

التنبؤ بالطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق الطاقة الشمسية في الجزائر باستخدام منهجية بوكس جينكينز

**Prediction electric energy produced by the solar energy in Algeria using the method of Box Jenkins**

دين مختارية طالبة دكتوراه - جامعة مستغانم .

زرواط فاطمة الزهراء أستاذة - جامعة مستغانم.

تاريخ الإصدار	تاريخ القبول	تاريخ الاستلام
2019-06-18	2019-02-10	2018-05-30

مستخلص:

تعتبر الطاقات المتجددة من أهم الثروات التي تزخر بها الجزائر خاصة الطاقة الشمسية منها باعتبار أنها تمتاز بسطوع شمسي معتبر والذي يجعلها مؤهلة للاستغلال كإنتاج الطاقة الكهربائية مثلا، ولهذا لا بد من إعطائها الأولوية والاهتمام وتبيان ضرورة التوجه إلى اقتصاديات الطاقات المتجددة التي تعد صديقة للبيئة والدافع الآخر هو أن الطاقات التقليدية تعتبر طاقات ناضبة، ولهذا ارتأينا دراسة هذا الموضوع لنبين أهمية الطاقة الشمسية وضرورة استغلالها لإنتاج الطاقة الكهربائية وكذلك التنبؤ بكميات الطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق الطاقة الشمسية بتطبيق منهجية بوكس جينكينز على بيانات لسلسلة شهرية تمثل الكميات المنتجة من الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية على المستوى الوطني وهذا خلال الفترة من 2015-01 إلى 2017-12 لأن الجزائر شرعت في استغلالها منذ 2015، علما أننا اعتمدنا على منهجية بوكس جينكينز في تحليل السلسلة المعنية بالدراسة لأنها تتميز بالدقة العالية والمرونة في التحليل و نتائجها كثيرا ما تكون قريبة للواقع، كما أن النتائج قد أظهرت أن النموذج الملائم للتنبؤ هو  $ARIMA(6,1,6)$  وعليه تم التنبؤ بكميات الإنتاج الشهرية للفترة من 2017-01 إلى 2018-06 وكانت القيم التنبؤية قريبة من القيم الحقيقية. الكلمات المفتاحية: السلاسل الزمنية، الطاقة الشمسية، بوكس جينكينز، الطاقة الكهربائية. تصنيف JEL: C53, C22, E23, Q42.

### Résumé

Renewable energies are considered one of the most important resources that Algeria has in particular ,especially solar energy because it has a high solar energy brightness which makes it eligible for the exploitation such as the production of electrical energy .Therefore ,it is necessary to give it priority and attention and to show the need to go to the

economics of renewable energy which is environmentally friendly .The other motive is that the traditional energies are non-renewable. This is why, we have thought to study this subject to show the importance of the solar energy and the necessity of exploiting it to produce electric energy as well as predicting the quantities of electric energy produced by solar energy applying the method of Box-Jenkins to the data of monthly series representing the quantities produced by electricity using solar energy at the national level and this during the period from 01-2015 to 12-2017 as Algeria has started to exploit it since 2015 .Knowing that we rely on the method of Box-Jenkins in the analyses of the series concerned with the study because it is characterized by high accuracy and flexibility in the analysis and results are often close to reality. The results have also shown that the appropriate model for prediction is ARIMA (6, 1, 6) .Therefore, monthly production quantities were predicted for the period from 01-2017 to 06-2018 and the predictive values were close to real values. .

**Key words :** Time series, solar energy, Box-Jenkins, electric energy.

**Jel Classification Codes:** C53, C22, E23, Q42..

مقدمة:

إن أغلب البحوث العلمية عامة و الدراسات الاقتصادية خاصة تتجه نحو تطبيق المنهج الكمي و طرق القياس الرياضية و الإحصائية لأنها أثبتت جدارتها في العديد من العلاقات الاقتصادية سواء في التحليل أو في دراسة مسباتها و آثارها و حتى التنبؤ بنتائجها المستقبلية، وهذا بناء على أسس موضوعية غير منحازة بالاعتماد على برامج و مناهج إحصائية رياضية متطورة تساعد على ذلك، من بينها منهجية بوكس جينكيز في تحليل السلاسل الزمنية التي تعتبر هي الأخرى من بين طرق المنهج الكمي الإحصائي الذي يستعمل في التنبؤ بمستقبل الظواهر الاقتصادية المختلفة اعتمادا على مجموعة من المشاهدات الزمنية للظاهرة المدروسة، و عليه سيتم استخدام هذه المنهجية للتنبؤ بكميات الطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق الطاقة الشمسية في الجزائر علما أن الإحصائيات مأخوذة من "شركة كهرباء وطاقات متجددة" الشركة الوحيدة المسؤولة عن كل محطات الطاقة الشمسية التي تعمل بالجزائر لإنتاج الطاقة الكهربائية سواء في الجنوب الشرقي أو الجنوب الغربي علما أن الشركة SKTM مقرها في ولاية غرداية .

أهمية البحث: إن قطاع الطاقات المتجددة بدأ يحظى باهتمام الحكومة الجزائرية نظرا لحاجتها الملحة إليه خاصة مع نزوب الطاقة التقليدية من جهة و النوع الآخر من الطاقات تعد طاقات

نظيفة صديقة للبيئة من جهة أخرى، خاصة وأن الجزائر تزخر بطاقة هائلة من الشمس في جنوبها الكبير على وجه الخصوص إذا تم استغلالها بشكل أمثل ستحقق لنا اكتفاء ذاتي مع إمكانية تصدير الطاقة الكهربائية إلى الخارج علما أنه يتم تصديرها حاليا إلى كل من تونس وليبيا.

هدف البحث: محاولة الوصول إلى تحديد النموذج الملائم للسلسلة الزمنية المعنية بالدراسة اعتمادا على منهجية يوكس جنكيز، و التنبؤ بكميات الطاقة الكهربائية التي يتم إنتاجها باستغلال الطاقة الشمسية للفترة من 01-2017 إلى 06-2018.

المنهج المستخدم: يعتمد البحث في جزئه النظري على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي من خلال توضيح المفاهيم الأساسية للسلاسل الزمنية و التنبؤ، أما الجزء التطبيقي فيعتمد على منهجية يوكس جنكيز التي تم توظيفها على إحصائيات مقدمة من طرف شركة كهرباء و طاقات متجددة من 01-2015 إلى 12-2017 للتنبؤ بالطاقة الكهربائية المنتجة عن طريق الطاقة الشمسية من 01-2017 إلى 06-2018.

#### الدراسات السابقة:

الدراسة الأولى: أطروحة دكتوراه، بعنوان استخدامات الطاقة المتجددة و دورها في التنمية المحلية المستدامة (دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر)، سنة 2007، جامعة باتنة كلية علوم الاقتصاد و علوم التسيير، للأستاذ عمر شريف، حيث تطرق فيها إلى استخدامات الطاقة و أثارها الايكولوجية، مبرزا في دراسته العلاقة بين التنمية الاقتصادية و التنمية المستدامة، وصولا للتنمية المحلية المستدامة، والجدوى الاقتصادية باستخدام الطاقة المتجددة، وفي الأخير تم عرض تطور الطاقات الشمسية و مجالات استخدامها، و مدى دورها في تحقيق التنمية المستدامة بالجزائر.

