دراسة **بوعلام ومرابط (2021)** أن النمو الاقتصادي المعتمد على استهلاك الطاقة الأحفورية في الجزائر يؤدي إلى ارتفاع الانبعاثات الكربونية، مما يبرز محدودية النموذج الطاقوي الحالي من منظور الاستدامة البيئية. (بوعلام و مرابط، 2021)

وفي دراسة أخرى، أشار **Nguyenوآخرون (2022)** إلى أن استهلاك الغاز الطبيعي يساهم في زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على المدى الطويل في الدول النامية، رغم كفاءته النسبية مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى. (Nguyen, Huynh, & Nasir, 2022)

تتجلى الفجوة البحثية لهذه الدراسة في تحديث النطاق الزمني للتحليل القياسي ليشمل الفترة الممتدة إلى غاية عام 2024، وهو ما يفتقر إليه جزء كبير من الأدبيات السابقة التي توقفت عند سنوات سابقة. كما تتميز بالتركيز النوعي والمكثف على "استهلاك الغاز الطبيعي" كمتغير مستقل منفرد نظراً لخصوصية المزيج الطاقوي الجزائري ، بدلاً من الاكتفاء بدراسة إجمالي الطاقة الأحفورية كما ورد في بعض الدراسات المقارنة. بالإضافة إلى ذلك، تقدم الدراسة قيمة مضافة من خلال اختبار الاستقرار الهيكلي للمعلمات المقدرة عبر عقود ثلاثة ، وتحليل دقيق لسرعة التعديل نحو التوازن البيئي باستخدام معامل تصحيح الخطأ (ECM) ، مما يوفر رؤية محينة تتماشى مع الالتزامات البيئية الراهنة للاقتصاد الجزائري.

المحور الأول : تطور استهلاك الغاز الطبيعي في الاقتصاد الجزائر

يعتبر الغاز الطبيعي الركيزة الأساسية للمنظومة الطاقوية في الجزائر، حيث يلعب دوراً مزدوجاً كأداة لتحقيق التنمية الاقتصادية ومورد سيادي لتمويل الميزانية العامة. وقد شهدت معدلات الاستهلاك المحلي لهذا المورد تحولات عميقة خلال العقود الأخيرة، مدفوعة باستراتيجيات الدولة الرامية إلى تعزيز الرفاه الاجتماعي وتطوير القاعدة الصناعية. فمن خلال سياسات دعم الأسعار والتوسع في شبكات التوزيع، استطاعت الجزائر تحقيق قفزات نوعية في نسبة الربط بالغاز، مما انعكس بشكل مباشر على الأنماط الاستهلاكية للأسر والمؤسسات على حد سواء. ويسمح تتبع المسار الزمني لاستهلاك الغاز الطبيعي خلال الفترة (2000–2024) بفهم طبيعة العلاقة بين النمو الاقتصادي والاحتياجات الطاقوية المتزايدة، حيث تعكس الأرقام المسجلة ديناميكية واضحة تأثرت بمتغيرات ديموغرافية، وصناعية، وحتى بأزمات عالمية طارئة. وفيما يلي عرض وتحليل لمستويات هذا الاستهلاك بناءً على البيانات الإحصائية المتاحة:

الجدول (01): استهلاك الغاز الطبيعي في الجزائر للفترة (2000-2024)

الوحدة: مليار متر مكعب

السنوات	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
الاستهلاك	26	22	22	23	24	24	26	27	27	29	29	31	
السنوات	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
الاستهلاك	35	36	39	42	42	43	47	48	47	51	54	55	56

Source: BP Statistical Review of World Energy.

- KPMG, Energy Institute, Statistical Review of World Energy 2024, 73rd edition, 2024.
- KPMG, Energy Institute, Statistical Review of World Energy 2025, 74th edition, 2025.

