

محاولة اقتراح نموذج SARIMA للتنبؤ بمبيعات الكهرباء الموجهة

لزبائن التوتر المتوسط في الجزائر حالة: مديريةية التوزيع ورقلة

Trying to propose a SARIMA model to forecast electricity sales for medium voltage customers in Algeria

د. أحمد نصير¹ ، جامعة الوادي (الجزائر)، ahmednecir79@gmail.com.د. يونس زين جامعة الوادي (الجزائر) ، zine.younes@yahoo.fr

تاريخ الإرسال : 2018.09.25 تاريخ القبول : 2018.11.19 تاريخ النشر : 2018/12/06

الملخص: تعتبر مبيعات الكهرباء في الجزائر ذات خصائص إحصائية مهمة يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في مشكلة النمذجة، و يتعلق الأمر بوجود التقلبات الموسمية و الشهرية التي لها تأثير مباشر على العملية التنبؤية، ومدى قدرة النموذج الذي يفسر الظاهرة، لذلك توجب علينا انتهاج نماذج إحصائية دقيقة تمكنا من التنبؤ بمستقبل مبيعات الكهرباء.

من بين النماذج المستخدمة في عملية التنبؤ النماذج الموسمية و أخرى غير موسمية (نماذج الانحدار الذاتي-المتوسطات المتحرك - النماذج المختلطة و المضاعفة.....) و التي تدرس السلوك الدوري لهذه المتغيرات و ذلك بأخذ الاتجاه العام العشوائي و حركتي قسم الانحدار الذاتي والمتوسط المتحرك ومعامل التكامل الموسمي بعين الاعتبار.

وعليه سوف نحاول في هذه الدراسة القياسية تحليل السلوك الدوري لمبيعات الكهرباء الموجهة لزبائن

التوتر المتوسط MT

الكلمات المفتاحية: الطاقة الكهربائية ، مبيعات الكهرباء ، التوتر المتوسط ، السلاسل الزمنية المختلطة .

Abstract:

. Electricity sales in Algeria have important statistical characteristics that should be taken into account in the problem of modeling. It is about the existence of seasonal and monthly fluctuations that have a direct impact on the predictive process and the ability of the model to solve the phenomenon. Therefore, we have to adopt accurate statistical models that enable us to predict the future Electricity sales.

Among the models used in the prediction process are seasonal and other non-seasonal models (self-regression models - moving averages - mixed and multiplied models. This study examines the periodic behavior of these variables by taking the random general trend and the two regressions Self, moving averages and seasonal integration factors.

In this standard study, we will attempt to analyze the periodic behavior of electricity sales directed to MT clients

keywords:electricity. Electricity sales. Average tension. Mixed time series

تقديم :

تعد الفترة التي تلت الحرب العالمية الثانية وبالتحديد في جوان من سنة 1947 أهم مرحلة انتقالية حيث قررت الحكومة الاستعمارية بالجزائر محاولة تنمية الاقتصاد ببعث و إنشاء مؤسسة لتوزيع الطاقة (الكهرباء و الغاز) " EGA " و التي أسند إليها احتكار إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها وكذلك توزيع الغاز .

وبعد الاستقلال وبالضبط سنة 1969 تأسست الشركة الجزائرية للكهرباء والغاز(سونلغاز) لتحل محل الهيئة السابقة كهرباء وغاز الجزائر (EGA)، وتتمثل مهامها الرئيسية في نقل و توزيع الكهرباء وكذا نقل و توزيع الغاز الطبيعي عن طريق خطوط و أنابيب في السوق الوطنية لتكون بذلك المؤسسة الوحيدة للطاقة الكهربائية في الجزائر . وتعتبر مديرية التوزيع ورقلة والتي تعتبر احد فروع الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء و الغاز، و التي سنعتمد على سلسلة مبيعاتها في دراستنا التطبيقية من خلال التطرق الى سلسلة المبيعات من الكهرباء للتوتر المتوسط.

ومحاولة دراسة و تقدير و تنبؤ لمبيعات الطاقة الكهربائية ذات التوتر المتوسط MT و الموجه خاصة الى القطاع العائلي AO و القطاع الإداري ذو الخاصية FSM (Facture Sur Mémoire) ، و المأخوذة من بيانات المؤسسة للفترة جانفي 2010 إلى غاية مارس 2017. من خلال مما سبق يمكن إعطاء تساؤل رئيسي حول هذه الدراسة :

مامدى دقة نماذج السلاسل الزمنية الموسمية المختلطة SARIMA على التنبؤ و اتخاذ القرار لسلسلة مبيعات الطاقة الكهربائية في ظل التقلبات الموسمية.

ولإجابة على هذا السؤال تم طرح الفرضيات التالية :

- تعتبر المبيعات الشهرية لمؤسسة سونلغاز بورقلة قابلة للتنبؤ على المدى القصير .
- تتمتع النماذج الموسمية SARIMA بقوة وجوده في التنبؤ بمبيعات الكهرباء، كما تعد المبيعات الشهرية لسنوات سابقة هي أفضل ما يمكن اعتماده لتقدير المبيعات المستقبلية.
- تعد المبيعات الشهرية من الكهرباء غير قابلة للتنبؤ على المدى الطويل وحركة المبيعات تظهر كنتيجة لصدمة خارجية.

- أهداف الدراسة وأهميتها:

إن الأهداف الأساسية لهذا البحث انبثقت من الأهمية الجوهرية للدراسة ككل، و التي أبرزت قدرات الجزائر في مجال الطاقة الكهربائية بالإضافة الى أهمية العملية التنبؤية من خلال التعرف على نماذج السلاسل الزمنية المختلفة، فالهدف الأساسي هنا هو دراسة أهم أنواع الطرق و الأساليب التنبؤية الوصفية والكمية والتي يمكن أن تطبق في التنبؤ بالمبيعات قصيرة و متوسطة الأجل و تبيان أجودها مع تسليط الضوء على نماذج SARIMA و كيفية التنبؤ بالمبيعات عن طريقها و اختبار مدى دقتها و جودتها و ذلك من اجل اعتمادها. بالإضافة الى التحكم أكثر في التقنيات الكمية وربطها بالتحليل الاقتصادي، وذلك لترشيد قرارات المسيرين و تقادي الخسائر المستقبلية.

ومن خلال هذه الدراسة التطرق إلى العناصر التالية:

أولا: الطاقة الكهربائية : لمحة تاريخية ، مفاهيم

الطاقة الكهربائية هي أحد أنواع الطاقة الموجودة في الطبيعة تستخدم في شتى المجالات والتي لا غنى عنها في حياتنا اليومية في الاستخدامات المنزلية كالإنارة والتدفئة وتشغيل الأجهزة الكهربائية المنزلية وكافة المجالات الأخرى مثل الصناعة، الاتصالات والمجالات العلمية¹.

1-لمحة التاريخية عن الطاقة الكهربائية: أصل كلمة الكهرباء في العربية هو "كهربا"،

وهو صمغ شجرة إذا حك صار يجذب التبن نحوه. الكهرباء الساكن (البرق) هي أول ما عرف من أشكال الكهرباء من قبل العالم الأمريكي فرنكلين(Franklin). فالطاقة الكهربائية هي أحد أنواع الطاقة الموجودة في الطبيعة، ويمكن الحصول عليها عن طريق الصواعق والاحتكاك إلا أنه صعب وغير مجدي.

