

UNIVERSITE A.MIRA BEJAIA
Faculté des Sciences Economiques,
Sciences Commerciales et des Science Gestions
Département des sciences Economiques



جامعة بجاية
Tasdawit n'Bgayet
Université de Béjaïa

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Economiques
Option : Economie Appliquée, Ingénierie Financière

Thème

Étude économétrique de la gestion du transit d'énergie
électrique Haute Tension
(Cas : Région de transport d'électricité d'Alger)

Présenté par:

M^{elle} CHABANE Lydia

M^{elle} ALILI Lamia

Devant le jury composé de :

Présidente: M^{elle}. BELKADI Ghania

Examineur : M. IDIRI Yanis

Rapporteur : M. REDOUANE Abdellah

Années universitaire:2014-2015

REMERCIEMENTS

Nous remercions le bon dieu pour le courage, la patience et qui nous ont été utiles tout au long de notre parcours.

Nous tenons à formuler l'expression de notre profonde reconnaissance à notre promoteur M^{er} Redouane abdellah pour ses pertinents conseils et ses orientations ainsi que sa disponibilité au long de ce travail.

Nous remercions également tout le personnel de département économique pour sa gentillesse son aide pour amener en meilleur notre travail et sans oublier le personnels de SONELGAZ d'Alger département GRTE

Enfin nous remercions tous ceux qui ont contribués de près ou de loin afin que notre travail puisse voir le jour.

DEDECAGES

Je dédie ce travail à :

- A la mémoire de Yemma thamgharth qui m'a tant encouragé à suivre ce chemin et qui m'a offerte tous les moyens pour que cela soit une réalité
- Mes chers parents qui m'ont suivi tout au long de mon parcours universitaire et qui me poussaient toujours à être brillante, et qui ont sacrifiés leurs temps et argent rien que pour me voir réussir.
- Mes frères: massi et jugurtha
- Mes sœurs : lamia et chanez
- A la mémoire de khalti tounsia et sa généreuse famille qui m'ont portés leurs soutien dans mes études
- khalti chabha, et sa famille
- khali salem et sa famille.
- Khali akli et sa famille.
- Ma cousine saliha, hassina, rachida, djida.
- Saliha et son mari ainsi que ses petites filles « sara, mariem et ouirida »
- A toute la famille chabane et chaba
- Mes Amies) : Amrane, Wassila, Taous, Lamia, Saïda, Fadhila, Rachida, samou, rosita, , salemouche, dahvouche, yasmínouche, Fouzia, houhou, cilia, rosa, Karim, chimí, Nourddine, Dr Lounes, kamy, zahra, mimi, kahina, farida elhobez, dalia, souhila elhobe, hanouche, sabrina, bibia, wassila, farida et toutes les filles du E500 berchicheo2
- Mon meilleur ami : samir qui me suit dans mes études et toujours prés de moi merci à mimi
- Mon binôme : alili lamia et sa famille.

Lydia chabane

DEDECACES

Je dédie ce travail à

- *Mes très chers parents qui m'ont suivi tout au long de mon parcours universitaire et qui m'ont toujours conseillés à être brillante, et qui ont sacrifiés leurs temps et argent rien que pour me voir réussir.*
- *Mes frères: ADEL et MEHNI*
- *Ma chère sœur : chanez*
- *A la mémoire de mon cousin*
- *Ma tentes et toutes sa famille*
- *A tous mes cousins et cousines surtout la petite MANEL que j'aime beaucoup*
- *A tous les étudiants EAIF*
- *A toute personne qui m'a souhaité la réussite dans mon travail*
- *A toute la famille ALILI*
- *A tous mes Mes Ami(es)*
- *Mon binôme : chabane Lydia et sa famille.*

lamia Alili

Sommaire

Introduction générale	13
Chapitre 1 : L'énergie électrique : cadre conceptuel.	
Introduction	16
Section 01 : Définition, caractéristiques, et importance de l'énergie électrique	17
Section02 : origine, usage, et différents types de clientèle de l'énergie électrique	24
Section03 : Processus de production et marchés de l'énergie électrique	28
Conclusion	32
Chapitre 2 : Evolution de la production, de la consommation, et de la tarification de l'énergie électrique en Algérie.	
Introduction	34
Section 01 : Evolution de la production de l'électricité de 1990à2012	35
Section 02 : La tarification de l'électricité en Algérie	44
Conclusion	52
Chapitre3 : fondements de base des séries temporelles.	
Introduction	54
Section01 : aspects théoriques des séries chronologiques	55
Section 02 : modalisation de modèle VAR	66
Section 03 : méthodologie de box et jenks et la cointégration	72
Conclusion	79

Chapitre 04 : Etude économétrique de la consommation d'électricité haute tension dans la région de transport d'Alger

Introduction	81
Section1 : Présentation de l'organisme d'accueil (la société SONELGAZ).....	82
Section 02 : Analyse statistique et prévisionnelle de la consommation de l'électricité haute tension par poste horaire	88
Section 03 : Etude de la cointégration (application du modèle ECM).....	107
Conclusion	120
Conclusion générale	122

Bibliographie

Liste des figures

Liste des tableaux

Annexe

Table des matières

Résumés

La liste des abréviations

La liste des abréviations

ADF: Augmented Dickey Fuller

AIC: Akaike Info Criterion

AR : Auto Régressif

BT : Basse Tension (tension inférieure à 1kV).

cDA : Centime de Dinars Algérien.

CD: Centrale Diesel.

C.Hydraulique : Centrale Hydraulique

Cos ϕ = facteur de la puissance.

DA: Dinar Algérien.

DF: Dickey-Fuller

DS: Dickey Stationary

ECM : Modèle Correction Erreur

GWh: Giga Watt heures (1GWh=106 kWh).

HT : Haute Tension (tension \geq 60kV).

KV: kilo Volt.

KVA: kilo Volt Ampère.

KVAR: kilo Var.

KVARh: kilo Var Heure.

KWh: Kilo Watt heures.

MCO : Moindre Carré Ordinaire

MDA: Millions de Dinars Algérien.

MT : Moyenne Tension (tension comprise entre 1kV et 33kV).

MWh: Mega Watt heures (1MWh =103 kWh).

ONS : Office National Statistiques

PMA : Puissance Maximale Absorbée.

PMD : Puissance Mise à Disposition.

SC : Schwarz

La liste des abréviations

Tg ϕ = énergie réactive/énergie active.

TG : Turbine Gaz.

TS: Trend Stationary.

TV: Turbine Vapeur.

TWh: Tira Watt heures (1TWh=109 kWh).

VAR: Vector Auto Régressif

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Introduction générale:

Depuis l'indépendance, l'économie algérienne est fondée principalement sur le secteur énergétique (essentiellement les hydrocarbures) qui lui procure la grande part des recettes extérieures du pays (environ 98% de ses recettes), servant ainsi à financer son développement socio-économique et à satisfaire les besoins des secteurs industriels, tertiaires, et des ménages en matière énergétique notamment l'électricité et le gaz.

La problématique énergétique de l'Algérie est une problématique qui se pose en termes de stratégie de valorisation de ses ressources pour les besoins du pays, du choix d'une politique énergétique fiable à long terme et de la définition d'un modèle cohérent de la consommation énergétique. Cette politique énergétique mettrait l'accent sur la nécessité d'assurer la maîtrise de la consommation et de garantir la rationalité de son utilisation tout en veillant à réserver son emploi pour des usages spécifiques afin de répondre à une consommation intérieure importante. Le secteur d'électricité en Algérie s'est évolué d'une approche opérationnelle centralisée vers une approche concurrentielle oppositionnelle libérale à partir des années quatre-vingt-dix par la loi N°2-01 du 5 Février 2002 qui repose sur des principes de base de la libéralisation des marchés algériens d'électricité.

La gestion économique de l'énergie est devenue un sujet d'actualité. Des procédures individuelles et collectives ont été préconisées en vue de rationaliser la consommation et d'obtenir des résultats satisfaisants, alors que la façon optimale serait d'agir sur des équipements et des installations existants pour la réalisation de ses issues à moindre prix et à meilleure efficacité.

L'énergie électrique (électricité) est toute aussi concernée par cet impératif. En Algérie, le marché de l'électricité (production et distribution) est monopolisé par la société algérienne de l'électricité et du gaz : SONELGAZ. Cette dernière s'intéresse aux prévisions de la consommation de l'électricité, y compris l'électricité « haute tension », dans le souci de faire face à la complexité de la demande, toujours croissante en énergie, et à la maîtrise de l'excédent de l'énergie réactive (qui est à l'origine des perturbations électriques), ainsi que de mettre en œuvre une gestion tarifaire dynamique de la consommation électrique.

Le présent travail se veut une tentative d'élaborer un modèle de prévisions de la consommation énergétique d'une catégorie importante du système énergétique national qui est la clientèle industrielle alimentée en haute tension dans les réseaux de transport

Introduction générale

d'électricité de la région d'Alger ; toute en étudiant les mécanismes du fonctionnement à travers les deux variables, à savoir : les énergies actives et les énergies réactive Notre problématique se présente alors de la manière suivante :

La gestion poursuivie dans le transit (transport) le d'énergie électrique haute tension procure-t-elle un comportement rationnel dans les réseaux électriques de la région du transport d'électricité d'Alger ?

Afin de pouvoir répondre à cette problématique, nous devons répondre aux questions suivantes :

- Quelle est la méthode permettant la réalisation des prévisions à court terme ?
- Établir une relation de cointégration entre la consommation de l'énergie active et la consommation de l'énergie réactive

En tenant compte de la documentation disponible à notre niveau, nous formulons deux hypothèses que nous allons vérifier. :

H_1 : la consommation de l'énergie active influence la consommation d'énergie réactive à court et à long terme.

H_2 : il n'y a pas de causalité entre la consommation d'énergie active et réactive.

Le visé de cette recherche consiste à dégager un plan d'action à entreprendre concernant :

- L'élaboration d'un modèle prévisionnel sur la consommation d'électricité par poste horaire de la clientèle haute tension dans les réseaux de transport d'électricité de la région d'Alger.
- La détermination de l'existence et la nature de cointégration entre l'énergie active et l'énergie réactive.
- Dégager une synthèse et un aperçu sur la gestion du transit d'énergie électrique haute tension dans la région de transport d'électricité d'Alger.

Le présent travail est structuré en 04 chapitres ; le premier retrace le cadre conceptuel de l'énergie électrique ; le deuxième est consacré à la détermination de l'évolution de la production et la consommation de l'électricité et les tarifs appliqués en Algérie. Le troisième est l'étude théorique des séries chronologiques, le quatrième et dernier chapitre est l'étude de cas qui est : étude économétrique de la consommation d'électricité haute tension dans la région de transport d'électricité d'ALGER

CHAPITRE I

L'ENERGIE ELECTRIQUE : LE CADRE CONCEPTUEL

Introduction :

Depuis toujours, la vie humaine s'est alliée à l'énergie qui constitue une des meilleures inventions de l'homme afin de tirer profit de son environnement et pour faciliter son existence et agrémenter son confort.

De nos jours, l'électricité est la forme la plus élaborée des différentes catégories d'énergie, elle est la base de la modernisation et de développement des nations, elle représente l'un des éléments constitutifs des secteurs économiques (industriels, transport, autres).

L'objectif dans le présent chapitre est de cerner l'énergie électrique en tant que concept et phénomène. Nous y consacrons trois sections. La première consiste à présenter les : Définitions, caractéristiques, et importance de l'énergie électrique. La seconde traite les origines, usages, et différents types de clientèle de l'énergie électrique, La troisième section détermine le processus de production et marchés de l'énergie électrique.

Section1 : Définition, caractéristiques, formes, et importance de l'énergie et l'électricité

1.1 .Définitions de l'énergie et de l'énergie électrique

1.1.1. Définition de l'énergie

L'énergie est un concept ancien qui vient du latin *energia*, lui-même issu du grec ancien *enérgeia*, qui signifie « force en action ». Selon le dictionnaire universel : « l'énergie est la capacité d'un système à modifier un état, à produire un travail entraînant un mouvement, de la lumière ou de la chaleur ». On définit aussi l'énergie comme étant une grandeur physique qui caractérise l'état d'un système qui est globalement conservée au cours des différents processus de transformation. En outre, on peut également qualifier l'énergie en fonction de sa source d'extraction et le moyen par lequel il est acheminé. Ainsi, on distingue des énergies dites renouvelables et d'autres non renouvelables.

« L'énergie est une grandeur physique qui existe sous différentes formes (électrique, mécanique, chimique, alimentaire). L'énergie se transforme d'une forme à l'autre, mais toute conversion s'accompagne d'une dégradation de l'énergie « principe Carnot »¹.

1.1.2. Définition de l'énergie électrique (électricité)

De son côté, l'énergie électrique peut être définie comme une énergie disponible sous forme de courant d'électrons (électricité), elle est utilisée directement pour produire de la lumière, elle ne représente pas une énergie primaire c.-à-d. qu'il faut avoir une autre ou d'autres énergies en amont pour la produire, elle est le résultat d'un mix énergétique en revanche elle ne représente ni une énergie fossile ou énergie renouvelable car elle dépend des énergies primaires qui ont été utilisées pour la produire. Elle peut être définie aussi comme une forme d'énergie produite par le déplacement de particules élémentaires de la matière et se manifestent par différents phénomènes tels que : attraction et répulsion.

Quant à l'électricité, elle est définie de plusieurs manières. Selon Wikipédia², L'électricité est l'effet de déplacement de particules chargées à l'intérieur d'un conducteur sous l'effet d'une différence de potentiel aux extrémités de ce conducteur, ce phénomène physique est présent dans de nombreux contextes, elle constitue un bien de consommation indispensable pour le bien-être de la population et de développement économique, vu son importance, il est vital pour un pays d'assurer l'accès à ce bien et de garantir la continuité de sa fourniture.

Le petit Larousse la définit comme est une forme d'énergie particulièrement facile à transporter et à convertir en une autre forme d'énergie à savoir mécanique dans les moteurs, chimique dans l'électrolyse, lumineuse dans l'éclairage électrique, et thermique dans les résistances chauffantes.

¹Association SOLAGRO, « Energie : les notions fondamentales », TOULOUSE.

²<http://fr.wikipedia.org/wiki/Electricité> (consulté le 02 avril 2015).

1.2. Types de l'énergie:

Les systèmes énergétiques se divisent en plusieurs types qui sont :

1.2.1. Énergie primaire:

Une énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. Si elle n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée en une source d'énergie secondaire pour être utilisable et transportable facilement. Dans l'industrie de l'énergie, on distingue la production d'énergie primaire, de son stockage et son transport sous la forme de vecteurs d'énergie et de la consommation d'énergie finale.

1.2.2. Énergie secondaire

Est le résultat de la transformation d'une énergie primaire au moyen d'un système de mutation. Par exemple : la production d'électricité (énergie secondaire) par l'eau (énergie primaire).

1.2.3. Énergie finale

Elle correspond à l'utilisation finale de l'énergie par le consommateur.

1.2.4. Énergies renouvelables

Les énergies renouvelables, ce sont des énergies produites à partir d'une source d'énergie que la nature renouvelle sans cesse. Ces ressources sont donc naturellement illimitées et non polluantes: le soleil, le vent, les fleuves, les matières organiques et les mers. Ces ressources représentent, respectivement, six grandes familles d'énergie : l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie hydraulique, la biomasse, l'énergie géothermique .

1.2.5. Énergies fossiles:

Ce sont le pétrole, le gaz naturel et le charbon... autant de ressources épuisables dont l'utilisation massive participe à l'effet de serre³.

³L'effet de serre est un phénomène naturel qui permet à la Terre de conserver sa chaleur. Les gaz à effet de serre perturbent cet équilibre. En maintenant une trop grande partie du rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre, ils contribuent à l'effet de serre.

1.3. Les principales formes d'énergie:

L'énergie est issue de diverses sources, et le biais par lequel elle est acheminée peut s'exprimer de différentes manières ; on parle alors des formes d'énergie dont les principales sont :

1.3.1. L'énergie solaire : l'énergie renouvelable est le Soleil. On n'utilise pas d'alternateur mais des cellules photovoltaïques. Ce sont ces cellules qui convertissent l'énergie lumineuse du soleil en énergie électrique.

1.3.2. L'énergie thermique : elle est souvent exprimée sous forme de chaleur.

1.3.3. L'énergie électrique : c'est l'énergie fournie sous forme de mouvement des charges électriques de la matière qui est à l'origine de l'électricité. Comme la masse, la charge électrique .Elle directement utilisable pour répondre aux besoins des consommateurs.

1.3.4. L'énergie nucléaire : Le nucléaire possède l'avantage de fournir beaucoup d'énergie électrique pour peu de combustibles mais les installations coûtent cher et nous ne savons pas encore quoi faire des déchets nucléaires. On utilise l'énergie nucléaire des atomes, elle est extraite par fission (rupture des noyaux des atomes).

1.3.5. L'énergie hydraulique : elle permet de fabriquer de l'électricité, dans les centrales hydroélectriques grâce à la force de l'eau .Cette force dépend soit de la hauteur de la chute d'eau (centrales de haute ou moyenne chute), soit du débit des fleuves et des rivières (centrales au fil de l'eau). L'énergie hydraulique dépend du cycle de l'eau. Elle est la plus importante source d'énergie renouvelable.

1.3.6. L'énergie biomasse ⁴ : est l'énergie renouvelable est celle des matières organiques. Il existe différents procédés : thermiques (pyrolyse, gazéification, combustion directe) ou biochimiques (digestion anaérobie ou méthanisation).

1.3.7. L'énergie Éolienne : l'énergie renouvelable est le vent. L'énergie mécanique du vent fait tourner les pâles de l'éolienne qui entraîne un alternateur. Ce dernier transforme cette énergie mécanique en énergie électrique.

⁴Biomasse représente toute matière végétale utilisée directement comme combustible ou transformé avant de la brûler comme le bois ; les déchets végétaux.

1.4. Mesures de l'énergie :

Il est possible de comparer les formes d'énergie, mais ce n'est pas tout simple. Avant le 19^{ème} siècle, les scientifiques n'avaient pas encore réalisé que l'énergie se présentait sous différentes formes. A l'époque, on mesurait donc chaque chose de manière différente. Ce n'est qu'en 1850 que les scientifiques ont découvert qu'une unité unique pouvait être utilisée pour toutes les énergies: le joule.⁵

Ainsi, les différentes formes d'énergies sont mesurées de deux manières, soit avec des unités propres, soit avec une unité commune, le joule, lié à la formule ci-dessus.

Grâce à la formule ci-dessus, il est possible de calculer des équivalences. Par exemple, on estime qu'une plaque de chocolat au lait contient autant d'énergie que 150 grammes de bois ou 300 grammes de viande. Cela correspond aussi à l'énergie dépensée par un cheval qui tire une charrette pendant une heure, soit plus de 2,3 millions de joules.
1 JOULE = L'énergie nécessaire pour soulever 100 grammes d'un mètre
1'000 JOULES = L'énergie nécessaire pour soulever 100 kilos d'un mètre.

Il existe d'autres unités de mesure de l'énergie⁶ dont les principales sont les suivantes :

- ✓ Kilowatt /heure (kW/h) ; pour mesurer l'énergie électrique, elle égale à 3.6millions de joule.
- ✓ Baril (bl) : estime couramment le pétrole brut, cette unité est égale à 159littres, soit en moyenne 0.126Tonnes.
- ✓ Pour le gaz : il peut être compté en KWH, en mètres cubes.

1. 5. La maitrise de l'énergie

Toutes les réponses aux questions liées à la diminution du stock des énergies fossiles et à l'augmentation des gaz à effet de serre convergent vers les nouvelles technologies de l'énergie. Développer durablement l'ensemble de la filière énergie est d'une absolue nécessité. L'objectif final étant d'optimiser la production énergétique et les services liés sur toute la chaîne de la production à la distribution.

⁵ Le joule représente l'unité de mesure de l'énergie électrique

⁶ A association SOLAGRO, énergie : les notions fondamentales, TOULOUSE

La maîtrise de l'énergie⁷ désigne l'ensemble des moyens exploités et l'union des différentes actions et mesures mises en œuvre afin de rationaliser le processus énergétique, développer les énergies renouvelables, réduire l'impact du système énergétique sur l'environnement. Sa mise en œuvre repose sur un ensemble d'éléments classés comme suit :

➤ **L'introduction des normes et exigences d'efficacité énergétique :**

Des normes d'isolation thermique s'appliquant à la conception et à la construction des bâtiments neufs bien déterminées qui favorisent les économies d'énergie et le rendement énergétique, et selon les données climatiques des lieux où ils sont situés.

➤ **Le contrôle d'efficacité énergétique :**

Le contrôle d'efficacité énergétique s'applique généralement aux bâtiments neufs, appareils fonctionnant à l'électricité ou au gaz ...etc., en vue de la certification de conformité avec les normes de rendements énergétique et aux normes respectant l'environnement.

➤ **L'audit énergétique obligatoire et périodique :**

Ce système est installé pour le suivi et le contrôle de la consommation d'énergie dans les secteurs de l'industrie, de transport et de tertiaire, en vue d'assurer l'optimisation énergétique de leur fonctionnement.

➤ **Le programme national de maîtrise de l'énergie :**

Le programme regroupe l'ensemble des projets, des mesures et des actions dans ces principaux domaines : économie d'énergie, promotion des énergies renouvelables, élaboration des normes d'efficacité énergétique et réduction de l'impact énergétique sur l'environnement.

➤ **Le financement de la maîtrise de l'énergie :**

Un fond national pour la maîtrise de l'énergie est installé pour financer le programme national pour la maîtrise de l'énergie, ce fond est alimenté par l'Etat, des taxes ...

➤ **Les mesures d'encouragement et d'incitation :**

⁷ Journal officiel, loi n°99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie, P.3 (N° du journal : 051 du 02-08-1999)

Les actions et les projets qui contribuent à l'amélioration de l'efficacité énergétique et à la promotion des énergies renouvelables bénéficient des avantages prévus dans le cadre de la législation et la réglementation.

1.6. L'importance de l'électricité et de l'énergie électrique

L'électricité est une forme secondaire d'énergie qui résulte de toutes transformations artificielles de l'énergie primaire (gaz naturel, charbon ...Etc.).Elle joue un rôle primordial pour la croissance et le développement de différents secteurs économiques, et permet la modernisation de toutes les taches considérées comme indicateur de degré du rayonnement d'une société. Proprement parler elle n'est pas une source d'énergie, mais un vecteur énergétique, c'est-à-dire un mode de transport, elle permet de transmettre la puissance issue des générateurs, aux multiples utilisateurs, par l'intermédiaire des lignes électriques. Elle se présente comme un flux continue et facile à transporter et à subdiviser.

A l'heur actuel, l'électricité représente un moteur s'agissant de l'amélioration des conditions de vie des citoyens comme elle est utilisée largement dans les sociétés développées pour transporter de grandes quantités d'énergie facilement utilisable .Par ailleurs, elle constitue une puissante influence sur le système économique d'un pays car toute réduction de l'offre en matière d'énergie électrique est bien souvent synonyme non seulement de ralentissement de la machine économique d'un pays mais aussi d'inquiétude de tension et de crise.

De point de vue économique l'électricité est le pilier du réseau d'énergie elle fait tourner notre économie et elle est indispensable à la maison, au bureau et à notre mode de vie. Elle est l'indicateur de la croissance économique pour les secteurs de la fabrication, de l'exploitation minière, de l'énergie, de même pour les industries de l'ensemble du pays.

Aujourd'hui, l'énergie électrique constitue une grande préoccupation pour tous les pays du monde, puisque elle est indispensable à la réalisation de tout processus de production et donc au développement économique et social. En effet l'énergie rend de nombreux services à l'humanité, elle contribue à la satisfaction des besoins primaire (tel que l'éclairage, la cuisson, le chauffage, la climatisation, elle peut être utilisée comme biens de consommation finale ou comme facteur de production ou comme bien de consommation intermédiaire.

Le réseau d'électricité est, à la fois complexe et fiable, a attiré les investissements et permis aux industries d'avoir un avantage concurrentiel en fournissant de l'électricité propre et abordable. Il s'agit également d'un secteur qui soutient des emplois dans les collectivités de

l'ensemble du pays. L'électricité participe à tous les autres secteurs de notre économie et est un élément de base essentiel pour la croissance dans les secteurs de l'énergie.

1.7. Caractéristique de l'électricité

L'électricité se caractérise par plusieurs éléments. Le principal en est qu'elle ne se stocke pas, pourtant elle est toujours disponible en temps réel en toutes raisons et à tout moment de la journée. Une fois produite, elle emprunte un réseau de lignes aériennes et souterraines que l'on peut comparer aux réseaux routiers avec des autoroutes et ses voies nationales et voies secondaires, des réseaux de distribution et ses échangeurs (postes électriques). Aussi, elle ne présente qu'une faible capacité d'accumulation en tension continue et aucune accumulation en tension alternative ; si tôt produite, si tôt livrée aux consommateurs, elle circule instantanément sur les lignes électriques, depuis le lieu où elle est générée (centrales) jusqu'à l'endroit où elle est utilisée (magasin, usine, bureau).

A côté de cet élément, on retient brièvement:

- La facilité de modifier à volonté ces caractéristiques grâce aux transformateurs afin de l'adapter aux nécessités du transport ou de l'emploi.
- Le coût très variable en raison de l'impossibilité de stocker des TWh pour répondre aux fluctuations de la demande.
- La facilité de son transport.

Section2 : Les origines, usages, types de clientèle de l'énergie électrique.

2.1. Les origines de l'énergie électrique :

L'énergie électrique est produite dans la centrale à l'aide de générateurs (appareil qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique) à un niveau de tension 20 000 Volts.

En général, pour des raisons techniques et environnementales, les centrales sont installées dans des endroits éloignés des agglomérations.

Les centrales électriques fournissent le courant électrique dont nous avons besoin. Ces centrales ne fonctionnent pas de la même manière, car il existe plusieurs façons de produire l'électricité. On peut utiliser des énergies renouvelables, le vent, la chaleur...

Malgré des différences au niveau des centrales électriques, celles-ci ont en commun l'alternateur, c'est-à-dire que le principe de production d'énergie électrique est toujours le même : il faut un alternateur à côté d'une source d'énergie.

2.1.1. Les centrales hydroélectriques:

Dans ces centrales l'énergie hydraulique permet de fabriquer de l'électricité, dans les centrales hydroélectriques, grâce à la force de l'eau. Cette force soit de la hauteur de la chute d'eau (centrales de haute ou moyenne chute), soit du cycle de l'eau, qui représente la plus importante source d'énergie renouvelable.

Une centrale hydroélectrique est composée de trois parties :

- ✓ Le barrage qui retient l'eau.
- ✓ La centrale qui produit l'électricité
- ✓ Les lignes électrique qui évacuent et transportent l'énergie électrique.

