

العلاقة السببية بين كفاءة الطاقة ، استهلاك الطاقة المتجددة ، انبعاثات أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة 1991 إلى 2022 باستخدام نموذج الاتجاه الذاتي VAR

The causal relationship between efficiency energy , renewable energy consumption and carbon dioxide emissions in Algeria from 1991 to 2022.

حسين نصار¹ ، أنيسة بن رمضان²

¹مخبر هندسة التنمية المستدامة مسؤولة الجامعة و الاندماج الاجتماعي، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة وهران 2، (الجزائر)،
(Nessar.housseyn@univ-oran2.dz)

²مخبر هندسة التنمية المستدامة مسؤولة الجامعة و الاندماج الاجتماعي، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة وهران 2، (الجزائر)،
(Dr.benra@gmail.com)

تاريخ الاستلام: 2024/12/21؛ تاريخ المراجعة: 2025/12/22؛ تاريخ القبول: 2025/05/11

ملخص: تهدف هذه الدراسة إلى دراسة العلاقة السببية بين كفاءة الطاقة ، استهلاك الطاقة المتجددة ، انبعاثات أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة 1991 إلى 2022 باستخدام نموذج الاتجاه الذاتي VAR ، حيث توصلت النتائج إلى إيجاد علاقة سببية بمتجه واحد بين كفاءة الطاقة و المتغير المستقل انبعاثات أكسيد الكربون ، أما المتغيرات الأخرى لا توجد علاقة سببية فيما بينهم و عليه فإنه تتعلق كفاءة الطاقة في التقليل أو الزيادة من انبعاثات أكسيد الكربون أي يتم استهلاك أقل من المصادر الطبيعية لتوليد نفس المورد من الطاقة و بالتالي هذا ما يؤدي إلى التقليل من انبعاثات أكسيد الكربون .

الكلمات المفتاح: كثافة الطاقة؛ استهلاك الطاقة المتجددة؛ الطاقة المتجددة؛ انبعاثات أكسيد الكربون.

تصنيف JEL: Q49؛ Q43؛ Q42؛ Q53

Abstract: This study aims to study the causal relationship between energy efficiency, renewable energy consumption and carbon dioxide emission in Algeria during the periode 1991 to 2022 , using the autoregressive VAR model , where the results reached the finding of a causal relationship with one vector between energy efficiency and the independent variable carbon dioxide , while there is no causal relationship between the other variable. Therefore energy efficiency is related to the reduction or increase of carbon dioxide emission, as less natural resources are consumed to produce the same amount of energy, leading to reduction in carbon emissions.

Keywords: efficiency energy ;renewable energy consumption ;renewable energy ;carbon dioxide emission.

Jel Classification Codes : Q49؛ Q43؛Q42؛Q53

* حسين نصار Nessar.housseyn@univ-oran2.dz

I - تمهيد :

في ظل الرهانات و التحديات الاقتصادية و البيئية التي تواجه بلد الجزائر أصبحت هناك العلاقة بين كفاءة استهلاك الطاقة و الاعتماد و التركيز على المصادر الطاقة المتجددة و انبعاثات أكسيد الكربون محورا أساسيا و رئيسيا للسياسات الوطنية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة ، و منه أن التحول إلى استعمال مصادر الطاقة الجديدة و المتجددة (الطاقة الشمسية و طاقة الرياح) ، يمثل فرصة و مكسبا هاما و كبيرا لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية و الاحفورية و الذي يعتبر المصدر الرئيسي و الأساسي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الجزائر ، و كما تلعب كفاءة استهلاك الطاقة دورا هاما و حاسما في هذا السياق حيث يمكن من خلال تحسين كفاءة استخدام الطاقة تحقيق فوائد مزدوجة و المتمثلة في تقليل الطلب على مصادر الطاقة الاحفورية و التقليل ، الحد من انبعاثات الكربون بشكل مباشر عن طريق التقليل الاعتماد على مصادر الطاقة الملوثة للبيئة ، و دراسة العلاقة السببية بين هذه العوامل في الجزائر يمكن الكشف عن العلاقات المعقدة و الروابط الصعبة بين التنمية الاقتصادية و حماية البيئة و كما تساعد في صياغة استراتيجيات فعالة لمواجهة التحديات البيئية و تعزيز النمو الاقتصادي المستدام و تحليل العلاقة بين كفاءة الطاقة ، مستوى استهلاك الطاقة المتجددة ، انبعاثات أكسيد الكربون باستخدام نماذج قياسية و اقتصادية إضافة إلى إحصائية و كما سيتم التركيز على كيفية تأثير كفاءة الطاقة على تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كما ستتطرق الدراسة إلى تحديد العلاقة السببية بين المتغير التابع و المتمثل في كثافة الطاقة و المتغيرين المستقلين و هما : استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات أكسيد الكربون و أخيرا يمكن الحصول على رؤى واضحة حول كيفية تحسين كفاءة الطاقة المتجددة في الجزائر كآلية لتحقيق و الوصول إلى أهداف التنمية المستدامة و تقليل انبعاثات الكربون .