الدراسة الثانية: مقال علمي بمجلة الباحث العدد 11-2012 لفروحات حدة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، كلية العلوم الاقتصادية، التجارية و علوم التسيير، مخبر الجامعة المؤسسة و التنمية المحلية المستدامة تحت عنوان الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر -دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب الكبير بالجزائر- كان هدف البحث دراسة الطاقات المتجددة على أنها أهم المصادر الرئيسية للطاقة العالمية خارج الطاقة التقليدية فضلا عن كونها نظيفة و غير ملوثة للبيئة و لها أهمية بالغة في تحقيق التنمية المستدامة و هذا بتسليط الضوء على أحد المشاريع الهامة في هذا المجال و المتمثل في مشروع تطبيق الطاقة الشمسية الفوتوفولطية في الجنوب الكبير بالجزائر (مشروع

كهربية 20 قرية بالطاقة الشمسية) فما أمكن الوصول إليه كملاحظة هامة للتحكم في تشغيل و تزويد هذه القرى كلية بالطاقة الشمسية الفوتوفولطية ليس بالأمر السهل و ذلك بسبب تباعد السكان.

الدراسة الثالثة: دراسة قام بها المركز الألماني لشؤون الطيران و مال الفضاء DLR بمعهد أبحاث الديناميكا الحرارية عن قسم تحليل النظم و التقييم الهندسي بتكليف من وزارة الإتحادية لشؤون البيئة و حماية الطبيعة و أمن المفاعلات النووية للحكومة الألمانية BMU سنة 2005 بعنوان محطات الكهرباء من الطاقة الشمسية بمنطقة حوض البحر الأبيض المتوسط MED-CSP، و الذي تطرق لأهداف التنمية المستدامة في أوروبا و الشرق الأوسط و شمال إفريقيا، كما تناولت الدراسة تكنولوجيات الطاقات المتجددة و مصادرها و مسائل توفير الطاقة من زاوية الطلب و آثارها على الاقتصاد و المجتمع، و خلصت الدراسة إلى ضرورة توحيد الجهود السياسية من أجل ضمان العمل المشترك في مجال الطاقة للدول المتوسطية. الإشكالية: من خلال المعطيات السابقة للذكر و بغية الوصول لهدف الدراسة تكون إشكالية البحث تتمحور حول السؤال الرئيسي التالي:

ما هو النموذج الأنسب للتنبؤ بالطاقة الكهربائية المنتجة في الجزائر عن طريق الطاقة الشمسية ؟

و يندرج عن السؤال الرئيسي السؤالين الفرعيين التاليين :

- ما هو العامل الأساسي الذي يؤثر على كميات إنتاج الطاقة الكهربائية ؟
- هل تؤثر طبيعة السلسلة و خصائصها على تحديد النموذج الملائم؟
- و على ضوء السؤال الرئيسي و السؤالين الفرعيين أعلاه طرحنا الفرضيتين الآتيتين :
- تتأثر الكميات المنتجة من الكهرباء بعامل الموسمية .
- تؤثر خصائص السلسلة على تحديد النموذج للتنبؤ و نتأكد عن طريق تحليل خصائص السلسلة المعنية.

أولا : لمحة عامة عن مؤسسة الكهرباء و الطاقات المتجددة

1/التعريف بالمؤسسة: شركة كهرباء طاقات متجددة المعروفة اختصارا بـ SKTM هي شركة ذات أسهم SPA برأس مال قدره 38 700 000 000 دينار و تعود كل أسهمها إلى مجمع سونلغاز متخصصة في إنتاج الكهرباء عبر الوقود الأحفوري (غاز، ووقود) في مناطق مناطق الشبكة المعزولة بالجنوب الجزائري و إنتاج الكهرباء عبر الوسائط المتجددة عبر كامل أنحاء

الوطن (شركة كهرباء و طاقات متجددة SKTM ، 2017)، و تحصلت من هذه العملية على 26 مركز تقوم على تسيير هذه المراكز وحدتين جهويتين وحدة لإنتاج الجنوب الشرقي USPE ومقرها في تقرت، و وحدة الإنتاج للجنوب الغربي UPSO و مقرها في بشار، و يعد إنتاج الكهرباء في الشبكة المعزولة من اختصاص الشركة، إضافة إلى ذلك تعتبر الشركة الوحيدة على المستوى الوطني المسئولة و المتخصصة في إنتاج الكهرباء بالوسائل المتجددة و يمس إنتاجها كامل التراب الوطني (مجلة أصداء مجمع سونلغاز، 2016، صفحة 08).

2/مبررات انشاء شركة كهرباء طاقات متجددة : لم يأتي إنشاء هذه الشركة عن فراغ أو عن طريق تجزئة شركات سونلغاز بل كان للأهداف التالية:

- التخصيص في تسيير معدات الإنتاج المخصصة للشبكة المعزولة نظرا لخصوصية مناطق الجنوب من حيث الظروف المناخية القاسية والاستثنائية وبعد المسافات والأهمية الاقتصادية للجنوب في الاقتصاد الوطني.
- الوقوف على تطلعات سكان الجنوب من أجل الاستمرارية في التزود بالكهرباء ونوعية الخدمات.
- التوجه الاستراتيجي للدولة في تحقيق البرنامج الوطني الطموح في تطوير الطاقات المتجددة (ECHOS, Groupe Sonelgaz، 2015، صفحة 06).

3/أهم مهام شركة كهرباء طاقات متجددة:

- إنتاج الكهرباء بالوسائل التقليدية باستعمال الوقود الأحفوري في المناطق التابعة للشبكة المعزولة وكذلك إنتاج الكهرباء عبر الوسائل المتجددة عبر الوطن .
- تطوير المنشآت القاعدية لإنتاج الكهرباء في الشبكة المعزولة في الجنوب مع أعمال الهندسة والصيانة.
- الالتزام بكل العمليات بغض النظر عن طبيعتها سواء كانت مالية – تجارية – صناعية – مدنية أو عقارية متعلقة بالهدف الاجتماعي للشركة في إطار سياسة الدولة للسكان و العمل على تحفيز و ضمان تطور هذه العمليات ( ECHOS, Groupe Sonelgaz ,). ((.ibid, p09

تطور وسائل الإنتاج :

الجدول رقم (01): هيكل قدرات الإنتاج الموفرة إلى قدرات الإنتاج الكلية (الوحدة: MW/h)

2016	2015	2014	2013	2012	2011	السنوات
366,63	359,49	319,53	295,11	221,16	253,05	مجموع قدرات الإنتاج بمولدات الديزل
328	274	202	148	162	24	مجموع قدرات الإنتاج بتوربينات الغاز
229,3	59,3	-	-	-	-	مجموع قدرات الإنتاج بالطاقات المتجددة
923,93	692,79	521,53	443,11	383,16	277,05	مجموع قدرات الإنتاج الكلية