Dans ces centrales l'électricité est produite à partir des chutes d'eau qui font tourner la turbine et pour ramener de l'eau dans les turbines on construit généralement un barrage sur un cours d'eau de façon à construire une réserve l'eau circule sous forte pression ; en tombant, l'eau fait tourner la turbine, et sa rotation produit de l'énergie mécanique qui fait tourner à son tour l'alternateur produisant aussi de l'énergie électrique.

2.1.2. Les centrales thermiques:

Une centrale thermique est celle produisant de l'électricité à partir d'une source de chaleur, cette sources est souvent du gaz naturel, du charbon, des déchets ménage.

L'énergie thermique ou de chaleur qui est produite à l'aide d'une chaudière, qui permet d'atteindre jusqu'à 90m de haute, et recouvert de tubes dans lesquels circule de l'eau froide. Cette eau est alors chauffée grâce à la chaleur dégagée par le combustible qui brule et envoyé sous pression par des turbines et se transforme en vapeur ; celle-ci met en marche une turbine dont le fonctionnement entraine à son tour un alternateur qui produit l'électricité.

On distingue trois types centraux thermiques qui soient : Turbine vapeur (TV) ; Turbine gaz (TG) et centrale diesel (CD) :

- **Centrales turbine vapeur (TV) :** Dans ces centrales, les turbines fonctionnent à base de plusieurs types de combustibles : charbon, bois, gasoil.

L'énergie chimique du combustible se transforme dans une grande chaudière en énergie calorifique; cette énergie chauffe l'eau qui se transforme en vapeur. La vapeur d'eau ainsi créée fait tourner une turbine qui entraine à son tour l'alternateur, ce que l'on appelle un courant électrique alternatif. La tension du courant électrique produite est élevée par un transformateur, afin de faciliter le transport du courant dans les lignes à haute et très haute tension.

- **Centrales turbine gaz (TG) :** Dans ces centrales (TG), les turbines fonctionnent en utilisant un seul combustible : le gaz. Les turbines à gaz en cycle simple sont peu coûteuses à construire, de plus elles ont l'avantage de démarrer très rapidement. L'énergie chimique du combustible se transforme en énergie calorique dans une grande chaudière, qui chauffe l'eau et se transforme en vapeur, qui fait tourner la turbine, ce processus produit de l'énergie électrique.

- **Centrale diesel (CD) :** Un moteur type diesel utilisant du gasoil entraîne directement un alternateur, qui produit de l'énergie électrique, les turbines à diesel sont nécessaires dans les zones où l'acheminement de l'électricité est impossible ou s'il y a une panne d'électricité dans les infrastructures importantes. Les moteurs diesel utilisant des gasoils, entraînent directement un alternateur qui produit l'électricité, mais ils ont un faible rendement et un caractère polluant.

La production d'électricité en Algérie provient essentiellement des centrales thermique (elles produisent de l'électricité à partir de la chaleur qui est souvent du gaz naturel de charbon des huiles minérales...) et hydraulique pour alimenter directement sa clientèle à travers son réseau de transport.

2.2. La décentralisation des énergies renouvelables:

L'introduction des énergies renouvelables en Algérie peut se faire selon les approches suivantes :

- complément à l'électrification rurale pour l'alimentation en électricité de sites isolés.
- Hybridation des centrales diesel existantes ou nouvelles par des systèmes photovoltaïques ou par des éoliennes, selon le site et la puissance.
- Approche dictée par des considérations de politique énergétique, de veille technologique ou de conformité à des engagements environnementaux. Cette approche concerne notamment les filières solaires thermiques, éoliennes et cogénération prés

2.3. Les type de clientèles:

La consommation de l'électricité est décomposée, selon le niveau de tension en trois (03), catégories ; on trouve la clientèle basse tension, moyenne et haute tension.

2.3.1. Clientèle Basse Tension: l'électricité est utilisée par :

Des abonnées ordinaires comme les ménages, les commerçants, les artisans, D'abonnées factures sur mémoires (FSM) : administration ; éducation ; santé ; Publique .Le niveau de tension est inférieur à 1kV.

2.3.2. Moyenne tension : elle regroupe les secteurs de l'industrie légère sa tension moyenne varie entre 5,5KV et 30KV. Cette clientèle regroupe 22 secteurs d'activités : Agriculture, Matériaux de construction Bâtiments. Travaux. Public, Matières. Plastiques, Industries Textiles, Industries Agro-alimentaires, Industries Cuirs, Bois. Papier. Lièges - Industries Diverse Transport, Commerce, Hôtels. Restaurants. Cafés, Services marché fournis aux Entreprises, collectivités. Locales - logement Collectifs et dépendances.

2.3.3. Haute tension : L'électricité (HT) est une électricité à forte capacité, Utilisée dans le secteur industriel pour transporter des grandes quantités d'électricité. ; Son niveau est supérieur ou égale à 60kv.L'énergie électrique sort des centrales avec une tension de quelques kV (5 à 10 kV), le transport se fait avec une haute tension (220 kV et plus) pour minimiser les

pertes Joule⁸ dans la ligne et de pouvoir transiter de grandes puissances. Elle regroupe les secteurs de l'industrie lourde, la tension moyenne nécessaire varie entre 60KV et 220KV. En réalité cette clientèle regroupe 09 secteurs d'activités : Eau et Energie, Hydrocarbures, Mines et Carriers, Matière plastiques, industries textiles, Bois. Papier .Liège, Transport.

2.4. Les principaux usages de l'électricité:

2.4.1. Usages domestiques:

L'énergie a été utilisée essentiellement pour l'éclairage et l'alimentation de multiples appareils domestiques, pour la production d'eau chaude, la cuisine et le chauffage, la climatisation qui représentent souvent la plus forte dépense de l'énergie domestique. L'électricité peut assurer actuellement, le téléphone, l'électronique, informatique, média audio visuels.

2.4.2. Usages agricoles

La consommation d'énergie électrique correspond à l'éclairage des bâtiments agricoles, l'utilisation des matériels électriques par rapport à la pratique de certains élevages notamment celui de l'élevage de poulet qui nécessite un éclairage permanent. Comme elle correspond aussi au Pompage d'irrigation des barrages.

2.4.3. Usages industriels:

L'énergie électrique joue un rôle majeur dans l'activité industrielle et les pays industrialisés elle est utilisée pour le fonctionnement des grandes machines électriques employées dans les processus de production et de fabrications.

2.4.4. Usage de transports :

Au fur et à mesure du développement de la civilisation humaine, les échanges de Marchandises entre les hommes ont nécessité la résolution du problème de transport.

«Transporter plus et surtout réduire le temps de transport ».l'électricité est utilisée pour transporter de grandes quantité de la production a un moindre cout et a meilleure efficacité.

Section3 : Le processus de production et les marchés d'électricité

3.1. Le processus de production de l'électricité :

Il comprend cinq étapes principales :

⁸Pertes joule : effet de dissipation de l'électricité sous forme de chaleur), et non technique tels que la rétrocession, la mauvaise gestion, la surconsommation de l'énergie réactive,...etc.

3.1.1. La production :

La production d'électricité permet de mettre à disposition de l'ensemble des consommateurs un approvisionnement adapté à leurs besoins en énergie électrique, à tout moment.

La production d'électricité se fait depuis la fin du 19^{ème} siècle à partir de différentes sources d'énergies primaires. Les premières centrales électriques fonctionnaient au bois. Aujourd'hui, la production peut se faire à partir d'énergie fossile (charbon, gaz naturel ou pétrole), d'énergie nucléaire, d'énergie hydraulique, d'énergie solaire, d'énergie éolienne et de biomasse.

3.1.2. Interconnexion:

Elle est effectuée par des lignes de très haute tension, elle permet à la fois : d'apporter l'énergie près des grandes centrales de consommation et d'assurer une connexion entre les centrales pour qu'il y ait une continuité de fourniture de l'électricité.

3.1.3. Le transport:

Qui consiste à acheminer l'électricité via un réseau haute tension, depuis les sites de production jusqu'au point de connexion avec le réseau de distribution, ou jusqu'au point de rencontre des gros consommateurs connectés directement au réseau de transport. Comme il permet de se rapprocher des consommateurs finaux à partir des postes de transformation, tout en veillant au transport d'électricité dans une perspective à long terme en tenant compte : des moyens de production disponibles, de la consommation, de leur dispersion géographique respectée et de leur évolution.

3.1.4. La distribution:

Une fois l'électricité acheminée jusqu'à proximité des centres de consommation, sa tension est abaissée afin de la rendre utilisable par les consommateurs sur le réseau en basse et moyenne tension. Le réseau de distribution s'étend des postes sources jusqu'aux compteurs des usages, elle recouvre son acheminement en moyenne et basse tension depuis les postes sources situés à la sortie du réseau de haute tension jusqu'aux compteurs des usagers. La distribution se fait par des lignes et des câbles de moyenne et basse tension.

La distribution consiste à alimenter l'ensemble des consommateurs à partir des postes de transformations.

3.1.5. La commercialisation et la vente (la fourniture) :

Elle consiste à gérer la relation avec le client final d'électricité (estimer la consommation, émettre la facture, gérer le paiement...).

3.2. Marché d'électricité:

3.2.1. Définition:

Le marché de l'électricité désigne, de façon générale, les différentes formes d'organisation du secteur de la production et de la commercialisation de l'électricité apparus, principalement dans les années quatre-vingt-dix, dans la plupart des pays industrialisés, dans le cadre des processus de déréglementation.

A la fin du 19^{ème} siècle, le secteur électrique s'est organisé en monopoles territoriaux verticalement intégrés, de la production à la distribution de détails.

Cette évolution, en dépit des guerres et vicissitudes socio-économiques du siècle, a été contemporaine de mutations technologiques du secteur, tant par l'évolution des méthodes de production, de transport et de distribution de l'électricité, que par le poids de cette énergie dans la vie économique et domestique des nations.

3.2.2. Les acteurs des marchés d'électricité:

On distingue habituellement quatre catégories d'acteurs :

A : Le producteur et le fournisseur d'électricité:

Une même entreprise s'occupe souvent de la production d'électricité et de sa fourniture aux clients finaux. C'est une entreprise, productrice ou importatrice, qui s'engage à injecter sur le réseau du transporteur la quantité d'énergie achetée par le client.

Un producteur d'électricité peut aussi être une entreprise ou un particulier qui consomme sur place l'électricité qu'il produit et qui rembourse une partie sur le réseau de transport ou de distribution.

B : le transporteur:

C'est l'exploitant du réseau électrique à haut tension, servant au transport interrégional et international de l'électricité. Du fait de la notion de monopole naturel, il y a en général un seul transporteur par pays.

C : le distributeur:

C'est l'exploitant du réseau électrique sur lequel le client final est connecté physiquement, en basse ou en moyenne tension.

D : l'autorité de régulation:

Dans la plupart des pays, la déréglementation du secteur électrique s'est accompagnée de la mise en place d'une entité de régulation sectorielle, indépendante des acteurs économiques en concurrence. Leur forme juridique, leurs compétences juridiques et leurs modes d'intervention sont extrêmement variables d'un pays à un autre mais comprennent toujours la surveillance du fonctionnement des marchés nouvellement créés et des règles associées.

E : le client éligible :

Lorsque le contexte légal national lui permet de choisir librement son fournisseur d'énergie électrique. Dans les pays ayant déréglementé leur secteur électrique, ce sont en général les gros clients industriels qui sont éligibles en premier, puis les petits industriels, puis les particuliers.

3.2.3. Les type de marché d'électricité:

Il existe deux types de marché : le marché de détail et le marché de gros.

1 : le marché de détail :

Un marché de détail de l'électricité existe lorsque les consommateurs privés peuvent choisir leur fournisseur d'électricité parmi des entreprises en « *libre compétition* ».

On peut distinguer deux types d'offre de ce marché :

- Les offres de marché, dont les prix sont fixés librement par les fournisseurs;
- les tarifs réglementés de vente fixés conjointement par les ministres chargés de l'économie et de l'énergie.

Tous les fournisseurs peuvent proposer des offres de marché. A l'inverse, les tarifs réglementés de vente ne sont eux proposés que par les fournisseurs historiques à savoir les ELD⁹.

⁹ELD : entreprise locale de distribution.

Les fournisseurs qui ne sont pas historiques sont dénommés fournisseurs alternatifs : Ce sont des nouveaux acteurs qui ont fait leur entrée sur le marché de détail de l'électricité suite à la libéralisation des marchés.

2:le marché de gros :

Il y a « marché de gros de l'électricité » lorsque des producteurs d'électricité concurrents offrent l'électricité qu'ils ont produite à des fournisseurs d'électricité.

Pour un marché de gros efficace il est essentiel que certains critères soient remplis. Le professeur William W. Hogan de John F. Kennedy School of Government a identifié ces critères. Le point central est l'existence d'un marché spot coordonné qui offre des prix « *bid-based, security-constrained, economic dispatch with nodal* ».

Le prix de l'énergie électrique sur les marchés de gros est très volatil, dans la mesure où on peut l'assimiler à un prix d'option qui peut varier fortement au fur et à mesure qu'on s'approche de la période de livraison

Conclusion

Le secteur de l'électricité revêt une importance stratégique dans les sociétés et les économies contemporaines. Des investissements s'y donc imposent fortement pour en assurer la disponibilité, Du fait que l'énergie électrique peut pas être stockée, la condition physique et unique qui assure un rendement optimale est que la production doit ajuster la consommation.

Le secteur énergétique que ce soit électrique ou autre a pour vocation de satisfaire les besoins de la clientèle en matière énergétique et de servir à l'accroissement économique et sociale du pays sur le niveau national et mondiale dans un cadre de sécurité et le respect de l'environnement.

Résumé

L'énergie électrique est un bien non stockable, une fois produite, elle doit être consommée. De là, la production doit s'ajuster instantanément à la consommation, d'où la nécessité d'établir des prévisions de consommation de l'électricité à court terme afin que SONELGAZ puisse définir exactement les besoins de sa clientèle.

L'électricité est un indicateur de la croissance économique pour tous les secteurs et un pilier s'agissant de l'amélioration des conditions de vie des nations. Sa gestion optimale doit être à la portée de toutes les autorités publiques et privées dans le but de rationaliser le processus de la consommation et contribuer à mettre en évidence le rôle essentiel de l'analyse prévisionnelle à court terme. L'étude de la direction relationnelle a déterminé le sens de causalité entre la consommation d'énergie active et réactive au niveau de la région du transport d'électricité d'Alger.

Mots-clés : énergie, énergie électrique, consommation d'électricité Haute Tension, cointégration, transit, étude économétrique, prévision, énergie active et réactive, série temporelle.

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Evolution de la production d'électricité par origine de 1990 à 2012.....	35
Tableau 1.2 : Evolution des ventes d'électricité et des abonnés par niveau de tension sur la période 1990-2012	38
Tableau 1.3 : La consommation d'électricité et le taux d'accroissement annuel moyen par niveau de tension de 1990 à 2012.....	40
Tableau 2.4 : L'évolution de l'écart entre la production et la consommation nationale d'électricité en Algérie sur la période 1990-2012.....	43
Tableau IV 1 : choix du nombre de retards pour la série pleinesa.....	91
Tableau VI .2 : teste ADF : modèle (3) pour la série pleinesa.....	91
Tableau IV.3 : Estimation de la droite de la tendance par des MCO de la série pleinesa....	92
Tableau IV .4 : choix du nombre de retards pour la série pleinesast.....	93
Tableau IV. 5 : choix du nombre de retards pour la série pointesa.....	97
Tableau VI .6 : teste ADF : modèle (3) pour la série pointesa.....	97
Tableau IV.7 : estimation de la droite de la tendance par MCO de la série pointesa.....	98
Tableau IV.8 : choix du nombre de retards pour la série creusesa.....	103
Tableau VI .9 : teste ADF : modèle (3) pour la série creusesa.....	103
Tableau IV.10 : estimation de la droite de la tendance par MCO de la série creusesa.....	104
Tableau IV .11 : choix du nombre de retards creusesast.....	105
Tableau IV.12 : choix du nombre de retards de la série activesa.....	109
Tableau VI .13 : teste ADF : modèle (3) pour la série activesa.....	109
Tableau IV.14 : estimation de la droite de la tendance par MCO de la série activesa.....	110
Tableau VI .15 : teste ADF : modèle (3) pour la série activesast.....	111
Tableau VI .16 : teste ADF : modèle (2) pour la série activesast.....	111
Tableau VI .17 : teste ADF : modèle (1) pour la série activesast.....	112
Tableau IV 18 : choix du nombre de retards de la série reactivesa.....	113

Liste des tableaux

Tableau VI .19 : teste ADF : modèle (3) pour la série reactivesa.....	114
Tableau VI .20 : teste ADF : modèle (2) pour la série reactivesa	114
Tableau VI .21 : teste ADF : modèle (3) pour la série reactivest.....	115
Tableau VI .22 : teste ADF : modèle (3) pour la série reactivest.....	116
Tableau VI .23 : teste ADF : modèle (2) pour la série reactivest.....	116
Tableau VI .24 : teste ADF : modèle (1) pour la série reactivest.....	117
TableauIV.25 : Estimation de la relation statique entre active et reactive	117
Tableau IV.26 : Test ADF sur les résidus de la relation statique.....	118
Tableau IV. 27 : Estimation de modèle à correction d'erreur.....	118

LES ANNEXES

ANNEXES I

**Résultats
d'estimations et
Programmes
sous EViews
4.0**

I. les tableaux :**Tableau 1 : Coefficients saisonnier de la série (pleine)**

Date: 06/13/15 Time: 11:06	
Sample: 2008:01 2013:12	
Included observations: 72	
Difference from Moving Average	
Original Series: PLEINE	
Adjusted Series: PLEINESA	
Scaling Factors:	
1	-2195.082
2	-2199.970
3	1610.442
4	2198.309
5	2012.235
6	784.4655
7	-134.8509
8	-1201.409
9	-1850.198
10	-102.5183
11	348.6191
12	729.9569

Tableau 2 : Résultat du test ADF sur la série pleinesa (modèle 3) P=0 **Tableau 3 : Résultat du test ADF sur la série pleinesa (modèle 3) p=1**

ADF Test Statistic	-4.645077	1% Critical Value*	-4.0909	
		5% Critical Value	-3.4730	
		10% Critical Value	-3.1635	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PLEINESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/14/15 Time: 02:23				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PLEINESA(-1)	-0.481683	0.103698	-4.645077	0.0000
C	11589.40	2516.403	4.605541	0.0000
@TREND(2008:01)	64.19840	17.22698	3.726621	0.0004
R-squared	0.241010	Mean dependent var	130.6361	
Adjusted R-squared	0.218687	S.D. dependent var	2083.235	
S.E. of regression	1841.411	Akaike info criterion	17.91579	
Sum squared resid	2.31E+08	Schwarz criterion	18.01139	
Log likelihood	-633.0104	F-statistic	10.79639	
Durbin-Watson stat	1.912638	Prob(F-statistic)	0.000085	

ADF Test Statistic	-4.310415	1% Critical Value*	-4.0928	
		5% Critical Value	-3.4739	
		10% Critical Value	-3.1640	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PLEINESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/14/15 Time: 02:28				
Sample(adjusted): 2008:03 2013:12				
Included observations: 70 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PLEINESA(-1)	-0.519291	0.120474	-4.310415	0.0001
D(PLEINESA(-1))	0.080389	0.122753	0.654880	0.5148
C	12520.17	2906.780	4.307229	0.0001
@TREND(2008:01)	68.16174	19.16018	3.557468	0.0007
R-squared	0.245014	Mean dependent var	144.4385	
Adjusted R-squared	0.210696	S.D. dependent var	2095.004	
S.E. of regression	1861.259	Akaike info criterion	17.95134	
Sum squared resid	2.29E+08	Schwarz criterion	18.07982	
Log likelihood	-624.2969	F-statistic	7.139612	
Durbin-Watson stat	1.974343	Prob(F-statistic)	0.000317	

Tableau 5 : Résultat du test ADF sur la série pleinesa (modèle 3) P=2 Tableau 6 : Résultat du test ADF sur la série pleinesa (modèle 3) P=3

ADF Test Statistic	-3.167480	1% Critical Value*	-4.0948	
		5% Critical Value	-3.4749	
		10% Critical Value	-3.1645	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PLEINESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/14/15 Time: 02:34				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PLEINESA(-1)	-0.431494	0.136226	-3.167480	0.0024
D(PLEINESA(-1))	0.002837	0.134086	0.021157	0.9832
D(PLEINESA(-2))	-0.167991	0.122976	-1.366054	0.1767
C	10515.40	3272.668	3.213099	0.0021
@TREND(2008:01)	55.51484	20.94742	2.650199	0.0101
R-squared	0.268116	Mean dependent var	158.5918	
Adjusted R-squared	0.222373	S.D. dependent var	2106.978	
S.E. of regression	1858.000	Akaike info criterion	17.96209	
Sum squared resid	2.21E+08	Schwarz criterion	18.12398	
Log likelihood	-614.6922	F-statistic	5.861387	
Durbin-Watson stat	1.972157	Prob(F-statistic)	0.000440	

ADF Test Statistic	-2.833096	1% Critical Value*	-4.0969	
		5% Critical Value	-3.4759	
		10% Critical Value	-3.1651	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PLEINESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/14/15 Time: 02:36				
Sample(adjusted): 2008:05 2013:12				
Included observations: 68 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PLEINESA(-1)	-0.418067	0.147565	-2.833096	0.0062
D(PLEINESA(-1))	-0.004614	0.154753	-0.029813	0.9763
D(PLEINESA(-2))	-0.171366	0.135275	-1.266798	0.2100
D(PLEINESA(-3))	-0.020953	0.126093	-0.166173	0.8686
C	10078.62	3535.228	2.850912	0.0059
@TREND(2008:01)	56.22125	22.34782	2.515737	0.0145
R-squared	0.263517	Mean dependent var	119.7427	
Adjusted R-squared	0.204123	S.D. dependent var	2097.600	
S.E. of regression	1871.309	Akaike info criterion	17.99076	
Sum squared resid	2.17E+08	Schwarz criterion	18.18660	
Log likelihood	-605.6859	F-statistic	4.436777	
Durbin-Watson stat	1.981865	Prob(F-statistic)	0.001614	

Tableau 7 : Résultat du test ADF sur la série pleinesa (modèle 3) P=4 Tableau 8 : Résultat du test ADF sur la série pleinesast (modèle 3)

ADF Test Statistic	-2.510569	1% Critical Value*	-4.0990	
		5% Critical Value	-3.4769	
		10% Critical Value	-3.1657	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PLEINESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/14/15 Time: 02:39				
Sample(adjusted): 2008:06 2013:12				
Included observations: 67 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PLEINESA(-1)	-0.399292	0.159044	-2.510569	0.0148
D(PLEINESA(-1))	-0.016221	0.167408	-0.096896	0.9231
D(PLEINESA(-2))	-0.198999	0.157635	-1.262405	0.2117
D(PLEINESA(-3))	-0.040747	0.139826	-0.291410	0.7717
D(PLEINESA(-4))	-0.041434	0.128430	-0.322616	0.7481
C	9705.503	3792.292	2.559271	0.0130
@TREND(2008:01)	52.44681	23.99161	2.186048	0.0327
R-squared	0.263366	Mean dependent var	139.1521	
Adjusted R-squared	0.189702	S.D. dependent var	2107.269	
S.E. of regression	1896.891	Akaike info criterion	18.03243	
Sum squared resid	2.16E+08	Schwarz criterion	18.26277	
Log likelihood	-597.0863	F-statistic	3.575254	
Durbin-Watson stat	1.985542	Prob(F-statistic)	0.004285	

ADF Test Statistic	-4.645077	1% Critical Value*	-4.0909	
		5% Critical Value	-3.4730	
		10% Critical Value	-3.1635	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PLEINESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/15 Time: 21:11				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PLEINESAST(-1)	-0.481683	0.103698	-4.645077	0.0000
C	-41.44979	441.7317	-0.093835	0.9255
@TREND(2008:01)	1.035558	10.66364	0.097111	0.9229
R-squared	0.241010	Mean dependent var	-0.493399	
Adjusted R-squared	0.218687	S.D. dependent var	2083.235	
S.E. of regression	1841.411	Akaike info criterion	17.91579	
Sum squared resid	2.31E+08	Schwarz criterion	18.01139	
Log likelihood	-633.0104	F-statistic	10.79639	
Durbin-Watson stat	1.912638	Prob(F-statistic)	0.000085	

Tableau 9 : Résultat du test ADF sur la série pleinesast (modèle 2)

ADF Test Statistic	-4.679500	1% Critical Value*	-3.5239	
		5% Critical Value	-2.9023	
		10% Critical Value	-2.5882	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PLEINESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/15 Time: 22:04				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PLEINESAST(-1)	-0.481747	0.102948	-4.679500	0.0000
C	-4.170194	216.9624	-0.019221	0.9847
R-squared	0.240905	Mean dependent var	-0.493399	
Adjusted R-squared	0.229904	S.D. dependent var	2083.235	
S.E. of regression	1828.145	Akaike info criterion	17.88776	
Sum squared resid	2.31E+08	Schwarz criterion	17.95149	
Log likelihood	-633.0153	F-statistic	21.89772	
Durbin-Watson stat	1.912261	Prob(F-statistic)	0.000014	

Tableau 10 : Résultat du test ADF sur la série pleinesast (modèle 1)

ADF Test Statistic	-4.713236	1% Critical Value*	-2.5954	
		5% Critical Value	-1.9449	
		10% Critical Value	-1.6181	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(PLEINESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/15 Time: 22:20				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PLEINESAST(-1)	-0.481740	0.102210	-4.713236	0.0000
R-squared	0.240901	Mean dependent var	-0.493399	
Adjusted R-squared	0.240901	S.D. dependent var	2083.235	
S.E. of regression	1815.045	Akaike info criterion	17.85959	
Sum squared resid	2.31E+08	Schwarz criterion	17.89146	
Log likelihood	-633.0155	Durbin-Watson stat	1.912264	

Tableau 11 : Coefficients saisonnier de la série pointe

Date: 06/11/15 Time: 11:32	
Sample: 2008:01 2013:12	
Included observations: 72	
Difference from Moving Average	
Original Series: POINTE	
Adjusted Series: POINTESA	
Scaling Factors:	
1	-595.3961
2	-523.2528
3	10.11740
4	845.9497
5	670.8648
6	148.7845
7	-94.89502
8	-200.8125
9	-322.5744
10	-8.263021
11	-95.50410
12	164.9815