بعد ذلك استطاع العالم الايطالي فولتا (Volta) عام 1978 إنتاج الكهرباء الكيميائية بواسطة وعائه المشهور (وعاء فولتا). ثم توالت الاكتشافات من قبل العالم الفرنسي أمبير (Ampere) الذي استطاع التمييز بين التوتر (العمل) والتيار، وفي سنة 1826 فسر العالم أوم (Ohm) ظاهرة إيصال أجسام صلبة للكهرباء ووضع تعريفاً للجهود الكهربائي (قوة دافعة كهربائية) ، ومفعوله على الموصلات. وفي عام 1827 اكتشف العلاقة الأساسية بين

التوتر والتيار المعروفة بقانون أوم $U=R*I$ حيث: U تمثل التوتر، R يمثل المقاومة و I تمثل شدة التيار و تقاس بالأوم.

ولقد تم تصنيف المواد من وجهة نظر كهربائية تبعاً لتفاعلها مع التيار الكهربائي (مرور الشحنات الكهربائية) في :

- **نواقل (مواد ناقلة):** وهي المواد التي تبدي مقاومة بسيطة (قليلة) لمرور التيار الكهربائي فيها مثل المعادن.

- **عوازل (مواد عازلة):** وهي المواد التي تبدي مقاومة عالية لمرور التيار الكهربائي فيها كالزجاج والمطاط.

- **أنصاف النواقل :** وهي المواد التي تبدي مقاومة عالية جداً لمرور التيار الكهربائي في اتجاه بينما تبدي مقاومة منخفضة في الاتجاه المعاكس.

2- مفاهيم عامة حول الطاقة الكهربائية:

الطاقة الكهربائية هي شكل من أشكال الطاقة تتجم عن تدفق الجسيمات المشحونة مثل الإلكترونات والأيونات في وسط ناقل. ويعتقد بأن التيار الكهربائي عبارة عن تدفق الكترولونات خلال نقل كهربائي، ويمكن مقارنته بتدفق سائل عبر أنبوب².

أما حسب النظرية المجهرية التي قدمها **هنريك أنطون** سنة 1895 فإن الكهرباء هي الطاقة التي تخلقها حركة الإلكترونات في جسم موصل. ومن هذه الحركة يتولد تيار كهربائي نتيجة فصل الكترولونات عن ذرتها عن طريق الاحتكاك أو الحرارة أو المفعول الكيماوي. وهناك عناصر تتفصل عن ذرتها دون أن يتطلب ذلك جهداً كبيراً إنها الموصلات (النحاس، الفضة، الألمنيوم... الخ) أما الهواء، الزجاج والخشب فهي عازلة.

ثانياً : نظرة عامة حول مديرية التوزيع ورقلة

إلقاء نظرة مجهرية على مديرية التوزيع ورقلة والتي تعتبر احد فروع الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء و الغاز، و التي سنعتمد على سلسلة مبيعاتها في دراستنا التطبيقية من خلال التطرق الى سلسلة المبيعات من الكهرباء للتوترين المنخفض و المتوسط، بالإضافة الى نظرة حول رقم أعمالها و متوسط سعر البيع و كذا معدلات الضياع بالنسبة للطاقة الكهربائية و الغازية معا.

1- الهيكل التنظيمي لمديرية التوزيع ورقلة : يعتبر الهيكل التنظيمي العمود الفقري للمؤسسة وهو يمثل الإطار أو البناء الذي يحدد التركيب الداخلي لها، حيث يوضح التقسيمات والتنظيمات والوحدات الفرعية التي تؤدي مختلف الأعمال والأنشطة اللازمة لتحقيق الأهداف المنشودة والمسطرة، كما أنه يعكس نوعية العلاقات بين أقسامها وخطوط الصلاحيات والمسؤوليات فضلاً عن تحديد شبكات الاتصال وانسيابية المعلومات بين المستويات الإدارية المختلفة فيها.

و فيما يتعلق بمديرية التوزيع بورقلة فإن هيكلها التنظيمي ينبثق أساساً من طبيعة نشاطها والأهداف المسطرة و المشاريع التنموية ذات العلاقة المباشرة بالمستهلكين أو الزبائن من جهة و الخدمات المقدمة من جهة أخرى. بالإضافة إلى أن مديرية التوزيع ورقلة هي إحدى فروع الشركة الجزائرية لتوزيع الكهرباء و الغاز فهيكلا يأخذ الشكل او الصيغة الموحدة لكل المديريات عبر الوطن .

2- مبيعات مديرية التوزيع ورقلة: إن نشاط مديرية التوزيع بورقلة يتمثل في تزويد مواطنين المنطقة بالطاقة الكهربائية و الغازية فهي بذلك تمثل فرع التوزيع في ورقلة التابع لمجمع سونلغاز و من خلال الدور المنوط لها أو النشاط الاقتصادي الحركي الذي تلعبه في حلقة الاقتصاد ككل فمن الواجب أو من الضروري التطرق إلى بعض الخصوصيات الاقتصادية للمديرية كمبيعاتها و مشترياتها من الطاقة الكهربائية و الغازية دون أن ننسى الجانب المهم و المتمثل في قيمة و معدلات ضياع الطاقة بالإضافة إلى رقم الأعمال و بعض البيانات الإحصائية. نجد كل هذا ملخص في الجدول الموالي (عينة مكونة من أربعة أشهر)⁵:

2-1- الطاقة الكهربائية: ويمكن إعطاء وتقديم إحصائيات خاصة بطاقة الكهربائية خلال

الفترة من نوفمبر 2016 إلى غاية شهر فيفري 2017 والمبينة في الجدول التالي :

الجدول (01): بيانات إحصائية عن الطاقة الكهربائية

| نوفمبر 2016 | ديسمبر 2016 | جانفي 2017 | فيفري 2017 | |
|-------------|-------------|------------|------------|---------------------|
| 55,859,695 | 67,241,829 | 82,964,279 | 59,901,159 | المشتریات Achats |
| 81,954,631 | 57,147,885 | 73,046,409 | 64,625,596 | المبيعات Ventes |
| -26,094,936 | 10,093,944 | 9,917,870 | -4,724,437 | الضياع Pertes |

| | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|
| -7.89 | 11.95 | 15.01 | -46.72 | معدل الضياح Taux P |
| 117,433,748.70 | 321,218,592.40 | 254,729,938.38 | 388,150,144.51 | رقم الأعمال CA |
| 4.0309 | 4.3975 | 4.7362 | 4.8160 | متوسط السعر (دينار) |

المصدر: مستخرج من البيانات الشهرية للمديرية -

2-2- الطاقة الغازية: ويمكن إعطاء وتقديم إحصائيات خاصة بطاقة الغازية خلال الفترة من نوفمبر 2016 إلى غاية شهر فيفري 2017 والمبينة في الجدول التالي :

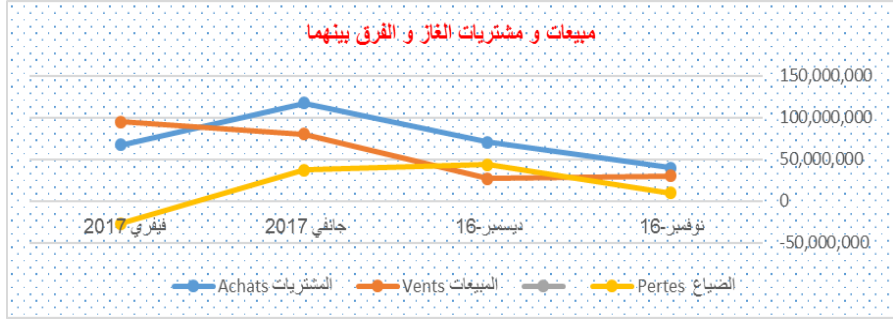
الجدول (02): بيانات إحصائية عن الطاقة الغازية

| نوفمبر 2016 | ديسمبر 2016 | جانفي 2017 | فيفري 2017 | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------|
| 39,787,782 | 70,442,977 | 117,247,227 | 67,488,502 | المشتريات Achats |
| 30,264,514 | 26,664,575 | 79,887,237 | 94,730,258 | المبيعات Ventes |
| 9,523,268 | 43,778,402 | 37,359,990 | -27,241,756 | الضياح Pertes |
| 23.94 | 62.15 | 31.86 | -40.37 | معدل الضياح Taux P |
| 12,273,251.78 | 10,735,874.11 | 30,119,649.68 | 37,554,448.17 | رقم الأعمال CA |
| 0.4055 | 0.4026 | 0.3770 | 0.3964 | متوسط السعر (دينار) |