تظهر القراءة التحليلية لبيانات الجدول اعلاه الذي يوضح تطور استهلاك الغاز الطبيعي في الجزائر خلال الربع قرن الأخير (2000-2024) تحولا بنيويا عميقا في الاقتصاد الوطني حيث يتضح وجود منحى تصاعدي عام في مستويات الاستهلاك، رغم تسجيل بعض فترات الاستقرار والانخفاض النسبي في بعض السنوات. ويعكس هذا التطور تزايد الاعتماد على الغاز الطبيعي باعتباره المصدر الأساسي للطاقة في الجزائر، سواء على مستوى الاستهلاك المحلي أو في دعم الأنشطة الاقتصادية المختلفة. في بداية الفترة، سجل استهلاك الغاز الطبيعي سنة 2000 حوالي 26 مليار متر مكعب، لينخفض إلى 22 مليار متر مكعب خلال سنتي 2001 و2002. ويمكن تفسير هذا التراجع النسبي بعدة عوامل، من بينها تباطؤ النشاط الاقتصادي خلال تلك المرحلة، وضعف الطلب الصناعي على الطاقة، إضافة إلى محدودية مشاريع الربط بالغاز الطبيعي في بعض المناطق الداخلية، فضلاً عن بقاء استهلاك الكهرباء في مستويات أقل مقارنة بالفترات اللاحقة. ابتداءً من سنة 2003، بدأ الاستهلاك يعرف منحى تصاعدياً تدريجياً، حيث ارتفع من 23 مليار متر مكعب إلى 31 مليار متر مكعب سنة 2011. ويرجع هذا الارتفاع إلى توسع النشاط الاقتصادي وتحسن معدلات النمو، إلى جانب تزايد الطلب على الكهرباء، خاصة مع ارتفاع عدد السكان وتحسن المستوى المعيشي للأفراد. كما ساهمت السياسة الطاقوية الجزائرية في تعزيز استعمال الغاز الطبيعي محلياً من خلال توسيع شبكات التوزيع وربط المدن والمناطق الريفية بهذه المادة الحيوية، فضلاً عن الاعتماد المتزايد على محطات توليد الكهرباء العاملة بالغاز الطبيعي. وخلال الفترة الممتدة من 2012 إلى 2016، ارتفع الاستهلاك بوتيرة أسرع، منتقلاً من 35 إلى 42 مليار متر مكعب، وهو ما يعكس التوسع الكبير في الاستهلاك الداخلي للطاقة. ويعود ذلك إلى النمو المتزايد للقطاع الصناعي، والتوسع العمراني، وارتفاع الطلب المنزلي على الغاز والكهرباء، إضافة إلى الدعم الحكومي لأسعار الطاقة الذي شجع على زيادة الاستهلاك. كما شهدت هذه الفترة توسعاً في مشاريع تحلية المياه والصناعات البتروكيميائية، وهي قطاعات تعتمد بشكل كبير على الغاز الطبيعي. أما خلال الفترة 2016-2017، فقد عرف الاستهلاك نوعاً من الاستقرار النسبي عند حدود 42-43 مليار متر مكعب، وهو ما يمكن تفسيره بتباطؤ النمو الاقتصادي الناتج عن تراجع أسعار النفط العالمية منذ سنة 2014، الأمر الذي أثر على وتيرة الاستثمار والإنفاق العمومي، وبالتالي انعكس على معدلات استهلاك الطاقة. وبداية من سنة 2018، عاد الاستهلاك إلى الارتفاع مجدداً، حيث بلغ 47 مليار متر مكعب سنة 2018 و48 مليار متر مكعب سنة 2019، مدفوعاً باستمرار التوسع الديمغرافي وزيادة الطلب على الكهرباء، خاصة خلال فترات الصيف نتيجة الاستعمال المكثف لأجهزة التكييف، إضافة إلى استمرار اعتماد الجزائر بشكل شبه كلي على الغاز الطبيعي في إنتاج الكهرباء. ورغم تسجيل انخفاض طفيف سنة 2020 إلى 47 مليار متر مكعب مقارنة بسنة 2019، إلا أن هذا التراجع يبقى محدوداً، ويرتبط أساساً بتداعيات جائحة كوفيد-19 التي أدت إلى تباطؤ الأنشطة الاقتصادية والصناعية وتقليص الطلب على الطاقة على المستوى العالمي والمحلي. بعد ذلك، عاد الاستهلاك إلى الارتفاع بشكل واضح خلال الفترة 2021-2024، حيث انتقل من 51 إلى 56 مليار متر مكعب، وهو أعلى مستوى مسجل خلال فترة الدراسة. ويمكن تفسير هذا الارتفاع باستئناف النشاط الاقتصادي بعد الجائحة، واستمرار النمو السكاني، والتوسع في استخدام الغاز الطبيعي لتوليد الكهرباء، إضافة إلى ارتفاع الطلب الصناعي والمنزلي على الطاقة. كما

يعكس هذا الاتجاه محدودية مساهمة الطاقات المتجددة في المزيج الطاقوي الوطني، مما جعل الغاز الطبيعي يبقى المصدر الرئيسي لتلبية الطلب الداخلي المتزايد على الطاقة. وعموماً، يبين الجدول أن استهلاك الغاز الطبيعي في الجزائر اتخذ اتجاهاً تصاعدياً طويل الأجل، مدفوعاً بعوامل ديمغرافية واقتصادية وتقنية، أهمها النمو السكاني، التوسع العمراني، ارتفاع الطلب على الكهرباء، والسياسات الحكومية الداعمة لاستهلاك الطاقة. غير أن هذا التزايد المستمر يطرح تحديات تتعلق بترشيد الاستهلاك والحفاظ على الموارد الطاقوية، خاصة في ظل تزايد الضغوط البيئية والحاجة إلى تعزيز الاعتماد على الطاقات المتجددة لتحقيق الاستدامة الطاقوية والبيئية.