Tableau 12 : Résultat du test ADF sur la série pointesa (modèle 3) p=0

ADF Test Statistic	-3.085849	1% Critical Value*	-4.0909	
		5% Critical Value	-3.4730	
		10% Critical Value	-3.1635	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(POINTESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 11:18				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POINTESA(-1)	-0.248575	0.080553	-3.085849	0.0029
C	1599.467	517.3703	3.091532	0.0029
@TREND(2008:01)	7.420534	3.394647	2.185952	0.0323
R-squared	0.122920	Mean dependent var	41.98554	
Adjusted R-squared	0.097123	S.D. dependent var	447.7031	
S.E. of regression	425.4067	Akaike info criterion	14.98530	
Sum squared resid	12306017	Schwarz criterion	15.08091	
Log likelihood	-528.9783	F-statistic	4.764982	
Durbin-Watson stat	1.866270	Prob(F-statistic)	0.011570	

Tableau 13 : Résultat du test ADF sur la série pointesa (modèle 3) p=1

ADF Test Statistic	-3.170786	1% Critical Value*	-4.0928	
		5% Critical Value	-3.4739	
		10% Critical Value	-3.1640	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(POINTESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 11:19				
Sample(adjusted): 2008:03 2013:12				
Included observations: 70 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POINTESA(-1)	-0.275901	0.087013	-3.170786	0.0023
D(POINTESA(-1))	0.087914	0.122377	0.718383	0.4751
C	1789.997	558.3307	3.205979	0.0021
@TREND(2008:01)	7.748283	3.540288	2.188602	0.0322
R-squared	0.134515	Mean dependent var	45.81475	
Adjusted R-squared	0.095175	S.D. dependent var	449.7630	
S.E. of regression	427.8249	Akaike info criterion	15.01075	
Sum squared resid	12080253	Schwarz criterion	15.13924	
Log likelihood	-521.3763	F-statistic	3.419281	
Durbin-Watson stat	1.950395	Prob(F-statistic)	0.022234	

Tableau 14 : Résultat du test ADF sur la série pointesa (modèle 3) P=2

ADF Test Statistic	-2.508386	1% Critical Value*	-4.0948	
		5% Critical Value	-3.4749	
		10% Critical Value	-3.1645	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(POINTESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 11:19				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POINTESA(-1)	-0.235737	0.093980	-2.508386	0.0147
D(POINTESA(-1))	0.067594	0.125016	0.540680	0.5906
D(POINTESA(-2))	-0.123083	0.123829	-0.993976	0.3240
C	1522.967	602.8303	2.526361	0.0140
@TREND(2008:01)	6.971435	3.695818	1.886303	0.0638
R-squared	0.141382	Mean dependent var	39.10916	
Adjusted R-squared	0.087718	S.D. dependent var	449.5195	
S.E. of regression	429.3515	Akaike info criterion	15.03213	
Sum squared resid	11797933	Schwarz criterion	15.19402	
Log likelihood	-513.6086	F-statistic	2.634597	
Durbin-Watson stat	1.981067	Prob(F-statistic)	0.042060	

Tableau 15 : Résultat du test ADF sur la série pointesa (modèle 3) P=3

ADF Test Statistic	-2.517520	1% Critical Value*	-4.0969	
		5% Critical Value	-3.4759	
		10% Critical Value	-3.1651	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(POINTESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 11:20				
Sample(adjusted): 2008:05 2013:12				
Included observations: 68 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POINTESA(-1)	-0.251950	0.100079	-2.517520	0.0144
D(POINTESA(-1))	0.092607	0.135859	0.681637	0.4980
D(POINTESA(-2))	-0.111466	0.127578	-0.873706	0.3857
D(POINTESA(-3))	0.067335	0.126489	0.532337	0.5964
C	1622.520	641.2245	2.530346	0.0139
@TREND(2008:01)	7.424114	3.866870	1.919929	0.0595
R-squared	0.144931	Mean dependent var	37.96529	
Adjusted R-squared	0.075974	S.D. dependent var	452.7605	
S.E. of regression	435.2219	Akaike info criterion	15.07369	
Sum squared resid	11743922	Schwarz criterion	15.26953	
Log likelihood	-506.5053	F-statistic	2.101749	
Durbin-Watson stat	2.006919	Prob(F-statistic)	0.077036	

Tableau 16 : Résultat du test ADF sur la série pointesa (modèle 3) P=4

ADF Test Statistic	-2.550582	1% Critical Value*	-4.0990	
		5% Critical Value	-3.4769	
		10% Critical Value	-3.1657	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(POINTESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 11:21				
Sample(adjusted): 2008:06 2013:12				
Included observations: 67 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POINTESA(-1)	-0.271666	0.106511	-2.550582	0.0133
D(POINTESA(-1))	0.107604	0.139782	0.769795	0.4444
D(POINTESA(-2))	-0.079020	0.139107	-0.568053	0.5721
D(POINTESA(-3))	0.077087	0.130059	0.592707	0.5556
D(POINTESA(-4))	0.069443	0.129029	0.538201	0.5924
C	1751.890	681.1099	2.572111	0.0126
@TREND(2008:01)	7.820754	4.060009	1.926290	0.0588
R-squared	0.148313	Mean dependent var	40.97633	
Adjusted R-squared	0.063145	S.D. dependent var	455.4911	
S.E. of regression	440.8757	Akaike info criterion	15.11401	
Sum squared resid	11662285	Schwarz criterion	15.34435	
Log likelihood	-499.3193	F-statistic	1.741406	
Durbin-Watson stat	2.024115	Prob(F-statistic)	0.126965	

Tableau 17: Résultat du test ADF sur la série pointesast (modèle 3)

ADF Test Statistic	-3.063661	1% Critical Value*	-4.0909	
		5% Critical Value	-3.4730	
		10% Critical Value	-3.1635	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(POINTESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 01:41				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POINTESAST(-1)	-0.247957	0.080935	-3.063661	0.0031
C	-1.216538	102.8118	-0.011833	0.9906
@TREND(2008:01)	0.281431	2.482319	0.113374	0.9101
R-squared	0.121668	Mean dependent var	10.92595	
Adjusted R-squared	0.095834	S.D. dependent var	450.6878	
S.E. of regression	428.5483	Akaike info criterion	15.00002	
Sum squared resid	12488447	Schwarz criterion	15.09562	
Log likelihood	-529.5007	F-statistic	4.709727	
Durbin-Watson stat	1.818665	Prob(F-statistic)	0.012145	

Tableau 18 : Résultat du test ADF sur la série pointesast (modèle 2)

ADF Test Statistic	-3.089196	1% Critical Value*	-3.5239	
		5% Critical Value	-2.9023	
		10% Critical Value	-2.5882	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(POINTESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 01:53				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POINTESAST(-1)	-0.248165	0.080333	-3.089196	0.0029
C	8.913302	50.49841	0.176507	0.8604
R-squared	0.121502	Mean dependent var	10.92595	
Adjusted R-squared	0.108770	S.D. dependent var	450.6878	
S.E. of regression	425.4717	Akaike info criterion	14.97204	
Sum squared resid	12490807	Schwarz criterion	15.03578	
Log likelihood	-529.5074	F-statistic	9.543129	
Durbin-Watson stat	1.817978	Prob(F-statistic)	0.002892	

Tableau 19 : Résultat du test ADF sur la série pointesast (modèle 1)

ADF Test Statistic	-3.113351	1% Critical Value*	-2.5954	
		5% Critical Value	-1.9449	
		10% Critical Value	-1.6181	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(POINTESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 01:54				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POINTESAST(-1)	-0.248348	0.079769	-3.113351	0.0027
R-squared	0.121105	Mean dependent var	10.92595	
Adjusted R-squared	0.121105	S.D. dependent var	450.6878	
S.E. of regression	422.5171	Akaike info criterion	14.94432	
Sum squared resid	12496447	Schwarz criterion	14.97619	
Log likelihood	-529.5234	Durbin-Watson stat	1.816834	

Tableau 20 : Coefficients saisonnier de la série creuse

Date: 06/11/15 Time: 01:54	
Sample: 2008:01 2013:12	
Included observations: 72	
Ratio to Moving Average	
Original Series: CREUSE	
Adjusted Series: CREUSESA	
Scaling Factors:	
1	0.9184
2	0.9217
3	0.9835
4	1.0909
5	1.0811
6	1.0364
7	1.0024
8	0.9841
9	0.9466
10	0.9876
11	1.0280
12	1.0361

Tableau 21: Résultat du test ADF sur la série creusesa (modèle 3) p=0

Tableau 22 : Résultat du test ADF sur la série creusesa (modèle 3) P=1

ADF Test Statistic	-3.503920	1% Critical Value*	-4.0909	
		5% Critical Value	-3.4730	
		10% Critical Value	-3.1635	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(CREUSESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 02:00				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CREUSESA(-1)	-0.306503	0.087474	-3.503920	0.0008
C	4315.020	1248.161	3.457101	0.0009
@TREND(2008:01)	16.99728	7.336974	2.316660	0.0235
R-squared	0.153228	Mean dependent var	55.66699	
Adjusted R-squared	0.128323	S.D. dependent var	1060.234	
S.E. of regression	989.8728	Akaike info criterion	16.67436	
Sum squared resid	66629676	Schwarz criterion	16.76997	
Log likelihood	-588.9400	F-statistic	6.152486	
Durbin-Watson stat	1.597539	Prob(F-statistic)	0.003500	

ADF Test Statistic	-4.244664	1% Critical Value*	-4.0928	
		5% Critical Value	-3.4739	
		10% Critical Value	-3.1640	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(CREUSESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 02:02				
Sample(adjusted): 2008:03 2013:12				
Included observations: 70 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CREUSESA(-1)	-0.391653	0.092270	-4.244664	0.0001
D(CREUSESA(-1))	0.281140	0.117917	2.384222	0.0200
C	5556.968	1312.288	4.234565	0.0001
@TREND(2008:01)	19.95466	7.422173	2.688520	0.0091
R-squared	0.219892	Mean dependent var	69.76005	
Adjusted R-squared	0.184432	S.D. dependent var	1061.169	
S.E. of regression	958.3293	Akaike info criterion	16.62371	
Sum squared resid	60614079	Schwarz criterion	16.75219	
Log likelihood	-577.8297	F-statistic	6.201211	
Durbin-Watson stat	1.796688	Prob(F-statistic)	0.000891	

Tableau 23: Résultat du test ADF sur la série creusesa (modèle 3) P=2 Tableau 24 : Résultat du test ADF sur la série creusesa (modèle 3) P=3

ADF Test Statistic	-2.818614	1% Critical Value*	-4.0948	
		5% Critical Value	-3.4749	
		10% Critical Value	-3.1645	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(CREUSESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 02:06				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CREUSESA(-1)	-0.284743	0.101022	-2.818614	0.0064
D(CREUSESA(-1))	0.264257	0.115350	2.290913	0.0253
D(CREUSESA(-2))	-0.262403	0.118918	-2.206579	0.0309
C	3985.442	1434.255	2.778753	0.0072
@TREND(2008:01)	16.35679	7.593600	2.154023	0.0350
R-squared	0.279483	Mean dependent var	52.58140	
Adjusted R-squared	0.234450	S.D. dependent var	1059.094	
S.E. of regression	926.6613	Akaike info criterion	16.57076	
Sum squared resid	54956875	Schwarz criterion	16.73265	
Log likelihood	-566.6911	F-statistic	6.206271	
Durbin-Watson stat	1.978691	Prob(F-statistic)	0.000277	

ADF Test Statistic	-2.792990	1% Critical Value*	-4.0969	
		5% Critical Value	-3.4759	
		10% Critical Value	-3.1651	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(CREUSESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 02:07				
Sample(adjusted): 2008:05 2013:12				
Included observations: 68 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CREUSESA(-1)	-0.303651	0.108719	-2.792990	0.0069
D(CREUSESA(-1))	0.293067	0.136861	2.141342	0.0362
D(CREUSESA(-2))	-0.255185	0.121647	-2.097749	0.0400
D(CREUSESA(-3))	0.059556	0.125220	0.475610	0.6360
C	4230.172	1538.469	2.749599	0.0078
@TREND(2008:01)	17.63277	8.016620	2.199527	0.0316
R-squared	0.279015	Mean dependent var	42.79127	
Adjusted R-squared	0.220871	S.D. dependent var	1063.818	
S.E. of regression	939.0138	Akaike info criterion	16.61163	
Sum squared resid	54668304	Schwarz criterion	16.80747	
Log likelihood	-558.7956	F-statistic	4.798699	
Durbin-Watson stat	1.995526	Prob(F-statistic)	0.000901	

Tableau 25 : Résultat du test ADF sur la série creusesa (modèle 3) P=4 Tableau 26: Résultat du test ADF sur la série creusesast (modèle 3)

ADF Test Statistic	-2.571758	1% Critical Value*	-4.0990	
		5% Critical Value	-3.4769	
		10% Critical Value	-3.1657	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(CREUSESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 02:08				
Sample(adjusted): 2008:06 2013:12				
Included observations: 67 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CREUSESA(-1)	-0.301468	0.117223	-2.571758	0.0126
D(CREUSESA(-1))	0.292457	0.142426	2.053400	0.0444
D(CREUSESA(-2))	-0.251906	0.144078	-1.748402	0.0855
D(CREUSESA(-3))	0.055078	0.128148	0.429801	0.6689
D(CREUSESA(-4))	-0.000848	0.127792	-0.006639	0.9947
C	4217.909	1652.065	2.553113	0.0132
@TREND(2008:01)	17.14576	8.525601	2.011091	0.0488
R-squared	0.273097	Mean dependent var	55.40000	
Adjusted R-squared	0.200407	S.D. dependent var	1066.715	
S.E. of regression	953.8565	Akaike info criterion	16.65751	
Sum squared resid	54590532	Schwarz criterion	16.88785	
Log likelihood	-551.0266	F-statistic	3.756997	
Durbin-Watson stat	1.991957	Prob(F-statistic)	0.003065	

ADF Test Statistic	-2.812581	1% Critical Value*	-4.0948	
		5% Critical Value	-3.4749	
		10% Critical Value	-3.1645	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(CREUSESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:05				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CREUSESAST(-1)	-0.281435	0.100063	-2.812581	0.0065
D(CREUSESAST(-1))	0.281408	0.114714	2.453116	0.0169
D(CREUSESAST(-2))	-0.272100	0.118923	-2.288039	0.0254
C	-64.04690	234.3748	-0.273267	0.7855
@TREND(2008:01)	1.571003	5.581913	0.281445	0.7793
R-squared	0.287943	Mean dependent var	1.695473	
Adjusted R-squared	0.243439	S.D. dependent var	1060.183	
S.E. of regression	922.1525	Akaike info criterion	16.56100	
Sum squared resid	54423381	Schwarz criterion	16.72289	
Log likelihood	-566.3546	F-statistic	6.470104	
Durbin-Watson stat	1.971383	Prob(F-statistic)	0.000195	

Tableau 27: Résultat du test ADF sur la série creusesast (modèle 2)

ADF Test Statistic	-2.846254	1% Critical Value*	-3.5267	
		5% Critical Value	-2.9035	
		10% Critical Value	-2.5889	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(CREUSESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:08				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CREUSESAST(-1)	-0.282556	0.099273	-2.846254	0.0059
D(CREUSESAST(-1))	0.282296	0.113856	2.479415	0.0158
D(CREUSESAST(-2))	-0.270541	0.117949	-2.293704	0.0250
C	-5.959882	110.2754	-0.054045	0.9571
R-squared	0.287061	Mean dependent var	1.695473	
Adjusted R-squared	0.254157	S.D. dependent var	1060.183	
S.E. of regression	915.5977	Akaike info criterion	16.53325	
Sum squared resid	54490739	Schwarz criterion	16.66277	
Log likelihood	-566.3973	F-statistic	8.723985	
Durbin-Watson stat	1.968689	Prob(F-statistic)	0.000061	

Tableau 28: Résultat du test ADF sur la série creusesast (modèle 1)

ADF Test Statistic	-2.867488	1% Critical Value*	-2.5963	
		5% Critical Value	-1.9451	
		10% Critical Value	-1.6182	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(CREUSESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:14				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CREUSESAST(-1)	-0.282444	0.098499	-2.867488	0.0055
D(CREUSESAST(-1))	0.282126	0.112949	2.497809	0.0150
D(CREUSESAST(-2))	-0.270622	0.117046	-2.312102	0.0239
R-squared	0.287029	Mean dependent var	1.695473	
Adjusted R-squared	0.265424	S.D. dependent var	1060.183	
S.E. of regression	908.6553	Akaike info criterion	16.50431	
Sum squared resid	54493188	Schwarz criterion	16.60145	
Log likelihood	-566.3988	Durbin-Watson stat	1.968471	

Tableau 29 : Coefficients saisonnier de la série active

Date: 06/17/15 Time: 08:26	
Sample: 2008:01 2013:12	
Included observations: 72	
Difference from Moving Average	
Original Series: ACTIVE	
Adjusted Series: ACTIVESA	
Scaling Factors:	
1	-4143.562
2	-4002.755
3	1325.575
4	4483.892
5	4027.527
6	1561.124
7	-226.6926
8	-1694.256
9	-2996.099
10	-285.1576
11	618.0378
12	1332.366

Tableau 30: Résultat du test ADF sur la série activesa (modèle 3) p=0

ADF Test Statistic	-4.062756	1% Critical Value*	-4.0909	
		5% Critical Value	-3.4730	
		10% Critical Value	-3.1635	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVE)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:34				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVE(-1)	-0.390273	0.096061	-4.062756	0.0001
C	17538.37	4335.761	4.045049	0.0001
@TREND(2008:01)	83.25030	30.01020	2.774067	0.0071
R-squared	0.195324	Mean dependent var	304.6255	
Adjusted R-squared	0.171657	S.D. dependent var	4150.734	
S.E. of regression	3777.721	Akaike info criterion	19.35296	
Sum squared resid	9.70E+08	Schwarz criterion	19.44857	
Log likelihood	-684.0302	F-statistic	8.253040	
Durbin-Watson stat	1.506636	Prob(F-statistic)	0.000618	

Tableau 31 : Résultat du test ADF sur la série activesa (modèle 3) P=1

ADF Test Statistic	-5.634469	1% Critical Value*	-4.0928	
		5% Critical Value	-3.4739	
		10% Critical Value	-3.1640	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVE)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:35				
Sample(adjusted): 2008:03 2013:12				
Included observations: 70 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVE(-1)	-0.557718	0.098983	-5.634469	0.0000
D(ACTIVE(-1))	0.406698	0.111683	3.641546	0.0005
C	25040.68	4456.574	5.618819	0.0000
@TREND(2008:01)	114.1255	29.22555	3.904990	0.0002
R-squared	0.335989	Mean dependent var	335.0554	
Adjusted R-squared	0.305807	S.D. dependent var	4172.719	
S.E. of regression	3476.637	Akaike info criterion	19.20096	
Sum squared resid	7.98E+08	Schwarz criterion	19.32945	
Log likelihood	-668.0337	F-statistic	11.13199	
Durbin-Watson stat	1.770327	Prob(F-statistic)	0.000005	

Tableau 32: Résultat du test ADF sur la série activesa (modèle 3) p=2

ADF Test Statistic	-3.522929	1% Critical Value*	-4.0948	
		5% Critical Value	-3.4749	
		10% Critical Value	-3.1645	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVE)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:31				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVE(-1)	-0.416783	0.118306	-3.522929	0.0008
D(ACTIVE(-1))	0.373330	0.110798	3.369473	0.0013
D(ACTIVE(-2))	-0.230885	0.119969	-1.924546	0.0587
C	18643.72	5308.443	3.512089	0.0008
@TREND(2008:01)	88.97438	31.88200	2.790741	0.0069
R-squared	0.364784	Mean dependent var	253.6538	
Adjusted R-squared	0.325083	S.D. dependent var	4146.924	
S.E. of regression	3406.835	Akaike info criterion	19.17466	
Sum squared resid	7.43E+08	Schwarz criterion	19.33655	
Log likelihood	-656.5257	F-statistic	9.188300	
Durbin-Watson stat	2.005540	Prob(F-statistic)	0.000006	

Tableau 33 : Résultat du test ADF sur la série activesa (modèle 3) P=3

ADF Test Statistic	-3.215661	1% Critical Value*	-4.0969	
		5% Critical Value	-3.4759	
		10% Critical Value	-3.1651	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVE)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:37				
Sample(adjusted): 2008:05 2013:12				
Included observations: 68 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVE(-1)	-0.417579	0.129858	-3.215661	0.0021
D(ACTIVE(-1))	0.360335	0.139737	2.578662	0.0123
D(ACTIVE(-2))	-0.222841	0.120840	-1.844095	0.0699
D(ACTIVE(-3))	0.015753	0.125231	0.125790	0.9003
C	18419.04	5802.057	3.174571	0.0023
@TREND(2008:01)	94.49954	34.19870	2.763250	0.0075
R-squared	0.356686	Mean dependent var	160.6160	
Adjusted R-squared	0.304806	S.D. dependent var	4104.567	
S.E. of regression	3422.317	Akaike info criterion	19.19812	
Sum squared resid	7.26E+08	Schwarz criterion	19.39396	
Log likelihood	-646.7361	F-statistic	6.875202	
Durbin-Watson stat	1.982636	Prob(F-statistic)	0.000037	

Tableau 34 : Résultat du test ADF sur la série activesa(modèle 3) p=4

ADF Test Statistic	-2.326586	1% Critical Value*	-4.0990	
		5% Critical Value	-3.4769	
		10% Critical Value	-3.1657	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:42				
Sample(adjusted): 2008:06 2013:12				
Included observations: 67 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVESA(-1)	-0.280532	0.120577	-2.326586	0.0234
D(ACTIVESA(-1))	0.216885	0.144233	1.503718	0.1379
D(ACTIVESA(-2))	-0.324035	0.144346	-2.244852	0.0285
D(ACTIVESA(-3))	0.067892	0.127952	0.530603	0.5977
D(ACTIVESA(-4))	-0.083845	0.128253	-0.653741	0.5158
C	12637.21	5338.177	2.367328	0.0212
@TREND(2008:01)	60.51890	30.89073	1.959128	0.0547
R-squared	0.282170	Mean dependent var	243.9617	
Adjusted R-squared	0.210387	S.D. dependent var	3125.560	
S.E. of regression	2777.378	Akaike info criterion	18.79501	
Sum squared resid	4.63E+08	Schwarz criterion	19.02535	
Log likelihood	-622.6328	F-statistic	3.930881	
Durbin-Watson stat	1.937781	Prob(F-statistic)	0.002228	

Tableau 35 : Résultat du test ADF sur la série activesast (modèle 3)

ADF Test Statistic	-2.693084	1% Critical Value*	-4.0948	
		5% Critical Value	-3.4749	
		10% Critical Value	-3.1645	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:50				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVESAST(-1)	-0.286329	0.106320	-2.693084	0.0090
D(ACTIVESAST(-1))	0.183891	0.118509	1.551707	0.1257
D(ACTIVESAST(-2))	-0.290052	0.119719	-2.422777	0.0182
C	-0.044389	695.2674	-6.38E-05	0.9999
@TREND(2008:01)	0.643597	16.55248	0.038882	0.9691
R-squared	0.275138	Mean dependent var	39.36773	
Adjusted R-squared	0.229834	S.D. dependent var	3118.223	
S.E. of regression	2736.524	Akaike info criterion	18.73647	
Sum squared resid	4.79E+08	Schwarz criterion	18.89836	
Log likelihood	-641.4082	F-statistic	6.073177	
Durbin-Watson stat	1.946492	Prob(F-statistic)	0.000331	

Tableau 36 : Résultat du test ADF sur la série activesast (modèle 2)

ADF Test Statistic	-2.716663	1% Critical Value*	-3.5267	
		5% Critical Value	-2.9035	
		10% Critical Value	-2.5889	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:52				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVESAST(-1)	-0.286462	0.105446	-2.716663	0.0084
D(ACTIVESAST(-1))	0.184000	0.117562	1.565132	0.1224
D(ACTIVESAST(-2))	-0.289921	0.118748	-2.441471	0.0174
C	23.75976	326.9932	0.072661	0.9423
R-squared	0.275121	Mean dependent var	39.36773	
Adjusted R-squared	0.241665	S.D. dependent var	3118.223	
S.E. of regression	2715.424	Akaike info criterion	18.70751	
Sum squared resid	4.79E+08	Schwarz criterion	18.83702	
Log likelihood	-641.4090	F-statistic	8.223388	
Durbin-Watson stat	1.946415	Prob(F-statistic)	0.000102	

Tableau 37 : Résultat du test ADF sur la série activesast (modèle 1)

ADF Test Statistic	-2.738810	1% Critical Value*	-2.5963	
		5% Critical Value	-1.9451	
		10% Critical Value	-1.6182	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:54				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVESAST(-1)	-0.286579	0.104636	-2.738810	0.0079
D(ACTIVESAST(-1))	0.184199	0.116641	1.579204	0.1191
D(ACTIVESAST(-2))	-0.289862	0.117847	-2.459637	0.0165
R-squared	0.275062	Mean dependent var	39.36773	
Adjusted R-squared	0.253095	S.D. dependent var	3118.223	
S.E. of regression	2694.884	Akaike info criterion	18.67860	
Sum squared resid	4.79E+08	Schwarz criterion	18.77574	
Log likelihood	-641.4118	Durbin-Watson stat	1.946435	

Tableau 38 : Coefficients saisonnier de la série reactive

Date: 06/17/15 Time: 10:30	
Sample: 2008:01 2013:12	
Included observations: 72	
Difference from Moving Average	
Original Series: REACTIVE	
Adjusted Series: REACTIVSA	
Scaling Factors:	
1	-5354.351
2	-5859.773
3	-1473.079
4	3333.542
5	2412.956
6	649.8488
7	85.95336
8	981.2007
9	1040.974
10	1468.663
11	1774.798
12	939.2678

Tableau 34: Résultat du test ADF sur la série reactivesa(modèle 3) p=0 Tableau 35 : Résultat du test ADF sur la série reactivesa (modèle 3)p=1

ADF Test Statistic	-3.443546	1% Critical Value*	-4.0909
		5% Critical Value	-3.4730
		10% Critical Value	-3.1635
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.			
Augmented Dickey-Fuller Test Equation			
Dependent Variable: D(REACTIVSA)			
Method: Least Squares			
Date: 06/17/15 Time: 10:35			
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12			
Included observations: 71 after adjusting endpoints			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
REACTIVSA(-1)	-0.296098	0.085986	-3.443546
C	8361.580	2471.528	3.383163
@TREND(2008:01)	23.04883	13.64077	1.689702
R-squared	0.148538	Mean dependent var	54.49156
Adjusted R-squared	0.123495	S.D. dependent var	2216.326
S.E. of regression	2074.966	Akaike info criterion	18.15461
Sum squared resid	2.93E+08	Schwarz criterion	18.25022
Log likelihood	-641.4887	F-statistic	5.931305
Durbin-Watson stat	1.701757	Prob(F-statistic)	0.004223