المصدر: مستخرج من البيانات الشهرية للمديرية -

2-3- ضرورة التفرقة بين مبيعات ومشتريات الغاز: والشكل الموالي يبين الفرق بين مبيعات و مشتريات الغاز

الشكل (01): الفرق بين مبيعات و مشتريات الغاز



المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على البيانات الشهرية للمديرية

إن الملاحظ و المتتبع للمعطيات الجدولية خاصة المتعلقة بالطاقة الكهربائية يلاحظ التذبذب الواضح في مبيعات الطاقة و كذلك الأمر بالنسبة للمشتريات غير أن هذا الأخير يحكمه الطلب و تحكمه الخصوصية الموسمية كارتفاع الطلب على الغاز الطبيعي في الشتاء خاصة في شهر جانفي و ينخفض كلما ارتفعت درجات الحرارة, أما الطلب على الكهرباء فنلاحظ تزايد الطلب في الأشهر الثلاثة (نوفمبر ديسمبر جانفي) و تناقصه في شهر فيفري لاعتدال الجو و تناقص استعمال الطاقنتين و هو ما تفسره الخصوصية الموسمية في الطلب على الكهرباء .

كما يمكن تفسير عدم التوازن بين المبيعات و المشتريات في الحالة الإيجابية (المبيعات اقل من المشتريات رغم خصوصية السلع غير القابلة للتخزين) الى ما يعرف بضياع الطاقة (Les Pertes) و هو الأمر الذي يأرق المؤسسة و هي على نوعين ضياع تقني و ضياع تسييري و أسبابه عديدة ك سوء التسيير و السرقة و العوامل الفنية و التقنية و تسريبات الغاز و غيرها من العوامل

أما في الحالة السلبية عندما تكون قيم المبيعات اكبر من المشتريات كما هو واضح في الجدول مما يجعل الفرق سلبي يعني قيمة سالبة للضياع و هو منطقيا غير موجود و غير وارد إطلاقا لأنك لا تستطيع أن تبع أكثر ما تملك فهو يفسر الجهد و العمل المبذول في عملية استرجاع قيم الطاقة الضائعة (Récupération des énergies) من خلال العمل على

الأسباب الحقيقية للضياع كاسترجاع الطاقة المسروقة و إعادة تحصيل الزبائن غير المغوترين و إصلاح الأعطاب التقنية كالتسربات (الغاز) و تحسين الأداء في التسيير .

ثالثا :نمذجة مبيعات الكهرباء ذات التوتر المتوسط باستخدام نموذج SARIMA

قبل القيام بعملية التقدير والتنبؤ ، من الضروري معرفة السلاسل الزمنية نوات الاتجاه العام والسلاسل الزمنية الموسمية والتي يمكن تعريفها على أنها مجموعة من القيم المشاهدة المرتبطة مع بعضها تولدت بشكل متعاقب مع استمرار الزمن وتحتوي على ظاهرة الموسمية ويمكن تمييز السلاسل الموسمية المستقرة من خلال معاملات الارتباط الذاتي التي تكون معنوية لكل فترة زمنية ثابتة، ولكن في حالة السلاسل الزمنية غير المستقرة فالتمييز يكون صعبا لأنه يختلط مع الاتجاه العام للبيانات لذلك يجب إزالة الاتجاه العام من السلسلة أولا ثم البحث عن النمط الموسمي فيها.

1- نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية الموسمية SARIMA

عند دمج النماذج الموسمية مع النماذج غير الموسمية نحصل على نموذج الانحدار الذاتي والمتوسطات المتحركة التكاملية الموسمية ويرمز له بالرمز $SARIMA(p, d, m)(P, D, Q)q$ والذي يسمى بالنموذج الموسمي المضاعف، والذي يكتب على الصورة التالية:

$$\Phi_p(B)\varphi_P(B^m)\Delta_m^D\Delta^d Y_t = \theta_q(B)\vartheta_Q(B^m)\varepsilon_t$$

p : رتبة نموذج الانحدار الذاتي غير الموسمي. d : درجة الفروق غير الموسمية.

q : رتبة نموذج المتوسطات المتحركة غير الموسمي. $\Phi_p(B)$: معاملات نموذج

الانحدار الذاتي غير الموسمي. $\theta_q(B)$: معاملات نموذج المتوسطات المتحركة غير

الموسمي. Δ^d : معامل الفروق غير الموسمي عند الزمن d. P. : رتبة نموذج الانحدار

الذاتي الموسمي. D: درجة الفروق الموسمية. Q: رتبة نموذج المتوسطات المتحركة

الموسمي. $\varphi_P(B^m)$: معاملات نموذج الانحدار الذاتي الموسمي. $\vartheta_Q(B^m)$: معاملات

نموذج المتوسطات المتحركة الموسمي.

$$\Delta_m^D = (1 - B^m)^D$$

: مؤثر الفروق

الموسمي.

Y_t : سلسلة زمنية تحتوي على اتجاه عام وتغيرات موسمية.

m : طول الفترة الزمنية.

2- التقدير والتنبؤ للطاقة الكهربائية ذات التوتر المتوسط MT سنحاول في هذا العنصر التقدير والتنبؤ لمبيعات الطاقة الكهربائية ذات التوتر المتوسط MT والبيانات الشهرية لمبيعات مديرية التوزيع ورقلة حضري مأخوذة للفترة جانفي 2010 إلى غاية مارس 2017.

2-1- الخصائص الإحصائية للمبيعات الشهرية من كهرباء التوتر المتوسط MT : في

هذا الجدول الموالي سنحاول عرض المبيعات الشهرية لطاقة الكهربائية ذات التوتر

المتوسط MT لفترة الدراسة بالكيلو وات ساعي :

الجدول (03) : المبيعات الشهرية من الكهرباء ذات التوتر المتوسط الوحدة : كيلو واط ساعي

| الأشهر | | | | | | السنوات |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
| 32883130 | 27150380 | 20367774 | 21811230 | 22742615 | 19914629 | 2010 |
| 23590550 | 22422744 | 28693403 | 34488418 | 38786251 | 37338300 | |
| 33053692 | 26371112 | 24986910 | 21197312 | 24661305 | 26046871 | 2011 |
| 26480132 | 21550111 | 27696967 | 37145522 | 38795738 | 35923912 | |
| 44358495 | 30675520 | 24417196 | 21662670 | 27460454 | 28657438 | 2012 |
| 26765033 | 25629763 | 29165173 | 36102829 | 41317388 | 43712104 | |
| 41413748 | 28377880 | 26012973 | 24829309 | 24853411 | 26523036 | 2013 |
| 28996695 | 27423929 | 36025890 | 37981842 | 40378205 | 43291728 | |
| 35082687 | 32171125 | 28049144 | 24118449 | 23438891 | 28248898 | 2014 |
| 27009270 | 23335328 | 29073701 | 39999911 | 43145555 | 45070482 | |
| 38980257 | 42048852 | 27886872 | 26682439 | 28217502 | 32098352 | 2015 |
| 30447047 | 26314363 | 29810889 | 38025135 | 46789842 | 42936683 | |
| 44837622 | 38059846 | 28496248 | 27736274 | 27272448 | 31435336 | 2016 |
| 30168290 | 27263585 | 34524108 | 39741213 | 47366171 | 47338192 | |
| /// | /// | /// | 26793512 | 29133405 | 37550192 | 2017 |