الإشكالية:

من خلال ما تقدم يمكن طرح إشكالية الدراسة على النحو التالي:

ما مدى العلاقة السببية بين كفاءة الطاقة و أثرها على استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة 1991 إلى 2022 ؟

فرضيات الدراسة :

- ✓ وجود علاقة سببية بين كفاءة الطاقة و استهلاك الطاقة المتجددة أو انبعاثات أكسيد الكربون .
- ✓ توجد علاقة سببية أحادية الاتجاه بين كفاءة الطاقة و المتغيرات المستقلة الأخرى.

أهمية الدراسة :

يعتبر موضوع الطاقات المتجددة من المواضيع المهمة و الهامة في كثير من الدراسات نظرا للدور الذي تلعبه في تخفيض نسب انبعاثات أكسيد الكربون و التشجيع على استهلاك الطاقة المتجددة بتكاليف اقل و هذا من أجل النهوض بكفاءة الطاقة على عكس مصادر الطاقة الاحفورية التي تسبب التلوث البيئي الذي ينتج عنه زيادة لانبعاثات لأكسيد الكربون ، كما تسعى الجزائر للتقليل من استخدام مصادر الطاقة التقليدية و الاهتمام بمصادر الطاقة الجديدة و المتجددة و هذا لأجل ضمان الاستدامة الطاقوية .

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تسليط الضوء على مايلي:

-تحليل العلاقات السببية و ذلك بالكشف عن العلاقات السببية بين كفاءة الطاقة و استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات أكسيد الكربون في الجزائر.

-تهدف الدراسة أيضا إلى تأثير المتغيرات و المتمثلة في كفاءة الطاقة و استهلاك الطاقة المتجددة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون و العكس صحيح.

المنهج المستخدم في البحث:

من خلال الدراسة سنستخدم منهجين مختلفين كما يلي : المنهج الوصفي و الذي نتطرق فيه إلى المدخل النظري لكفاءة الطاقة ، أما المنهج الكمي و الذي نستعمل فيه النموذج الديناميكي VAR لتحليل العلاقات الديناميكية بين المتغيرات الدراسة الثلاث (كفاءة الطاقة ، استهلاك الطاقة المتجددة ، انبعاثات أكسيد الكربون) و تحديد العلاقة السببية بينهم.

الدراسات السابقة:

دراسة (Hakan Altin , 2024) تحلل هذه الدراسة تأثير كفاءة الطاقة واستخدام الطاقة المتجددة على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في دول مجموعة السبع ، استمر حوض البحث عدة سنوات. وتوصلنا إلى انه هناك نتيجتان أساسيتين كمايلي: الأولى هي العلاقة التكاملية بين المتغيرات. ولذلك، هناك علاقة تكاملية طويلة الأمد بين كفاءة استخدام الطاقة واستخدام الطاقة المتجددة و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. والثاني هو العلاقة بين والثاني هو مسار هذه العلاقة الطويلة الأجل ومثابرتها، لأنه عندما تزيد كفاءة الطاقة، تنخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وتتوافق هذه النتيجة مع توقعات التوقعات العامة. ومن ناحية أخرى، هناك علاقة إيجابية بين استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. هذه النتيجة لم تلي التوقعات العامة. ما إذا كانت هناك علاقة إيجابية بين استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