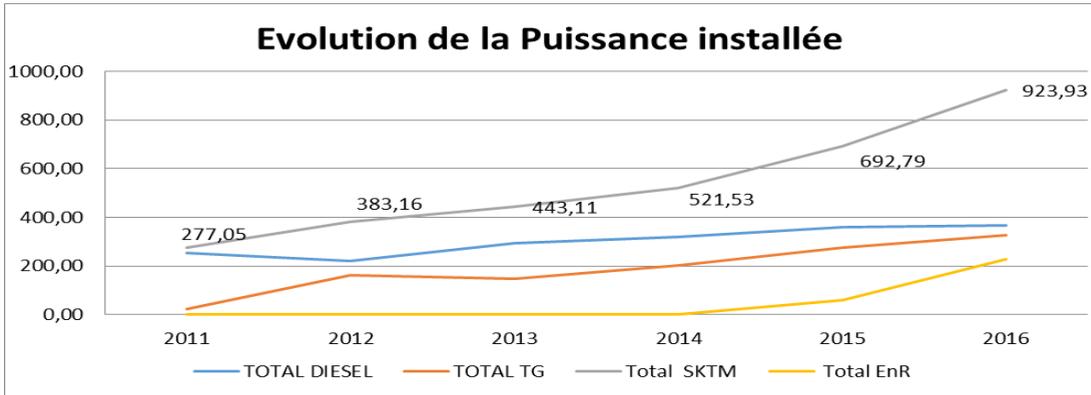
المصدر: شركة كهرباء وطاقات متجددة SKTM، حي سيدي عباذ بدائرة بونورة، ولاية غرداية، 2017.

الجدول رقم (02): نسبة قدرات الإنتاج الموفرة إلى قدرات الإنتاج الكلية (الوحدة: MW/h)

2016	2015	2014	2013	2012	2011	السنوات
39,68%	51,89%	61,27%	66,60%	57,72%	91,34%	نسبة قدرات الإنتاج بمولدات الديزل
35,50%	39,55%	38,73%	33,40%	42,28%	8,66%	نسبة قدرات الإنتاج بتوربينات الغاز
24,82%	8,56%	00,0%	00,0%	00,0%	0,00%	نسبة قدرات الإنتاج بالطاقات المتجددة
100%	100%	100%	100%	100%	100%	نسبة قدرات الإنتاج الكلية

المصدر: شركة الكهرباء و الطاقات المتجددة، نفس المرجع.

الشكل رقم (01): تطور حجم الاستطاعة المثبتة (الوحدة: MW/h)

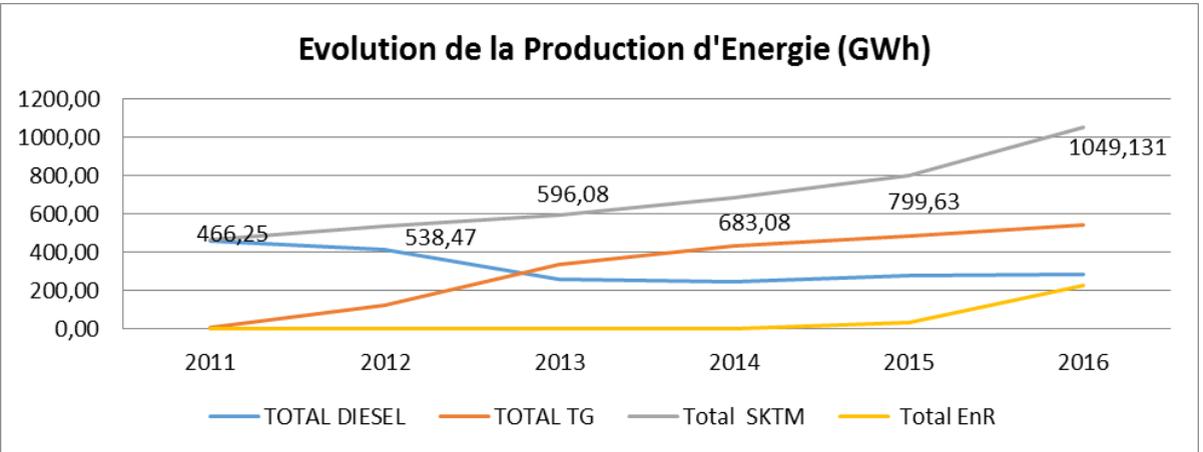


المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على معطيات شركة الكهرباء و الطاقات المتجددة

\*التحليل : انطلاقا من الجداول والمنحنيات السابقة نلاحظ تطور القدرات الإنتاجية للكهرباء لمناطق الشبكة المعزولة بنسبة ثابتة بمعدل حوالي 30% وذلك نتيجة لتطور الطلب على الكهرباء مع استيعاب هذا الطلب بالمزيد من الاستثمارات المتمثلة في اقتناء مولدات جديدة وصيانة القديمة منها لزيادة إنتاجها والاعتماد أكثر على توربينات الغاز مقابل مولدات الديزل وذلك لتقليل التكلفة وزيادة الإنتاج مع ملاحظة أثر دخول إنتاج الكهرباء بالوسائل المتجددة على هيكل القدرات الكلية أين بلغ نسبة 24,82% في ظرف عامين وتمثل هذه النسبة القيمة المضافة التي زادت بها شركة كهرباء وطاقات متجددة لإنتاج الكهرباء في الجنوب الكبير و هذه النسبة قابلة للزيادة نتيجة دخول مراكز أخرى للاستغلال في سنة 2018 بالإضافة إلى مشروع إنتاج 4000 ميغاواط الذي هو في طور الدراسة .

من ناحية الإنتاج نلاحظ الانخفاض التدريجي للإنتاج بمولدات الديزل في هيكل إنتاج الكهرباء من 98,60% سنة 2011 إلى 26,79% سنة 2016 بينما العكس بالنسبة للإنتاج بتوربينات الغاز من 1,40% سنة 2011 إلى 51,85% سنة 2016 مع نفس الملاحظة للإنتاج بالطاقات المتجددة من 4,35% سنة 2015 إلى 21,35% سنة 2016 هذا يدل على تبني الشركة خط خفض الإنتاج بمولدات الديزل نتيجة ارتفاع تكلفتها مع الأخذ بالطاقات المتجددة كبديل إستراتيجي دون الإخلال بالإنتاج وهذا ما يدل عليه الاعتماد على الإنتاج بتوربينات الغاز.

الشكل رقم (02):تطور كمية إنتاج الطاقة (الوحدة:GW/h)



المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على معطيات شركة الكهرباء والطاقات المتجددة.

ثانيا :منهجية بوكس جينكيز في تحليل السلاسل الزمنية

**1/تعريف منهجية بوكس جينكيز:** وضع العالمان **Gwilyn Jenkins-George Box** سنة 1970 في كتابهما **Time series Analysis Forecasting & control** طريقة التطبيق العملي لمعالجة السلاسل الزمنية خاصة المعقدة منها ، و في الحالات التي يكون فيها النموذج الابتدائي غير مطروح مسبقا ، حيث تمتاز هذه الطريقة بالدقة ، و تعتمد نماذج بوكس جينكيز على دالة الارتباط الذاتي و استخدام مبدأ المتوسطات المتحركة و مبدأ الانحدار الذاتي و تشتراط هذه المنهجية إستقرارية السلسلة ، بمعنى أن يكون المتغير التابع له متوسط و تباين ثابتين خلال الفترة الزمنية موضع الدراسة ، أما إذا كانت السلسلة غير ساكنة يتعين إجراء التعديلات اللازمة حتى تستقر (John & Arthur, understanding Business Statistics, Richard D Irwin Inc1991, p. 718 ,)

**2/مراحل تحليل السلاسل الزمنية باستخدام بوكس جينكيز:**

**1-1/مرحلة التعرف:** يتم من خلالها الحكم على مدى استمرار السلسلة الزمنية و تحديد النموذج الذي يمكن أن تخضع له السلسلة ، بالإضافة إلى رتبة النموذج المحدد و ذلك من خلال التمثيل البياني للسلسلة و الكشف عن مركباتها ثم تحليل دالة الارتباط الذاتي و دالة الارتباط الذاتي الجزئي ، بالإضافة إلى إجراء اختبارات ديكي فولر.