المحور الثاني: التحليل القياسي والاقتصادي

يهدف هذا الجزء إلى تحليل الأثر القياسي والاقتصادي لاستهلاك الغاز الطبيعي على انبعاثات CO_2 في الجزائر خلال الفترة (1991–2024)، وذلك بالاعتماد على أدوات الاقتصاد القياسي الحديثة التي تسمح بدراسة العلاقات الديناميكية في الأجلين القصير والطويل، مع ربط النتائج الإحصائية بالتفسير الاقتصادي في ضوء خصوصيات الاقتصاد الجزائري.

1. تحديد متغيرات الدراسة

تم تحديد متغيرات الدراسة بما يتوافق مع هدفها في تحليل أثر الاستهلاك الغاز على انبعاثات CO_2 في الجزائر خلال الفترة (1991–2024)، حيث تم اعتماد انبعاثات CO_2 (ECO_2) كمتغير تابع، في حين المتغير المستقل عبارة عن (GAS_CONS)، نظرا لدوره المحوري في التأثير على مستويات انبعاثات غاز ثنائي أكسيد الكربون في الاقتصاد الجزائري.

ليأخذ النموذج الصياغة التالية:

$$ECO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{GAS_CONS}_t + \varepsilon_t$$

بالاعتماد على التقارير المراجعة الإحصائية العالمية للطاقة، والبنك الدولي المتوفرة في المواقع الرسمية الإلكترونية التالية:

- https://data.albankaldawli.org/indicator/EN.GHG.CO2.ZG.AR5
- https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9130us2a.htm

تم معالجتها ببرمجية EVIEWS13. والجدول الموالي يوضح بيانات الدراسة، كما يلي:

الجدول (02): متغيرات الدراسة

ANNEE	E_CO_2	COM_GAZ
1991	4.204828443	16
1992	17.49392668	16
1993	14.98768707	19
1994	12.46523346	19
1995	16.15731175	19
1996	12.95525631	19

1997	10.34230923	20
1998	12.86129831	20
1999	17.73173189	22
2000	21.86699261	26
2001	18.93517036	22
2002	24.29022213	22
2003	33.73951461	23
2004	33.90539621	24
2005	40.5215362	24
2006	46.20848976	26
2007	50.93715485	27
2008	57.57893234	27
2009	60.87757882	29
2010	64.38049388	29
2011	72.95409223	31
2012	94.38760309	35
2013	101.9523309	36
2014	114.8464729	39
2015	128.074734	42
2016	122.7633353	42
2017	130.48854	43
2018	142.2471483	47
2019	151.783054	48
2020	138.2909344	47
2021	151.2773715	51
2022	162.1796871	54
2023	164.1059647	55
2024	158.2575641	56

- **Source** : https://data.albankaldawli.org/indicator/EN.GHG.CO2.ZG.AR5
/https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9130us2a.htm

2. **اختبار إستقرارية السلاسل:** قبل الشروع في تقدير النماذج القياسية يجب التأكد اولا من استقرارية السلاسل الزمنية المستخدمة، لتجنب الحصول على نتائج غير حقيقية لا يمكن الاعتماد عليها وقد تؤدي الى وجود انحدار زائف حتى في ظل عدم وجود علاقة حقيقية بين المتغيرات ومن اجل اختبار استقرارية

السلاسل الزمنية سيتم استخدام إختبار ديكي فولر المطور (Augmented Dickey-Fuller) تحت الفرضيتين التاليتين:

- H_0: السلسلة تحتوي على جذر الوحدة (السلسلة غير مستقرة)؛
- H_1: السلسلة لا تحتوي على جذر الوحدة (السلسلة مستقرة).

الجدول (03): نتائج اختبار ديكي فولر المطور adf للسلاسل محل الدراسة

المتغيرات	عند المستوى			عند الفرق الأول			درجة التكامل
	الثابت	الثابت والإتجاه	دون الثابت والإتجاه	الثابت	الثابت والإتجاه	دون الثابت والإتجاه	
E_CO2	**0.9795**	**0.6521**	**0.9990**	**0.0001**	**0.0004**	**0.0001**	I(1)
COM_GAZ	**1.0000**	**0.8452**	**1.0000**	**0.0000**	**0.0000**	**0.1914**	I(1)

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية « EVIEWS13 »

يتضح بعد أجراء إختبار درجة إستقرارية أن سلاسل الدراسة لمتغيرات الدراسة مستقرة عند الفرق الأول، وذلك لأن كل متغيرات عند الفرق الأول Prob‹5%.