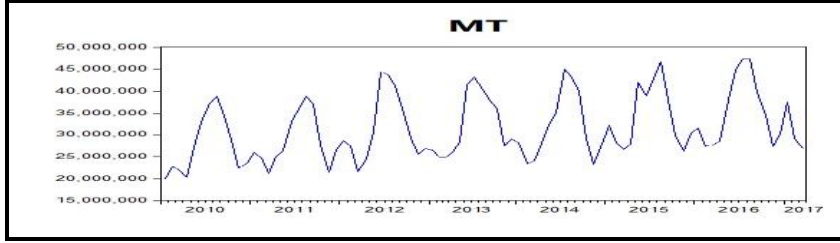
المصدر : من إعداد الباحثين بالاعتماد على بيانات شركة سونلغاز -ورقلة

إن البيانات المستخدمة هي عبارة عن سلسلة زمنية شهرية لمبيعات الكهرباء ذات التوتر المتوسط MT الموجهة لزيائن التوتر المتوسط لمديرية التوزيع ورقلة حضري والمقدرة بالكيلو واط ساعي التي أخذت من سجلات المديرية الجهوية وبالضبط من قسم العلاقات التجاري DRG ، وهي ممتدة من جانفي 2010 إلى غاية مارس 2017 والجدول الآتي يظهر لنا مختلف الإحصائيات الوصفية لهذه السلسلة .

| الانحراف المعياري | القيمة الدنيا | القيمة القصوى | المتوسط الحسابي |
|-------------------|---------------|---------------|-----------------|
| 7341097 | 19914629 | 47366171 | 31572757 |

و يمكن تمثيل بيانات سلسلة المبيعات الشهرية من الكهرباء ذات التوتر المتوسط (الأصلية MT) كما يلي:

الشكل رقم (02) : يمثل منحنى مبيعات الكهرباء ذات التوتر المتوسط



المصدر : من إعداد الباحثين بالاستعانة بمخرجات Eviews 9

من خلال الشكل البياني أعلاه، نلاحظ أن مبيعات الكهرباء ذات التوتر المتوسط في تزايد مستمر خلال فترة الدراسة، حيث عرفت تطورا طفيفا خلال السنوات الأخيرة وهذا منذ سنة 2010 حتى مارس 2017 ، وأخذت ميلا موجبا مما يدل على وجود اتجاه عام ، كما يظهر جليًا وجود المركبة الموسمية في هذه السلسلة للتذبذبات الواضحة من خلال الشكل أعلاه وهي عبارة عن زيادة عدد الزبائن المنتمين للكهرباء ذات التوتر المتوسط.

2-2-دراسة الاستقرارية لسلسلة مبيعات الطاقة الكهربائية ذات التوتر المتوسط: لإثبات استقرارية السلسلة من عدمها لا يمكن الحكم على الشكل البياني لوحده، بل يجب علينا أن نستعين بالاختبارات الإحصائية المعدة لذلك.

2-2-1- اختبار معنوية معاملات الارتباط الذاتي للسلسلة MT: تكون السلسلة الزمنية مستقرة إذا كانت معاملات دالة الارتباط الذاتي معدومة (تقع داخل مجال الثقة) من أجل كل قيمة $K > 0$ ، والشكل التالي يبين دالة الارتباط الذاتي البسيطة و الجزئية للسلسلة محل الدراسة:

الشكل (03): دالة الارتباط الذاتي للسلسلة MT

Date: 05/07/17 Time: 20:18
Sample: 2010M01 2017M03
Included observations: 87

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC | PAC | Q-Stat | Prob |
|-----------------|---------------------|---------|--------|------------|---------|
| 1 | 1 | 0.7330 | 0.7330 | 47.9841 | 0.00000 |
| 2 | 0.3220 | 0.3220 | 0.4450 | 57.3820 | 0.00000 |
| 3 | -0.0095 | -0.0095 | 0.0095 | 62.9500 | 0.00000 |
| 4 | -0.1111 | -0.1111 | 0.1111 | 69.8800 | 0.00000 |
| 5 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 78.1100 | 0.00000 |
| 6 | 0.1010 | 0.1010 | 0.1010 | 88.6400 | 0.00000 |
| 7 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 101.3700 | 0.00000 |
| 8 | 0.1111 | 0.1111 | 0.1111 | 116.5000 | 0.00000 |
| 9 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 134.1300 | 0.00000 |
| 10 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 154.2600 | 0.00000 |
| 11 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 176.8900 | 0.00000 |
| 12 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 202.0200 | 0.00000 |
| 13 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 229.6500 | 0.00000 |
| 14 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 259.7800 | 0.00000 |
| 15 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 292.4100 | 0.00000 |
| 16 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 327.5400 | 0.00000 |
| 17 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 375.1700 | 0.00000 |
| 18 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 425.3000 | 0.00000 |
| 19 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 488.9300 | 0.00000 |
| 20 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 556.0600 | 0.00000 |
| 21 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 627.6900 | 0.00000 |
| 22 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 703.8200 | 0.00000 |
| 23 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 785.4500 | 0.00000 |
| 24 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 872.5800 | 0.00000 |
| 25 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 965.2100 | 0.00000 |
| 26 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1063.3400 | 0.00000 |
| 27 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1167.0700 | 0.00000 |
| 28 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1276.4000 | 0.00000 |
| 29 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1391.3300 | 0.00000 |
| 30 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1511.8600 | 0.00000 |
| 31 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1638.0900 | 0.00000 |
| 32 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1769.9200 | 0.00000 |
| 33 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 1907.3500 | 0.00000 |
| 34 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2050.3800 | 0.00000 |
| 35 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2199.0100 | 0.00000 |
| 36 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2353.2400 | 0.00000 |
| 37 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2513.0700 | 0.00000 |
| 38 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2678.5000 | 0.00000 |
| 39 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2849.5300 | 0.00000 |
| 40 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 3026.1600 | 0.00000 |
| 41 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 3208.3900 | 0.00000 |
| 42 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 3396.2200 | 0.00000 |
| 43 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 3589.6500 | 0.00000 |
| 44 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 3788.6800 | 0.00000 |
| 45 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 3993.3100 | 0.00000 |
| 46 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 4203.5400 | 0.00000 |
| 47 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 4419.3700 | 0.00000 |
| 48 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 4640.8000 | 0.00000 |
| 49 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 4867.8300 | 0.00000 |
| 50 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 5100.4600 | 0.00000 |
| 51 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 5338.6900 | 0.00000 |
| 52 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 5581.5200 | 0.00000 |
| 53 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 5829.9500 | 0.00000 |
| 54 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 6083.9800 | 0.00000 |
| 55 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 6343.6100 | 0.00000 |
| 56 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 6608.8400 | 0.00000 |
| 57 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 6879.6700 | 0.00000 |
| 58 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 7156.1000 | 0.00000 |
| 59 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 7438.1300 | 0.00000 |
| 60 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 7725.7600 | 0.00000 |
| 61 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 8019.0900 | 0.00000 |
| 62 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 8318.1200 | 0.00000 |
| 63 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 8622.8500 | 0.00000 |
| 64 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 8933.2800 | 0.00000 |
| 65 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 9249.4100 | 0.00000 |
| 66 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 9571.2400 | 0.00000 |
| 67 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 9898.7700 | 0.00000 |
| 68 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 10231.9000 | 0.00000 |
| 69 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 10570.6300 | 0.00000 |
| 70 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 10914.9600 | 0.00000 |
| 71 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 11264.8900 | 0.00000 |
| 72 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 11620.4200 | 0.00000 |
| 73 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 11981.5500 | 0.00000 |
| 74 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 12348.2800 | 0.00000 |
| 75 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 12720.6100 | 0.00000 |
| 76 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 13098.5400 | 0.00000 |
| 77 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 13482.0700 | 0.00000 |
| 78 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 13871.2000 | 0.00000 |
| 79 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 14265.9300 | 0.00000 |
| 80 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 14666.2600 | 0.00000 |
| 81 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 15072.1900 | 0.00000 |
| 82 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 15483.7200 | 0.00000 |
| 83 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 15899.8500 | 0.00000 |
| 84 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 16320.5800 | 0.00000 |
| 85 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 16745.9100 | 0.00000 |
| 86 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 17175.8400 | 0.00000 |
| 87 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 17610.3700 | 0.00000 |

المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة بمخرجات Eviews9

نلاحظ من خلال دالة الارتباط الذاتي، أن المعاملات المحسوبة من أجل الفجوات K كلها معنويا تختلف عن الصفر، (خارج مجال الثقة $\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}}$)، ويظهر وجود مركبة اتجاه عام في السلسلة، مع انخفاض للأعمدة بمرور التأخيرات.

إن هذه الاختبارات البيانية تعتمد على المشاهدة بالعين المجردة والتحليل، وهذا ما يجعل نتائجها غير دقيقة لذا نلجأ إلى تأكيد هذه النتائج أو نفيها عن طريق الاختبارات الإحصائية، ولإثبات هذا نستعمل اختبار Ljung-Box.

2-2-2- اختبار Ljung-Box: نستعمل هذا الاختبار لدراسة المعنوية الكلية

لمعاملات دالة الارتباط الذاتي، حيث توافق إحصائية الاختبار LB آخر قيمة في العمود Q-Stat في دالة الارتباط الذاتي الجزئية والبسيطة، وتحسب بالعلاقة الرياضية التالية:

$$LB = n(n+2) \sum_{k=1}^{30} \frac{pk^2}{n-k} = 87(87+2) \sum_{k=1}^{30} \frac{pk^2}{87-k} = 459.11 > X_{0.05, 30}^2 = 43.373$$

بما أن $LB > X_{0.05, 30}^2$ نقبل الفرضية البديلة و نرفض فرضية العدم القائلة بأن كل معاملات دالة الارتباط الذاتي مساوية للصفر، وهذا لأن الإحصائية $LB = 459.11$ أكبر من $X_{0.05, 30}^2 = 43.373$ يعني أن السلسلة المدروسة غير مستقرة .

2-2-3- اختبار ديكي فولر المطور: حسب المبيعات الشهرية للكهرباء ذات التوتير المتوسط لفترة الدراسة وبلاستعانة بمخرجات Eviews 9 نحصل على الجدول الموالي والذي يوضح اسقراطية أو عدم اسقراطية السلسلة المدروسة حسب ديكي فولر المطور.

الجدول (04) : نتائج الاستقرارية للسلسلة MT

| ADF 1% | | | ADF 5% | | | | |
|--------------|-------------|--------|-----------|-------------|--------|---------------------------|-----------------------|
| t-ta b | t-Statistic | Prob.* | t-tab | t-Statistic | Prob.* | | |
| -3.520392451 | 0.8653 | 0.8653 | -2.900670 | -0.592451 | 0.8653 | Intercept | المستوي ي الأول |
| -4.083023941 | 0.4694 | 0.4694 | -3.470851 | -2.223941 | 0.4694 | Trend and Intercept | |
| -2.526870255 | 0.9989 | 0.9989 | -1.945199 | 2.870255 | 0.9989 | None | |

المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة بمخرجات Eviews 9

من خلال معطيات الجدول أعلاه الذي يمثل اختبار ديكي فولر المطور للاستقرارية عند كل من 5% و 01% لسلسلة مبيعات الكهرباء ذات التوتر المتوسط لفترة الدراسة والذي يوضح لنا عدم استقرارية هذه السلسلة في المستوي الأول وعند النماذج (1 ، 2 و 3) ، وبالتالي فإن السلسلة تمتاز بوجود اتجاه عام ناتج عن الزيادة المستمرة في المبيعات و كذا وجود مركبة موسمية من نوع الشهرية ، و بالتالي نمر مباشرة لإزالة كل من مركبة الاتجاه العام والمركبة الموسمية.

3-إزالة مركبة الاتجاه العام : لإزالة مركبة الاتجاه العام يجب علينا استخدام الفروق من الدرجة الأولى والجدول الآتي يوضح ذلك:

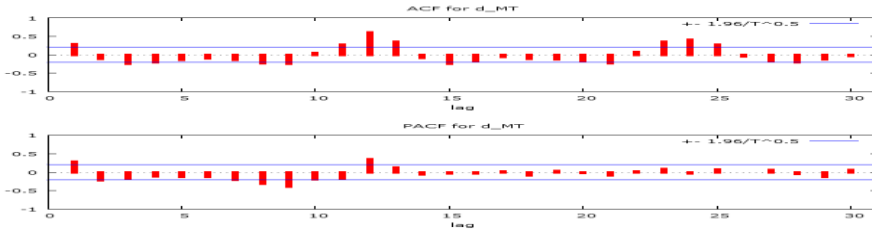
الجدول (05) : نتائج الاستقرارية للسلسلة المصححة من مركبة الاتجاه العام DMT

| PH.R 5% | | | ADF 5% | | | | |
|-----------|-------------|--------|----------|-------------|--------|---------------------------|----------------------|
| t-tab | t-Statistic | Prob.* | t-tab | t-Statistic | Prob.* | | |
| -2.895924 | 8.266600 | 0.0000 | 2.900670 | 12.40763 | 0.0001 | Intercept | الفرق من الدرجة 1 |
| -3.463547 | 8.241864 | 0.0000 | 3.470851 | 12.30384 | 0.0001 | Trend and Intercept | |
| -1.944666 | 8.379464 | 0.0000 | 1.945199 | 11.40342 | 0.0000 | None | |

المصدر : من إعداد الباحثين بالاستعانة بمخرجات Eviews 9

الملاحظ من الجدول أعلاه أن كل من اختباري ديكي فولر المطور و فيليبس بيرون عند مستوى المعنوية 5% يبين لنا خلو السلسلة من مركبة الاتجاه العام أي لا تحتوي على جذر وحذوي باعتبار أن القيم المحسوبة بالقيمة المطلقة أكبر من القيم الحرجة لكلا الاختبارين. و يمكن التأكد من ذلك بالتمثيل البياني لدالة الارتباط الذاتي للسلسلة المحولة (DMT):

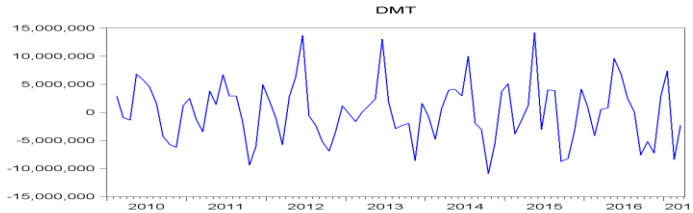
الشكل (03): التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط و الجزئي لسلسلة المحولة (DMT).



المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة ببرنامج Gretl

من خلال الشكل البياني نلاحظ أن معاملات الارتباط الذاتي المحسوبة للسلسلة (DMT) من أجل الفجوات (1 ، 12 و 24) تختلف عن الصفر خارج مجال الثقة $(\pm \frac{1.96}{\sqrt{n}})$ ، عند مستوى معنوية 0.05 ، ولكن عدم الاستقرار ليس ناجما عن مركبة الاتجاه العام فهنا نلاحظ أنه توجد مركبة موسمية من النوع الشهري .