ADF Test Statistic	-3.912057	1% Critical Value*	-4.0928
		5% Critical Value	-3.4739
		10% Critical Value	-3.1640
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.			
Augmented Dickey-Fuller Test Equation			
Dependent Variable: D(REACTIVSA)			
Method: Least Squares			
Date: 06/17/15 Time: 10:36			
Sample(adjusted): 2008:03 2013:12			
Included observations: 70 after adjusting endpoints			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
REACTIVSA(-1)	-0.360807	0.092230	-3.912057
D(REACTIVSA(-1))	0.211488	0.119922	1.763541
C	10101.86	2638.355	3.828849
@TREND(2008:01)	29.36682	14.03153	2.092916
R-squared	0.189278	Mean dependent var	42.56313
Adjusted R-squared	0.152427	S.D. dependent var	2230.032
S.E. of regression	2053.051	Akaike info criterion	18.14749
Sum squared resid	2.78E+08	Schwarz criterion	18.27597
Log likelihood	-631.1620	F-statistic	5.136294
Durbin-Watson stat	1.861366	Prob(F-statistic)	0.002972

Tableau 34: Résultat du test ADF sur la série reactivesa(modèle 3) p=2

ADF Test Statistic	-2.498740	1% Critical Value*	-4.0948	
		5% Critical Value	-3.4749	
		10% Critical Value	-3.1645	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(REACTIVSA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 10:37				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REACTIVSA(-1)	-0.247578	0.099081	-2.498740	0.0150
D(REACTIVSA(-1))	0.166832	0.117148	1.424110	0.1593
D(REACTIVSA(-2))	-0.306416	0.119128	-2.572149	0.0124
C	7009.451	2813.487	2.491375	0.0153
@TREND(2008:01)	19.01086	14.30981	1.328519	0.1887
R-squared	0.262840	Mean dependent var	62.84295	
Adjusted R-squared	0.216768	S.D. dependent var	2239.858	
S.E. of regression	1982.283	Akaike info criterion	18.09159	
Sum squared resid	2.51E+08	Schwarz criterion	18.25348	
Log likelihood	-619.1599	F-statistic	5.704928	
Durbin-Watson stat	1.913597	Prob(F-statistic)	0.000544	

Tableau 34: Résultat du test ADF sur la série reactivesa(modèle 3) p=4

ADF Test Statistic	-2.127638	1% Critical Value*	-4.0990	
		5% Critical Value	-3.4769	
		10% Critical Value	-3.1657	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(REACTIVSA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 10:42				
Sample(adjusted): 2008:06 2013:12				
Included observations: 67 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REACTIVSA(-1)	-0.237246	0.111507	-2.127638	0.0375
D(REACTIVSA(-1))	0.183105	0.140744	1.300974	0.1982
D(REACTIVSA(-2))	-0.376740	0.142431	-2.645061	0.0104
D(REACTIVSA(-3))	0.116654	0.128451	0.908156	0.3674
D(REACTIVSA(-4))	-0.130251	0.129717	-1.004115	0.3194
C	7033.433	3132.262	2.245481	0.0284
@TREND(2008:01)	11.75445	15.70013	0.748685	0.4570
R-squared	0.296057	Mean dependent var	130.8555	
Adjusted R-squared	0.225662	S.D. dependent var	2235.467	
S.E. of regression	1967.132	Akaike info criterion	18.10515	
Sum squared resid	2.32E+08	Schwarz criterion	18.33549	
Log likelihood	-599.5225	F-statistic	4.205688	
Durbin-Watson stat	2.049048	Prob(F-statistic)	0.001351	

Tableau 35 : Résultat du test ADF sur la série reactivesa (modèle 3)p=3

ADF Test Statistic	-2.660160	1% Critical Value*	-4.0969	
		5% Critical Value	-3.4759	
		10% Critical Value	-3.1651	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(REACTIVSA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 10:39				
Sample(adjusted): 2008:05 2013:12				
Included observations: 68 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REACTIVSA(-1)	-0.278047	0.104523	-2.660160	0.0099
D(REACTIVSA(-1))	0.230841	0.137945	1.673431	0.0993
D(REACTIVSA(-2))	-0.288799	0.119555	-2.415611	0.0187
D(REACTIVSA(-3))	0.133810	0.128368	1.042396	0.3013
C	7971.393	2950.860	2.701379	0.0089
@TREND(2008:01)	19.30884	14.95150	1.291431	0.2013
R-squared	0.273142	Mean dependent var	104.6577	
Adjusted R-squared	0.214524	S.D. dependent var	2229.215	
S.E. of regression	1975.688	Akaike info criterion	18.09932	
Sum squared resid	2.42E+08	Schwarz criterion	18.29516	
Log likelihood	-609.3768	F-statistic	4.659722	
Durbin-Watson stat	1.987345	Prob(F-statistic)	0.001126	

Tableau 35 : Résultat du test ADF sur la série reactivesast (modèle 3)

ADF Test Statistic	-5.726788	1% Critical Value*	-4.0969	
		5% Critical Value	-3.4759	
		10% Critical Value	-3.1651	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(REACTIVSAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 10:47				
Sample(adjusted): 2008:05 2013:12				
Included observations: 68 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REACTIVSAST(-1)	-1.359177	0.237337	-5.726788	0.0000
D(REACTIVSAST(-1))	0.407026	0.166599	2.443141	0.0174
D(REACTIVSAST(-2))	-0.022786	0.127113	-0.179254	0.8583
C	243.2523	541.8019	0.448969	0.6550
@TREND(2008:01)	-3.583172	12.80280	-0.279874	0.7805
R-squared	0.590231	Mean dependent var	46.71045	
Adjusted R-squared	0.564214	S.D. dependent var	3133.837	
S.E. of regression	2068.774	Akaike info criterion	18.17799	
Sum squared resid	2.70E+08	Schwarz criterion	18.34118	
Log likelihood	-613.0515	F-statistic	22.68630	
Durbin-Watson stat	2.003665	Prob(F-statistic)	0.000000	

II- les figure:

Figure 1 : Estimation du modèle AR (1) de la série (pleinesast)

Figure 2 : Estimation du modèle MA (1) de la série (pleinesast)

Dependent Variable: PLEINESAST				
Method: Least Squares				
Date: 06/13/15 Time: 09:46				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 3 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-8.656396	450.3628	-0.019221	0.9847
AR(1)	0.518253	0.102948	5.034103	0.0000
R-squared	0.268620	Mean dependent var	-8.125608	
Adjusted R-squared	0.258020	S.D. dependent var	2122.339	
S.E. of regression	1828.145	Akaike info criterion	17.88776	
Sum squared resid	2.31E+08	Schwarz criterion	17.95149	
Log likelihood	-633.0153	F-statistic	25.34219	
Durbin-Watson stat	1.912261	Prob(F-statistic)	0.000004	
Inverted AR Roots	.52			

Dependent Variable: PLEINESAST				
Method: Least Squares				
Date: 06/13/15 Time: 10:02				
Sample: 2008:01 2013:12				
Included observations: 72				
Convergence achieved after 11 iterations				
Backcast: 2007:12				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.328325	327.4458	0.001003	0.9992
MA(1)	0.528764	0.101582	5.205315	0.0000
R-squared	0.263258	Mean dependent var	-7.89E-07	
Adjusted R-squared	0.252734	S.D. dependent var	2108.467	
S.E. of regression	1822.655	Akaike info criterion	17.88136	
Sum squared resid	2.33E+08	Schwarz criterion	17.94460	
Log likelihood	-641.7290	F-statistic	25.01296	
Durbin-Watson stat	1.852383	Prob(F-statistic)	0.000004	
Inverted MA Roots	-.53			

Figure 3 : Estimation du modèle ARMA (1.1) de la série (pleinesast)

Dependent Variable: PLEINESAST				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 11:07				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 9 iterations				
Backcast: 2008:01				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-8.660592	400.0841	-0.021647	0.9828
AR(1)	0.300910	0.212211	1.417972	0.1608
MA(1)	0.292307	0.212921	1.372843	0.1743
R-squared	0.279036	Mean dependent var	-8.125608	
Adjusted R-squared	0.257831	S.D. dependent var	2122.339	
S.E. of regression	1828.378	Akaike info criterion	17.90158	
Sum squared resid	2.27E+08	Schwarz criterion	17.99719	
Log likelihood	-632.5061	F-statistic	13.15907	
Durbin-Watson stat	2.017410	Prob(F-statistic)	0.000015	
Inverted AR Roots	.30			
Inverted MA Roots	-.29			

Figure 4 : Estimation du modèle AR (1) de la série (creusesast) Figure 5 : Estimation du modèle MA (1) de la série (creusesast)

Dependent Variable: CREUSESAST				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/15 Time: 15:40				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 4 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-26.68851	380.3460	-0.070169	0.9443
AR(1)	0.693346	0.086836	7.984577	0.0000
R-squared	0.480240	Mean dependent var	-31.89559	
Adjusted R-squared	0.472707	S.D. dependent var	1353.391	
S.E. of regression	982.7640	Akaike info criterion	16.64638	
Sum squared resid	66641928	Schwarz criterion	16.71012	
Log likelihood	-588.9465	F-statistic	63.75348	
Durbin-Watson stat	1.597041	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted AR Roots	.69			

Dependent Variable: CREUSESAST				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/15 Time: 15:41				
Sample: 2008:01 2013:12				
Included observations: 72				
Convergence achieved after 12 iterations				
Backcast: 2007:12				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-30.55345	200.2663	-0.152564	0.879
MA(1)	0.781787	0.074057	10.55656	0.000
R-squared	0.501968	Mean dependent var	-27.5005	
Adjusted R-squared	0.494853	S.D. dependent var	1344.34	
S.E. of regression	955.4745	Akaike info criterion	16.5896	
Sum squared resid	63905202	Schwarz criterion	16.6529	
Log likelihood	-595.2284	F-statistic	70.5531	
Durbin-Watson stat	1.494068	Prob(F-statistic)	0.00000	
Inverted MA Roots	-.78			

Figure 6 : Estimation du modèle ARMA (1.1) de la série (creusesast)

Dependent Variable: CREUSESAST				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/15 Time: 15:43				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 7 iterations				
Backcast: 2008:01				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-33.01034	295.8320	-0.111585	0.9115
AR(1)	0.414560	0.134357	3.085511	0.0029
MA(1)	0.606158	0.117321	5.166647	0.0000
R-squared	0.559802	Mean dependent var	-31.89559	
Adjusted R-squared	0.546855	S.D. dependent var	1353.391	
S.E. of regression	911.0494	Akaike info criterion	16.50841	
Sum squared resid	56440743	Schwarz criterion	16.60401	
Log likelihood	-583.0484	F-statistic	43.23792	
Durbin-Watson stat	2.024740	Prob(F-statistic)	0.000000	
Inverted AR Roots	.41			
Inverted MA Roots	-.61			

Figure 7 : Estimation du modèle AR (1) de la série (pointesast) Figure 8 : Estimation du modèle MA (1) de la série (pointesast)

Dependent Variable: POINTESAST				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 11:57				
Sample(adjusted): 2008:03 2013:12				
Included observations: 70 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 3 iterations				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	44.57785	53.14283	0.838831	0.4045
AR(1)	-0.025165	0.120919	-0.208113	0.8358
R-squared	0.000637	Mean dependent var	44.71437	
Adjusted R-squared	-0.014060	S.D. dependent var	452.6100	
S.E. of regression	455.7807	Akaike info criterion	15.11006	
Sum squared resid	14126051	Schwarz criterion	15.17430	
Log likelihood	-526.8520	F-statistic	0.043311	
Durbin-Watson stat	1.990785	Prob(F-statistic)	0.835763	
Inverted AR Roots	-.03			

Dependent Variable: POINTESAST				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 12:00				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 13 iterations				
Backcast: 2008:01				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	40.73250	51.11421	0.796892	0.4282
MA(1)	-0.051352	0.120323	-0.426783	0.6709
R-squared	0.001289	Mean dependent var	40.62003	
Adjusted R-squared	-0.013185	S.D. dependent var	450.6878	
S.E. of regression	453.6492	Akaike info criterion	15.10029	
Sum squared resid	14200034	Schwarz criterion	15.16403	
Log likelihood	-534.0603	F-statistic	0.089063	
Durbin-Watson stat	1.966385	Prob(F-statistic)	0.766268	
Inverted MA Roots	.05			

Figure 9 : Estimation du modèle ARMA (1.1) de la série (pointesast)

Dependent Variable: POINTESAST				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 12:01				
Sample(adjusted): 2008:03 2013:12				
Included observations: 70 after adjusting endpoints				
Convergence achieved after 24 iterations				
Backcast: 2008:02				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	49.65815	55.80236	0.889893	0.3767
AR(1)	-0.904165	0.055242	-16.36720	0.0000
MA(1)	0.984133	0.020416	48.20507	0.0000
R-squared	0.043368	Mean dependent var	44.71437	
Adjusted R-squared	0.014812	S.D. dependent var	452.6100	
S.E. of regression	449.2454	Akaike info criterion	15.09493	
Sum squared resid	13522033	Schwarz criterion	15.19129	
Log likelihood	-525.3224	F-statistic	1.518708	
Durbin-Watson stat	2.105646	Prob(F-statistic)	0.226437	
Inverted AR Roots	-.90			
Inverted MA Roots	-.98			

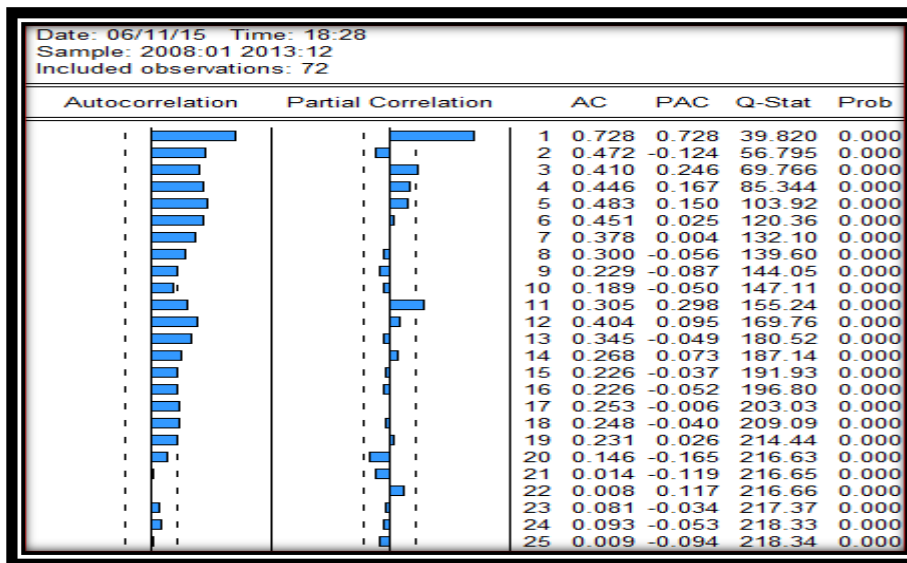


Figure IV.10 : correlogramme de la série pleine

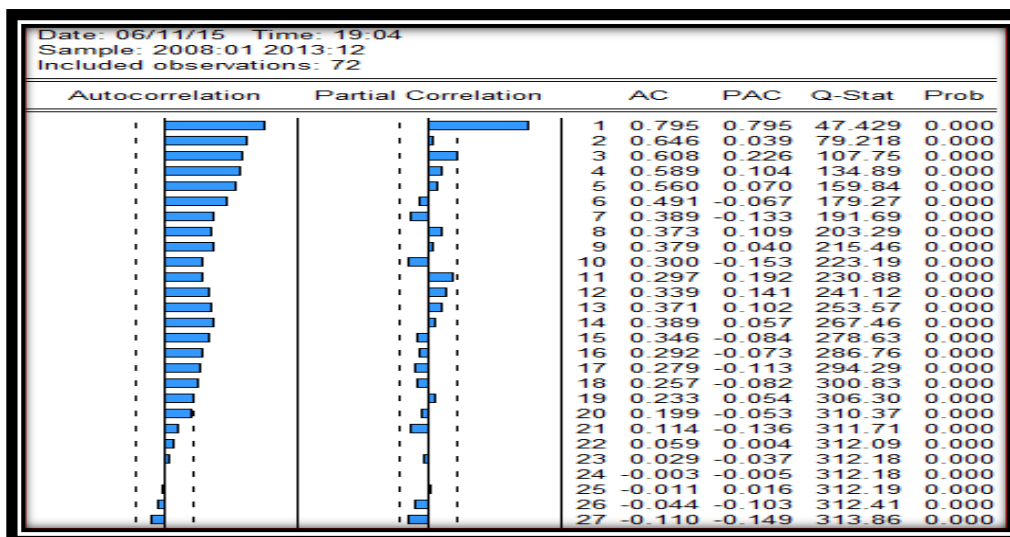


Figure IV.11 : correlogramme de la série PLEINESA (la série corrigée les variations saisonnières).

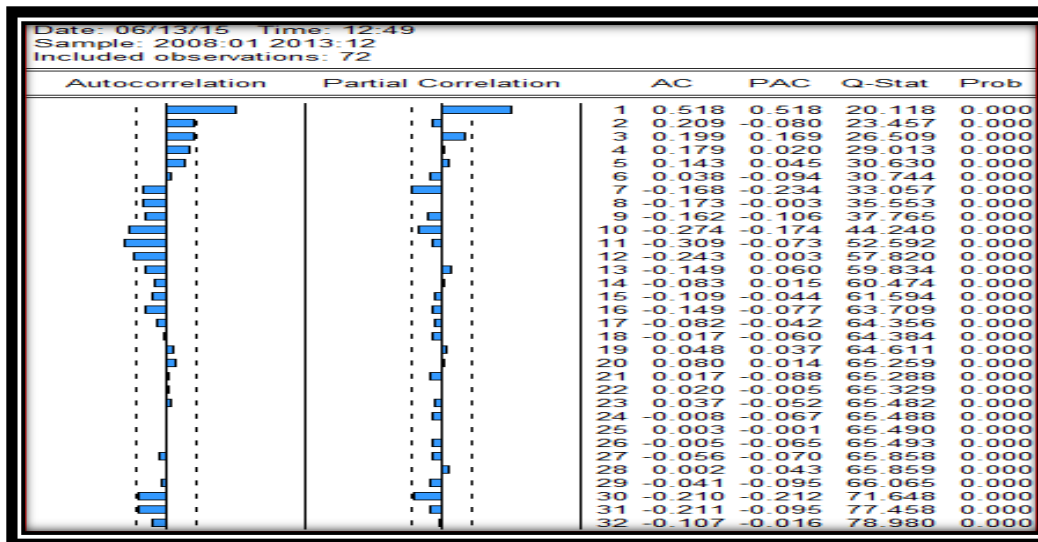


Figure IV.12. : Correlogramme de la série brute désaisonnalisée et sans tendance (pleinesast)

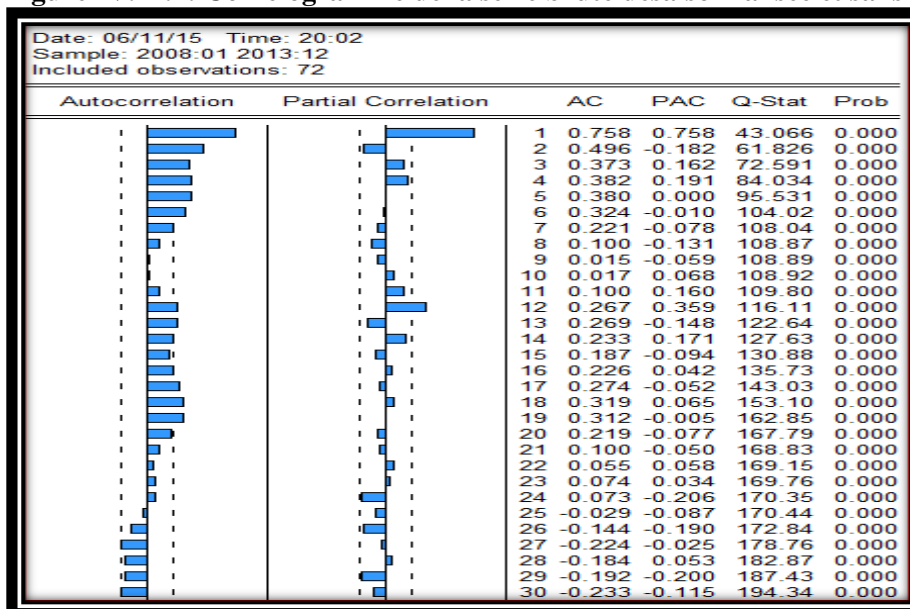


Figure IV. 13 : Correlogramme de la série pointée

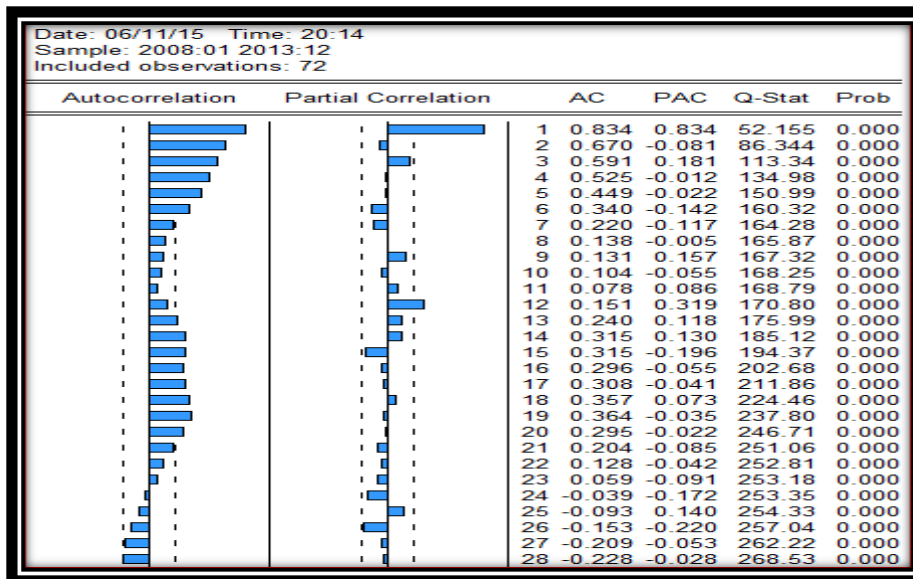


Figure IV.14. : correlogramme de la série POINTESA (la série corrigée les variations saisonnières).