3. **بناء النموذج:** بعد التعرف على المتغيرات التي يحتويها النموذج، وبعد تجميع البيانات الخاصة بالمتغيرات، ودراسة استقرارية كل متغير على حدى، سيتم استخدام منهجية الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة ARDL.

- **اختبار فترات الإبطاء المثلى:** لتحديد فترات الإبطاء الزمني المثلى للمتغيرات المستخدمة في الدراسة وفقا لنموذج ARDL، تم استخدام معيار (Akaike) في تحديد رتبة النموذج وهو المعيار الأكثر شيوعا، الذي يعتمد على أقل قيمة إحصائية في تحديد النموذج الملائم في الدراسة (1,0)، وتبلغ هذه القيمة ((1.0) = 6.768361) كما هو موضح في الشكل الموالي:

الجدول (04): إختبار فترات الإبطاء المثلى

Model Selection Criteria Table
Dependent Variable: E_CO2
Date: 02/09/26 Time: 17:52
Sample: 1991 2024
Included observations: 33

Model	LogL	AIC*	BIC	HQ	Specification
1	-108.677959	6.768361	6.904407	6.814137	ARDL(1,0)

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية « EVIEWS13 »

- **نتائج إختبار الحدود:** للتأكد من وجود علاقة توازنيه طويلة الأجل بين المتغيرات الداخلة في النموذج يتم استخدام اختبار التكامل المشترك وفق منهجية ARDL من خلال الفرضيتين:

- ✓ **الفرضية الصفرية**: عدم وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين متغيرات الدراسة:

$$H_0: \partial_0 = \partial_1 = \partial_2 = \partial_3 = 0 \quad \circ$$

- ✓ **الفرضية البديلة**: وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين متغيرات الدراسة:

$$H_1: \partial_0 \neq \partial_1 \neq \partial_2 \neq \partial_3 \neq 0 \quad \circ$$

لمعرفة ما إذا كانت هناك علاقة توازنية طويلة الأجل بين متغيرات الدراسة نقارن قيمة إحصائية لفيشر F-statistic المحسوبة مع القيم الجدولية التي وضعها Narayan (2005). (لمياء، 2017، الصفحات 134-135)

الجدول (05): نتائج اختبار الحدود للتكامل المشترك (The Bound Test)

	10%		5%		1%	
Sample Size	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
30	3.303	3.797	4.090	4.663	6.027	6.760
35	3.223	3.757	3.957	4.530	5.763	6.480
Asymptotic	3.020	3.510	3.620	4.160	4.940	5.580

* I(0) and I(1) are respectively the stationary and non-stationary bounds.

Null hypothesis: No levels relationship
Number of cointegrating variables: 1
Trend type: Rest. constant (Case 2)
Sample size: 33

Test Statistic	Value
F-statistic	6.522736

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية « EVIEWS13 »

يدل الجدول أعلاه على **وجود علاقة طويلة الأجل بين استهلاك الغاز الطبيعي و انبعاثات CO_2 في الجزائر.**

4. تقدير دالة انبعاثات CO_2 في الجزائر باستخدام نموذج ARDL

سيتم تطرق في هذا العنصر إلى تقدير انحدار التكامل المشترك وفق نموذج ARDL وإجراء الاختبارات القياسية لتأكد من سلامة النموذج.

- **انحدار التكامل المشترك:** تبين نتائج انحدار التكامل المشترك، أن قيمة احصائية فيشر المحسوبة معنوية احصائيا (P= 0.000000)، بالإضافة الى ذلك تبلغ قيمة معامل(0.985703) مما يعني أن المتغيرات المستقلة (X) تفسر بنسبة 98.57% من التغير في **انبعاثات CO_2** (Y) أما النسبة فهي عبارة عن متغيرات لم تدرج في نموذج، كما هو موضح في الجدول الموالي:

الجدول(06): تقدير انحدار التكامل المشترك باستخدام لنموذج ARDL

Dependent Variable: E_CO2
Method: ARDL
Date: 02/07/26 Time: 19:30
Sample: 1992 2024
Included observations: 33
Dependent lags: 1 (Automatic)
Automatic-lag linear regressors (0 max. lags): COM_GAZ
Deterministics: Restricted constant and no trend (Case 2)
Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
Number of models evaluated: 1
Selected model: ARDL(1,0)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
E_CO2(-1)	0.724946	0.143740	5.043438	0.0000
COM_GAZ	1.261738	0.630562	2.000972	0.0545
C	-17.08676	10.73595	-1.591547	0.1220