دراسة (سي محمد فايزة , 2019) تهدف هذه الدراسة إلى دراسة وقياس العلاقة السببية بين استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والنمو الاقتصادي في دول الاتحاد الأوروبي، و تقييم تأثير استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على النمو الاقتصادي باستخدام طريقة التأثيرات الساكنة ، كما خلص VECM إلى أن هناك علاقة سببية ثنائية الاتجاه بين المتغيرات التالية: النمو الاقتصادي طويل المدى، واستهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات الأكسيد، وعلاقة سببية ثنائية الاتجاه قصيرة المدى بين الطاقة المتجددة. العلاقة السببية أحادية الاتجاه بين استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي، وكذلك استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

I-1-1 مفهوم كفاءة الطاقة:

يشير مفهوم كفاءة الطاقة إلى القدرة على تحقيق أفضل النتائج الممكنة في نشاط معين ما باستخدام اقل قدر ممكن من مصادر الطاقة، و هذا يقلل من استهلاك جميع أنواع الطاقة بما في ذلك التأثير البيئي المرتبط بها، و هذا ينطبق على كل من إنتاج و استهلاك الطاقة ، و بالتالي فان كفاءة الطاقة ضرورية و هامة لتقليل استخدام الطاقة دون التضحية بالأداء و الراحة ، و النتيجة تمكن أن تكون أكثر استدامة و نظيفة من خلال الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون و الغازات الدفيئة الأخرى من الغلاف الجوي (repsol, 2024).

I-1-1-1 أهمية كفاءة الطاقة:

إن أهمية فهم كفاءة الطاقة بالغ الأهمية في يومنا هذا و يمكن أن يتم تقسيمه لعدة أبعاد و مناظر مختلفة منها مايلي: (fastercapital, 2024) :

I-1-1-1-1 المنظور البيئي :

من الجانب البيئي تلعب كفاءة الطاقة دورا مهما في الحد من انبعاثات الكربون ، فترشيد استخدام الطاقة يقلل من كمية الوقود الاحفوري المحترق لتوليد الكهرباء و النقل ، و بالتالي يقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على سبيل المثال يمكن استبدال المصابيح التقليدية بمصابيح LED الموفرة للطاقة إلى تقليل استهلاك الكهرباء و انبعاثات أكسيد الكربون بشكل كبير.

I-1-1-2-1 المنظور الاقتصادي :

ترتكز كفاءة الطاقة على إمكانات اقتصادية كبيرة و هائلة ، أن تؤدي الاستثمارات في التقنيات و الأساليب الموفرة للطاقة إلى تحقيق وفورات كبيرة في التكاليف للأفراد و الشركات و المجموعات على حد سواء فعلي سبيل المثال يمكن أن تؤدي إلى تحسين عزل المباني إلى تقليل تكاليف التدفئة و التبريد من خلال تقليل انتقال الحرارة عبر الجدران و الأسقف و هذا لا يوفر المال لأصحاب المنازل فحسب ، بل يقلل أيضا الضغط على شبكة الكهرباء في أوقات الذروة .

I-1-1-3- جوانب امن الطاقة :

يسعى تحسين كفاءة الطاقة في تعزيز امن الطاقة من خلال تقليل الاعتماد على الوقود المستورد و زيادة تحقيق الاكتفاء الذاتي ، و من خلال إعطاء الأولوية لتدابير كفاءة الطاقة ، يمكن للبلدان إن تقلل من تعرضها لتقلبات الأسعار في أسواق الوقود العالمية و التوترات الجيوسياسية التي تمكن أن تعطل سلاسل الإمداد ، و من خلال تنوع مصادر الطاقة التقليدية و تحسين استهلاكها ، يمكن للبلدان زيادة مرونة الطاقة و ضمان إمدادات الطاقة مستقرة و موثوقة لمواطنيها.

I-1-1-4- تطور كثافة الطاقة خلال الفترة (1991-2022):

من الشكل رقم 01 ، تبين انه شهدت الجزائر خلال الفترة الممتدة من 1991 إلى 2000 ارتفاع طفيف في كثافة الطاقة و هذا بسبب الاعتماد على الصناعات الثقيلة و الطاقة الأحفورية آنذاك و بعد سنة 2000 شهدت تحسن طفيف و هذا لتكاثف الجهود و النهوض بتحسين الكثافة الطاقوية حتى سنة 2022 ،

I-1-1-5- نصيب الفرد من استهلاك الطاقة المتجددة :

من خلال الشكل رقم 02 ، تبين لنا أنه من خلال 1991 الى 2010 كان نصيب الفرد من استهلاك الطاقة المتجددة شبه معدوم و هذا راجع ان الجزائر كانت تعتمد على مصادر الطاقة التقليدية (النفط و الغاز) و كذلك لم تكن هناك استثمارات حقيقية في قطاع الطاقات المتجددة و مع بداية 2015 الى 2022 كان هناك تحسن طفيف في الاستهلاك الفردي للطاقة المتجددة و هذا راجع لظهور استراتيجيات حكومية لتعزيز الطاقات المتجددة منها إطلاق مشريع الطاقة المتجددة لكن بشكل بسيط و متواضع .