**2-2/مرحلة التقدير:** يتم فيها تقدير معالم النموذج بعد تحديد درجات (q) و (p) للنموذجين (MA) و (AR).

**2-3/مرحلة الاختبار:** يتم اختبار مدى قبول النموذج إحصائيا من أجل استخدامه في التنبؤ ، و إذا رفض النموذج فيجب الرجوع إلى المرحلة الأولى ، و من بين الاختبارات اختبار معنوية معالم النموذج و اختبارات البواقي و إذا اتضح أن هناك عدة نماذج مقبولة إحصائيا ف تتم المقارنة بينها باستخدام عدة معايير من بينها معيار (AKAIKE).

**2-4/مرحلة التنبؤ:** هي آخر مرحلة يتم فيها التنبؤ بالقيم المستقبلية للسلسلة الزمنية بتطبيق النموذج الملائم الذي ينتج عنه أصغر قيمة للخطأ و التباين (Bourbonnais R. , 2015, p. 260).

ثالثا :تطبيق منهجية بوكس جينكيز في تحليل السلاسل الزمنية للتنبؤ بكميات إنتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية للفترة من 2017-01 إلى 2018-06 .

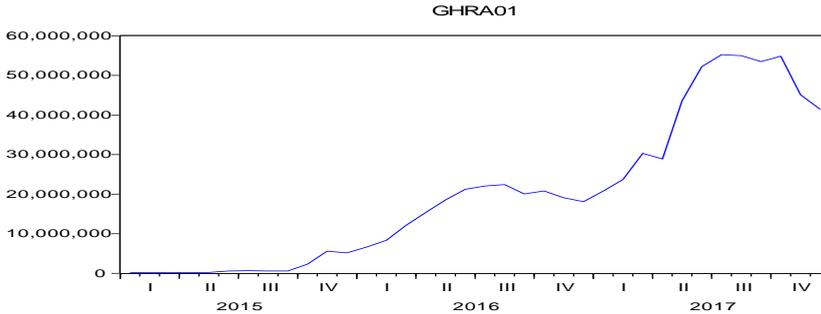
الجدول رقم (03): الكميات المنتجة من الكهرباء بالطاقة الشمسية للفترة من 2015-01 إلى 2017-12 (الوحدة: KW/h)

janv-15	139,609	janv-16	6,617,839	janv-17	20,774,911
févr-15	147,332	févr-16	8,316,180	févr-17	23,681,726
mars-15	195,376	mars-16	12,112,535	mars-17	30,281,789
avr-15	187,082	avr-16	15,361,030.50	avr-17	28,874,793
mai-15	198,508	mai-16	18,549,795.50	mai-17	43,556,332
juin-15	561,040	juin-16	21,214,549	juin-17	52,177,034
juil-15	667,119	juil-16	22,058,184.50	juil-17	55,213,850
août-15	580,646	août-16	22,422,770.10	août-17	54,984,836
sept-15	577,290	sept-16	20,035,638	sept-17	53,476,911
oct-15	2,304,121	oct-16	20,793,577.90	oct-17	54,819,130
nov-15	5,575,351	nov-16	19,072,080.90	nov-17	45,122,302
déc-15	5,150,243	déc-16	18,102,882	déc-17	41,419,408

المصدر: من إعداد الطالبة بناء على معطيات شركة الكهرباء والطاقة المتجددة

1/ التمثيل البياني لمعطيات السلسلة الزمنية ghra01: تمثل بيانيا السلسلة من أجل التعرف على خصائصها الأولية، حيث نلاحظ من خلال الشكل الموالي أن السلسلة غير مستقرة لاحتوائها على اتجاه عام وعلى المركبة الفصلية.

الشكل رقم (03): التمثيل البياني لكميات المنتجة من الكهرباء بالطاقة الشمسية



المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج Eviews

من الشكل نلاحظ أنها تحتوي على مركبة الاتجاه العام و الفصلية كما سبق الذكر لأنها في تزايد مستمر بميل موجب بحكم أن المحطات في 2015 كان عددها 05 فقط وهذا ما يؤثر على كمية الإنتاج مقارنة ب 2016 ليصبح عدد المحطات 18 محطة شمسية وهذا ما زاد من كمية الإنتاج، لتعرف أوج ارتفاع في 2017 حيث بلغ عدد المحطات 22 محطة موزعة على الجنوب الشرقي (تقرت) و الجنوب الغربي (بشار)، و كل ما سبق يدل على وجود مركبة الاتجاه العام.

أما فيما يخص المركبة الفصلية يؤكد وجودها الشكل البياني بحيث أنها تعرف ارتفاعا في كل من ماي، جوان، جويلية، أوت بحكم طبيعة المناطق الجنوبية التي تعرف ارتفاع محسوس في درجة الحرارة وهذه الأخيرة لها دور فعال في إنتاج كل لوحة شمسية لتصل مثلا في 2017-07 إلى  $55.213.85 \text{ KW/h}$  كأقصى حد، لتتخفض مثلا في أشهر الشتاء 12 و 11 و 01 فعلى سبيل المثال كانت كمية الكهرباء المنتجة في 2016-12 بلغت  $18.102.882 \text{ KW/h}$ ، و لا بأس بأن نخرج على ملاحظة مهمة أنه في كل من جانفي و فيفري و مارس ترتفع مقارنة ب نوفمبر و ديسمبر وهذا راجع إلى نسبة الإشعاع الضوئي الذي يصل إلى اللوحة الشمسية لأن له دور كبير هو الآخر في عملية الإنتاج على غرار الرطوبة و سرعة الرياح.

2/دراسة استقرارية السلسلة ghra01: 1-2/اختبار دالة الارتباط الذاتي AC: يتطلب استقرار السلسلة أن يكون معامل الارتباط مساوي للصفر، و اكتفينا بأخذ 12 تأخر لمعرفة ما إذا كانت علاقات جوهرية من الناحية الإحصائية أم لا، أي بين كل تأخر و آخر استعملنا اختبار Qstat وهو اختبار مشترك لمعنوية معاملات الارتباط الذاتي، و حسب الجدول الموالي نلاحظ أن قيمة Q-stat عند تأخر 12 المساوي ل 132.29 و بعد مقارنتها مع  $x^2_{0,05;12}=21.026$ ، و هنا نرفض فرضية العدم و نقبل البديلة أي أن السلسلة غير مستقرة لأن معاملات الارتباط الذاتي غير معدومة.