R-squared	0.985703	Mean dependent var	72.78318
Adjusted R-squared	0.984750	S.D. dependent var	55.34469
S.E. of regression	6.834532	Akaike info criterion	6.768361
Sum squared resid	1401.325	Schwarz criterion	6.904407
Log likelihood	-108.6780	Hannan-Quinn criter.	6.814137
F-statistic	1034.190	Durbin-Watson stat	1.375200
Prob(F-statistic)	0.000000		

*Note: p-values and any subsequent test results do not account for model selection.

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية « EVIEWS13 »

5. **إختبار تشخيص النموذج:** هناك العديد من الاختبارات التي وجب علينا القيام بها من أجل التأكد من جودة أداء النموذج المختار المقدر وخلوه من المشاكل القياسية تم اجراء اختبارات التالية:

- **إختبار عدم ثبات التباين عدم وجود مشكلة:** للكشف عن عدم ثبات التباين نستخدم اختبار (Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey) وكانت النتائج موضحة في الجدول التالي:

جدول (07): نتائج اختبار الارتباط الذاتي للأخطاء

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey
Null hypothesis: Homoskedasticity

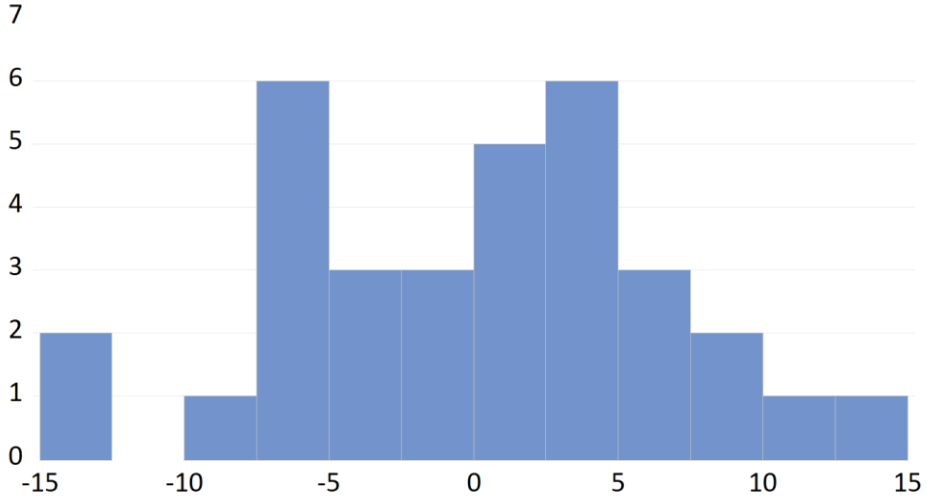
F-statistic	1.749339	Prob. F(2,30)	0.1912
Obs*R-squared	3.446594	Prob. Chi-Square(2)	0.1785
Scaled explained SS	2.607850	Prob. Chi-Square(2)	0.2715

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية « EVIEWS13 »

بينت نتائج الجدول أعلاه اختبار Breusch-Pagan-Godfrey: Heteroskedasticity Test الذي يفحص ثبات تباينات الأخطاء أن قيمة الاحتمالية لفيشر (F-statistic) أكبر من مستوى المعنوية 5% ما يؤكد خلو النموذج المقدر من مشكلة عدم ثبات تباين الأخطاء.

-**إختبار التوزيع الأخطاء العشوائية:** نستخدم (Jarque-Bera)، للتحقق من شرط التوزيع الطبيعي، فكانت نتيجة الاختبار غير معنوية (α>0.05) وهو ما يؤكد أن البواقي تخضع للتوزيع الطبيعي، ومن خلال قيمة J-B = 0.105958 وقيمة معنويته 0.948400 وهي أكبر من (0.05)، وهو ما يؤكد أن بواقي النموذج تخضع للتوزيع الطبيعي، كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل(01): التوزيع الطبيعي للبواقي