I-1-1-6- انبعاثات أكسيد الكربون :

من خلال الشكل رقم 03 ، نلاحظ أن هناك إرتفاع مستمر من الفترة 1991 الى 2010 بسبب النمو السكاني و الصناعي مع الاعتماد الكبير على مصادر التقليدية و بعد سنة 2010 بدأ الإرتفاع بوتيرة بطيئة و هذا بسبب تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة و كذلك تحسين الكفاءة الطاقوية .

II - الطريقة و الأدوات:

II-1- طريقة الدراسة :

متغيرات الدراسة و هي كفاءة الطاقة ، استهلاك الطاقة المتجددة ، انبعاثات أكسيد الكربون المتحصل على بياناتهم من موقع البنك الدولي للفترة 1991 إلى 2022 في الجزائر و التي تخص عينة دراسة قدرها 32 مشاهدة.

II-2- الأدوات المستعملة:

II-2-1- التعريف بنموذج VAR:

يمكن كتابة المعادلة العامة لنموذج شعاع الاتجاه العام (Victor autoregressive) بالشكل الآتي (نقار و الدكتور منذر، 2012، الصفحات 339-340):

$$\Phi(B)Y_t = e_t \dots \dots \dots (1) \text{المعادلة}$$

يمكن تفصيلها على النحو الآتي:

Y_t : متغير عشوائي ذو n بعد ، مستقر عند الدرجة 2 .

$\Phi(B)$: كثير حدود مصفوفي من الدرجة p و بمعامل الإبطاء الزمني B و الذي يفصل على النحو الآتي:

$$\Phi(B) = f_0 - Bf_1 - B^2f_2 -$$

$$\dots \dots \dots B^p f_p \dots \dots \dots (2) \text{المعادلة}$$

و منه :

f_0 : مصفوفة احادية ذات المرتبة n

e_t : الضجة البيضاء ذات n بعد

و يمكن أيضا كتابة نموذج الانحدار الذاتي VAR بالمعادلة العامة على النحو الآتي:

$$y_{nt} = f_{n1}^{(1)} y_{1,t-1} + \dots + f_{n1}^{(p)} y_{1,1-p} + \dots + f_{nn}^{(1)} y_{n,t-1} + \dots + f_{nn}^{(p)} y_{n,1-p} + e_{n,t} \dots \dots (3) \text{ المعادلة.}$$

تظهر لنا في المعادلة الأخيرة أن كل معادلة هي عبارة عن معادلة انحدارية لعنصر من الشعاع Y_t على ماضيه و سوابق العناصر الأخرى من الشعاع ، و هذه المعادلات نوعا من الانظام الإحصائي في إدخال المتغيرات ، و إضافة إلى هذا اخذ التأثيرات الديناميكية المتبادلة بين هذه المتغيرات ، و كما أن تقدير النموذج المذكور سالفا يمكن أن يتم استعمال طريقة المربعات الصغرى المطبقة على كل معادلة المتطرق إليها سالفا و جميع الخصائص التقاربية للمقدرات التي يمكن أن نتحصل عليها هي الخصائص المعتادة ، و هذا إذا كان المتغير العشوائي Y_t مستقرا عند الدرجة الثانية ، تكون السيورة VAR مستقرة إذا و فقط تحققت الشروط الآتية (محمد، 2011، صفحة 270):

$$E(Y_t) = \mu, \gamma_t$$

$$\text{var}(Y_t) < \infty$$

$$\text{cov}(Y_t, Y_{1+k}) = E[(Y_t - \mu)(Y_{1+k} - \mu)] = \Gamma_{(k)}, \nabla_1$$

لدراسة العلاقة السببية بين كفاءة الطاقة ، استهلاك الطاقة المتجددة و انبعاثات أكسيد الكربون خلال الفترة من 1991 إلى الفترة 2022 تم استخدام مختلف النماذج القياسية الاقتصادية ألا و هو نموذج شعاع الانحدار الذاتي (VAR) ، و من هنا يمكننا التطرق إلى ما يلي :

II -2-2- توصيف متغيرات النموذج القياسي:

✓ كفاءة الطاقة (intensity): يتم قياس كثافة الطاقة على أنها استهلاك الطاقة الأولية لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي، بالكيلوواط/ساعة لكل دولار.