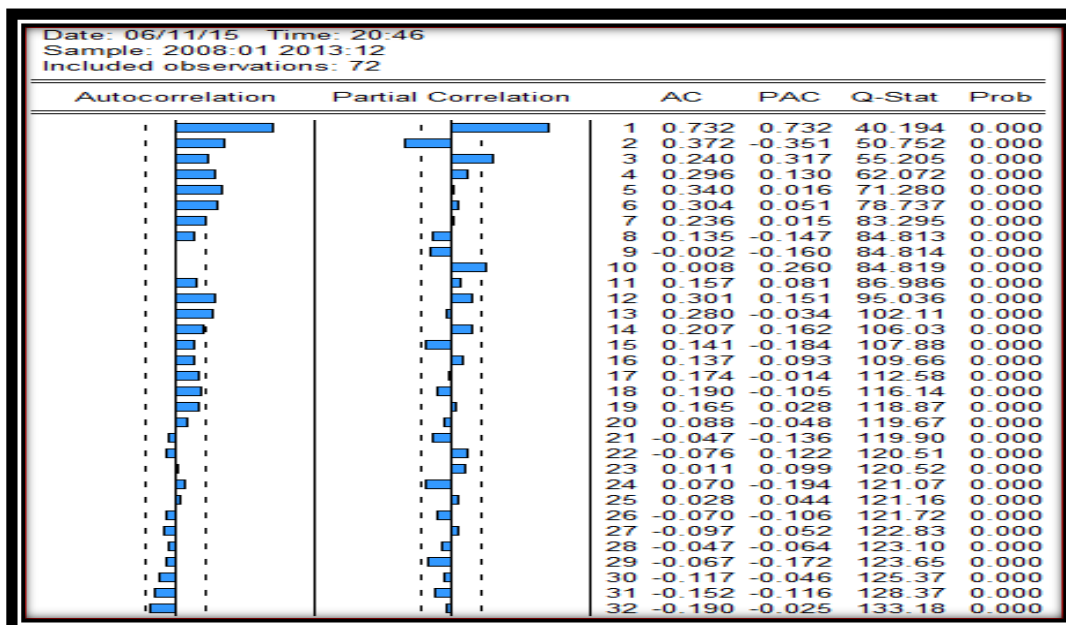


Figure IV.15. correlogramme de la série creuse

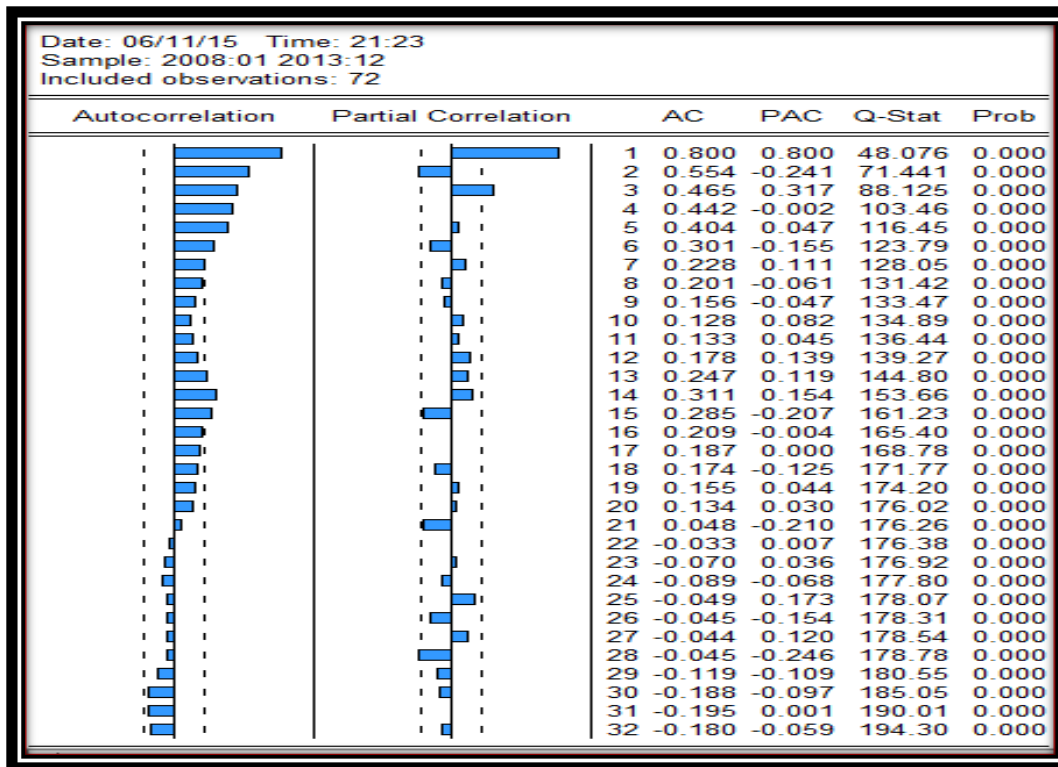


Figure IV. 16: Correlogramme de la série CREUSESAS

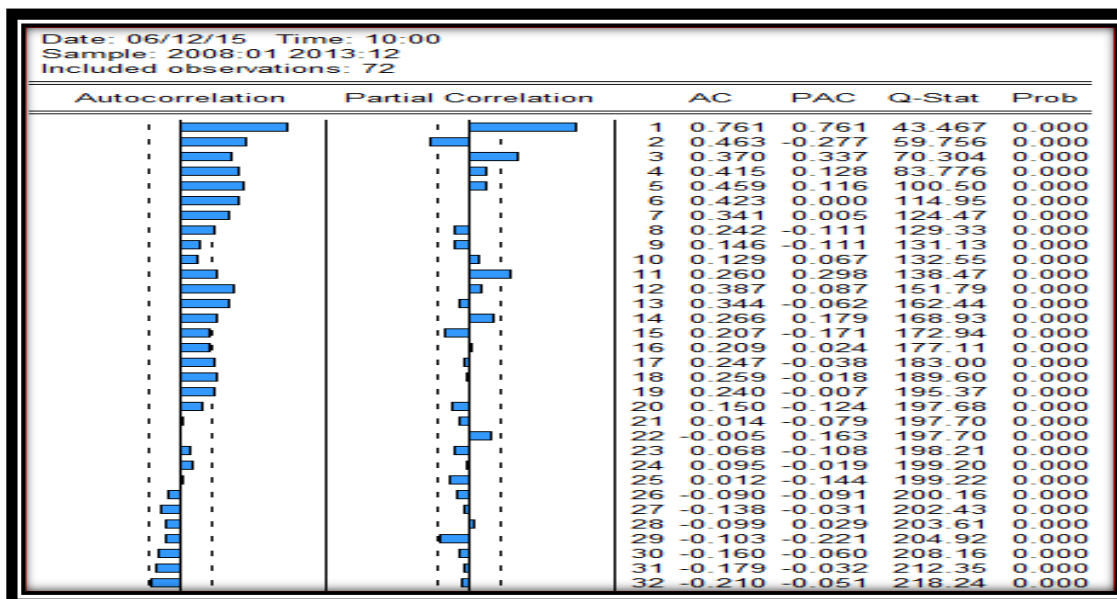


Figure IV.17. Correlogramme de la série Active

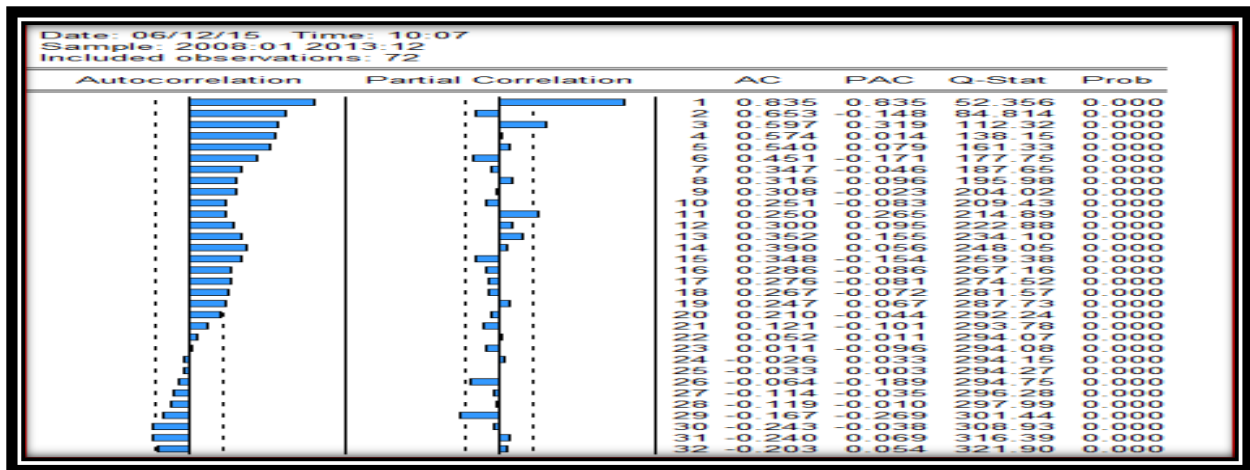


Figure IV.18. Correlogramme de la série ACTIVESEA

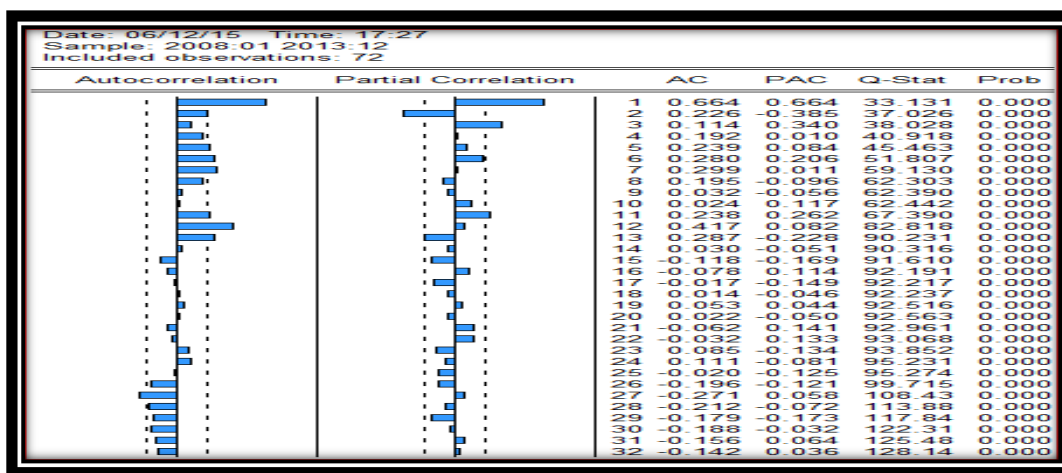


Figure IV.19. Correlogramme de la série REACTIVE

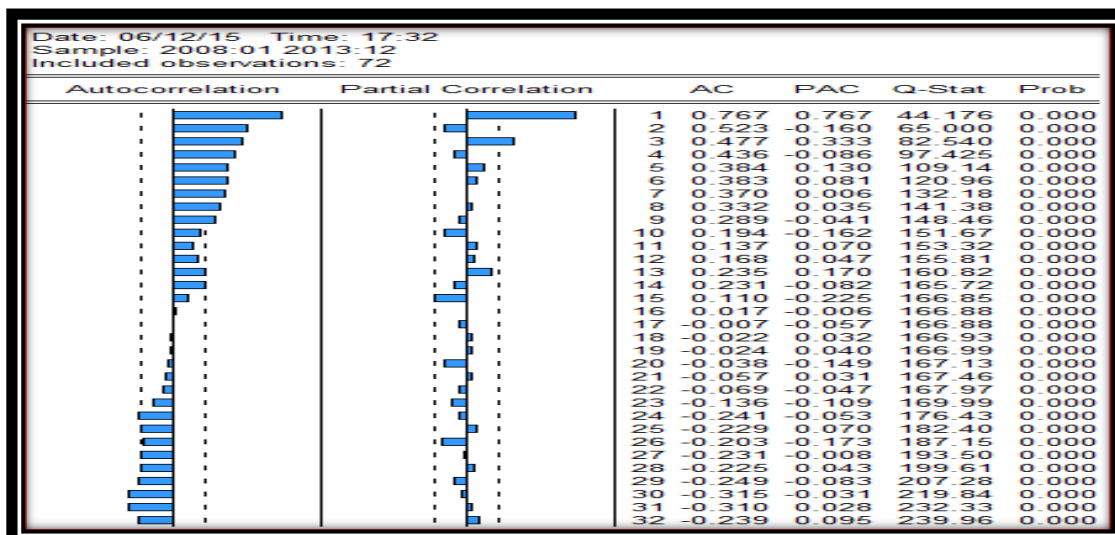


Figure IV.20. correlogramme de la série REACTIVESA

ANNEXE II

Tableaux des données brutes de la consommation d'électricité HT

Annexe**Tableau 1 : les données brutes de l'année 2008**

ANNEE 2008	CONSOMMATION D'ELECTRICITE (MWh)				Energie réactive (KVA Rh)
	CREUSE	POINTE	PLEINE	TOTAL (active)	
JAN	13174.27	5524.85	22387.00	41086.12	23938.30
FEV	12363.06	5351.010	21546.58	39260.65	24322.36
MAR	14426.56	6261.010	24524.85	45212.42	27352.31
AVR	16785.27	7094.320	27913.05	51792.64	29378.37
MAI	15768.03	6749.940	26546.29	49064.26	26807.19
JUI	15096.19	6437.800	25581.34	47115.33	25523.81
JUIL	15360.05	6336.390	25834.89	47531.33	28845.85
AOU	16035.73	6161.580	25657.07	47854.38	29677.08
SEP	15509.53	6296.410	25391.58	47197.52	29857.35
OCT	15138.91	6842.150	26691.58	48672.64	30064.37
NOV	16161.26	7175.170	28348.39	51684.82	33099.34
DEC	16570.79	7501.240	28926.19	52998.22	32405.08

Tableau 2 : les données brutes de l'année 2009

ANNEE 2009	CONSOMMATION D'ELECTRICITE (MWh)				Energie réactive (KVA Rh)
	CREUSE	POINTE	PLEINE	TOTAL (active)	
JAN	12890.45	6692.180	23980.75	43563.38	20730.35
FEV	13210.70	6528.620	23885.73	43625.05	20054.92
MAR	14642.74	7284.650	26155.25	48082.64	26784.69
AVR	14766.96	7649.930	26776.66	49193.55	31159.26
MAI	12663.50	6516.980	23161.03	42341.51	27298.38
JUI	12236.12	6123.040	21951.31	40310.47	26628.39
JUIL	13175.04	6472.630	23178.34	42826.01	26404.08
AOU	12905.36	6176.590	22679.99	41761.94	27771.77
SEP	11355.59	5314.740	20573.47	37243.80	29857.35
OCT	12101.77	5616.930	22328.52	40047.22	30064.37
NOV	14983.84	6033.680	25719.70	46737.22	31099.34
DEC	16928.15	6423.700	28796.20	52148.05	32405.10

Annexe**Tableau 3 : les données brutes de l'année 2010**

ANNEE 2010	CONSOMMATION D'ELECTRICITE (MWh)				Energie réactive (KVA Rh)
	CREUSE	POINTE	PLEINE	TOTAL (active)	
JAN	14852.62	7042.730	26950.75	48846.10	28080.54
FEV	13727.01	6559.670	24969.18	45255.86	25572.14
MAR	13398.48	6683.020	24598.02	44679.52	24884.14
AVR	16121.53	8039.510	29024.95	53185.99	30643.87
MAI	18430.21	8575.500	32707.77	59713.48	35292.90
JUI	17472.85	7581.770	31179.37	56233.99	33612.96
JUIL	16790.17	7555.780	29913.37	54259.32	34304.36
AOU	16294.70	7825.180	28819.47	52939.35	34699.62
SEP	15206.50	7601.570	27431.89	50239.96	32476.96
OCT	16106.96	8100.610	29918.21	54125.78	32026.61
NOV	15416.03	7589.660	28525.82	51531.51	32026.61
DEC	15152.55	7581.250	28289.37	51023.17	30523.22

Tableau 4 : les données brutes de l'année 2011

ANNEE 2011	CONSOMMATION D'ELECTRICITE (MWh)				Energie réactive (KVA Rh)
	CREUSE	POINTE	PLEINE	TOTAL (active)	
JAN	16095.30	7028.100	29050.91	52174.31	30480.40
FEV	16009.90	7108.070	28884.04	52002.01	28461.45
MAR	17430.23	7550.080	30552.39	55532.70	32135.85
AVR	18914.87	7868.070	32555.30	59338.24	37875.73
MAI	17773.42	7883.800	30938.67	56595.89	36384.99
JUI	16503.76	7836.690	29129.08	53469.53	32709.61
JUIL	16772.01	7836.690	30386.49	55195.11	35632.70
AOU	16114.61	7836.690	29078.77	53062.95	38091.94
SEP	15126.37	7869.570	27311.57	50016.59	35288.68
OCT	16636.53	7578.650	30160.67	54964.60	37928.52
NOV	17575.25	8167.400	31805.25	57709.50	38670.55
DEC	16659.06	8329.000	31140.60	56363.27	36148.93

Tableau 5 : les données brutes de l'année 2012

ANNEE 2012	CONSOMMATION D'ELECTRICITE (MWh)				Energie réactive (KVA Rh)
	CREUSE	POINTE	PLEINE	TOTAL (active)	
JAN	15460.12	7274.390	27798.70	50533.21	28120.97
FEV	16127.23	7747.610	29200.80	53075.64	29337.61
MAR	18596.43	9226.550	33720.07	61543.05	34146.06
AVR	19961.88	9226.550	35935.85	65873.92	37476.86
MAI	19174.42	9976.190	34613.20	63143.32	35395.56
JUI	18492.40	9355.700	33484.86	60447.19	32608.27
JUIL	16566.21	8469.930	30245.70	54311.83	29601.25
AOU	15927.75	7499.920	28308.83	51645.73	28982.81
SEP	17492.23	7409.150	31346.53	56945.19	32232.44
OCT	17966.88	8106.430	32410.47	58174.79	32257.88
NOV	16666.25	7797.440	29855.48	53599.57	29625.49
DEC	16142.43	7077.840	29699.76	53437.08	29607.46

Tableau 6 : les données brutes de l'année 2013

ANNEE 2013	CONSOMMATION D'ELECTRICITE (MWh)				Energie réactive (KVA Rh)
	CREUSE	POINTE	PLEINE	TOTAL (active)	
JAN	13482.76	5983.240	25132.32	44598.32	22817.97
FEV	14217.17	6580.480	26436.39	47234.04	24452.53
MAR	14217.17	6580.480	37751.56	58549.21	31798.82
AVR	17380.57	8099.010	31870.62	57350.20	36704.42
MAI	18894.76	8553.860	34336.79	61785.41	35054.92
JUI	18877.32	8399.770	34369.82	61646.91	35182.69
JUIL	18318.76	8162.530	33522.46	60003.75	33791.80
AOU	16509.02	7769.680	29661.15	53939.85	28943.87
SEP	16723.51	7891.810	29765.63	54380.95	29089.08
OCT	18429.06	8337.190	33039.65	59805.90	32692.03
NOV	19267.78	8765.440	34587.20	62620.42	34540.60
DEC	18958.08	9169.250	34587.20	62714.53	34100.82

Tables des matières :

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Introduction Générale13

CHAPITRE I : L'énergie électrique : le cadre conceptuel

Introduction16

Section 01 : Généralités de l'énergie et l'énergie électrique

1.1. Définition de l'énergie et de l'énergie électrique.....16

1.1.1. Définition de l'énergie.....16

1.1.2. Définition de l'énergie électrique.....17

1.2. Types de l'énergie.....18

1.2.1. L'énergie primaire.....18

1.2.2. L'énergie secondaire.....18

1.2.3. L'énergie finale18

1.2.4. L'énergie renouvelable.....18

1.2.5. L'énergie fossile19

1.3. Les principales formes d'énergies19

1.3.1. L'énergie solaire19

1.3.2. L'énergie thermique19

1.3.3. L'énergie électrique..... 19

1.3.4. L'énergie nucléaire.....19

1.3.5. L'énergie hydraulique19

1.3.6. L'énergie biomasse.....	20
1.3.7 .L'énergie éolienne	20
1.4. Mesures de l'énergie.....	20
1.5. La maîtrise de l'énergie	21
1.6. L'importance de l'électricité et de l'énergie électrique	22
1.7. Caractéristiques de l'électricité	23

Section 02 : Origines, usages, type de clientèle de l'énergie électrique

2.1. Les origines de l'énergie électrique	24
2.1.1. Les centrales hydroélectriques	24
2.1.2. Les centrales thermiques	25
2.2. La décentralisation des énergies renouvelables.....	26
2.3. Les types de clientèle.....	26
2.3.1. Clientèle basse tension	26
2.3.2. Clientèle moyenne tension.....	26
2.3.3. Clientèle haute tension	27
2.4 .Les principaux usages d'électricité.....	27
2.4.1. Usages domestiques	27
2.4.2. Usages agricoles	27
2.4.3. Usages industriels.....	27
2.4.4. Usages de transports	27

Section 03 : Le processus de production et les marchés d'électricité

3.1. Le processus de production et les marchés d'électricité	28
--	----

3.1.1. La production.....	28
3.1.2. Interconnexion.....	28
3.1.3. Le transport	28
3.1.4. La distribution.....	28
3.1.5. La commercialisation et la vente.....	29
3.2. Marché d'électricité	29
3.2.1. Définition	29
3.2.2. Les acteurs des marchés d'électricité	29
3.2.3. Les types de marché d'électricité.....	30
Conclusion	32
 CHAPITRE II : Evolution de la production, de la consommation et la tarification de l'énergie électrique en Algérie	
Introduction	34
 Section 01 : Evolution de la production et la consommation d'électricité nationale de 1990-2012	
1.1 .Evolution de la production nationale de 1990-2012	34
1.2 .Evolution des ventes d'électricité et des clients par niveau de tension sur la période 1990-2012	37
1.2.1 Evolution des ventes d'électricité par niveau de tension.....	39
1.2.2 Evolution des clients par niveau de tension	39
1.2.3 Evolution de la consommation d'électricité et le taux accroissement annuel moyen par niveau de tension de 1990-2012.....	40
1.3 L'écart entre la production et la consommation nationale d'électricité en Algérie sur la période 1990-2012.....	43

Section 02 : La tarification de l'électricité en Algérie

2.1 .Fondements et principes de la tarification d'électricité45

2.2. Présentation du système tarifaire utilisé en Algérie46

2.3. Caractéristiques des tarifs47

2.4. Structure de la tarification 49

2.5 Facturation de l'énergie 49

2.6. Compensation de l'énergie50

2.6.1. Le facteur de la puissance 51

2.6.2. Facturation de l'énergie réactive.....51

Conclusion52

Chapitre III : Aspects théoriques des séries chronologiques

Introduction54

Section 1 aspects théorique des séries temporelles

1.1. Processus aléatoire.....55

1.1 .1 .Les processus stationnaires55

1.2 1.1.2. Les processus non stationnaires.....56

1.2. Définition d'une série temporelle62

1.2.1. Les composantes d'une série temporelle.....62

1.2.2. Schémas de décomposition d'une série chronologique.....63

1.2.3. Procédure de choix d'un schéma de décomposition.....65

1.3. Typologie des modèles AR, MA, et ARMA.....65

1.3.1 Modèle autorégressif d'ordre P : AR(P)66

1.3.2. Modèle moyenne mobile d'ordre q : MA(q)66

1.3.3. Modèle autorégressif moyenne mobile : ARMA (p,q).....	66
--	----

Section 02 : Modélisation du modèle VAR

2.1. La présentation du modèle VAR.....	67
2.2. Estimation du modèle VAR.....	68
2.3. Détermination du nombre de retards P.....	68
2.4. La prévision	69
2.5. La causalité.....	69
2.5.1. La causalité au sens de Granger.....	69
2.5 .2. Le test de causalité.....	69
2.6. Analyse de chocs	71

Section03 : méthodologie de box et jenks et la cointégration

3.1. Etapes de la méthodologie de Box &Jenkins.....	72
3.1.1. Analyse préliminaire de données.....	72
3.1.2. Identification.....	73
3.1.3 .Estimation.....	73
3.1.4 .Validation.....	73
3.1.5. Prévision.....	74
3.2. La cointegration et le modèle à correction d'erreur (ECM).....	75
3.2.1 .Les séries intégrée	75
3.2.2. Définition et condition de cointegration.....	76
3.2.3. Estimation du modèle a correction d'erreur et test de cointegration (au sens d'Engel et Granger).....	77
3.2.4. Le modèle a correction d'erreur (ECM).....	78

Conclusion79

Chapitre IV : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger .

Introduction81

Section 01 : Présentation du groupe SONELGAZ82

1.1. Le cadre Historique 82

1.2. Organisation du groupe SONELGAZ 84

1.3. Fonctions du Groupe SONELGAZ.....84

1.4. Présentation de la filiale gestionnaire du réseau transport électrique "GRTE"86

1.4. 1. Définition du GRTE 86

1.4. 2. La direction générale de la filiale GRTE..... 87

Section2: Analyse statistique et prévisionnelle de la consommation de l'électricité Haute Tension par poste horaire88

2.1. Présentation des données.....88

2.2. Etude et analyse de la série (pleine) 89

2.2.1. Etude de la stationnarité de la série d'observation.....89

2.2.2. Désaisonnalisation de la série brute90

2.2.3. Stationnarité de la série pleine corrigée des variations saisonnières (PLAINESA).....92

2.2.4. Les étapes de prévision de BOX&JENKINS 93

2.3. Etude et analyse de la série (pointe)95

2.3.1. Etude de la stationnarité de la série d'observation95

2.3.2. Dessaisonalisation de la série brute96

2.3.3. Stationnarisation de la série pointesa (la série corrigée des variations saisonnières).....98

2.3.4. Les étapes de prévision de BOX&JENKINS 99

2.4. Etude et analyse de la série (creuse)101

2.4. 1. Etude de la stationnarité de la série d'observation101

2.4.2. Désaisonnalisation de la série brute102

2.4.3. Stationnarité de la série creusesa.....	104
2.4.4 .Les étapes de prévision de BOX&JENKINS.....	105
Section 3: Etude de cointégration (application du modèle ECM).....	107
3.1. Etude et analyse de la relation entre la variable active et réactive	107
3.1. 1. Etude de la série (ACTIVE)	108
3 .1.2. Dessaisonalisation de la série brute.....	108
3 .1.3.Stationnarisation de la série ACTIVESA	110
3.2. 1. Etude de la série (REACTIVE).....	112
3 .2.2. Dessaisonalisation de la série brute	113
3.2 .3. Stationnarisation de la série REACTIVESA	115
3.3. Etude de Cointégration entre la consommation d'énergie active (CA) et la consommation d'énergie réactive (CR).....	117
Conclusion.....	120
Conclusion générale.....	122
Bibliographie	
Liste de figures	
Liste des tableaux	
Les annexes	
Table des matières	
Résumés	

CHAPITRE III

**fondements de base des séries
chronologiques**

Introduction:

Il existe toute une gamme de problème (la prévision, l'identification et le retrait de la tendance, la correction des variations saisonnières, la séparation de court terme et de long terme) spécifique au série chronologique qui ne sont pas étrangers aux partitions de statistique descriptive et qui vont nécessiter la mise au point d'un certain nombre de technique pour un traitement économétrique.

Une série temporelle ou encore chronique est une succession d'observation au cours du temps représentant un phénomène économique (prix, vente) par hypothèse, le pas du temps est considéré constant : L'heure, le jour le mois, le trimestre, l'année.

Il est toujours utile, en première analyse, de représenter l'évolution temporelle d'un phénomène à l'aide d'un graphique ayant en ordonnée la valeur du phénomène économiques et en abscisse le temps¹.

L'étude dans ce chapitre se focalise sur :

- ✓ Dans la première section nous évoquons quelques concepts de base de l'analyse des séries temporelles.
- ✓ la deuxième section sera consacrée à la présentation du modèle VAR
- ✓ La troisième présente la méthodologie de BOX&JENKINS, identification, estimation, tests de validation et prévision des processus ARMA. Et nous terminerons par la définition de la notion des séries intégrées, et le concept de cointégration, et les tests de cointégration avec le modèle à correction d'erreur (ECM).

¹ Régis BOURBONNAIS, MICHEL TERRAZA « Analyse des séries temporelles », DUNOD, PARIS (2004). Page 5.

Section1 : aspects théorique des séries temporelles:

L'étude des séries chronologiques, ou des séries temporelles, est reliée à l'analyse statistique d'observation régulièrement espacée dans le temps. C'est un problème analogue à celui de l'estimation de propriétés d'une population à partir d'un échantillon tiré de cette population, puisque le principe est d'estimer et reconstituer, à partir d'un échantillon donné (la série d'observation) des propriétés du processus générateur inconnu.

Les progrès de l'informatique et du développement des logiciels de traitement des séries temporelles ont facilité l'étude des problèmes de séries chronologiques.

1.1. Processus aléatoire:

«On utilise le terme de processus aléatoire pour décrire une quantité variable dont le comportement ne peut pas être exprimé entièrement par une relation déterministe»².

Chaque observation est considérée comme la réalisation d'une variable aléatoire.

La collection de ces variables s'appelle un processus aléatoire³.

La classe des processus aléatoires est très large, l'analyse des séries temporelles a donc été centrée initialement sur une classe particulière de processus :

- les processus aléatoires **stationnaires** : ces processus sont caractérisés par le fait que leurs propriétés statistiques sont stables dans le temps.
- les processus aléatoires **non stationnaires** : ces processus sont caractérisés par l'instabilité de leurs propriétés statistiques dans le temps.

1.1.1. Les processus stationnaires :

Avant le traitement d'une série chronologique, il convient d'en étudier les caractéristiques stochastiques. C'est-à-dire son espérance et sa variance – se trouvent modifiées dans le temps, la série chronologique est considérée comme non stationnaire ; dans le cas d'un processus stochastique invariant, la série temporelle est alors stationnaire. De manière formalisée, le processus stochastique y_t est stationnaire si :

² GORGE BRESSON, ALAIN PIROTTE, (économétrie des séries temporelles) presse universitaire de France Paris XII. décembre 1995

³ Guy meulard, méthodes de prévision à court terme, Ellipses, paris, p.279

- $E(X_t) = \mu < +\infty \quad \forall t \in T ;$
- $\text{Var}(X_t) = \sigma^2 \quad \forall t \in T ;$
- $\text{Cov}(X_t, X_{t+h}) = E[(X_t - \mu)(X_{t+h} - \mu)] = (h\gamma) \quad \forall t, h \in T.$

En résumé, un processus est stationnaire au second ordre si l'ensemble de ses moments sont indépendants du temps⁴

❖ **Processus bruit blanc (White Noise)** : Tout processus stationnaire peut s'écrire comme une somme pondérée de bruits blancs (Théorème de wold).

Le processus $\{\varepsilon_t, t \in \mathbb{Z}\}$ est dit un bruit blanc faible noté : $(\varepsilon_t) \sim (0, \sigma^2)$ si :

- $E(\varepsilon_t) = 0, \forall t \in \mathbb{Z}$
- $V(\varepsilon_t) = \sigma^2, \forall t \in \mathbb{Z}$
- $\text{COV}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-h}) = E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-h}) = V_\varepsilon(h) = \begin{bmatrix} \sigma^2 & \text{si } h = 0 \\ 0 & \forall h \neq 0 \end{bmatrix}$

Le processus $\{\varepsilon_t, t \in \mathbb{Z}\}$ est dit un bruit blanc indépendant et identiquement distribué (i.i.d).