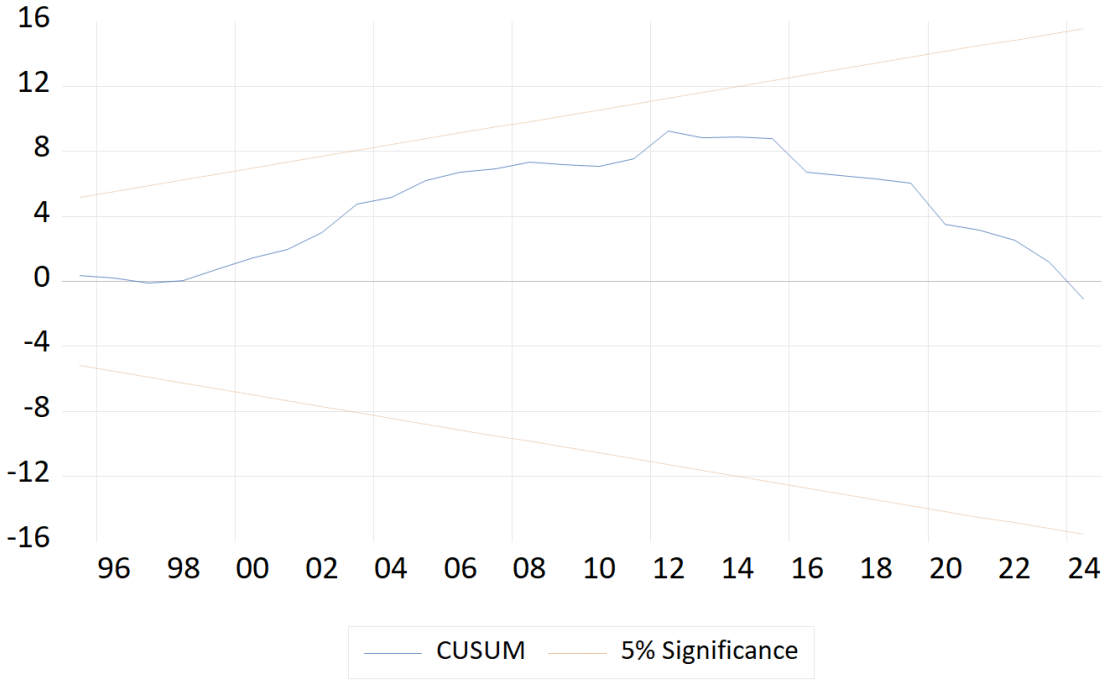


Series: Residuals	
Sample 1992 2024	
Observations 33	
Mean	5.54e-15
Median	0.458342
Maximum	14.42577
Minimum	-14.28095
Std. Dev.	6.617508
Skewness	-0.110144
Kurtosis	2.831082
Jarque-Bera	0.105958
Probability	0.948400

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية « EVIEWS13 »

-إختبار الإستقرارية الهيكلية للنموذج: للتحقق من الاستقرار الهيكلي للمعلمات المقدرة للعلاقة القصيرة المدى وطويلة المدى وفق نموذج ARDL تم استخدام اختبار لمجموع التراكمي لتكرار البواقي CUSUM، فإذا كان التمثيل البياني يقع داخل حدود مجال الثقة عند مستوى معنوية 5% يتم قبول الفرضية الصفرية أي جميع المعلمات المقدرة مستقرة، حيث يمثل الشكل الموالي نتائج الاختبار: (محمد، 2016، صفحة 14)

الشكل (02): المجموع التراكمي لتكرار البواقي



المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية « EVIEWS13 »

6. تقدير نموذج المعلمات الأجلين القصيروالطويل ومعلمة تصحيح الخطأ باستخدام ARDL

بعد التأكد من وجود علاقة طويلة المدى من خلال اختبار الحدود، يجب أن يكون معامل تصحيح الخطأ في نموذج ARDL القصير المدى سالب ومعنوي (أحمد حسين، 2020)

- **الاستجابة (العلاقة) في الأجل القصير ومعامل تصحيح الخطأ:** أظهرت نتائج الجدول أدناه أن هناك علاقة ديناميكية قصيرة الأجل بين المتغيرات، حد الخطأ المقدر سالب الإشارة والمعنوي إحصائيا وكانت قيمته-0.275054 =*(-1)CointEq ، وهو معنوي حيث بلغت قيمته (0.0001) وهي أقل من 0.05 وهو يقيس نسبة اختلال التوازن في المتغير التابع التي يمكن تصحيحها من فترة زمنية، والجدول الموالي يوضح ذلك:

الجدول (08): تقدير نموذج تصحيح الخطأ

Dependent Variable: D(E_CO2)
Method: ARDL
Date: 02/07/26 Time: 19:30
Sample: 1992 2024
Included observations: 33
Dependent lags: 1 (Automatic)
Automatic-lag linear regressors (0 max. lags): COM GAZ
Deterministics: Restricted constant and no trend (Case 2)
Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
Number of models evaluated: 1
Selected model: ARDL(1,0)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COINTEQ*	-0.275054	0.060204	-4.568671	0.0001

R-squared	0.122094	Mean dependent var	4.668265
Adjusted R-squared	0.122094	S.D. dependent var	7.062695
S.E. of regression	6.617508	Akaike info criterion	6.647149
Sum squared resid	1401.325	Schwarz criterion	6.692498
Log likelihood	-108.6780	Hannan-Quinn criter.	6.662408
Durbin-Watson stat	1.375200		

* p-values are incompatible with t-Bounds distribution.