✓ استهلاك الطاقة المتجددة (rec): استهلاك الطاقة المتجددة في الفترة t .

✓ انبعاثات أكسيد الكربون (CO2): انبعاثات أكسيد الكربون خلال الفترة t .

و يمكن صياغة الصيغة العامة للنموذج على النحو الآتي :

$$\text{LOG INTENSITY} = \beta_0 + \text{REC} + \text{CO2} + \varepsilon \dots (6) \text{ المعادلة}$$

II -2-3- اختبار سكون السلسلة ديكي فولر الموسع ADF :

لتحديد درجة استقرارية المتغيرات ، تم استعمال نموذج ديكي فولر الموسع و الذي يعتبر من اختبارات جذر الوحدة الذي استدل إلى عدم استقرار أي متغيرات النموذج في مستواها ، يتطلب الكشف عن استقرارية السلسلة استخدام اختبار جذر الوحدة UNIT ROOT TEST و ذلك بالارتكاز على مجموعة من الاختبارات المستعملة منها : اختبار ديكي فولر الموسع ADF (الطويري و محمد علي، 2023، صفحة 39)

II -2-4- تحديد درجة تأخير النموذج VAR :

يعتمد في تحديد عدد فجوات التباطؤ الزمني على كل المعايير : معيار إيكاك (AIC) ، معيار سوارش (SC) ، معيار خطأ التنبؤ النهائي FPE ، معيار هاتان كوين HQ و يتم اختيار الفترة عند اقل قيم مشاهدات لهذه المعايير أي فترة التباطؤ الزمني الأساسية التي تتشابه بين هذه المعايير بحيث تكون أفضل عند اقل هذه المعايير (خديجة و براهيم، 2020 ، صفحة 143).

III- النتائج و مناقشتها :

III-1- اختبار استقرارية السلسلة الزمنية

III-1-1- اختبار استقرارية السلسلة الزمنية الأصلية خلال الفترة (1991-2022):

من جدول رقم 01 ، تبين لنا أن كل من سلسلة استهلاك الطاقة المتجددة مستقرة عند المستوى الأول بالاتجاه و الثابت و مستقرة

عن مستوى الفرق الأول ، كما أن السلسلة لوغاريتم الكثافة الطاقوية مستقرة عند مستواها الأصلي في حالة الثابت ، بدون الاتجاه و الثابت و كذا

مستقرة عند الفرق الأول ، أما فيما يخص سلسلة انبعاثات أكسيد الكربون مستقرة عند الفرق الأول فقط و هذا ما يدل أن سلسلتي استهلاك الطاقة المتحددة و لوغاريتم الكثافة الطاقوية متكاملة من الدرجة الصفر و الدرجة واحد أما فيما يخص السلسلة انبعاثات أكسيد الكربون متكاملة من الدرجة الأولى و هذا ما يتسنى لنا باستخدام نموذج أشعة الانحدار الذاتي (VAR) .

III-1-2- تحديد درجة تأخير النموذج المدروس :

من خلال الجدول رقم 02 نلاحظ من خلاله أن كل المعايير (HQ , SC , AIC , FPE) تشير إلى ضرورة اخذ فحوة زمنية واحدة ألا هو نموذج VAR(1).

III-1-3- تقدير النموذج:

معادلة التقدير تكون بالصيغة الآتية :

$$\text{LOGINTENSITY}=0.951388*\text{LOGINTENSITY}$$

$$(-1)+0.000479*\text{REC} (-1)+0.044252*\text{CO2}(-1)$$

من خلال الجدول رقم 03 تبين لنا ان معامل التحديد $R^2 = 99\%$ و هذا ما يثبت الارتباط القوي بين المتغيرات : استهلاك الطاقة المتحددة، انبعاثات اكسيد الكربون المفردة للوغاريتم كثافة الطاقة ، أما بخصوص معامل التصحيح $\overline{R^2} = 0,98$ و هذا ما يدل على أن القوة التفسيرية للمتغيرات المستقلة بلغت 98% و الباقي راجع لمتغيرات أخرى لم يتم إدراجها في نموذج الدراسة و قيمة F- STATISTIC و المقدرة ب 37, 631 أكبر من القيمة الجدولة و القدرة ب 3,34 و هذا ما يدل على معنوية النموذج VAR(1) كلياً و مقبول للتقدير إحصائياً و اقتصادياً .