## الجدول رقم (04): نتائج اختبار دالة الارتباط الذاتي AC

Sample: 2015M01 2018M12  
Included observations: 36

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.943	0.943	34.774	0.000	
2	0.863	-0.243	64.731	0.000	
3	0.751	-0.300	88.132	0.000	
4	0.634	-0.035	105.29	0.000	
5	0.509	-0.072	116.73	0.000	
6	0.388	-0.036	123.60	0.000	
7	0.291	0.163	127.59	0.000	
8	0.210	0.013	129.74	0.000	
9	0.161	0.116	131.06	0.000	
10	0.114	-0.160	131.74	0.000	
11	0.084	-0.008	132.13	0.000	
12	0.053	-0.089	132.29	0.000	

المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على Eviews7

2-2/ اختبار ديكي فولر المطور للسلسلة ghra01: يمكننا هذا الاختبار من الكشف عن استقرارية السلسلة الزمنية حيث

$H_0: |\phi| = 1$  السلسلة غير مستقرة

$H_1: |\phi| < 1$  السلسلة مستقرة

النموذج الأول بدون قاطع وبدون اتجاه الزمن: لاحظنا أن الاحتمالات الحرجة هي أكبر من 0.05 ومنه نقبل فرضية العدم بمعنى أن السلسلة بدون قاطع وبدون اتجاه تحتوي على جذر الوحدة ومنه يمكن الخروج بنتيجة مفادها أن السلسلة غير ساكنة.

الجدول رقم (05): نتائج اختبار ديكي فولر المطور بدون قاطع وبدون اتجاه للسلسلة

## ghra01

Null Hypothesis: SER01 has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 6 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	2.953221	0.9986
Test critical values:		
1% level	-2.647120	
5% level	-1.952910	
10% level	-1.610011	

المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على Eviews7

النموذج الثاني بوجود القاطع فقط: لنلاحظ أن الاحتمالات الحرجة أكبر من 0.05 و منه نقبل فرضية العدم أي السلسلة بوجود القاطع تحتوي على جذر الوحدة و عليه فالسلسلة غير ساكنة.

الجدول رقم (06): نتائج اختبار ديكي فولر المطور بوجود القاطع للسلسلة ghra01

Null Hypothesis: SER01 has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 6 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.650755	0.9993
Test critical values:		
1% level	-3.679322	
5% level	-2.967767	
10% level	-2.622989	

المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على Eviews7

النموذج الثالث باستعمال الاتجاه الزمني و القاطع: نلاحظ أن الاحتمالات الحرجة أكبر من 0.05 و منه نقبل فرضية العدم أي السلسلة بوجود القاطع و الاتجاه الزمني تحتوي على جذر الوحدة و عليه فالسلسلة غير ساكنة.

الجدول رقم (07): نتائج اختبار ديكي فولر المطور باستعمال الاتجاه و القاطع للسلسلة

ghra01

Null Hypothesis: SER01 has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 6 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

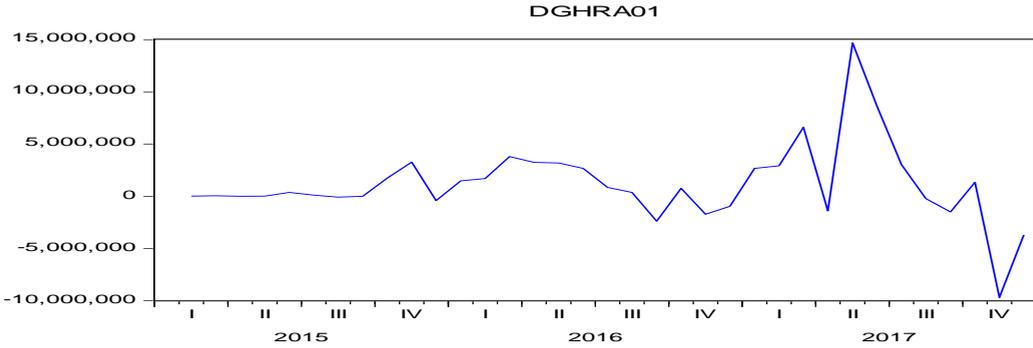
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.572322	0.7792
Test critical values:		
1% level	-4.309824	
5% level	-3.574244	
10% level	-3.221728	

المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على Eviews7

3-2/ اختبار فليب بيرون للسلسلة ghra01: فتحصلنا على نفس نتائج اختبار ديكي فولر المطور.

3/ إزالة عدم استقرارية السلسلة ghra01: لإزالة عدم استقرارية السلسلة نجري عليها فروقات من الدرجة الأولى لنحصل على السلسلة dghra01 و بعد إجراء الفروقات تحصلنا على الشكل البياني التالي :

#### الشكل رقم (04): التمثيل البياني للسلسلة dghra01



المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج Eviews7

من خلال الشكل البياني للسلسلة المعدلة يعطي لنا نظرة أولية عن استقرار السلسلة المعدلة dghra01، إلا أن هذا غير كافي لذا قمنا باختبارات ديكي فولر المطور وفليب بيرون.

#### 3-1/ اختبار فليب بيرون لاستقرارية السلسلة المعدلة dghra01 :

-النموذج الأول: بدون قاطع ولا اتجاه عام

الجدول رقم (08): اختبار فليب بيرون بدون قاطع ولا اتجاه عام للسلسلة المعدلة

#### dghra01

Null Hypothesis: DSER01 has a unit root

Exogenous: None

Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-3.791448	0.0004
Test critical values:		
1% level	-2.634731	
5% level	-1.951000	
10% level	-1.610907	

المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج Eviews7

من خلال الجدول رقم (08) نلاحظ أن الاحتمالات الحرجة أقل من 0.05، كما يمكن الإشارة إلى قيمة فليب بيرون -3.79 هي أقل من الاحتمالات الحرجة عند مستويات 1، 5، 10 % ومنه النموذج بدون قاطع ولا اتجاه عام لا يحتوي على جذر الوحدة بمعنى أن السلسلة dghra01 ساكنة.

النموذج الثاني بوجود القاطع: من خلال الجدول رقم (09) نلاحظ بأن الاحتمالات الحرجة أقل من 0.05 ومنه النموذج بوجود القاطع لا يحتوي على جذر الوحدة بمعنى أن السلسلة المعدلة مستقرة

### الجدول رقم (09): اختبار فليب بيرون بوجود القاطع للسلسلة المعدلة dghra01

Null Hypothesis: DSER01 has a unit root		
Exogenous: Constant		
Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel		
	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-3.923919	0.0048
Test critical values:		
1% level	-3.639407	
5% level	-2.951125	
10% level	-2.614300	

المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج Eviews 7

النموذج الثالث بوجود القاطع والاتجاه العام: من الجدول رقم (10) نلاحظ بأن الاحتمالات الحرجة كذلك أقل من 0.05 وقيمة إحصائية فليب بيرون أقل من الاحتمالات الحرجة عند المستويات الثلاث 1، 5، 10 % ومنه النموذج بوجود القاطع والاتجاه العام لا يحتوي على جذر الوحدة بمعنى أن السلسلة dghra01 مستقرة.

### الجدول رقم (10): اختبار فليب بيرون بوجود القاطع والاتجاه للسلسلة المعدلة dghra01

Null Hypothesis: DSER01 has a unit root		
Exogenous: Constant, Linear Trend		
Bandwidth: 2 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel		
	Adj. t-Stat	Prob.*
Phillips-Perron test statistic	-3.835340	0.0266
Test critical values:		
1% level	-4.252879	
5% level	-3.548490	
10% level	-3.207094	

المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج Eviews7

2-3/ اختبار ديكي فولر المطور لاستقرارية السلسلة المعدلة dghra01: نفس النتائج المحققة في اختبار فليب بيرون، بمعنى أن الاحتمالات الحرجة للنماذج الثلاث أقل من 0.05 و هذا ما يؤكد لنا استقرارية السلسلة المعدلة dghra01، أي أنها لا تحتوي على مركبة الاتجاه العام ولا على الفصلية.