الشكل (04): السلسلة المصححة من مركبة الاتجاه العام (DMT)



المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة بمخرجات Eviews9

و لإزالة المركبة الموسمية نقوم بإجراء الفروقات من الدرجة 12 ثم نقوم بإجراء الاختبارات على السلسلة المصححة من الموسمية (SDMT).

4-نزع المركبة الفصلية:

تتم إزالة المركبة الموسمية بحساب الفروقات من الدرجة $s = 12$ ونتحصل عمى سلسلة مستقرة من حيث الاتجاه العام والمركبة الموسمية (SDMT) ، وهذا ما نلاحظه من خلال دالة الارتباط الذاتي للسلسلة الجديدة (أنظر الشكل الآتي)) باعتبار أن معاملات الارتباط الذاتي تقع كليا داخل مجال الثقة فهي تساوي معنويا الصفر عند مستوى معنوية 0,05 باستثناء معاملات الارتباط الذاتي عند الفجوات 1، 2 و12 التي تختلف معنويا عن الصفر وهذا يوحي إلى أن السلسلة تخضع لنموذج المتوسط المتحرك من الدرجة الأولى $MA(1)$ ، و أن معاملات الارتباط الجزئي البسيط تقع كليا داخل مجال الثقة فهي تساوي معنويا الصفر عند مستوى معنوية 0,05 باستثناء معاملات الارتباط الذاتي عند الفجوات 1، 2 و3 التي تختلف معنويا عن الصفر وهذا يوحي إلى أن السلسلة تخضع لنموذج المتوسط المتحرك من الدرجة الثالثة $AR(3)$ مع وجود متوسط متحرك موسمي من الدرجة $SMA(12)$.

4-1- اختبارات التوزيع الطبيعي لسلسلة (SDMT) : والجدول الموالي يمثل اختبار التوزيع الطبيعي للسلسلة (SDMT)

الجدول رقم (06): يمثل اختبار التوزيع الطبيعي للسلسلة (SDMT)

Test for normality of sd_d_MT:
Doornik-Hansen test = 0.72087, with p-value 0.697373
Shapiro-Wilk W = 0.987766, with p-value 0.698519
Lilliefors test = 0.0637093, with p-value ~ = 0.64
Jarque-Bera test = 0.577185, with p-value 0.749317

المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة ببرنامج Gretl 1.9

كما هو مبين في الجدول أعلاه، هناك دليل على أن السلسلة المستقرة (SDMT) ذات توزيع طبيعي، حيث يظهر ذلك جليا من خلال إحصائية Jarque-Bera والتي تساوي 0.57 فهي أقل تماما من القيمة الحرجة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 2 عند مستوى معنوية 0.05 والتي تساوي 5.991، أو قيمة p-Value الذي يساوي 0.61 فهي أكبر من 0.05 ويظهر كذلك من خلال إحصائية Doornik-Hansen والتي تساوي 0.72 فهي أقل تماما من القيمة الحرجة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 2 عند مستوى معنوية 0.05 والتي تساوي 5.991، أو قيمة p-Value الذي يساوي 0.73 والتي هي أكبر من 0.05. إضافة إلى ذلك، إحصائية Shapiro-Wilk

تساوي 0.98 فهي أقل أيضا من القيمة الحرجة لتوزيع $\chi^2(2)$ عند مستوى معنوية 0.05 والتي تساوي 5.991 أو قيمة p-Value التي تساوي 0.563 أكبر من 0.05، وعليه فالسلسلة (SDMT) تتبع التوزيع الطبيعي.

2-4- اختبار استقلالية مشاهدات السلسلة (SDMT): والجدول الموالي يبين نتائج اختبار BDS على السلسلة (SDMT)

الجدول رقم (07): نتائج اختبار BDS على السلسلة (SDMT)

| <i>m</i> | <i>p</i> -Value | إحصائيات BDS |
|----------|-----------------|--------------|
| 2 | 0.003927 | 0.601676 |
| 3 | 0.022113 | 2.119835 |
| 4 | 0.020770 | 1.662975 |
| 5 | 0.024298 | 1.856688 |
| 6 | 0.018409 | 1.450998 |

Embedding Dimension: m

المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة ببرنامج Gretl 1.9

من خلال الجدول أعلاه الذي يعطي نتائج اختبار استقلالية المشاهدات للسلسلة (SDMT) نلاحظ أن كل إحصائيات BDS أكبر تماما من القيمة المجدولة للتوزيع الطبيعي 1.96 عند مستوى معنوي 0.05، ماعدا الإحصائية ذات البعد $m=2$ وعليه نرفض فرضية السير العشوائي، أي أنه يوجد ارتباط بين المشاهدات ومن جهة أخرى أظهرت النتائج بنية ارتباط قوية قصيرة المدى، وأن سلسلة مبيعات الطاقة الكهربائية ذات التوتّر المتوسط قابلة للنتبؤ على المدى القصير وحركة المبيعات تظهر كنتيجة لصدمة خارجية عابرة Transitory Exogenous Shocks ويظهر جليا من خلال قيم *p*-Value التي تعتبر أصغر بكثير من 0.05 من أجل كل الأبعاد تقريبا (ماعدا الإحصائية ذات البعد $m=2$) وهو ما يدعم فرضية الارتباط بين المشاهدات.

5-تحديد النموذج:

لاختيار النموذج الأفضل قمنا بالمفاضلة بين العديد من النماذج المرشحة ذات الشكل:

فحصلنا على النتائج الموضحة في الجدول الموالي: SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)¹²

الجدول (08) : المفاضلة بين نماذج SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)12

| DW | R ² -Adj | R ² | S.C | Aic | النموذج |
|-------|---------------------|----------------|--------|-------|------------------------------------|
| 1.90* | 0.594* | 0.62* | 32.92* | 32.73 | SARIMA(3,1,4)(0,1,1) ¹² |
| 2.21 | 0.22 | 0.25 | 33.17 | 33.08 | SARIMA(2,1,0)(0,1,0) ¹² |
| 2.04 | 0.27 | 0.30 | 33.15 | 33.03 | SARIMA(3,1,0)(0,1,0) ¹² |
| 2.85 | 0.27 | 0.30 | 33.22 | 33.10 | SARIMA(4,1,2)(0,1,1) ¹² |

المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة على مخرجات Eviews9

من الجدول وحسب قيم Aic ، S.C ، H.Q ، فإن سلسلة مبيعات الطاقة الكهربائية ذات التوتر المتوسط تتبع نموذج SARIMA(3,1,4)(0,1,1)¹².