III-1-4- اختبار جودة النموذج:

III-1-4-1- اختبار جذر الوحدة :

من خلال الشكل رقم (01) تبين لنا أن مجموع جذور الوحدة اقل من قيمة الواحد و هذا ما يعني على أن النموذج لا يعاني من مشكلة الارتباط الخطي بين المتغيرات و هذا ما يؤكد أن النموذج المدروس VAR(1) و الذي ينص على العلاقة السببية بين كفاءة الطاقة ، استهلاك الطاقة المتحددة ، انبعاثات أكسيد الكربون ساكن و مستقر تماماً ،

III-1-4-2- اختبار البواقي:

من الشكل رقم 02 تبين لنا أن الارتباط المتجه الذاتي لبواقي المعاملات مثنى مثنى و هذا ما يبين أن اغلبها متواجدة داخل مجال الثقة ، أي هذا ما يدل على المعنوية الإحصائية معدومة و هذا ما يفسر أن البواقي بدون ذاكرة .

III-1-4-3- اختبار التوزيع الطبيعي:

من خلال الجدول رقم 04 تبين لنا أن القيمة المحسوبة لإحصائية jarque-bera تساوي 0.8044 و هي أكبر من القيمة النظرية 0.05 و منه نقبل فرضية العدم و التي تنص أن سلسلة البواقي تتبع التوزيع الطبيعي ،

III-1-4-4- اختبار السببية لجرانجر granger:

من خلال الجدول رقم 05 نلاحظ مايلي :

-العلاقة المتجهة من المتغير المستقل CO2 إلى المتغير التابع LOG INTENSITY، و هذا حسب قيمة الاحتمال للإحصائية F- STATISTIC اقل من 0,05 و بقيمة 0.0157 ، مما يعني أن المتغير CO2 يسبب LOG INTENSITY و أما المتغيرة REC لا تسبب في LOG INTENSITY لان القيمة الاحتمالية أكبر من 0,05 و المقدرة ب 0.3862 و هذا ما يعني أن المتغيرة REC لا تسبب في المتغيرة LOG INTENSITY و بالتالي نستنتج انه توجد سببية أحادية التوجه من المتغيرة CO2 إلى المتغير LOG.

IV- الخلاصة :

من خلال الدراسة والتي تم فيها تسليط الضوء على العلاقة السببية بين كفاءة الطاقة ، استهلاك الطاقة المتجددة ، انبعاثات أكسيد الكربون في الجزائر خلال الفترة 1991-2022 باستخدام نموذج الاتجاه الذاتي var والتي توصلت خلالها إلى مايلي :

1.IV- النتائج :

-بينت نتائج اختبار جذر الوحدة أن المتغيرين استهلاك الطاقة المتجددة و لوغاريتم الكثافة الطاقوية ساكنتين من الدرجة الصفر و الدرجة واحد أما فيما يخص السلسلة انبعاثات أكسيد الكربون متكاملة من الدرجة الأولى و هذا ما يتسنى لنا باستخدام نموذج أشعة الانحدار الذاتي (VAR) .
-من خلال اختبار تحديد درجة التأخير للنموذج VAR بين لنا أن كل المعايير: (HQ, SC, AIC, FPE) تشير إلى ضرورة اخذ فجوة زمنية واحدة إلا و هو نموذج VAR(1).

-عند اختبار سببية غرانجر تبين لنا العلاقة المتجهة من المتغير المستقل CO2 إلى المتغير التابع LOG INTENSITY و هذا حسب قيمة الاحتمال للإحصائية F-STATISTIC اقل من 0,05 و بقيمة 0.0157 و هذا ما يعني

أن المتغير CO2 يسبب في المتغير LOG INTENSITY و أما المتغيرة REC لا تسبب في LOG INTENSITY و العكس صحيح و بالتالي نستنتج انه توجد سببية أحادية التوجه من المتغيرة CO2 إلى المتغير LOG INTENSITY .