3-3/ اختبار KPSS: وهذا النموذج يفترض استعمال اختبار مضاعف لقرانج LM الذي يقوم على أساس فرضية العدم التي تنص على استقرارية السلسلة، حيث إذا كانت إحصائية لقرانج أكبر من الاحتمالات الحرجة عند مستوى 1 و 5 و 10 % فإننا نرفض فرضية العدم ونقبل البديلة و في هذه الحالة تكون السلسلة غير مستقرة علما أن هذا الاختبار يمكن إجراءه فقط من خلال نموذجين الأول بوجود القاطع و الثاني بالقاطع مع الاتجاه العام و عند إجرائنا لهذا الاختبار استخلصنا منه نتيجة مفادها أن السلسلة ddghra01 مستقرة و هذا سنبينه في الجدول رقم (11) التالي:

### الجدول رقم (11): نتائج اختبار KPSS

Null Hypothesis: DSER01 is stationary  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Bandwidth: 3 (Newey-West automatic) using Bartlett kernel

	LM-Stat.
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test statistic	0.080426
Asymptotic critical values*:	
1% level	0.216000
5% level	0.146000
10% level	0.119000

المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج Eviews 7

من الجدول أعلاه نلاحظ أن إحصائية LM=0.08 أقل من الاحتمالات الحرجة عند مستوى 1 و 5 و 10 % وبالتالي سنقبل فرضية العدم التي تنص على استقرارية السلسلة dghra01. 4// تقدير نموذج التنبؤ لسلسلة كميات إنتاج الكهرباء بالطاقة الشمسية وفق منهجية بوكس جينكينز: بعد التوصل إلى استقرار السلسلة dghra01 سننتقل إلى مرحلة تقدير نموذج التنبؤ بإتباع المراحل التالية:

1-4/مرحلة التعرف على النموذج : وهي المرحلة التي يتم من خلالها التعرف على درجات أو رتب للنماذج  $MA(p), AR(q)$  على التوالي وهذا من خلال دالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي بعد استقرار السلسلة حيث نلاحظ من خلال الجدول رقم (12) أن هناك مشاهدة واحدة خارج مجال الثقة ذات الرتبة 06 .

### الجدول رقم (12):دالة الارتباط الذاتي البسيط و الجزئي للسلسلة dghra01

Sample: 2015M01 2018M12

Included observations: 35

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.317	0.317	3.8341	0.050
		2	0.225	0.138	5.8149	0.055
		3	0.075	-0.034	6.0430	0.110
		4	-0.036	-0.089	6.0962	0.192
		5	-0.230	-0.231	8.3795	0.137
		6	-0.591	-0.544	23.976	0.001
		7	-0.169	0.225	25.293	0.001
		8	-0.241	-0.046	28.075	0.000
		9	-0.145	-0.059	29.116	0.001
		10	-0.073	-0.025	29.388	0.001
		11	0.085	-0.076	29.776	0.002
		12	0.189	-0.169	31.783	0.001
		13	0.103	0.171	32.411	0.002
		14	0.193	-0.003	34.713	0.002
		15	0.104	-0.086	35.414	0.002
		16	0.074	-0.001	35.790	0.003

المصدر: من إعداد الباحثتان بالاعتماد على برنامج Eviews 7

وعليه النماذج  $AR, MA$  تأخذ الرتبة 06، وتم الوصول إلى نتيجة مفادها أن النموذج الملائم هو  $ARIMA(6,1,6)$  ليصبح النموذج المقدر المناسب  $ARIMA(6,1,6)$  كما في الدول الموالي :

## الجدول رقم (13): النموذج المقدر للسلسلة المعدلة

Dependent Variable: DGHRA01  
 Method: Least Squares  
 Date: 04/05/18 Time: 10:58  
 Sample (adjusted): 2015M08 2017M12  
 Included observations: 29 after adjustments  
 Convergence achieved after 13 iterations  
 MA Backcast: 2015M02 2015M07

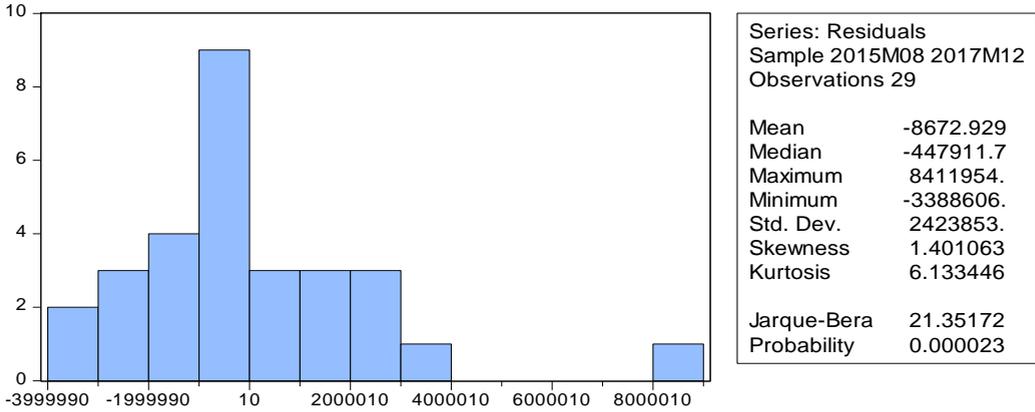
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1814303.	233479.1	7.770728	0.0000
AR(6)	-0.399658	0.163733	-2.440908	0.0218
MA(6)	-0.897765	0.044220	-20.30211	0.0000
R-squared	0.662196	Mean dependent var		1405251.
Adjusted R-squared	0.636211	S.D. dependent var		4170391.
S.E. of regression	2515368.	Akaike info criterion		32.41143
Sum squared resid	1.65E+14	Schwarz criterion		32.55288
Log likelihood	-466.9658	Hannan-Quinn criter.		32.45573
F-statistic	25.48385	Durbin-Watson stat		1.813209
Prob(F-statistic)	0.000001			
Inverted AR Roots	.74-.43i	.74+.43i	.00+.86i	-.00-.86i
	-.74-.43i	-.74+.43i		
Inverted MA Roots	.98	.49-.85i	.49+.85i	-.49-.85i
	-.49+.85i	-.98		

المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج Eviews 7

2-4/مرحلة التشخيص: يتم اختبار معنوية المعلمات باستخدام إحصائية ستودنت t واختبار المعنوية الكلية للنموذج باستخدام إحصائية فيشر F ومعامل التحديد  $R^2$  حيث نلاحظ من خلال الجدول رقم (13) أن كل من المعنوية الكلية و الجزئية جيدة وفقا لاختباري t, f بحيث أن احتمالية كل منهما أقل من 0.05 أي أننا نرفض فرضية العدم ونقبل البديلة بمعنى أن المعلمتين لهما معنوية إحصائية و النموذج أيضا ذو معنوية إحصائية و صالح للتقدير، أما فيما يخص  $R^2$  الذي يمثل قوة الارتباط فهو يعادل 0.66 كما هو موضح في الجدول أعلاه أي 66% النسبة المفسرة و هي معتبرة أما النسبة المتبقية 44% تفسرها العوامل الأخرى الغير مدرجة في النموذج التي تتضمن الحد العشوائي.