❖ **Une série de marche au hasard (aléatoire)** : C'est une autre série temporelle stochastique pour laquelle X à la date « t » s'écrit comme suit :

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t \text{ et } \varepsilon_t \text{ est un bruit blanc.}$$

1.1.2. Les processus non stationnaires:

La plus part des séries économique sont non stationnaires, c'est-à-dire que le processus qui les décrits ne vérifie pas au moins une des conditions de la définition d'un processus stationnaire du second ordre. Nous avons deux types de non stationnarité :

A. Processus TS (Trend stationary) :

Cette forme de non stationnarité provient de la présence d'une composante déterministe tendancielle.

Définition : $(X_t, t \in \mathbb{Z})$ est un processus TS s'il peut s'écrire sous la forme

$X_t = f(t) + z_t$, ou $f(t)$ est une fonction du temps et z_t est un processus stochastique stationnaire. Le processus X_t s'écrit comme la somme d'une fonction déterministe du

⁴ U.F.R Economie Appliquée, Séries Temporelles, cours de Christophe Hurlin.

temps et d'une composante stochastique stationnaire. Ce processus ne satisfait plus la définition de la stationnarité du second ordre.

On a en effet : $E(X_t) = f(t) + E(z_t)$

B. Processus DS:

Comme nous l'avons précédemment mentionné, il existe une autre forme de non stationnarité, provenant non pas de la présence d'une composante déterministe tendancielle, mais d'une source stochastique. C'est pourquoi nous allons à présent introduire la définition des processus DS pour Differencey Stationnary.

Définition : Un processus non stationnaire $(X_t, t \in Z)$ est un processus DS (Differencey Stationnary) d'ordre d , où d désigne l'ordre d'intégration, si le processus filtré défini par $(1 - L)^d X_t$ est stationnaire. On dit aussi que $(X_t, t \in Z)$ est un processus intégré d'ordre d , noté $I(d)$.

C. Tests de racine Unitaire :

Les tests de racine unitaire « Unit Root Test » permettent non seulement de détecter l'existence d'une non-stationnarité mais aussi de déterminer de quelle non-stationnarité il s'agit (processus TS ou DS) et donc la bonne méthode pour stationnariser la série.

1. Tests de racines unitaires : tests de Dickey-Fuller (1979) :

Le test de Dikey Fuller simple (1979) est un test de racine unitaire (ou de non stationnarité) dont l'hypothèse nulle est la non stationnarité d'un processus autorégressif d'ordre un. Considérons un processus $(X_t, t \in Z)$

Satisfaisant la représentation AR(1) suivante :

$$X_t = \rho X_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{avec } (\varepsilon_t) \text{ i.i.d } (0, \sigma^2), \text{ et } \rho \in \mathbb{R}.$$

Le principe général du test de Dikey Fuller consiste à tester l'hypothèse nulle de la présence

d'une racine unitaire :
$$\begin{cases} H_0 : & \rho = 1 \\ H_1 & |\rho| < 1 \end{cases}$$

Chapitre III : fondements de base des séries chronologiques

Sous l'hypothèse H_0 de non stationnarité, la distribution asymptotique de la statistique de Student $t_{\rho=1}$ diffère suivant que le modèle utilisé soit sans constante, ou bien avec constante et trend.

Le teste de l'hypothèse $\rho = 1$ est identique au test de l'hypothèse $\phi = 0$ dans le modèle transformé suivant : $\Delta X_t = \phi X_{t-1} + \varepsilon_t$

Avec $\phi = \rho - 1$ et $\Delta X_t = (1 - L)X_t = X_t - X_{t-1}$ le test de Dikey-Fuller se ramène

$$\text{Alors à : } \begin{cases} H_0 : \phi = 0 \\ H_1 : \phi < 0 \end{cases}$$

La statistique a la même distribution asymptotique que $t_{\rho=1}$ et il faut utiliser les seuils critiques tabulés par Dikey-Fuller (1979) ou Mc Kinnon (1981) pour effectuer les tests de non stationnarité.

Stratégie du test :

Une stratégie de test de Dikey-Fuller permet de tester le non stationnarité conditionnellement à la spécification du modèle utilisé.

On considère trois modèles définis comme suit :

$$\Delta X_{t-1} = \phi X_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{modèle [1] ;}$$

$$\Delta X_{t-1} = \phi X_{t-1} + c + \varepsilon_t \quad \text{modèle [2] ;}$$

$$\Delta X_t = \phi X_{t-1} + c + \beta t + \varepsilon_t \quad \text{modèle [3].}$$

Déroulent de la stratégie du test DF :

On commence par tester la racine unitaire à partir du modèle [3]. Si la réalisation d'est supérieur au seuil tabulé par Dikey et Fuller, pour le modèle [3], on accepte l'hypothèse nulle de non stationnarité. Par la suite on cherche à vérifier si la spécification du modèle [3], était une spécification compatible avec les données.

On teste alors la nullité du coefficient β de la tendance. Deux cas sont envisageables :

- Soit on rejette au préalable l'hypothèse de racine unitaire, dans ce cas on teste la nullité de β par un test de Student avec des seuils standards (test symétrique, donc seuil de 1,96 à 5%), s'il l'on rejette l'hypothèse $\beta=0$, cela signifie que le modèle [3] est le « bon » modèle pour tester la racine unitaire, la série est TS. En revanche, si l'on accepte l'hypothèse $\beta=0$, on doit refaire le test de racine unitaire à partir du modèle [2].
- Soit, on avait au préalable, accepté l'hypothèse de racine unitaire, et dans ce cas, on doit construire un test de Fisher de l'hypothèse jointe $\varphi=0$ et $\beta=0$.

On test ainsi la nullité de la tendance, conditionnellement à la présence d'une racine unitaire :

$$H_0^3(c; \beta; \emptyset) = (c; 0; 0) \text{ contre } H_1^3$$

La statistique de ce test se construit par la relation :

$$F_3 = \frac{(SCR_{3,c} - SCR_3)/2}{SCR_3/(N-K)}$$

$SCR_{3,c}$: somme des carrés des résidus du modèle [3] contraint sous

$$H_0^3(\Delta X_t = c + \varepsilon_t).$$

SCR_3 : Somme des carrés des résidus du modèle [3] non contraint.

N : nombre d'observations.

K: nombre de coefficients à estimer.

- ✓ Si la réalisation de F_3 est supérieure à la valeur \emptyset_3 lue dans la table à un seuil $\alpha\%$, on rejette l'hypothèse H_0^3 . Dans ce cas, le modèle [3] est le « bon », et la série X_t est intégrée d'ordre 1.
- ✓ Si on accepte H_0^3 , le coefficient de la tendance est significativement nul, conditionnellement à la présence d'une racine unité, le modèle [3] n'est pas le « bon », on doit effectuer à nouveau le test de non stationnarité dans le modèle [2].

Chapitre III : fondements de base des séries chronologiques

Si l'on a accepté la nullité du coefficient β de la tendance, on doit alors effectuer à nouveau les tests de non stationnarité à partir cette fois-ci du modèle [2]. Si la réalisation de $t_{\phi=0}$ est supérieure au seuil C_{α}^2 tabulé par Dikey et Fuller, pour le modèle [2], on accepte l'hypothèse nulle de non stationnarité. Par la suite on cherche à vérifier si la spécification du modèle [2], était une spécification compatible avec les données. On teste alors la nullité du coefficient C de la constante. Deux cas sont envisageables :

- ✓ Soit on a rejeté au préalable l'hypothèse de racine unitaire, dans ce cas on teste la nullité de C par un test de Student avec des seuils standard (test symétrique, donc seuil de 1.96 à 5%). Si l'on rejette l'hypothèse C=0, cela signifie que le modèle [2] est le « bon » modèle pour tester la racine unitaire. La série est stationnaire. En revanche, si l'on accepte l'hypothèse C=0. On doit refaire le test de racine unitaire à partir du modèle [1].
- ✓ Soit, on avait au préalable, accepté l'hypothèse de racine unitaire, et dans ce cas, on doit construire un test de Fischer de l'hypothèse jointe $\phi = 0$ et C=0.

On teste ainsi la nullité de la constante, conditionnellement à la présence d'une racine unitaire

$$H_0^2(c; \beta; \theta) = (c; 0; 0) \text{ contre } H_1^2$$

La statistique de ce test se construit par la relation :

$$F_2 = \frac{(SCR_{2,c} - SCR_2)/2}{SCR_2/(N-K)}$$

SCR_{2, C} : somme des carrés des résidus du modèle [2] contraint sous

$$H_0^2(\Delta X_t = \varepsilon_t).$$

SCR₂ : somme des carrés des résidus du modèle [2] non contraint

N : nombre d'observations

K : nombre de coefficients à estimer

- ✓ Si la réalisation de F_2 est supérieure à la valeur ϕ_2 lue dans la table à un seuil $\alpha\%$, on rejette l'hypothèse H_0^2 . Dans ce cas, le modèle [2] est le « bon », et la série X_t est intégrée d'ordre 1.
- ✓ Si on accepte H_0^2 , le coefficient du constant est nul, le modèle [2] n'est pas le « bon » modèle, on doit donc effectuer nouveau le test de non stationnarité dans le modèle.

Si l'on a accepté la nullité du coefficient C de la constante, on doit alors effectuer à nouveau les tests de non stationnarité à partir cette fois-ci du modèle [1].

- ✓ Si la réalisation de $t_{\hat{\phi}=0}$ est supérieure au seuil C_α^1 tabulé par Dickey et Fuller, pour le modèle [1], on accepte l'hypothèse nulle de non stationnarité la série est intégrée d'ordre 1 **I(1)**. (pure marche aléatoire.)
- ✓ Si la réalisation de $t_{\hat{\phi}=0}$ est inférieure au seuil C_α^1 tabulé par Dickey et Fuller, pour le modèle [1], on refuse l'hypothèse nulle de non stationnarité, la série est stationnaire intégrée d'ordre 0 **I(0)**.

2. Les tests de Dickey-Fuller augmentés (ADF)

Dans les modèles de Dickey-Fuller simple, le processus ε_t est par hypothèse, un bruit blanc. On appelle test de Dickey-Fuller augmenté (ADF, 1981)⁵, la prise en compte de cette hypothèse. Même hypothèses à tester, en se basant sur les trois modèles suivants :

Modèle 4 : $\Delta Y_t = \rho_t y_{t-1} - \sum_{j=1}^p \rho_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t$;

Modèle 5 : $\Delta Y_t = \rho_t y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \rho_j \Delta y_{t-j} + c + \varepsilon_t$;

Modèle 6 : $\Delta Y_t = \rho_t y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \rho_j \Delta y_{t-j} + c + \beta_t + \varepsilon_t$.

La mise en œuvre du test de ADF est similaire au test de DF, seules les tables statistiques diffèrent. L'application de test d'ADF nécessite au préalable le choix d'un nombre de retard p à introduire de sorte à blanchir les résidus. La valeur p de retard est déterminée soit à l'aide de la fonction des autocorrélations partielles, soit à l'aide de la statistique de Box Pierce, soit à l'aide des critères d'Akaike (AIC) ou de Schwartz (BIC).

⁵ Bourbonnais ; « économie », 7eme édition, Ed DUNOD, Paris ,2009. p233

D. Choix du nombre de retard optimal :

Critère d'information : Pour un modèle avec p retard, ayant comme somme des carrés des résidus SCR_p obtenu avec N observations.

Le critère d'Akaik, ou AIC, est défini par :

$$AIC_{(p)} = \log \left(\frac{SCR_p}{N} \right) + \frac{2p}{N}$$

Le critère de Schwarz, ou SC, est défini par :

$$SC_{(p)} = \log \left(\frac{SCR_p}{N} \right) + \frac{p \log N}{N}$$

On retient comme p celui qui minimise ces deux critères.

Principe de parcimonie : Lorsque l'on désire modéliser une série chronologique, par un processus stochastique, on doit chercher à minimiser le nombre de paramètres requis, tout en expliquant le mieux possible le comportement de la série.

1.2. Définition d'une série chronologique:

Une série temporelle, ou série chronologique, est une suite de valeurs numériques représentant l'évolution d'une quantité spécifique au cours du temps. De telles suites de valeurs peuvent être exprimées mathématiquement afin d'en analyser le comportement, généralement pour comprendre son évolution passée et pour en prévoir le comportement futur. Une telle transposition mathématique utilise le plus souvent des concepts de probabilités et de statistique.

Type de Séries :

- ❖ **Série continue** : Une série chronologique est dite continue si l'ensemble des instants d'observations est continu (Non dénombrable).
- ❖ **Série discrète** : Une série chronologique est dite discrète si l'ensemble des instants d'observations est discret (dénombrable).

1.2.1. Les composantes d'une série temporelle

Dans un premier temps, l'examen graphique de la série étudiée permet de dégager, un certain nombre de composantes fondamentales de l'évolution de la grandeur étudiée, il faut alors analyser ces composantes, en les dissociant les unes des autres, c'est-à-dire en

considérant une série comme résultant de la combinaison de différentes composantes, tel que chacune d'elle aient une évolution simple.

La tendance ou « trend » : notée (f_t) représente l'évolution à long terme de la grandeur étudiée, et traduit l'aspect général de la série.

La composante cyclique : notée (C_t), qui regroupe des variations à période moins précise autour de la tendance. Ces phases durent généralement plusieurs années, mais n'ont pas de durée fixe. Sans informations spécifiques, il est généralement très difficile de dissocier la tendance du cycle. Dans la plupart des travaux sur les séries temporelles la tendance regroupe aussi la composante cyclique.

La composante saisonnière : ou variations saisonnières notées (S_t) sont des fluctuations périodiques à l'intérieur d'une année, elles se reproduisant périodiquement à des moments bien déterminés et qui sont liées au rythme imposé par les variations météorologiques des saisons (production agricole, consommation de gaz,.....etc.), ou encore par des activités économiques et sociales (fêtes, vacances, solde, le ramadhan,.....etc.).

La composante résiduelle : notée (e_t), elle rassemble tout ce que les autres composantes n'ont pu expliquer du phénomène observé. Elle contient donc de nombreuses fluctuations, en particuliers accidentelles, dont le caractère est exceptionnel et imprévisible, (catastrophes naturelles, grèves, guerres...etc.).

Comme par hypothèse ce type d'événement est censé être corrigé, le résidu présente en général une allure aléatoire plus ou moins stable autour de sa moyenne.

1.2.2. Schémas de décomposition d'une série chronologique

La technique de décomposition d'une série chronologique, repose sur un modèle qui l'autorise. Ce modèle porte le nom de schéma de décomposition.

Il en existe essentiellement deux grands types⁶:

1. Schéma additif :

Dans un modèle additif, on suppose que les 3 composantes : tendance, variations saisonnières et variations accidentelles sont indépendantes les unes des autres.

On considère que la série X_t s'écrit comme la somme de ces 3 composantes :

$$X_t = f_t + S_t + e_t$$

⁶ Bernard PY., Statistique descriptive, Nouvelle méthode pour bien apprendre et réussir.4ème édition. Ed ECONOMICA, Paris, 1999. Pages.228, 230, 232.

Chapitre III : fondements de base des séries chronologiques

Graphiquement, l'amplitude des variations est constante autour de la tendance.

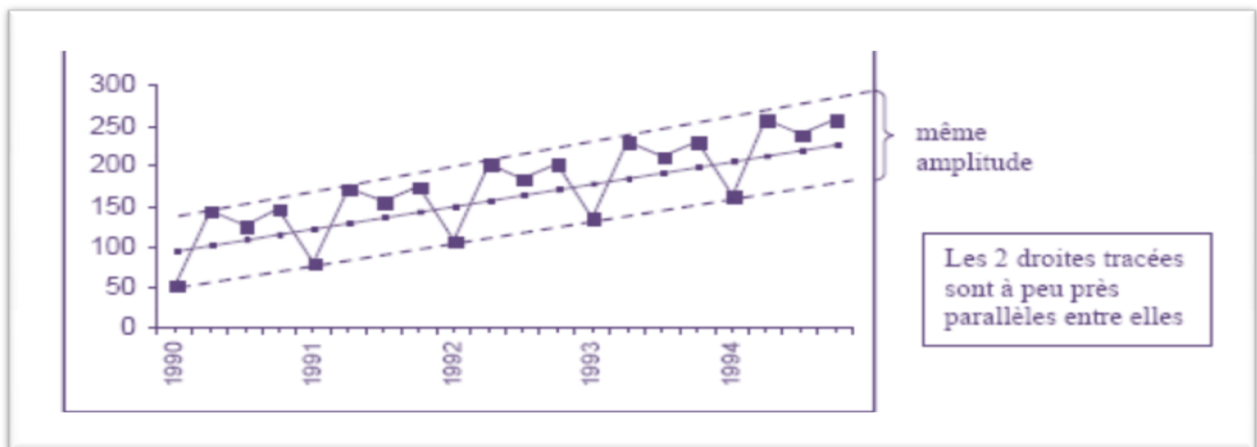


Figure III.1 : exemple de schéma additif

2. Schéma multiplicatif :

a) Première forme de modèle multiplicatif :

On suppose que les variations saisonnières dépendent de la tendance et on considère que X_t s'écrit de la manière suivante :

$$X_t = f_t \times S_t + e_t$$

b) Deuxième forme de modèle multiplicatif:

On suppose que les variations saisonnières et les variations accidentelles dépendent de la tendance et on considère que X_t s'écrit de la manière suivante :

$$X_t = f_t \times S_t \times e_t$$

Graphiquement, l'amplitude des variations (saisonniers) varie.

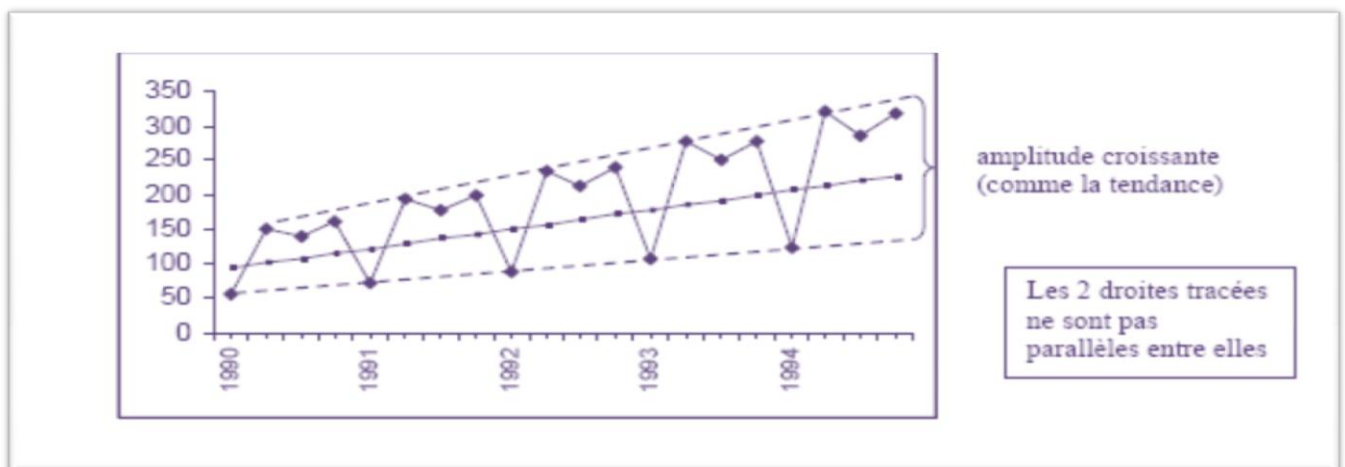


Figure III.2 : exemple de schéma multiplicatif

1.2.3. Procédure de choix d'un schéma de décomposition:

1. La méthode de la bande :

La procédure de la bande consiste à partir de l'examen visuel du graphique de l'évolution de la série brute à relier, par une ligne brisée, toutes les valeurs «hautes» et toutes les valeurs «basses» de la chronique.

- Si ces 2 droites sont à peu près parallèles : le modèle est additif.
- Si ces 2 droites ne sont pas parallèles : le modèle est multiplicatif.

2. Le test de Buys-Ballot :

On calcule, pour chacune des années, la moyenne et l'écart type, puis on estime par MCO les paramètres α_1 et α_2 de l'équation suivante :

$$\sigma_i = \alpha_1 + \alpha_2 \bar{y}_i + \varepsilon_i$$

Avec : $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_i : \text{Les écarts types de chaque année.} \\ \bar{y}_i : \text{Les moyennes de chaque année.} \\ \alpha_1 : \text{La constante} \end{array} \right.$

Dans le cas, où le paramètre α_2 n'est pas significativement différent de 0 (test de Student) alors on accepte l'hypothèse d'un schéma additif; dans le cas contraire, nous retenons un schéma multiplicatif.

- **Série désaisonnalisée ou série (CVS)⁷ :**

Définition : On appelle série désaisonnalisée ou série corrigée des variations saisonnières notée série CVS, la série chronologique y_t à laquelle on a enlevé les variations saisonnières.

Dans le cas du modèle additif :

La série désaisonnalisée est $y_t^* = y_t - S_t$

Dans le cas du modèle multiplicatif :

La série désaisonnalisée est $y_t^* = \frac{y_t}{S_t}$

1.2. Typologie des modèles AR, MA et ARMA

Nous allons présenter une famille de processus aléatoires qui recouvre une gamme très large d'évolution possible de séries chronologiques : les processus autorégressifs et les processus de moyenne mobile.

⁷ Bernard PY, Statistique descriptive, Nouvelle méthode pour bien apprendre et réussir. 4^{ème} édition. Ed ECONOMICA, Paris, 1999. Pages. 250,252, 254.

1.2.1. Modèle autorégressif d'ordre p : AR(p)

Définition : On appelle processus autorégressif d'ordre p, noté AR(p), tout processus stationnaire $\{X_t, t \in \mathbb{T}\}$ qui vérifie une relation du type :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

Où X_t est une combinaison linéaire de variables aléatoires corrélées, et ε_t est un bruit blanc.

1.2.2. Modèle moyenne mobile d'ordre q : MA (q)

Définition : On appelle processus moyenne mobile d'ordre q, noté MA(q), un processus X_t stationnaire vérifiant une relation du type :

$$X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

1.2.3. Modèle autorégressif moyenne mobile : ARMA (p, q)

Définition : Plusieurs processus aléatoires stationnaires ne peuvent être modélisés uniquement comme des MA purs ou des AR purs car leurs caractéristiques sont souvent des combinaisons des deux types de processus.

Aussi, une classe de processus combinant les processus AR et MA a été développée : les modèles ARMA.

Ce modèle combine une partie AR (p) et une partie MA (q). En d'autres termes il contient des valeurs passées $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-p}$ et des erreurs passées $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-p}$. Tout processus AR(p) ou MA(q) peut s'écrire sous forme d'un ARMA (p, q):

$$X_t - \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Section 2 : modalisation du modèle VAR:

Le modèle VAR (Vectoriel Auto- Régressifs) a été introduit par Sims (1980) comme alternative aux modèles macroéconomiques d'inspiration Keynésienne qui ont connu beaucoup de critiques concernant les résultats obtenus à savoir les estimateurs biaisés, des prévisions médiocres et l'absence de tests statistiques sur la structure causale entre les variables.

Pour ces différentes raisons, Sims a proposé une modélisation multivariée sans autres restrictions que le choix des variables sélectionnées et du nombre de retards **p**.

Le modèle VAR comporte trois avantages :

- ✓ Il permet d'expliquer une variable par rapport à ses retards et en fonction de l'information contenue dans d'autres variables pertinentes ;
- ✓ Cette méthode est simple à mettre en œuvre et comprend des procédures d'estimation et des tests ;
- ✓ Il dispose d'un espace d'information très large.

La modélisation **VAR** repose sur l'hypothèse selon laquelle l'évolution de l'économie est bien approchée par la description des comportements dynamiques d'un vecteur à **K** variables dépendantes linéairement du passé.

La construction d'un modèle **VAR** se fait d'abord par la sélection des variables d'intérêt en se référant à la théorie économique. Ensuite, le choix de l'ordre de retards des variables et enfin, par l'estimation des paramètres.

2.2. La présentation d'un modèle VAR

Un processus vectoriel $[X_t, t \in Z]$, de dimension $(k, 1)$, admet une représentation **VAR** d'ordre **P**, notée **VAR(P)**, si :

$$X_t = A_0 + A_1 X_{t-1} + \dots + A_p X_{t-p} + \varepsilon_t ; t=1, \dots, T.$$

Avec ;

A_0 : Le vecteur des termes constant.

A_1, A_2, \dots, A_p : la matrice des coefficients.

Sous la forme matricielle, le modèle VAR s'écrit :

$$\begin{pmatrix} x_{1,t} \\ x_{2,t} \\ \vdots \\ y_{k,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{0,1} \\ a_{0,2} \\ \vdots \\ a_{0,k} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{1,1}^1 & a_{1,2}^1 & \dots & a_{1,k}^1 \\ a_{2,1}^1 & a_{2,2}^1 & \dots & a_{2,k}^1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k,1}^1 & a_{k,2}^1 & \dots & a_{k,k}^1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1,t-1} \\ x_{2,t-1} \\ \vdots \\ x_{k,t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{1,1}^2 & a_{1,2}^2 & \dots & a_{1,k}^2 \\ a_{2,1}^2 & a_{2,2}^2 & \dots & a_{2,k}^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k,1}^2 & a_{k,2}^2 & \dots & a_{k,k}^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1,t-2} \\ x_{2,t-2} \\ \vdots \\ x_{k,t-2} \end{pmatrix} + \dots \\ + \begin{pmatrix} a_{1,1}^p & a_{1,2}^p & \dots & a_{1,k}^p \\ a_{2,1}^p & a_{2,2}^p & \dots & a_{2,k}^p \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k,1}^p & a_{k,2}^p & \dots & a_{k,k}^p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{1,t-p} \\ x_{2,t-p} \\ \vdots \\ x_{k,t-p} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \\ \vdots \\ \varepsilon_{k,t} \end{pmatrix}$$

Les variables $x_{1,t}, x_{2,t}, \dots, x_{k,t}$ sont stationnaires, la perturbation $\varepsilon_{1,t}, \varepsilon_{2,t}, \dots, \varepsilon_{k,t}$ sont des bruits blancs de variance constants et non auto corrélées.