2.IV- الاقتراحات و التوصيات:

-تعزيز الكفاءة و تحسينها و هذا عبر طريق تشجيع التقنيات الموقرة و المتاحة للطاقة و دعم الابتكار و الاختراعات في هذا المجال و زيادة الارتكاز و الاعتماد على الطاقة المتجددة و هذا من خلال دعم و تمويل مشاريع الطاقة الشمسية و طاقة الرياح و تقديم حوافز للمستثمرين .
-تبادل الخبرات و الانضمام للمبادرات البيئية العالمية و تعزيز سبل التعاون الدولي و الإقليمي.

- ملاحق :

الجدول رقم 01 : اختبار السلسلة عن طريق اختبار ديكي فولر الموسع ADF

القرار	الفرق الاول			المستوى			المتغيرات
	بدون	اتجاه وثابت	ثابت	بدون	اتجاه وثابت	ثابت	
I(1) و I(0) بالاتجاه و الثابت	-8,15 (0,00)	-8,00 (0,00)	-8,04 (0,00)	-1,00 (0,27)	-3.56 (0,04)	-2,71 (0,08)	Rec
عند المستوى بالثابت ، بدون ، I(1)	-2,72 (0,00)	-4,88 (0,002)	-3,23 (0,02)	-5,25 (0,00)	-0,54 (0,97)	-3.63 (0,01)	Log intensity
I(1)	-8,17 (0,00)	-8,13 (0,00)	-8,29 (0,00)	0,52 (0,82)	-2,68 (0,24)	-1,49 (0,52)	co2

المصدر: مخرجات Eviews 10

الجدول رقم 02 : جدول درجة تأخير النموذج VAR

Lag	LagL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-131.466	NA	1.569	8.964	9.104	9.009
1	-48.012	144.65*	0.011*	4.000*	4.561*	4.180*
2	-43.700	6.612	0.15	4.313	5.294	4.627

المصدر: مخرجات برمجية Eviews10

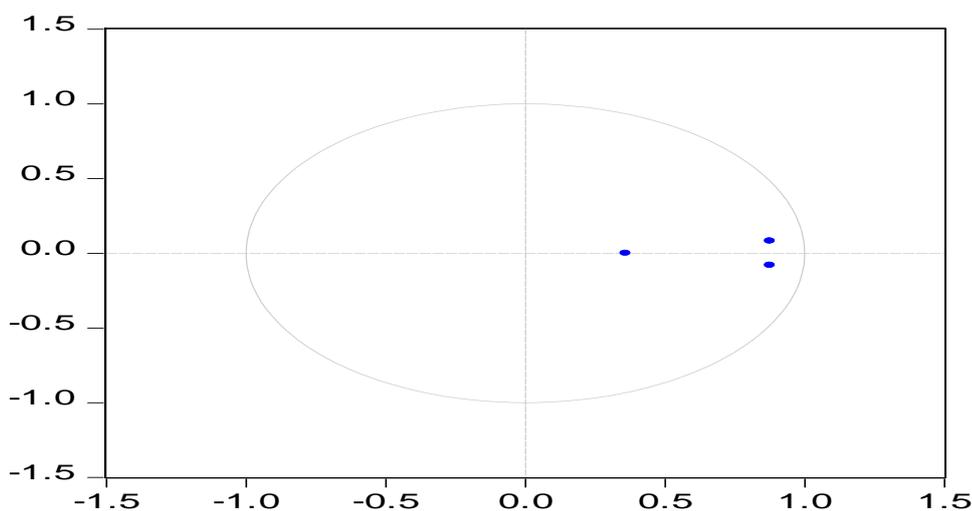
الجدول رقم 03 : نتائج تقدر النموذج VAR(1)

R-squared	0.985946
Adj. R-squared	0.984384
F-statistic	631.3720

المصدر : مخرجات EVIEWS 10

الشكل رقم 01 : الجذور العكسية لتعدد الحدود المميزة (AR)