5-1- تقدير النموذج : والجدول الموالي يمثل نتائج اختبارات التقدير على السلسلة

(SDMT)

الجدول (09) : نتائج اختبارات التقدير على السلسلة (SDMT)

Dependent Variable: SDMT

Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)

Date: 05/19/17 Time: 20:08

Sample: 2011M02 2017M03

Included observations: 74

Convergence achieved after 290 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| AR(1) | -0.926150 | 0.051103 | -18.12329 | 0.0000 |
| AR(2) | -0.890377 | 0.055733 | -15.97566 | 0.0000 |
| AR(3) | -0.964190 | 0.065487 | -14.72347 | 0.0000 |
| MA(4) | -0.996267 | 0.439730 | -2.265634 | 0.0267 |
| SMA(12) | -0.745549 | 0.230516 | -3.234263 | 0.0019 |
| SIGMASQ | 6.29E+12 | 2.77E+12 | 2.268629 | 0.0265 |
| R-squared | 0.622581 | Mean dependent var | -95608.16 | |
| Adjusted R-squared | 0.594829 | S.D. dependent var | 4109897. | |
| S.E. of regression | 2616075. | Akaike info criterion | 32.73416 | |
| Sum squared resid | 4.65E+14 | Schwarz criterion | 32.92098 | |
| Log likelihood | -1205.164 | Hannan-Quinn criter. | 32.80868 | |
| Durbin-Watson stat | 1.900078 | | | |
| Inverted AR Roots | .04-.98i | .04+.98i | -1.00 | |
| Inverted MA Roots | 1.00 | .98 | .85-.49i | .85+.49i |
| | .49+.85i | .49-.85i | .00+1.00i | .00-.98i |

الجدول رقم (10): نتائج اختبار التقدير على السلسلة (SDMT)

Dependent Variable: SDMT
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
 Date: 05/19/17 Time: 20:08
 Sample: 2011M02 2017M03
 Included observations: 74
 Convergence achieved after 290 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|----------|-------------|------------|-------------|--------|
| AR(1) | -0.926150 | 0.051103 | -18.12329 | 0.0000 |
| AR(2) | -0.890377 | 0.055733 | -15.97566 | 0.0000 |
| AR(3) | -0.964190 | 0.065487 | -14.72347 | 0.0000 |
| MA(4) | -0.996267 | 0.439730 | -2.265634 | 0.0267 |
| SMA(12) | -0.745549 | 0.230516 | -3.234263 | 0.0019 |
| SIGMASQ | 6.29E+12 | 2.77E+12 | 2.268629 | 0.0265 |

| | | | |
|--------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| R-squared | 0.622581 | Mean dependent var | -95608.16 |
| Adjusted R-squared | 0.594829 | S.D. dependent var | 4109897. |
| S.E. of regression | 2616075. | Akaike info criterion | 32.73416 |
| Sum squared resid | 4.65E+14 | Schwarz criterion | 32.92098 |
| Log likelihood | -1205.164 | Hannan-Quinn criter. | 32.80868 |
| Durbin-Watson stat | 1.900078 | | |

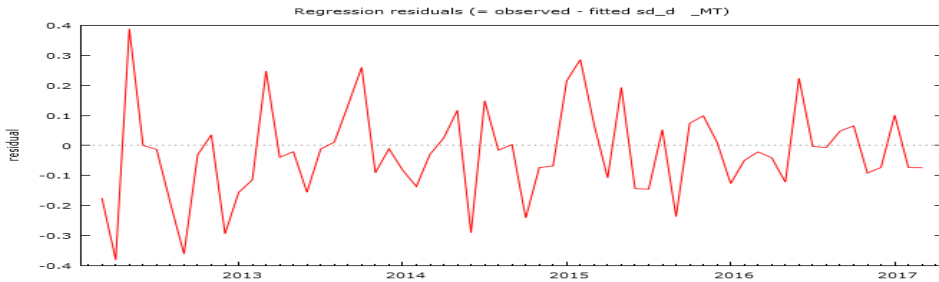
| | | | | |
|-------------------|----------|----------|-----------|----------|
| Inverted AR Roots | .04-.98i | .04+.98i | -1.00 | |
| Inverted MA Roots | 1.00 | .98 | .85-.49i | .85+.49i |
| | .49+.85i | .49-.85i | .00+1.00i | .00-.98i |

المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة ببرنامج Gretl 1.9

من خلال نتائج التقدير المبينة في الجدول أعلاه نلاحظ أن جميع المعالم معنوية إحصائية عند مستوى دلالة 0.05 ، و أن معامل التحديد 62 % و أن معمل التحديد المصحح 59 % مع إحصائية DW مساوية 1.90 .

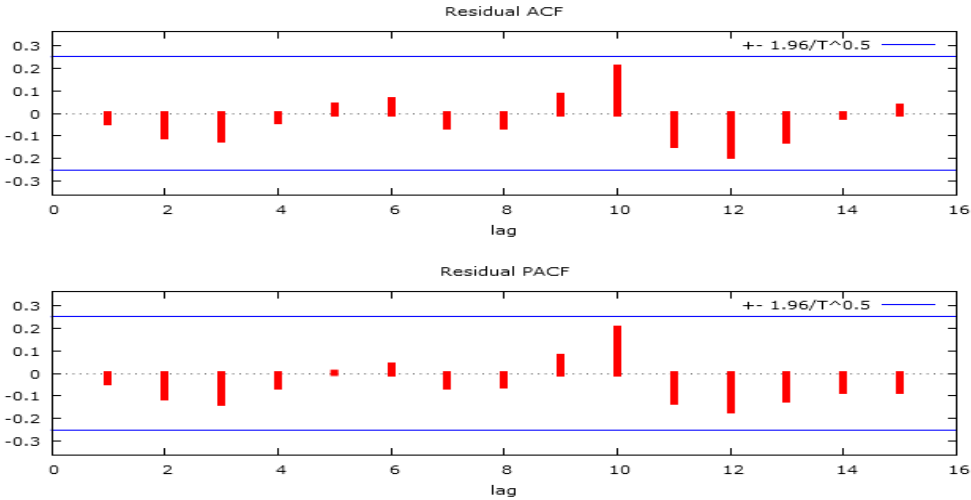
2-5-مرحلة التشخيص: حيث يتم فيها دراسة اختبار جودة و قوة النموذج في عملية التنبؤ و ذلك عن طريق تحليل دالة الارتباط الذاتي للبواقى و كذا مربعات البواقى بالإضافة الى التوزيع الطبيعي و التي نوضحه الأشكال الموالية:

الشكل رقم (06) التمثيل البياني لسلسلة بواقى النموذج المقدر SARIMA(3,1,4)(0,1,1)12



المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة ببرنامج Gretl 1.9

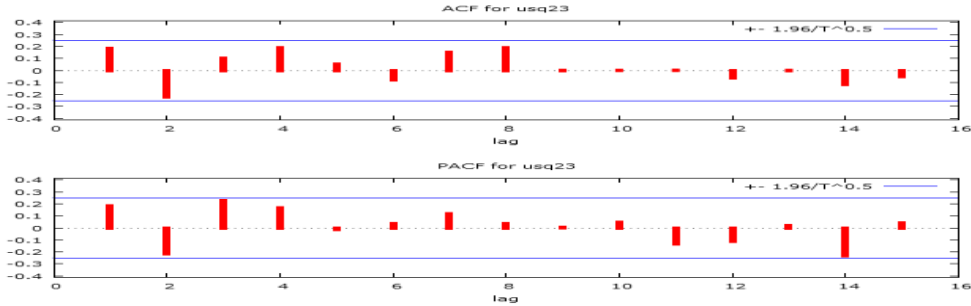
الشكل رقم (07): التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي لسلسلة البواقي



المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة ببرنامج Gretl 1.9

نلاحظ من خلال الشكل أعلاه أن سلسلة البواقي الممثلة في الشكل (2.25) مستقرة حيث أن معاملات الارتباط الذاتي تقع كلياً داخل مجال الثقة $\left[\frac{-1.96}{\sqrt{n}}, \frac{+1.96}{\sqrt{n}} \right]$ ، وهذا يعني أن هناك استقلالية تامة بين الأخطاء وهذا ما تؤكدُه إحصائية Ljung - Box المساوية 11.8606 تبقى دائماً أقل من القيمة المجدولة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 15 عند مستوى معنوية 0.05 والتي تساوي 24.996 بالإضافة إلى ذلك، معاملات الارتباط الذاتي لسلسلة مربعات البواقي المبينة في الشكل أعلاه تساوي معنوياً الصفر (تقع كلياً داخل مجال الثقة) حيث تتميز بالاستقرار وهذا يعني أن الأخطاء العشوائية تتميز بتباين شرطي ثابت (متجانس) إحصائية ARCH-LM التي تساوي 0.256 أقل تماماً من القيمة المجدولة لتوزيع χ^2 بدرجة حرية 1 عند مستوى معنوية 0.05 والتي تساوي 3.841.