2.3. Estimation du modèle du VAR

La stationnarité représente une étape importante dans toute l'analyse d'un modèle dynamique, dans ce qui suit on présentera l'estimation d'un modèle stationnaire par la méthode usuelle, considérant le modèle **VAR** stationnaire d'ordre **0**.

$$X_t = \mu + \sum_{l=1}^p \phi_l x_{t-l} + \varepsilon_t \dots (1)$$

Le système (1) peut être estimé par la méthode de moindres carrés ordinaires (MCO). La stationnarité de la série multi variée X_t entraîne la convergence et la normalité asymptotique des estimations des (MCO), ce qui permet de mener des tests sur les paramètres du modèle et de construire des intervalles de confiances pour les prévisions. En effet, cette méthode d'estimation est la plus utilisée qui consiste à mettre la mise en œuvre d'un algorithme simple récessif pour les calculs des prévisions.

2.4. Détermination de nombre de retards p

La détermination de l'ordre d'un modèle **VAR** se fait à l'aide des deux critères d'informations, Akaike Information Criterion (**AIC**) Et Schwartz Criterion (**SC**).

Dans le cas d'un modèle **VAR** ces deux critères peuvent être utilisés pour déterminer l'ordre **P** du modèle. La procédure de sélection de l'ordre de la représentation consiste à estimer tous les modèles VAR pour un ordre allant de **zéro** à **h** (h étant le retarde maximum admissible par la théorie économique où par les données disponibles). Les fonctions **AIC (p)** et **SC (p)** sont calculées de la manière suivante :

$$AIC(p) = \ln \left[\det \left| \Sigma \right| + \frac{2k^2p}{n} \right]$$

$$SC(p) = \ln \left[\det \left| \Sigma \right| + \frac{k^2p \ln(n)}{n} \right]$$

Avec : k = nombre de variables du système ; n = nombre d'observations ; p = nombre de retarde ; Σ = matrice des variances covariances des résidus du modèle.

2.5. La prévision

On considère un processus VAR d'ordre p

$$y_t = \phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Est on suppose que (p) a été choisi à l'aide des critères de (AIC et SC), et que $\phi_i, \sum e, \varepsilon_t$ ont été estimé. La prévision en $(t+1)$ du processus VAR est donné par

$$E(y_{t+1}/I_t) = \hat{\phi}_0 + \hat{\phi}_1 y_{t-1+1} + \hat{\phi}_2 y_{t-2+1} + \dots + \hat{\phi}_p y_{t-p+1} + \varepsilon_t$$

Avec ; I_t l'information disponible jusqu'à la date de t .

2.6. La causalité

Une des questions que l'on peut se poser à partir d'un VAR est de savoir s'il existe une relation de causalité entre les différentes variables du système. Il existe plusieurs définitions de causalité :

- Causalité au sens de Granger
- Causalité au sens de Sims⁸

Nous nous limiterons à l'exposé de la causalité au sens de Granger qui est habituellement la plus utilisée en économétrie.

2.6.1. causalité au sens de Granger

La question est de savoir si la variable y_{2t} « cause » ou non la variable y_{1t} . Par définition « la variable y_{2t} est la cause de y_{1t} , si la prédictibilité⁹ de y_{1t} est améliorée lorsque l'information relative à y_{2t} est incorporé dans l'analyse »¹⁰

2.6.2. Teste de la causalité

Soit le model VAR(p) pour laquelle les variables y_{1t} et y_{2t} sont stationnaires

$$\begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_0 \\ b_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_1^1 & b_1^1 \\ a_1^2 & b_1^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t-1} \\ y_{2t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2^1 & b_2^1 \\ a_2^2 & b_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t-2} \\ y_{2t-2} \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} a_p^1 & b_p^1 \\ a_p^2 & b_p^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t-p} \\ y_{2t-p} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix}$$

⁸ Sims (1980) a présenté une spécification de test légèrement différente, en considérant que si les valeurs futur de y_{1t} permettent d'expliquer les valeurs présentes de y_{2t} . Alors y_{2t} est la cause de y_{1t} .

⁹ La prédictibilité semble peut être préférable au terme causalité ; en effet, dire que y_{2t} cause y_{1t} , signifie seulement qu'il est préférable de prévoir y_{1t} , en connaissant y_{2t} que sans le connaître.

¹⁰ Régis **BOURBONNAIS** « économétrie ; manuel et exercices corrigée », 6^e édition, DUNOD, paris, 2005, p271.

Le teste consiste à poser ces deux hypothèses :

- y_{2t} ne cause pas au sens de Grangery y_{1t} , si l'hypothese suivante est accepté

$$b_1^1 = b_2^2 = \dots = b_p^1 = 0$$

- y_{1t} ne cause pas au sens de Grangery y_{2t} , si l'hypothese suivante est accepte

$$a_1^1 = a_2^2 = \dots = a_p^1 = 0$$

On teste ces deux hypothèses à l'aide de Fisher classique, le test consiste à poser ces

$$\text{deux hypothèses } \left\{ \begin{array}{l} H_0^{18}: b_1^1 = b_2^1 = \dots = b_p^1 = 0 \\ H_1: \text{au moins un coefficient } b \neq 0; y_{2t} \text{ cause } y_{1t} \end{array} \right\}$$

Et

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0^{18}: a_1^1 = a_2^1 = \dots = a_p^1 = 0 \\ H_1: \text{au moins un coefficient } a \neq 0; y_{1t} \text{ cause } y_{2t} \end{array} \right\}$$

Si nous sommes amenés à accepter les deux hypothèses que hypothèses y_{1t} cause y_{2t} et y_{2t} cause y_{1t} , on parle de boucle retroactive « feedback effect »¹¹

Le déroulement de test Fisher se fait comme suite : après avoir calculé les estimations et (SCRC, SCRNC) on passe au calcul de la statistique de Fisher noté « F_{cal} »

$$F_{cal} = \frac{(SCRC - SCRNC)/C}{SCRNC / (n - K - 1)}$$

Avec ;

C : nombre de contraintes.

SCRC : Somme des Carrés des Résidu du modèle Contrainte.

SCRNC : Somme des Carrés des Résidu du non Contrainte.

➤ **La règle de décision :**

Si : $F_{cal} > F_{table}$ on rejette H_0 , alors y_{2t} explique significativement la variable y_{1t} , donc il ya une causalité au sens de Granger de y_{2t} vers y_{1t} . On fait la meme chose pour la deuxieme equation.

¹¹ Il existe une causalité bidirectionnelle entre y_{2t} et y_{1t}

2.7. Analyse de chocs

Dans les applications empiriques, l'une des principales utilisations des processus VAR réside dans l'analyse de réponse impulsionnelle.

La fonction de réponse impulsionnelle représente l'effet d'un choc, d'une innovation sur les valeurs courantes et futures des variables endogènes ; un choc sur la $i^{\text{ème}}$ variable peut affecter directement cette $i^{\text{ème}}$ variable, mais il se transmet également à l'ensemble des autres variables au travers de la structure dynamique du VAR.

Ainsi, considérons deux réalisations différentes de notre processus VAR ; Y_t et Y_{t+T} .

Supposons que la première réalisation soit telle qu'entre (t) et (t+T), le système connaisse un seul choc intervenant en (t).

La deuxième réalisation suppose que le système ne subit pas de choc entre (t) et (t+T).

La fonction de réponse impulsionnelle est alors définie comme la différence entre ces deux réalisations¹².

Le calcul des fonctions de réponse impulsionnelle d'un modèle VAR passe par le calcul de la forme moyenne mobile vectorielle (VMA). Cette forme va permettre de mesurer l'impact sur les valeurs présentes d'une variation des innovations.

La représentation VMA (∞) d'un modèle VAR(p) est donnée comme suite :

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t + M_1 \varepsilon_{t-1} + M_2 \varepsilon_{t-2} + \dots = \mu + \sum M_i \varepsilon_{t-i} \text{ pour } i=1 \dots \infty$$

Avec : $\mu = (I - A_1 - A_2 - \dots - A_p)$ et $M_i = \hat{A}_j M_{i-j}$; $i = 1, 2, \dots$ et $M_0 = I$.

Sous cette forme, la matrice M apparaît comme un « multiplicateur d'impact », c'est-à-dire que c'est au travers de cette matrice qu'un choc se répercute tout le long du processus.

Une variation à un instant donné (t) de ε_t affecte toutes les valeurs suivantes de Y_t . L'effet d'un choc est donc permanent et va en s'amortissant¹³.

En définitif, les fonctions de réponse impulsionnelle nous informe sur les évolutions directionnelles des variables d'une part, et sur l'ampleur de ces déviations, d'autre part.

¹² Sandrine LARDIC et Valérie MIGNON « économétrie des séries temporelles macroéconomiques et financières », édition Economica, 2002, paris. PP.102, 103.

¹³ Régis Bourbonnais, « économétrie », édition DUNOD, 2009, paris. PP.260, 261.

Section 3 : méthodologie de box et jenks et la cointégration

La méthode de prévision de Box&Jenkins est particulièrement bien adaptée au traitement de séries chronologiques complexes et en général aux situations dans lesquelles la loi de base n'est pas immédiatement apparente. Cette approche des problèmes de prévision doit son efficacité et son intérêt à son aptitude à manier des lois complexes, au prix d'un effort relativement restreint de la part du manager. Cependant, comme elle traite des situations beaucoup plus compliquées, il est bien plus difficile de saisir les principes de cette technique, d'autant plus que son application présente certaines limites.

3.1. Etapes de la méthodologie de Box&Jenkins:

Cette démarche devise le problème de prévision en 5 étapes pour pouvoir trouver le modèle ARMA susceptible de représenter la série chronologique, et la dernière étape c'est l'étape de prévision :

- 1) Analyse préliminaire - (stationnarisation).
- 2) Identification.
- 3) Estimation.
- 4) Tests de diagnostic.
- 5) Prévision.

3.1.1. Analyse préliminaire des données (stationnarisation) :

Avant de commencer l'analyse, l'utilisateur doit s'informer sur le domaine d'où relèvent les données, la réalité qu'elles recouvrent, leur qualité (leur précision, exactitude . . .) et les objectifs poursuivis par l'organisme.

Dans l'analyse préliminaire, les options suivantes peuvent être prises :

- ✓ Transformer les données (transformation logarithmique, inverse, racine carrée, ...).
- ✓ Corriger les données aberrantes.

3.1 .2. Identification:

La phase de l'identification est la plus importante et la plus difficile: elle consiste à déterminer le modèle adéquat dans sa famille des modèles ARMA.

Elle est fondée sur l'étude des corrélogrammes simples et partiels.

Voici quelques règles simples pouvant faciliter la recherche des paramètres p et q du modèle ARMA :

- ✓ Si le corrélogramme simple n'a que ses (q) premiers termes différents de zéro et que les termes de corrélogramme partiel diminuent lentement, il s'agit d'un MA (q).
- ✓ Si le corrélogramme partiel n'a que ses (p) premiers termes différents de zéro, et que les termes de corrélogramme simple diminuent lentement, il s'agit d'un AR (p).
- ✓ Si les fonctions d'autocorrélation simples et partielles ne paraissent pas tronquées, il s'agit alors d'un processus de type ARMA, dont les paramètres dépendent de la forme particulière des corrélogrammes.

3.1.3. Estimation:

A l'étape de l'identification, nous sélectionnons un ou plusieurs modèles qui semblent traduire une représentation adéquate et parcimonieuse de la série observée. Notre but ensuite est d'estimer les paramètres d'un ARMA (p, q). Pour cela, on utilise les moindres carrés non linéaires.

3.1.4. Validation:

Une fois les paramètres du modèle estimés, nous examinons les résultats d'estimation. Cet examen se fait par plusieurs tests qu'on classera en trois catégories :

- ✓ Tests concernant les paramètres du modèle.
- ✓ Tests concernant les résidus.
- ✓ Tests du Choix du modèle adéquat.

1. Tests concernant les paramètres :

Une fois les paramètres estimés, il faudra vérifier s'ils sont tous significativement différents de zéro. Pour cela on utilisera le test de student.

Test de Student : Ce test se fait pour chacun des paramètres du processus ARMA en divisant le paramètre par son écart-type : on calcule alors la statistique de student donnée par la formule:

$$T = \frac{|\hat{\theta}_p|}{\sigma_{\hat{\theta}_p}}$$

Si un ou plusieurs paramètres ne sont pas significativement différents de zéro, le modèle est alors rejeté, auquel cas, on retient à l'étape de l'estimation en éliminant la variable dont le coefficient n'est pas significatif.

2. Tests concernant les résidus :

Ces tests ont pour objet de vérifier que les résidus obtenus suivent bien un processus de Bruit Blanc.

3. Tests du choix du modèle adéquat :

Dans un premier temps, on repère plusieurs modèles qui représentent bien notre série. Ensuite, on va choisir parmi ces modèles celui qui la représente le mieux.

Ce choix se fait à l'aide d'un certain nombre de "critères", les plus utilisés sont :

- Critère d'information d'Akaike (AIC): Présenté en 1973 parmi les tests spécialement construits pour les processus ARMA, Akaike a démontré que le meilleur des modèles ARMA non filtré est celui qui minimise la statistique : $AIC_{(p,q)} = T \log \hat{\sigma}_t^2 + \frac{2(P+q)}{T}$
- Critère de Schwarz (1978): Le meilleur des modèles est celui qui minimise la statistique : $SC_{(p,q)} = T \log \hat{\sigma}_t^2 + (P + q) \log T$.

3.1.5. Prédiction:

La dernière étape de la modélisation ARMA est la prédiction des valeurs future d'une série temporelle. Ces prévisions dépendent des observations disponibles à la date t, soit

$It = (X_1, X_2, \dots, X_t; \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots)$ L'espérance est ici prise au sens d'espérance conditionnelle: elle présente la meilleure prédiction de la série X conditionnellement à l'ensemble d'information disponible. Dans le cas linéaire il s'agit d'une fonction de régression.

3.2. La cointégration et le modèle à correction d'erreur (ECM)

La théorie de la cointégration permet d'étudier des séries non stationnaires mais dont une combinaison linéaire est stationnaire. Elle permet ainsi de spécifier des relations stables à long terme tout en analysant conjointement la dynamique de court terme des variables considérées.

3.2.1. Les séries intégrées:

On dit qu'une série X_t est intégrée d'ordre d , on note $X_t \rightarrow I(d)$, s'il convient de la différencier d fois afin de la stationnariser.

Les propriétés les plus importantes des séries intégrées sont :

(1) Si X_t la série est intégrée d'ordre zéro, $I(0)$, elle est stationnaire (car dans ce cas elle n'est pas affectée d'une tendance).

(2) Si $X_t \rightarrow I(d)$ alors $a + bx_t \rightarrow I(d)$ où a et b sont des constantes, avec $b \neq 0$.

(3) Si $\begin{cases} x_t \rightarrow I(0) \\ y_t \rightarrow I(0) \end{cases}$ alors $a + bx_t \rightarrow I(0)$

Où a et b sont des constantes non nulles.

(4) Si $\begin{cases} x_t \rightarrow I(0) \\ y_t \rightarrow I(1) \end{cases}$ alors $z_t = ax_t + by_t \rightarrow I(1)$

La série z_t est non stationnaire puisqu'elle résulte de la sommation d'une série affectée d'une tendance et une autre série stationnaire.

(5) Si $\begin{cases} x_t \rightarrow I(d_1) \\ y_t \rightarrow I(d_2) \end{cases}$ alors $z_t = ax_t + by_t \rightarrow I(\max(d_1, d_2))$

Où a et b sont des constantes non nulles.

Toute combinaison linéaire des séries intégrées d'ordre différent est généralement intégrée à l'ordre le plus élevé. Ceci veut dire qu'à long terme, l'écart entre les séries n'ira qu'en augmentation, et les trajectoires sur lesquelles se situent sont totalement différentes.

3.2.2. Définitions et conditions de cointégration:

Le traitement des séries chronologiques longues impose de tester une éventuelle cointégration (relation) entre les variables. En effet, le risque d'estimer des relations «fallacieuses» et d'interpréter les résultats de manière erronée est très élevé, car il est connu qu'une régression appliquée à des variables non stationnaires peut fournir des résultats curieux, appelés dans la littérature anglo-saxonne « spurious régressions » ou «régressions fallacieuses »

L'analyse de la cointégration permet d'identifier la relation entre plusieurs variables. Cette notion a été introduite dès 1974 par Engle et Newbold, sous le nom de «spurious régressions» ou «régressions fallacieuses», puis formalisé par Engle et Granger en 1987, et enfin par Johansen en 1991 et 1995.

Donc la solution aux «régressions fallacieuses» est la cointégration.

Conditions de cointégration :

Deux séries X_t et Y_t sont dites cointégrées si les deux conditions sont vérifiées :

- 1- elles sont affectées d'une tendance stochastique de même ordre d'intégration d
- 2- une combinaison linéaire de ces séries permet de se ramener à une série d'ordre d'intégration inférieur

Soit: $X_t \rightarrow I(d)$

$Y_t \rightarrow I(d)$

Tel que: $a_1 X_t + a_2 Y_t \rightarrow I(d, b)$ avec $d \geq 0, b \geq 0$

On note : $X_t, Y_t \rightarrow CI(d, b)$ où $[a_1 \text{ et } a_2]$ est le vecteur de cointégration.

3.2.3. Estimation des modèles à correction d'erreur et tests de cointégration (au sens d'Engle et Granger) :

Tests de cointégration entre deux variables:

Nous représentons ici l'algorithme en deux étapes d'Engle et Granger.

Étape 1 : tester l'ordre d'intégration des variables : une condition nécessaire de cointégration est que les séries doivent être intégrées de même ordre.

Si les séries ne sont pas intégrées de même ordre, elles ne peuvent pas être cointégrées.

Il convient donc (tests de DF et ADF) de déterminer très soigneusement le type de tendance déterministe ou stochastique de chacune des variables, puis l'ordre d'intégration d des chroniques étudiées.

Si les séries statistiques étudiées ne sont pas intégrées de même ordre, la procédure est arrêtée → il n y a pas de risque de cointégration.

Soit : $X_t \rightarrow I(d)$ et $Y_t \rightarrow I(d)$

Étape 2: estimation de la relation de long terme:

Si la condition nécessaire est vérifiée, on estime par les MCO (Moindres Carrées Ordinaires) la relation de long terme entre les variables :

$$Y_t = a_1 X_t + a_0 + \varepsilon_t$$

Pour que la relation de cointégration soit acceptée, le résidu et issu de cette régression doit être stationnaire : $e_t = y_t - \hat{a}_1 x_t - \hat{a}_0 = y_t - \hat{y}$

Les tests de Dickey-Fuller et Dickey Fuller augmentés (DF et ADF) :

Il s'agit de tester l'existence d'une racine unitaire dans les résidus estimés \hat{e}_t de la relation de long terme, où $\hat{e}_t = y_t - \hat{a}_1 x_t - \hat{a}_0$, soit :

$$\text{Test DF : } \Delta \hat{e}_t = \phi \hat{e}_{t-1} + \mu_t$$

$$\text{Test ADF : } \Delta \hat{e}_t = \phi \hat{e}_{t-1} + \sum_{i=1}^p \theta_i \Delta \hat{e}_{t-1} + \mu_t$$

Avec dans les deux cas $\mu_t \rightarrow$ bruit blanc.

Dans ce cas, nous ne pouvons plus utiliser les tables de Dickey et Fuller. En effet, le test porte sur les résidus estimés à partir de la relation statique et non pas sur les « vrais » résidus de la relation de cointégration. Mackinnon (1991) a donc simulé des tables qui dépendent du nombre d'observation et du nombre de variables explicatives figurant dans la relation statistique ou d'utiliser les valeurs critiques tabulées par Engle et Yoo (1987).

On teste l'hypothèse nulle $H_0 : \hat{\epsilon}_t$ non stationnaire, c'est-à-dire $\phi = 0$, les séries x_t et y_t sont non cointégrées. On accepte H_0 , lorsque t de Student calculé du coefficient ϕ est supérieur à la valeur critique.

Si le résidu est stationnaire nous pouvons alors estimer le Modèle à correction d'erreur.

3.2.4. Le Modèle à correction d'erreur (ECM) :

Les modèles dits à correction d'erreur ont été introduits au début des années 80, par Hendry en particulier. Ces modèles dynamiques permettent d'intégrer les évolutions à long terme et à court terme des variables.

La représentation de modèles à correction d'erreur combine deux types de variables :

Des variables en niveau qui s'interprètent comme les déterminants de l'équilibre de long terme.

Des variables en différence première (stationnaires) qui représentent les fluctuations de court terme.

Statistiquement, un modèle ECM est un processus qui peut se mettre de la forme :

$$\Delta Y_t = \alpha_1 \Delta X_t + \alpha_2 (Y_{t-1} - \hat{\beta} X_{t-1}) + v_t; \quad \text{Avec ; } v_t \text{ bruit blanc}$$

Estimation du modèle à correction d'erreur (ECM) en deux étapes :

Etape1 : estimation par les MCO de la relation de long terme

$$Y_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta} X_t e_t \quad (1)$$

Etape2 : estimation par les MCO de la relation du modèle dynamique (court terme)

$$\Delta Y_t = \alpha_1 \Delta X_t + \alpha_2 e_{t-1} + v_t \quad (2) \quad ; \alpha_2 < 0$$

Le coefficient α_2 (force de rappel vers l'équilibre) doit être significativement négatif ; dans le cas contraire, il convient de rejeter une spécification de type *ECM*. En effet, le mécanisme de correction d'erreur (rattrapage qui permet de tendre vers la relation de long terme) irait alors en sens contraire et s'éloignerait de la cible de long terme.

Conclusion

L'étude de processus aléatoire des séries chronologique est une introduction aux différentes techniques permettant d'analyser, de modéliser et de prévoir les séries temporelles.

Ainsi le traitement des problèmes par l'utilisation de séries chroniques constitue une continuité et un prolongement aux diverses analyses de la régression et aux méthodes d'estimation et de prévision. La théorie des séries chronologiques (ou temporelles) abordée dans ce chapitre est appliquée de nos jours dans des domaines aussi variés que l'économétrie, la médecine ou la démographie, pour n'en citer qu'une petite partie, on s'intéresse à l'évolution au cours du temps d'un phénomène, dans le but de décrire, expliquer puis prévoir ce phénomène dans le futur. On dispose ainsi d'observations à des dates différentes, c'est à dire d'une suite de valeurs numériques indexées dans le temps.

CHAPITRE IV

**Etude économétrique de la
consommation d'électricité HT
dans la région de transport
d'Alger**

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Introduction

Toute entreprise reçoit des séries de chiffres qui représentent l'ensemble de ses actions, de ce fait ; l'analyse des séries temporelles constitue l'un des instruments efficaces pour la réalisation des prévisions et la prise de décisions.

L'étude des séries temporelles favorise la planification et la prise de décision par l'administrateur pour faire face aux changements économiques et ressortir des structures constantes qui contribuent à l'élaboration des prévisions.

Notre chapitre est réparti en trois sections :

La première section est consacrée à la présentation de l'organisme d'accueil, la deuxième section consiste à l'analyse statistique et prévisionnelle consacrée à l'application de la méthode de BOX&JENKINS sur la consommation de l'électricité en Haute Tension par poste horaire (pleine, pointe et creuse) dans la région de transport d'électricité d'Alger

La troisième section est l'étude de la relation de cointégration entre la consommation d'énergie active et la consommation d'énergie réactive, et nous, allons estimer le modèle à correction d'erreurs (ECM).

Section 01 : Présentation du groupe SONELGAZ :

La société Nationale de l'électricité et du gaz (SONELGAZ) est classée à l'échelle économique, deuxième après le groupe SONATRACH vu sa contribution aux recettes du pays. Elle est l'une des piliers de l'économie nationale et assure les besoins du pays en moyens de production, transport et distribution de l'électricité et du gaz par canalisations.

1.1. Le cadre Historique :

L'histoire de SONELGAZ, est celle de l'Algérie dans ses élans de développement économique et sociale, ses ambitions d'amélioration du niveau de vie de sa population et sa ferme volonté de faire de la source d'énergie le vecteur d'un progrès durable pour tous les algériens, SONELGAZ a été toujours l'instrument de la stratégie de l'évolution de l'Etat algérien et de sa dépendance de l'étranger en énergie électrique.

1947 : Création de « ELECTRICITE et GAZ d'ALGÉRIE »: EGA

1969 : Création de la SOCIETE NATIONALE de l'électricité et du GAZ :(SONELGAZ)

La Société Nationale de l'Electricité et du Gaz a été créée par ordonnance n°6959 du 26 juillet

Parue dans le journal officiel du 1^{er} Août 1969, en substitution à EGA (1947-1969) dissoute par ce même décret. L'ordonnance lui assigne pour mission générale de s'intégrer de façon harmonieuse dans la politique énergétique intérieure du pays. Le monopole de la production, du transport, de la distribution, de l'importation et de l'exportation de l'énergie électrique attribué à SONELGAZ a été renforcé. De même, SONELGAZ s'est vue attribuer le monopole de la commercialisation du gaz naturel à l'intérieur du pays, et ce pour tous les types de clients (industries, centrales de production Del 'énergie électrique, clients domestiques). Pour ce faire, elle réalise et gère des canalisations de transport et un réseau de distribution.

1983 : Restructuration de SONELGAZ

KAHRIF: Travaux d'électrification.

KAHRAKIB : une société qui a été créée le 16 octobre 1982 issue de la restructuration de SONELGAZ, elle a pour mission principale la réalisation des ouvrages électrique HT et THT telle que les postes de transformation ainsi que les lignes aériennes et souterraines.

KANAGAZ : est l'un des chefs de file nationaux dans la réalisation des projets d'ouvrage de transport et de distribution par canalisation dans les secteurs des hydrocarbures et de l'hydraulique.

INERGA : Travaux de génie civil.

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

ETTERKIB : filiale du groupe SONELGAZ, active dans le secteur des prestations de service liées aux travaux de montage et de maintenance industriels dans plusieurs secteurs comme l'énergie.

AMC : Fabrication des compteurs et des appareils de mesure et de contrôle.

C'est grâce à ses filiales que SONELGAZ dispose actuellement d'infrastructures électriques et gazières répondant aux besoins du développement socio-économique du pays.

En 1991 : SONELGAZ devient Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC), la reprise du statut, tout en confirmant la mission de service public pose la nécessité de la gestion économique et de la prise en compte de la commercialité.

En 1995 : SONELGAZ (EPIC) : Le décret exécutif n°95-280 du 17 Septembre 1995 confirme la nature de SONELGAZ en tant qu'établissement public à caractère industriel et commercial.