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية « EVIEWS13 »

أظهرت نتائج تقدير نموذج تصحيح الخطأ (ECM) أن معامل حد تصحيح الخطأ (ECT) جاء سالبا ومعنويا إحصائيا، وهو ما يؤكد وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين استهلاك الغاز الطبيعي وانبعاثات CO_2، إضافة إلى فعالية آلية التصحيح في الأجل القصير. وتدل الإشارة السالبة لمعامل تصحيح الخطأ

على أن النظام الاقتصادي يميل إلى العودة نحو مسار التوازن كلما حدث انحراف مؤقت نتيجة صدمة قصيرة الأجل. وبعبارة أخرى، فإن أي اختلال في مستويات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بعيدًا عن قيمها التوازنية يتم تصحيحه تدريجيًا خلال الفترات اللاحقة، وهو ما يعكس قدرة المتغيرات المدروسة على استعادة التوازن بسرعة نسبية. ويؤكد هذا الأمر ملاءمة نموذج ARDL المستخدم في تحليل العلاقة الديناميكية بين استهلاك الغاز الطبيعي والانبعاثات الكربونية في الاقتصاد الجزائري.

7. **تقدير المعلمات الأجل الطويل نموذج:** لتحليل العلاقة طويلة المدى يمكن التعبير عنها وفق الصيغة الموالية والمستخرجة من الجدول أدناه، كما يلي:

الجدول (09): تقدير العلاقة طويلة الأجل

Variable *	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
COM_GAZ	4.587237	0.378113	12.13192	0.0000
C	-62.12151	13.01209	-4.774137	0.0000

Note: * Coefficients derived from the CEC regression.
Deterministics: Rest. constant (Case 2)

CE = E_CO2(-1) - (4.587237*COM_GAZ - 62.121509)

المصدر: من إعداد الباحثة بالاعتماد على برمجية « EVIEWS13 »

تشير نتائج التقدير في الأجل الطويل إلى وجود أثر إيجابي لاستهلاك الغاز الطبيعي على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الجزائر خلال فترة الدراسة. ويعني ذلك أن الزيادة في استهلاك الغاز الطبيعي تؤدي إلى ارتفاع مستويات الانبعاثات الكربونية، وهو ما يعكس طبيعة النموذج الطاقوي المعتمد في الاقتصاد الجزائري، الذي لا يزال يرتكز بشكل أساسي على مصادر الطاقة الأحفورية. ويمكن تفسير هذه النتيجة اقتصاديًا بكون الغاز الطبيعي، رغم اعتباره أقل تلويثًا مقارنة بالنفط والفحم، إلا أن التوسع الكبير في استخدامه، خاصة في إنتاج الكهرباء، والأنشطة الصناعية، وتلبية الطلب المتزايد على الاستهلاك المحلي للطاقة، يؤدي إلى ارتفاع الحجم الإجمالي للانبعاثات. وبالتالي، فإن الاعتماد المتزايد على الغاز الطبيعي دون مرافقة ذلك بسياسات بيئية وتقنيات نظيفة يساهم في تفاقم الضغوط البيئية على المدى الطويل.

خاتمة

سعت هذه الدراسة إلى استقصاء طبيعة العلاقة الديناميكية بين استهلاك الغاز الطبيعي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 في الجزائر خلال الفترة (1991–2024)، وذلك في ظل التزايد المستمر للطلب المحلي على الطاقة كأحد محركات النمو الاقتصادي. ومن خلال توظيف أدوات الاقتصاد القياسي الحديثة المتمثلة في نموذج الانحدار الذاتي للإبطاءات الموزعة (ARDL)، أمكن التوصل إلى مجموعة من الاستنتاجات الجوهرية التي تعكس واقع السياسة الطاقوية والبيئية في الجزائر.