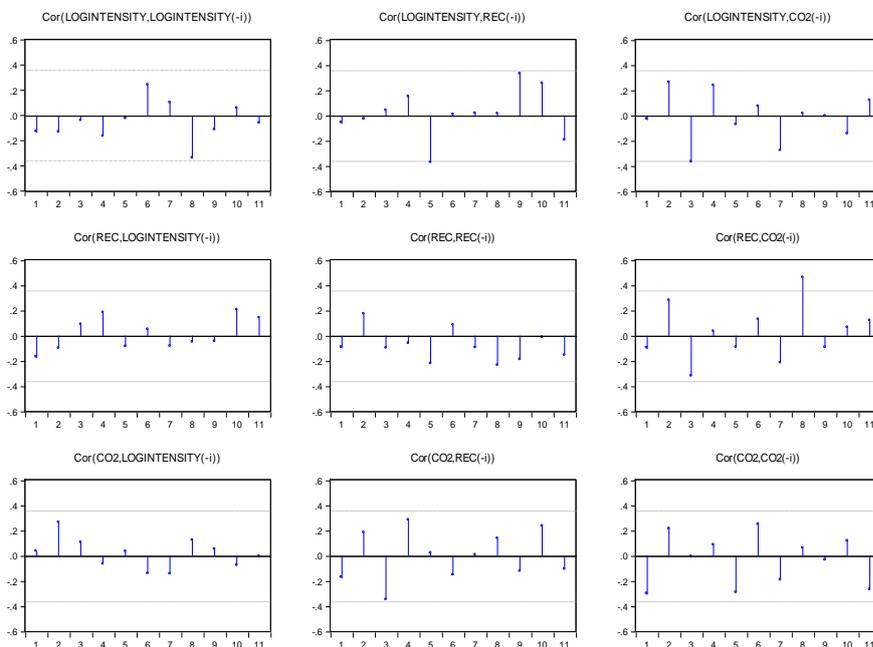
Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



المصدر : مخرجات برمجية EVIEWS 10

الشكل رقم 02 : يبين اختبار البواقي

Autocorrelations with Approximate 2 Std. Err. Bounds



المصدر : برمجية EVIEWS 10

الجدول رقم 04 : اختبار التوزيع الطبيعي jarque-berra

Null Hypothesis: Residuals are multivariate normal

Date: 06/21/24 Time: 21:18

Sample: 1991 2022

Included observations: 31			
Component	Jarque-Bera	Df	Prob.
1	1.527564	2	0.4659
2	1.297938	2	0.5226
3	0.209715	2	0.9005
Joint	3.035217	6	0.8044

المصدر: مخرجات برمجية EVIEWS10

الجدول رقم 05: اختبار سببية غرانجر للنموذج VAR(1)

NULL HYPOTHESIS	F- STATISTIC	PROB
REC does not granger causes LOGINTENSITY	0.750874	0.3862
CO2 does not granger causes LOGINTENSITY	5.833528	0.0157
LOGINTENSITY does not granger causes REC	0.013830	0.9064
CO2 does not granger causes REC	3.156783	0.0756
LOGINTENSITY does not granger causes CO2	2.155463	0.1421
REC does not granger causes RCO2	0.296372	0.5862

المصدر: مخرجات برمجية EVIEWS 10

- الإحالات والمراجع :

1- fastercapital .(2024 ,06 08) . *fastercapital* من 2024 ,10 09 ، تاريخ الاسترداد
<https://fastercapital.com/arabpreneur>.

2- repsol .(2024) . *repsol* من 2024 ,10 02 ، تاريخ الاسترداد
<https://www.repsol.com/en/sustainability/sustainability-pillars/climate-change/energy-efficiency/what-is-energy-efficiency/index.cshtml>.

- 3- الدكتور شيخي محمد .(2011). طرق الاقتصاد القياسي محاضرات و تطبيقات. الجزائر: الحامد.
- 4- الدكتور عثمان نقار، و عواد الدكتور منذر .(2012). استخدام نماذج VAR في التنبؤ و دراسة العلاقة السببية بين اجمالي الناتج المحلي و اجمالي التكوين الرأسمالي في سورية . مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية و القانونية .
- 5- بلببوس خديجة، و بن حراث حياة براهيم .(2020). العلاقة بين انبعاثات غاز أكسيد الكربون و استهلاك الطاقة و النمو الاقتصادي في ألمانيا باستخدام تقنية اشعة الانحدار الذاتي var خلال الفترة 1970 - 2017. مجلة الاستراتيجية و التنمية .
- 6- ناصر ساسي الطويري، و الحاج علي محمد علي .(2023). استخدام نموذج var لقياس اثر الاستثمار العام على الاستثمار الخاص في ليبيا خلال الفترة (1990- 2020) . مجلة البحوث الاكاديمية (العلوم الانسانية).