-اختبار التوزيع الطبيعي لبواقي النموذج المقدر: هذا الاختبار يساعد على معرفة ما إذا كانت الأخطاء تتبع التوزيع الطبيعي، استنادا على المدرج التكراري للبواقي HISTOGRAMME تحصلنا على الشكل التالي :

الشكل رقم (06): المدرج التكراري



المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على Eviews

-اختبار جارك بيرا: يستعمل هذا الاختبار لتبيان ما إذا كانت الأخطاء تتبع توزيع طبيعي.

$$H_0: \varepsilon_t \rightarrow N(0, \delta^2)$$

$$H_1: \varepsilon_t \not\rightarrow N(0, \delta^2)$$

لدينا إحصائية  $JB = 21.35 > \chi^2_{0,05} = 5,99$  وبما أن احتمالته أقل من 0.05 فإننا

نرفض  $H_0$  أي الأخطاء لا تتبع التوزيع الطبيعي.

-اختبار بواقي دالة الارتباط الذاتي ودالة الارتباط الذاتي الجزئي: من خلال دالة الارتباط الذاتي

للبواقي نلاحظ من خلال الجدول الموالي رقم (14) بأن جميع المعاملات تقع داخل مجال الثقة

، وللتأكيد نعلم على اختبار Ljung-Box حيث نقارن بين قيمة Q-stat بالقيمة الإحصائية

كاي تربيع.

## الجدول رقم (14): نتائج اختبار دالة الارتباط الذاتي البسيط و الجزئي

Sample: 2015M08 2017M12

Included observations: 29

Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.085	0.085	0.2321	
		2	0.112	0.105	0.6478	
		3	-0.205	-0.226	2.0940	0.148
		4	-0.114	-0.094	2.5589	0.278
		5	-0.329	-0.283	6.6234	0.085
		6	-0.049	-0.033	6.7163	0.152
		7	0.028	0.061	6.7480	0.240
		8	-0.049	-0.203	6.8499	0.335
		9	-0.066	-0.162	7.0476	0.424
		10	-0.077	-0.169	7.3275	0.502
		11	-0.058	-0.138	7.4965	0.586
		12	-0.011	-0.057	7.5027	0.677

المصدر: من إعداد الباحثتان بالاعتماد على برنامج Eviews 7

لدينا من الشكل  $Q\text{-stat}=7.502$  الموافقة للتأخير 12، أما قيمة  $\chi^2_{0,05;12} = 21.026$  وبما أن

$\chi^2_{0,05;12} = 21.026 > LB = 7.502$ ، فإن البواقي عبارة عن تشويش أبيض.

-اختبار الارتباط الذاتي للأخطاء: يهدف هذا الاختبار إلى اختبار وجود أو عدم وجود علاقة بين الأخطاء في النموذج، سنستعمل إحصائية  $DW=1.81$  ونقوم بحساب العلاقة التالية :  
 $DW=2(1-\rho)$  وبعد الحساب وجدنا  $\rho=0.095$  وهي قيمة تقع في مجال اختبار غير حاسم و على هذا الأساس سنستعمل اختبار Breusch-Gedfrey كالاتي :

الجدول رقم (15): نتائج اختبار الارتباط الذاتي للأخطاء

## Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test

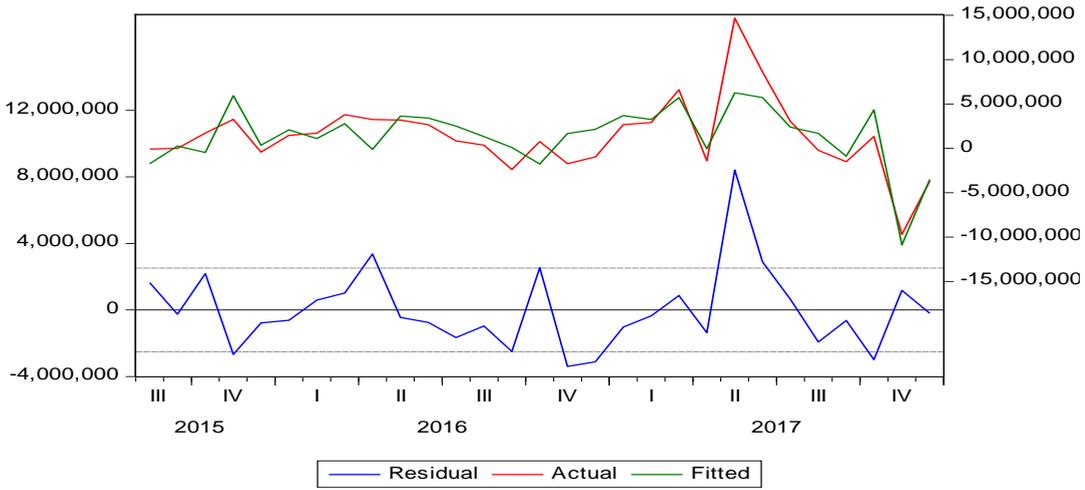
F-statistic	0.242684	Prob. F(2,24)	0.7864
Obs*R-squared	0.574484	Prob. Chi-Square(2)	0.7503

المصدر: من إعداد الباحثتان بالاعتماد على برنامج Eviews 7

لدينا:  $nR^2 = 0.574 < \chi^2_{0,05}(2) = 5,99$  و بالتالي نقبل فرضية العدم و نرفض البديلة أي لا يوجد مشكل الارتباط الذاتي للأخطاء، وهذا جيد بالنسبة للنموذج.

3-4/مرحلة التنبؤ: بعد اختبار النموذج المقدر و اختبار مدى صلاحيته يمكننا التنبؤ بقيم كمية الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية وهذا بالاعتماد على النموذج المتحصل عليه ARIMA(6,1,6) علما أنه تم حساب القيم التنبؤية من 2016-08 إلى غاية 2017-12. الشكل رقم (07): التمثيل البياني لكمية الكهرباء المنتجة بالطاقة الشمسية الحقيقية و

### المتوقعة و سلسلة البواقي



المصدر: من إعداد الباحثتان بالاعتماد على برنامج Eviews 7

يمثل الشكل البياني أعلاه التمثيل البياني للسلاسل الزمنية الأصلية أو الفعلية والمتوقعة والبواقي والذي من خلاله نلاحظ أن المنحنى البياني للسلسلة المقدر ينطبق على المنحنى البياني للسلسلة الأصلية تقريبا مما يؤكد أن السلسلة المدروسة مستقرة وبالتالي دقة النموذج المستخدم.