1. النتائج

حيث توصلت لجملة من النتائج ابرزها:

- يرتبط استهلاك الغاز الطبيعي بزيادة الانفجار الديموغرافي، والتوسع الحضري المتسارع، وزيادة الطلب على الكهرباء.
- بينت نتائج التقدير باستخدام نموذج ARDL أن استهلاك الغاز الطبيعي يؤثر إيجابيا ومعنويا إحصائيا على مستويات انبعاثاتCO_2 ، سواء في الأجل القصير أو في الأجل الطويل. ما هذا ما يثبت صحة الفرضية الرئيسية.
- أكدت نتائج نموذج تصحيح الخطأ (ECM) أن معامل تصحيح الخطأ جاء سالبًا ومعنويًا إحصائيًا، مما يدل على وجود آلية فعالة لتصحيح الاختلالات قصيرة الأجل والعودة إلى التوازن على المدى الطويل، وهذا ما يثبت صحة الفرضية الاولى.
- أظهرت نتائج الدراسة القياسية وجود علاقة توازنية طويلة الأجل بين استهلاك الغاز الطبيعي وانبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الجزائر خلال الفترة (1991–2024)، وهدا ما يثبت صحة الفرضية الثانية.
- أوضحت النتائج أن الاقتصاد الجزائري، المعتمد بشكل كبير على الغاز الطبيعي في تلبية الطلب الطاقوي، يواجه ضغوطا بيئية متزايدة نتيجة ارتفاع الاستهلاك المحلي للطاقة.
- أظهرت الاختبارات التشخيصية المختلفة سلامة النموذج القياسي من حيث غياب الارتباط الذاتي وعدم تجانس التباين، إضافة إلى استقرار المعلمات خلال فترة الدراسة.

2. التوصيات

بناءً على ما تقدم، تخلص الدراسة إلى ضرورة تبني جملة من السياسات لضمان الاستدامة البيئية:

- الإسراع في وتيرة الانتقال الطاقوي من خلال تعزيز الاستثمار في الطاقات المتجددة (خاصة الشمسية) لتقليل الاعتماد المطلق على الغاز الطبيعي في توليد الكهرباء.
- تشجيع استخدام التقنيات الحديثة والنظيفة في الأنشطة الصناعية لتقليل كثافة الانبعاثات الناتجة عن حرق الغاز.
- إعادة النظر في آليات دعم أسعار الطاقة لضمان الاستهلاك العقلاني والحد من الهدر الطاقوي الذي يغذي مستويات التلوث.

قائمة المراجع

1. المراجع باللغة العربية

- أحمد، بوعلام، ومرابط، سمير. (2021) .استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي والتلوث البيئي في الجزائر .*مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير*، (01)14، 120–101.
- بتال، أحمد حسين. (2020، جوان) .*التكامل المشترك وفق ARDL Cointegration مع التطبيق في Eviews*. متاح على ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/341981066.
- بن عيسى، ع. (2020) .استهلاك الغاز الطبيعي والتلوث البيئي في الجزائر: دراسة قياسية باستخدام نموذج ARDL. *مجلة الاقتصاد والطاقات المتجددة*، (01)04، 52–33.
- عماني، لمياء، وبن عزو، محمد زكرياء. (2017) .قياس تأثير التطور المالي على النمو الاقتصادي في المغرب - دراسة تجريبية باعتماد نموذج ARDL للفترة (1988-2014). *مجلة الباحث*، 142-129.
- الهاشمي، محمد. (2018) .أثر استهلاك الطاقة الأحفورية على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الدول العربية .*المجلة العربية للاقتصاد والبيئة*، (02)10، 78–55.

2. المراجع باللغة الأجنبية

- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Natural gas consumption and economic growth: A panel investigation of 67 countries. *Energy Economics*, 32(2), 441–448.
- KPMG & Energy Institute. (2024). *Statistical Review of World Energy 2024* (73rd ed.).
- KPMG & Energy Institute. (2025). *Statistical Review of World Energy 2025* (74th ed.).
- Nguyen, D., Huynh, T., & Nasir, M. (2022). Natural gas consumption and carbon emissions: Evidence from developing countries. *Energy Policy*, 158, 112567.
- Sadorsky, P. (2012). Energy consumption, output and trade in South America. *Energy Economics*, 34(02), 476–488.
- Shahbaz, M., Lean, H. H., & Shabbir, M. S. (2014). Environmental Kuznets curve hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(05), 2947–2953.

3. المصادر الإلكترونية

- إدارة معلومات الطاقة الأمريكية(EIA) . بيانات استهلاك الغاز الطبيعي التاريخية. متاح على: https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9130us2a.htm.
- البنك الدولي(World Bank) . مؤشرات انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون .(EN.GHG.CO2.ZG.AR5) متاح على: https://data.albankaldawli.org/indicator/EN.GHG.CO2.ZG.AR5.