الشكل رقم(08): التمثيل البياني لدالتي الارتباط الذاتي البسيط والجزئي لسلسلة مربعات البواقي



المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة ببرنامج Gretl 1.9

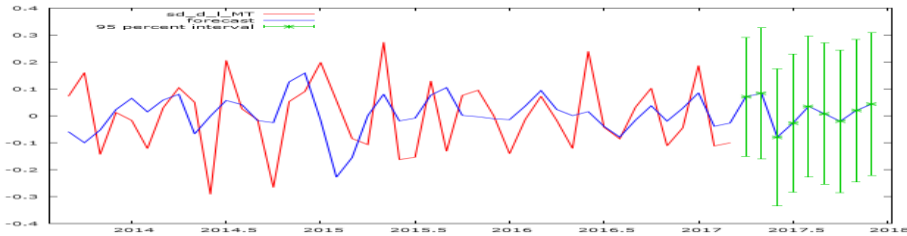
4-5- اختبار التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي: يتم فيها دراسة التوزيع الاحتمالي الذي تخضع له سلسلة البواقي من أجل إعطاء نظرة حول طبيعة هذه السلسلة.

الجدول رقم(11): التمثيل البياني لاختبار التوزيع الطبيعي لسلسلة البواقي

Test for normality of kj:
 Doornik-Hansen test = 1.67866, with p-value 0.432
 Shapiro-Wilk W = 0.970872, with p-value 0.153867
 Lilliefors test = 0.103478, with p-value ~ = 0.1
 Jarque-Bera test = 1.34857, with p-value 0.50952

المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة ببرنامج Gretl 1.9

الشكل رقم (09) : للسلسلة (SDMT) والسلسلة المقدرة لها



المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة ببرنامج Gretl 1.9

من خلال الشكل أعلاه يمكننا ملاحظة شبه التطابق بين المنحنين للسلسلة الأصلية ومنحنى السلسلة المقدرة ،وهذا من شأنه أن يعطينا فكرة عن مدى أهمية تعبير النموذج المقدر SARIMA(3,1,4)(0,1,1)¹².

6-التنبؤ بالمبيعات الشهرية المستقبلية لمبيعات الطاقة الكهربائية ذات التوتر المتوسط بناء على ما سبق، يمكن التنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية ذات التوتر المتوسط انطلاقاً من النموذج المقترح. و نتائج التنبؤ تظهر في الجدول أدناه الذي يعطي التنبؤ النقطي و بعد حساب هذا التنبؤ قمنا ببناء فترات الثقة لهذا الأخير.

من الملاحظ من خلال نموذج $SARIMA(3,1,4)(0,1,1)^{12}$ أن مبيعات الطاقة الكهربائية ذات التوتر المتوسط ليست قابلة للتنبؤ إلا على المدى القصير، كما أن مجالات الثقة غير متباعدة والجدول الآتي يوضح لنا القيم المتنبئ بها ابتداء من شهر أفريل 2017 إلى غاية ديسمبر 2017 مع تبيان فترات الثقة لكل شهر.

الجدول رقم (12): التنبؤ بالسلسلة (SDMT) باستعمال نموذج

$SARIMA(3,1,4)(0,1,1)^{12}$

| فترات الثقة للتنبؤ | | القيم المتوقعة | الأشهر | سنة 2017 |
|--------------------|-------------|----------------|--------|-------------|
| الحد الأكبر | الحد الأصغر | | | |
| 35844123.69 | 25891713.37 | 30867918.53 | أفريل | |
| 43604827.65 | 33510925.00 | 38557876.32 | ماي | |
| 48102262.31 | 37996321.95 | 43049292.13 | جوان | |
| 52528519.27 | 42395416.92 | 47461968.10 | جويلية | |
| 53598735.88 | 43462907.10 | 48530821.49 | أوت | |
| 47464862.83 | 37314855.57 | 42389859.20 | سبتمبر | |
| 39822970.62 | 29663566.82 | 34743268.72 | أكتوبر | |
| 33923266.77 | 23757126.00 | 28840196.38 | نوفمبر | |
| 37657730.16 | 27476538.98 | 32567134.57 | ديسمبر | |

المصدر: من إعداد الباحثين بالاستعانة ببرنامج Gretl 1.9

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن القيم المتوقعة للمبيعات الشهرية للطاقة الكهربائية ذات التوتر المنخفض لوحدة التوزيع ورقلة في الفترة الممتدة من شهر أفريل 2017 إلى شهر ديسمبر 2017 تقع كليا داخل مجال التنبؤ المحدد باستخدام نموذج

$SARIMA(3,1,4)(0,1,1)^{12}$ ، الشيء الذي يوحي مبدئيا بجودة نماذج SARIMA في التنبؤ بمبيعات الطاقة الكهربائية ذات التوتر المتوسط.

الخاتمة :

في هذه الدراسة حاولنا بمعالجة أمر مهم يتمثل في عمليات التنبؤ بالمبيعات المستقبلية لتوفير الإنتاج اللازم للطلب المستقبلي، حيث تناولت إشكالية الدراسة التنبؤ بمبيعات الكهرباء باستعمال نماذج SARIMA من خلال دراسة سلسلة المبيعات الموجه لزيائن التوتر المتوسط MT لمديرية التوزيع بورقلة في الفترة الممتدة بين جانفي 2010 الى غاية مارس 2017 ، مكنتنا من الوصول الى النتائج العامة التالية:

• التنبؤ هو السبيل الوحيد الذي يتحكم في توجيه القرارات الإستراتيجية و التخطيط لتحقيق الأهداف.

• الارتفاع المستمر و المتتالي للمبيعات الكهربائية بمرور السنون رغم التذبذبات الموسمية.

• مواكبة مديرية التوزيع ورقلة حضري للتحديات التي تواجهها خاصة الكفاية و الاستمرارية.

• هناك ترابط في الشبكة الكهربائية بين الدول المغاربية.

إن أحسن نموذج يفسر ظاهرة تنامي الطلب او الارتفاع في مبيعات الكهرباء هو نموذج SARIMA وقد توصلنا الى النموذج الأفضل و المتمثل في النموذج $SARIMA(3,1,4)(0,1,1)$ بالنسبة لزيائن التوتر المتوسط و ذلك بحسب الاختبارات المستعملة في المفاضلة (AIC,SC,R²,DW) ، وقد اثبت هذا النموذج دقته و جودته في التنبؤ.

- ¹ رحيم إبراهيم , دراسة قياسية لطلب العائلي على الكهرباء في الجزائر للفترة 1969-2008 , مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية , جامعة قاصدي مرباح ورقلة, الجزائر , 2012, ص:
- ² محمد مصطفى محمد الخياط , الطاقة: مصادرها - أنواعها - استخداماتها, القاهرة , يوليو 2006 , ص: 13.
- ³ هندريك انطون لورنتز (18 يوليو 1853 - 4 فبراير 1928) هو فيزيائي هولندي فاز عام 1902 بجائزة نوبل في الفيزياء مناصفة مع بيتر زيمان لاكتشاف وتفسير تأثير زيمان نظريا. كما قام بعد ذلك باستنتاج معادلات التحويل التي استخدمها ألبرت اينشتاين لوصف المكان والزمان.
- ⁴Document interne de SONELGAZ
- ⁵ البيانات الشهرية لمديرية التوزيع ورقلة حضري _ DDOU - TB mois - novembre2016_décembre 2016_janvier 2017_février 2017