التنبؤ بكمية الكهرباء المنتجة بالطاقة الشمسية للفترة من 2017-01 إلى 2018-06:

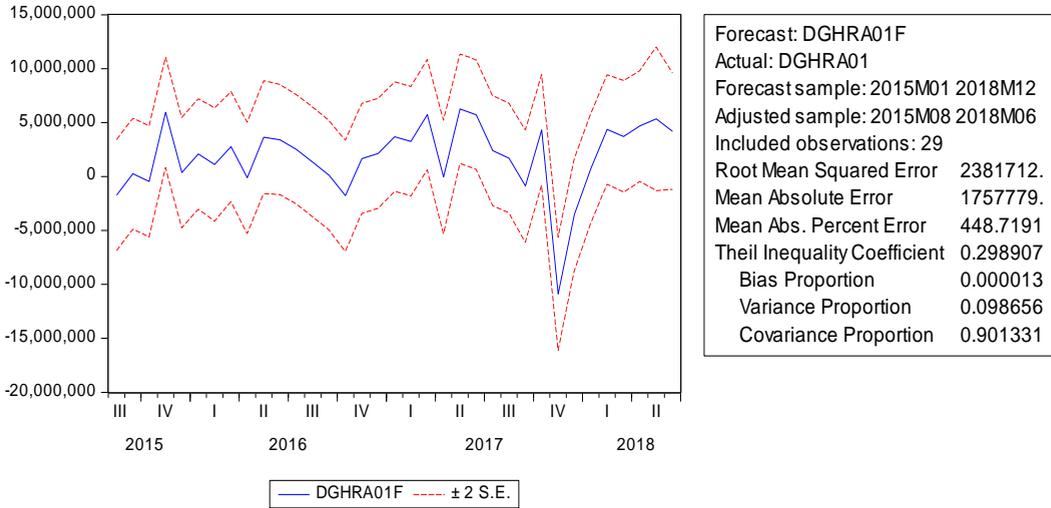
## الجدول رقم (15): المقارنة بين القيم الحقيقية و القيم التنبؤية من 2017-01 إلى 2017-12

القيم التنبؤية	القيم الحقيقية	المدة
3693881	2537138	2017-01
3256927	2539121	2017-02
5728298	2556307	2017-03
41559	2628986	2017-04
6269591	2539093	2017-05
5723520	2538317	2017-06
2388887	2548783	2017-07
1691991	2541863	2017-08
881004	2598942	2017-09
4327563	2559983	2017-10
10880144	2624740	2017-11
3506915	2596785	2017-12
7440223	/	2018-01
4355542	/	2018-02
3704887	/	2018-03
4683111	/	2018-04
5352478	/	2018-05
4195238	/	2018-06

المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج 7 Eviews

من الجدول أعلاه و باستخدام النموذج المحدد بطريقة بوكس جينكيز تم التنبؤ بكمية الكهرباء المنتجة بالطاقة الشمسية بعد تعديل السلسلة الزمنية و جعلها مستقرة للفترة من 2017-01 إلى 2018-06 حيث لاحظنا أن الكهرباء المنتجة بالطاقة الشمسية ستعرف ارتفاعا في الأشهر المقبلة لتصل الكمية إلى ما يقارب 7440223 KW/h أما إذا تم إضافة محطات أخرى للطاقة الشمسية فهذا ما سنسميه بالاستغلال الجيد بالموارد المتجددة التي تزخر بها الجزائر أهمها الطاقة الشمسية.

## الشكل رقم (08): التمثيل البياني للسلسلة المتنبأ بها و البواقى



المصدر: من إعداد الباحثان بالاعتماد على برنامج 7 Eviews

خلاصة : في الختام يمكن القول بأن هدفنا من تطبيق منهجية بوكس جينكيز في البحث كان تحليل سلسلة كمية الكهرباء المنتجة بالطاقة الشمسية من أجل التنبؤ بالقيم الحالية والمستقبلية للسلسلة للفترة من 2017-01 إلى 2018-06، دون الحاجة إلى تحديد العوامل المؤثرة على تطورها هذه أو تفسير سلوكها مستقبلا حيث يعتبر تحليل السلاسل الزمنية الأسلوب الأنجع للقيام بعملية التنبؤ عندما لا تتوافر المعلومات بالقدر الكاف حول ظروف اشتغال اللوحة الشمسية و العوامل المؤثرة عليها، لذلك تعتبر منهجية بوكس جينكيز أسلوبا فعالا في تحليل السلاسل الزمنية، و من خلال تطبيقها في بحثنا هذا، تظهر جليا أهمية التنبؤ بكمية الكهرباء المنتجة بالطاقة الشمسية، حيث يمكن صياغة النتائج المتوصل إليها فيما يلي:

- أدت نتائج الاختبارات الإحصائية لمدى استقرار سلسلة كمية الكهرباء المنتجة بالطاقة الشمسية في الجزائر كما أظهرت نتائج التنبؤ المتوصل إليها أن هناك تناسق بين قيم السلسلة الأصلية و القيم المتنبأ بها، و عليه نستنتج أن العوامل المؤثرة على تزايد الكميات المنتجة عبر الزمن تؤثر كذلك على الكميات المتوقعة إنتاجها مستقبلا، و هذا ما يؤكد صحة الفرضية الأولى أي أن العامل الموسمي يؤثر على كمية الكهرباء المنتجة بالطاقة الشمسية.

- بما أن كمية الكهرباء المنتجة من الطاقة الشمسية تتأثر بعامل الموسمية فلا بد على مؤسسة الكهرباء و الطاقات المتجددة أن تأخذ هذا بعين الاعتبار بحيث أنها توفر محطات للطاقات التقليدية كالديزل و الغاز بجانب المحطات الشمسية لأنه عندما ينخفض أو حتى ينقطع إنتاج المحطة الشمسية تعوضها المحطة التي تنتج الغاز والديزل... إلخ بالطاقات التقليدية كي لا تتضرر المناطق المعزولة و مختلف المناطق التي تزود من محطات الطاقة الشمسية.
- العمل على إنشاء وحدات إدارية مختصة بمجال التنبؤ للعمل على التخطيط و الرقابة، و ضرورة القيام بدورات تدريبية للتكوين و اكتساب المعرفة في هذا المجال لتطبيق عملية التنبؤ.
- تشجيع الشراكة بين المعاهد المتخصصة و مخابر البحث العلمي الذين تتوفر فيهم القدرة و المهارة لأساتذتهم و خبراءهم و المؤسسات في مجال التقنيات الكمية و التنبؤية، و زيادة إلمامهم بمجالات استخدام الحاسوب و البرامج ذات العلاقة ضمانا لتقديم دورات تدريبية و تكوين فرق منسجمة و متكاملة، لإيجاد الحلول المناسبة في الوقت المناسب، في ظل تخصيص ميزانية للبحث و التطوير علما أنه يوجد مركز للبحث و التطوير مقره كذلك في غرداية، بحيث من خلال هذا الأخير يغطي الاستخدام و التطوير المناسب لتقنيات التنبؤ.

#### قائمة المراجع:

- 1- مجلة أصداء مجمع سونلغاز، أبريل 2016، ص: 08.
- 2- شركة كهرباء و طاقات متجددة SKTM، حي سيدي عباذ بدائرة بونورة، ولاية غرداية.
  - 3- ECHOS, Groupe Sonelgaz, Octobre 2015, p06.
  - 4- ECHOS, Groupe Sonelgaz, ibid, p09.
  - 5- John Hanke and Arthur Reitsch, understanding Business Statistics, Richard D Irwin Inc, Boston, 1991p718.
  - 6- Régis Bourbonnais, Econométrie, 9eme édition, Dunod, Paris, France, 2015.p260.