En 2002 : Le décret présidentiel N° 02-195 du 1 juin 2002 octroie à SONELGAZ le statut de la société par action SPA dénommée SONELGAZ.spa ; ce texte s'inspirant du processus de mise en ordre du dispositif législatif algérien en matière d'électricité et de distribution de gaz par canalisation découle de la loi de février 2002. Il place SONELGAZ dans le champ de la concurrence et lui fixe plusieurs missions. Cette promotion donne à SONELGAZ la possibilité d'élargir ses activités à d'autres domaines relevant du secteur de l'énergie, et aussi d'intervenir hors des frontières de l'Algérie, en tant SPA elle doit détenir un portefeuille d'actions et d'autres valeurs mobilières. Sa mission est pour :

- La production, le transport, la distribution et la commercialisation de l'électricité, tant en Algérie qu'à l'étranger.
- Le transport du gaz pour les besoins du marché national.
- La distribution et la commercialisation du gaz par canalisations tant en Algérie qu'à l'étranger.
- Le développement et la fourniture de toutes les prestations en matière de service énergétique.
- L'étude, la promotion et la valorisation de toutes formes et sources d'énergie.
- Le développement par tout moyen de toute activité ayant un lien direct ou indirect avec les industries électriques et gazières et de toute activité pouvant engendrer un intérêt pour « SONELGAZ. Spa ». notamment la recherche, l'exploration, la production et la distribution d'hydrocarbures.

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

- Le développement de toutes activités conjointes en Algérie et hors Algérie avec des sociétés Algériennes ou étrangères
- La création de filiales, les prises de participation et la détention de tous porte feuilles d'actions et autres valeurs mobilières dans toute société existante ou à créer en Algérie ou à l'étranger.

En 2004 : SONELGAZ devient un holding ou un groupe d'entreprises qui se restructurent en filiales chargé des activités de base à savoir :

SPE : SONELGAZ Production Electricité.

GRTE : Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité.

GRTG : Gestionnaire du Réseau de Transport de Gaz.

En 2006 : la fonction de distribution est structurée en quatre filiales :

SONELGAZ Distribution Alger (SDA).

SONELGAZ Distribution CENTRE (SDC).

SONELGAZ Distribution Région EST (SDE).

SONELGAZ Distribution Région OUEST (SDO).

1.2. Organisation du groupe SONELGAZ :

La loi n° 02-01 du 5 février 2002 relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisation consacre non seulement l'ouverture de la production de l'électricité à la concurrence mais aussi la séparation, sous forme de filiales érigées en SPA. Des fonctions de production de transports de l'électricité et du gaz ainsi que de la distribution sont mises en place.

Ce processus a donné lieu à partir du 01 janvier 2004 à la création de trois nouvelles filiales qui sont :

- Le GRTE (Gestionnaire Réseau Transport Électricité) : assumant les fonctions de gestionnaire du réseau transport de l'électricité et celles de la coordination du système « production — transport ».
- Le GRTG (Gestionnaire Réseau Transport Gaz) : assumant les fonctions de gestionnaire du réseau transport du gaz et celles du système gazier.
- La SPE (SONELGAZ Production Électricité) : pour la production de l'électricité.

1.3. Fonctions du Groupe SONELGAZ :

SONELGAZ détient le monopole de transport et de distribution de l'électricité ainsi que le transport et la distribution du gaz naturel mais elle ne détient pas le monopole de la production, car le secteur est ouvert à la concurrence selon la loi 01-02 du 05.02.2002.

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Elle a deux fonctions : technique et commerciale.

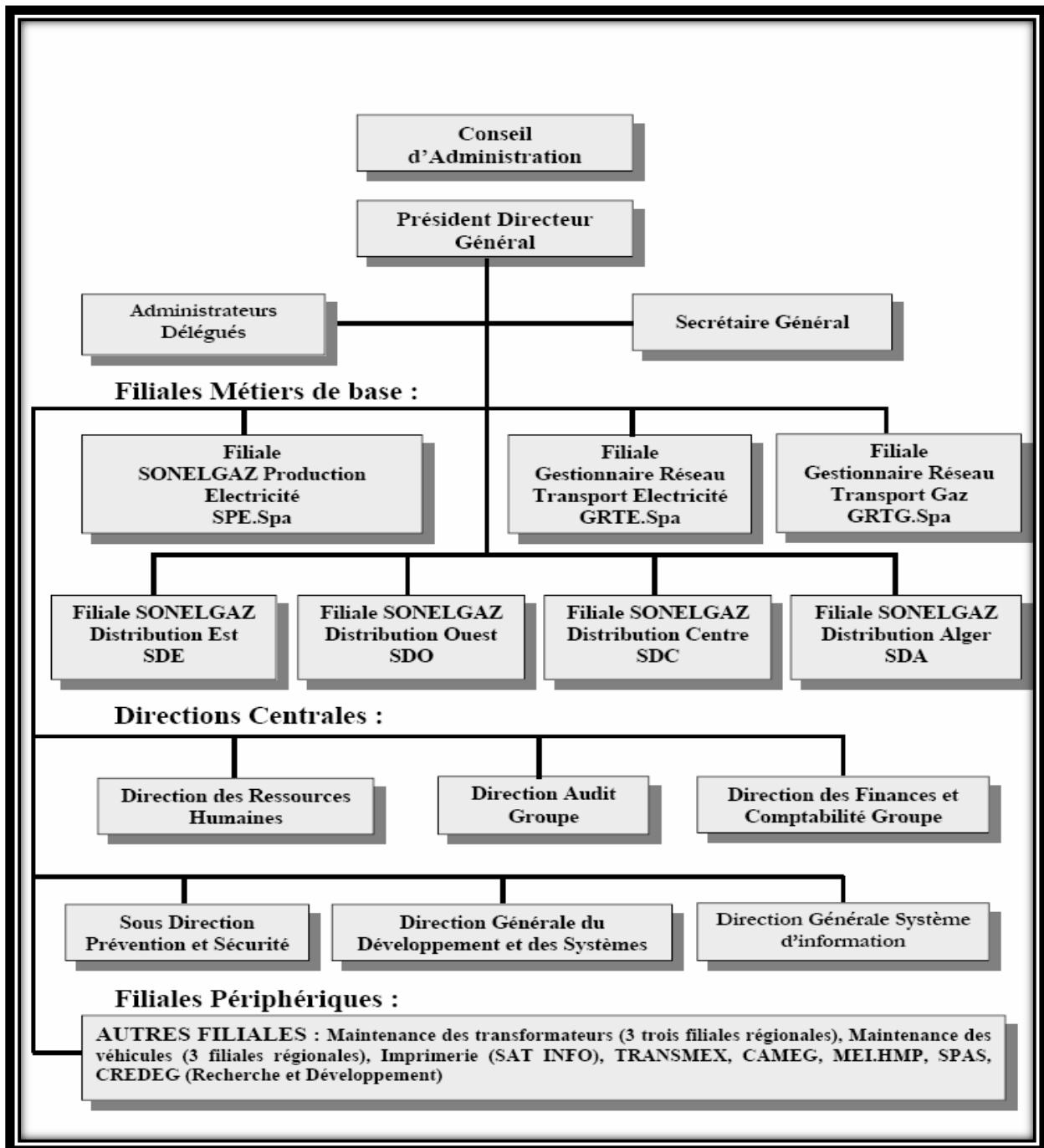
1. Les fonctions techniques :

- Concevoir, entretenir et construire les ouvrages de production, de transport et de distribution d'énergie.

2. Les fonctions commerciales :

- Satisfaire la demande de ses clients en électricité et en gaz.
- Améliorer la qualité de ses services aux clients aussi bien en ce qui concerne la qualité du produit ainsi qu'en ce qui concerne la relation avec la clientèle (apport conseil et assistance à la clientèle).
- La création et le développement d'entreprise de réalisations.
- Modernise la gestion.

Schéma IV.1: schéma organisationnel et fonctionnel de la macrostructure



Sources : SONELGAZ

1.4. Présentation de la filiale gestionnaire du réseau transport électrique “GRTE”

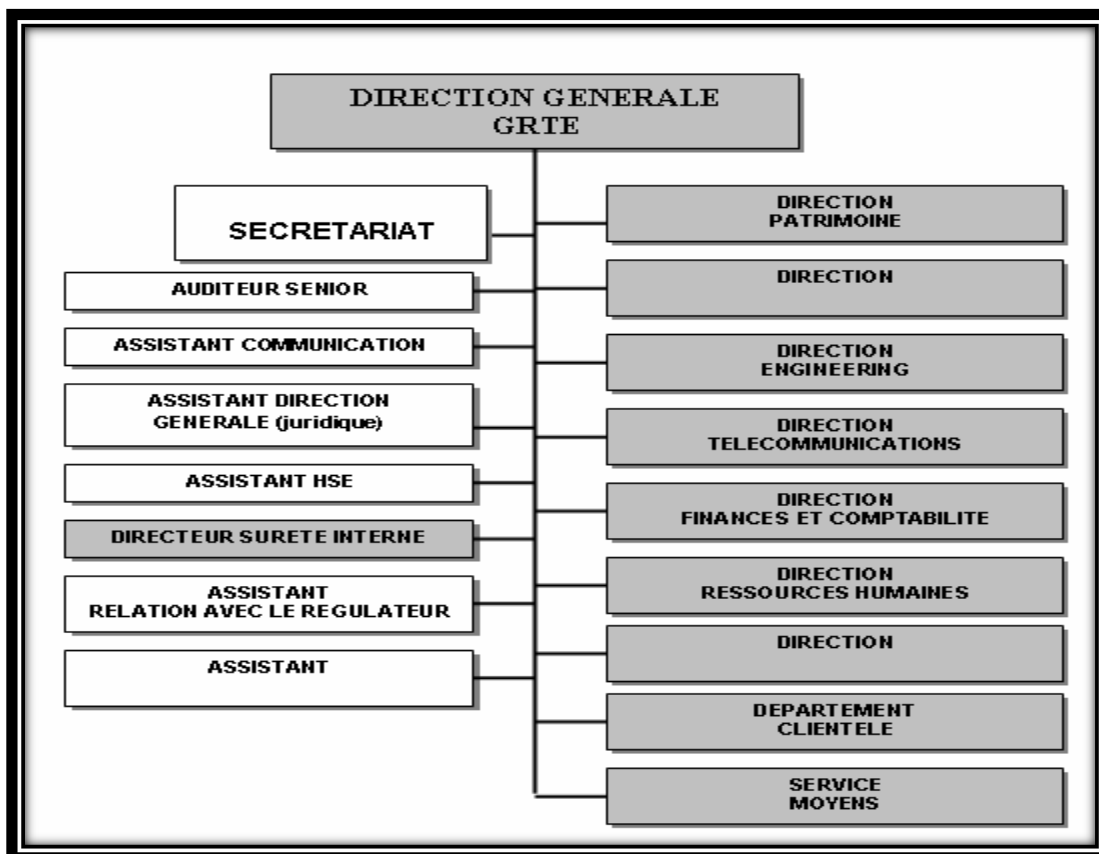
1.4. 1. Définition du GRTE : elle a pour mission d’assurer l’exploitation, la maintenance et le développement du réseau de transports de l’électricité, conformément à la législation et la réglementation en vigueur et aux dispositions de la loi N° 02-01 du 05/02/2002 relative à l’électricité et à la distribution du gaz par canalisations, en vue de garantir une capacité adéquate par rapport aux besoins de transit et de réserve.

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Un réseau de transport est défini comme un ensemble d'ouvrages composés de lignes aériennes , des câbles souterraines , des postes de transformation , des commandes et des mesures servant à la transmission d'électricité .

Le gestionnaire du réseau de transport de l'électricité est le propriétaire du réseau de transport de l'électricité. Il doit assurer l'exploitation, la maintenance et le développement du réseau de transport de l'électricité en vue de garantir une capacité adéquate par rapport aux besoins de transit et de réserve.

Schéma IV .2: schéma organisation générale du GRTE



Sources : SONELGAZ

1.4. 2. La direction générale de la filiale GRTE :

Elle est assurée par le Président Directeur Général qui :

- ❖ applique et met en œuvre les objectifs stratégiques et généraux de la maison mère, en optimisant les ressources humaines et matérielles, afin d'en assurer la réalisation.
- ❖ contrôle et suit les résultats au regard des objectifs fixés.
- ❖ Tient compte et met en œuvre les orientations stratégiques de la maison mère.
- ❖ Assure les relations avec la CREG et les clients.

- ❖ coordonne les fonctions de l'entreprise pour les aspects: commerciaux, comptables, financiers, gestion du personnel, gestion.

Section2: Analyse statistique et prévisionnelle de la consommation de l'électricité Haute Tension par poste horaire :

Après avoir donné une synthèse théorique concernant la consommation d'électricité qui est considérée comme la forme la plus importante dans le cadre des énergies , nous passant à la prochaine étape qui est l'étude empirique, dans un premier temps nous présenterons les variables sur lesquelles notre étude est basée ensuite nous analyserons l'évolution de chacune d'elles sur la période considérée .

Nous disposons de trois séries mensuelles qui évoluent de janvier 2008 à décembre 2013.

Toutes les variables sont déterminées en une série de 72 observations qui représente l'évolution mensuelle de la consommation d'électricité des clients haute tension au niveau des réseaux de transport d'électricité d'Alger.

2.1. Présentation des données :

- **La série pleine**

Cette série est une consommation d'électricité (Haute Tension), durant la tranche horaire de **6h00 à 17h00 et de 21h00 à 22h30min**, donc c'est une consommation d'électricité pendant 12heures et 30min.

Nous appelons cette variable "pleine" qui a pour unité de mesure le Méga Watt heure (MWh).

- **La série pointe**

Cette série est une consommation d'électricité (Haute Tension), durant la tranche horaire de **17h00 à 21h00**, donc c'est une consommation d'électricité pendant 4 heures.

Nous appelons cette variable "pointe" qui a pour unité de mesure le Méga Watt heure (MWh).

- **La série creuse**

Cette série est une consommation d'électricité (Haute Tension), durant la tranche horaire **22h30min à 6h00**, donc c'est une consommation d'électricité pendant 7 heures et 30min.

Nous appelons cette variable "creuse" qui a pour unité de mesure le Méga Watt heure (MWh)

2.2. Etude et analyse de la série (pleine) :

2.2.1. Etude de la stationnarité de la série d'observation :

- Analyse du graphe :

Figure IV.1 : Graphique de la série pleine



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

La première étape faite avant l'analyse d'une série temporelle était l'observation de la représentation graphique, cette dernière sert à nous fournir une idée globale, mais non décisive sur la nature et les caractéristiques du processus (tendance, saisonnalité, cycle...).

L'examen du graphe illustré par la figure (IV.1) nous montre une fluctuation (séries de pics), pendant cette période de la consommation d'électricité en poste pleine qui est globalement en augmentation importante qui fait sortir une tendance globale à la hausse. Il semble donc que la série soit non stationnaire.

L'examen graphique ne permet pas toujours de déterminer avec certitude l'existence ou l'absence d'une tendance, alors pour écarter le doute, on utilise le correlogramme et les tests de Dickey- Fuller.

- Analyse du correlogramme :

Le correlogramme présenté par la figure (IV.10)¹, est calculé à l'aide du logiciel EVIEWS 4.0 sur 32 retards.

Le premier graphique (correlogramme) représente les autocorrélations d'ordre $h=1 \dots 32$, et le deuxième (Corrélogramme partiel) les autocorrélations partielles d'ordre $h=1 \dots 32$.

Son examen montre l'existence du facteur saisonnier, il est expliqué par les deux pics au retard n° 1 et 5 dans les autocorrélations simples. et les deux pics au retard n° 1 et 11 dans les autocorrélations partielles c-à-dire qu'ils sont significativement différent de zéro et diminuent très lentement.

¹ Voir annexe I figure(10)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Donc la série brute semble affectée d'une saisonnalité, ce qui veut dire qu'elle est non stationnaire.

2.2.2. Désaisonnalisation de la série brute :

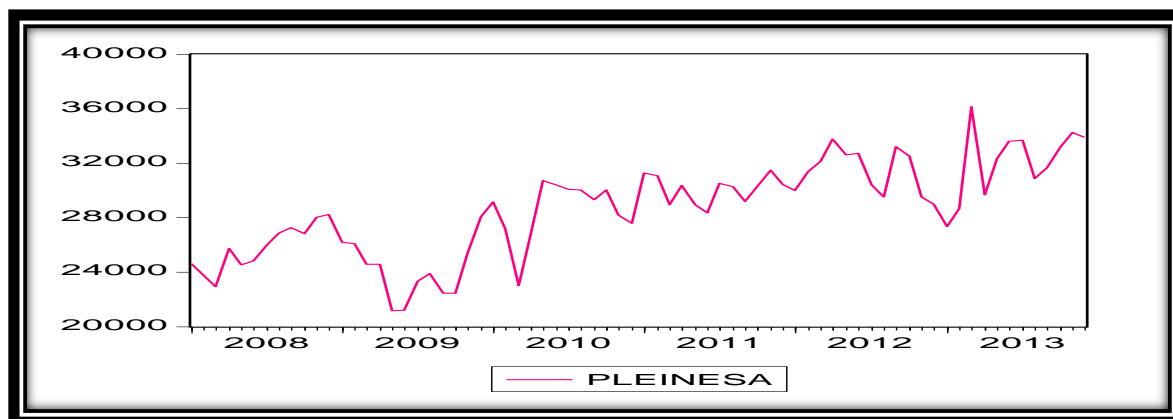
La saisonnalité d'une chronique peut parfois être influencée par l'extra saisonnier ou le résidu, c'est de l'existence de ces interactions que sont nées et développer les schémas de décomposition des séries chroniques : additif et multiplicatif.

On désaisonnalise la série (pleine) par les moyennes mobiles simples, en appliquant le modèle additif déjà vérifié. Alors la nouvelle série après la désaisonnalisation de (pleine) devient (pleinesa).

D'où : $PLEINESA_t = PLEINEt - CSt$; avec : CSt : Coefficient saisonnier

➤ Analyse de graphe :

Figure IV .2 : Représentation graphique de la série PLEINESA (la série corrigée les variations saisonnières).



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

La Figure IV .2 examine le graphique de la série PLEINESA, le processus est probablement non stationnaire car il apparait l'existence de la composante tendancielle comme on peut enregistrer aussi l'absence de l'élément saisonnier.

• Analyse du correlogramme :

D'après le correlogramme présenté par la figure(IV.11)² de la série désaisonnalisée, nous constatons la disparition de l'effet saisonnier mais nous remarquons la diminution très lente de la fonction d'autocorrection simple, ce qui implique l'existence d'effet tendanciel.

Donc la série PLEINESA est non stationnaire, et le test ADF peut le confirmer.

² Voir annexe I figure(11)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

✓ Teste de non stationnarité de la série PLEINESA :

❖ Test Augmented Dickey Fuller (ADF):

Choix du nombre de retard optimal P :³

Dans *EViews 4.0*, la spécification qui *minimise* les critères d'information Akaike (AIC) et Schwarz (SC), est faite automatiquement dans le cadre de la procédure Voir a tableau du test de racine unitaire. Compte tenu du nombre d'observations disponibles on choisit *Max p = 4*.

Tableau IV 1 : choix du nombre de retards pour la série pleinesa

nombre	P=0	P=1	P=2	P=3	P=4
IAC	17.91579	17.95134	17.96209	17.99076	18.03243
SC	18.01139	18.07982	18.12398	18.18660	18.26277

Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

Selon le principe de *parcimonie* (l'opérateur qui minimise les critères Akaike et Schwarz), on retient *P = 0 retard*.

✓ Test ADF : modèle (3) pour la série pleinesa

On teste la racine unitaire dans le modèle [3] incluant une constante, et un trend :

Dans ce modèle on va tester les deux hypothèses ci-dessous :

H_0 : B=0 absence de tendance

H_1 : B≠0 existence de la tendance

Tableau VI .2 : teste ADF : modèle (3) pour la série pleinesa

ADF Test Statistic	-4.645077	1% Critical Value*	-4.0909
		5% Critical Value	-3.4730
		10% Critical Value	-3.1635
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.			
Augmented Dickey-Fuller Test Equation			
Dependent Variable: D(PLEINESA)			
Method: Least Squares			
Date: 06/11/15 Time: 19:36			
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12			
Included observations: 71 after adjusting endpoints			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
PLEINESA(-1)	-0.481683	0.103698	-4.645077
C	11589.40	2516.403	4.605541
@TREND(2008:01)	64.19840	17.22698	3.726621
R-squared	0.241010	Mean dependent var	130.6361
Adjusted R-squared	0.218687	S.D. dependent var	2083.235
S.E. of regression	1841.411	Akaike info criterion	17.91579
Sum squared resid	2.31E+08	Schwarz criterion	18.01139
Log likelihood	-633.0104	F-statistic	10.79639
Durbin-Watson stat	1.912638	Prob(F-statistic)	0.000085

Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

$T_{calculé} = 3.72 > T_{tabulé} = 1.96$ et $prob = 0.0004 < 0.05$

Dans ce cas on rejette l'hypothèse d'absence de la tendance (H_0) et on accepte l'hypothèse (H_1) l'existence de la tendance.

³ Voir annexe 1 tableaux (2, 3, 4, 5,6)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

2.2.3. Stationnarité de la série pleine corrigée des variations saisonnières (PLAINESA).

A partir de la série désaisonnalisée, nous procédons d'abord par l'estimation des paramètres de la fonction tendancielle par la méthode des MCO, et nous trouverons les résultats donnés par logiciel EVIEWS 4.0 comme suit :

Tableau IV.3 : Estimation de la droite de la tendance par des MCO de la série pleinesa

Dependent Variable: PLEINESA				
Method: Least Squares				
Date: 06/13/15 Time: 11:34				
Sample: 2008:01 2013:12				
Included observations: 72				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	24005.16	495.3388	48.46211	0.0000
@TREND	131.1295	12.04150	10.88979	0.0000
R-squared	0.628820	Mean dependent var	28660.26	
Adjusted R-squared	0.623517	S.D. dependent var	3460.783	
S.E. of regression	2123.474	Akaike info criterion	18.18688	
Sum squared resid	3.16E+08	Schwarz criterion	18.25012	
Log likelihood	-652.7277	F-statistic	118.5876	
Durbin-Watson stat	0.962459	Prob(F-statistic)	0.000000	

Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

Dont la fonction tendancielle s'écrit comme suit

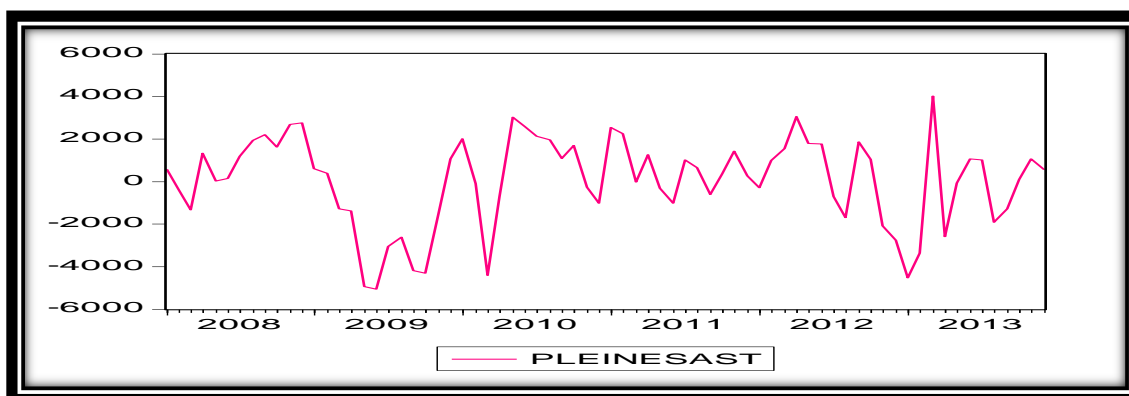
$$F_t = 24005.16 + 131.1295 \text{ temps}$$

Nous procédons à la stationnarisation de notre série par la soustraction de cette fonction F_t de la série désaisonnalisée PLEINESA, afin de trouver la série stationnaire nommée PLEINESAST.

$$D'ou: \text{pleinesast} = \text{pleinesa} - (24005.16 + 131.1295 \text{ temps})$$

L'examen du graphe de la série PLEINESAST donné ci-dessous montre qu'elle fluctue autour d'une moyenne nulle d'où la stationnarité probable de cette série.

Figure IV.3. Représentation graphique de la série PLEINESAST



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

Pour confirmer la stationnarité de cette série on applique le test Augmented Dickey Fuller (ADF).

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Les résultats de test sont présentés dans le tableau suivant :⁴

Modèle [1]		Modèle [2]		Modèle [3]	
$t_{\hat{\theta}}$ calculée	$t_{\hat{\theta}}$ tabulée	$t_{\hat{\theta}}$ calculée	$t_{\hat{\theta}}$ tabulée	$t_{\hat{\theta}}$ calculée	$t_{\hat{\theta}}$ tabulée
-4.713236	Au seuil 1% : -2.5954	-4.679500	Au seuil 1% : -3.5239	-4.645077	Au seuil 1% : -4.0909
	Au seuil 5% : -1.9449		Au seuil 5% : -2.9023		Au seuil 5% : -3.4730
	Au seuil 10% : -1.6181		Au seuil 10% : -2.5882		Au seuil 10% : -3.1635

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

D'après le tableau ci-dessus nous remarquons que les valeurs calculées sont toutes inférieures aux valeurs tabulées (quel que soit le seuil) alors nous rejetons l'hypothèse nulle H_0 . Ainsi que la tendance et la constante ne sont pas significatives, donc la série pleinsast est stationnaire

2.2.4. Les étapes de prévision de BOX&JENKINS

Comme la série PLEINESAST est stationnaire, alors on effectue les quatre étapes de la méthodologie de BOX&JENKINS qui sont :

- **L'identification du modèle :**

Pour identifier le processus qui représente au mieux notre série (pleinesast), nous examinons les autocorrélations simples (pour déterminer le nombre de retard de MA) et partielles (pour déterminer le nombre de retard d'un processus AR), la figure (IV) ci-dessous représente le correlogramme de la série stationnaire (PLEINESAST).

- **Analyse du correlogramme⁵ :**

L'examen de ce correlogramme montre un pic important pour le terme AR dans le premier retard, et un pic important pour le terme MA dans le premier retard. D'après ces termes nous pouvons estimer les modèles représentatifs de série qui sont :

AR (1), MA (1), ARMA (1,1).

Pour pouvoir choisir un bon modèle parmi ceux présentés, on a construit un tableau de comparaison de leurs critères d'informations (AKAIKE, SCHWARZ), nous retenons le modèle qui minimise ces critères.

⁴ Voir annexe tableaux (8, 9,10)

⁵ Voir annexe I figure(12)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Tableau de comparaison :

Tableau IV .4 : choix du nombre de retards

	AKAIKE INFO CRITERION(AIC)	SCHWARZ CRITERION
AR (1)	17.88776	17.95149
MA(1)	17.88136	17.94460
ARMA(1,1)	17.90158	17.99719

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'evIEWS 4.0

D'après le tableau de comparaison on retient que le modèle adéquat est le modèle MA(1)

- **L'estimation du modèle :**

L'estimation des paramètres de chaque modèle a été faite à partir du logiciel EVIEWS 4.0 ; les méthodes d'estimations utilisées sont souvent la méthode du MV, ou bien des MCO. Dans notre étude nous avons utilisé les MCO.

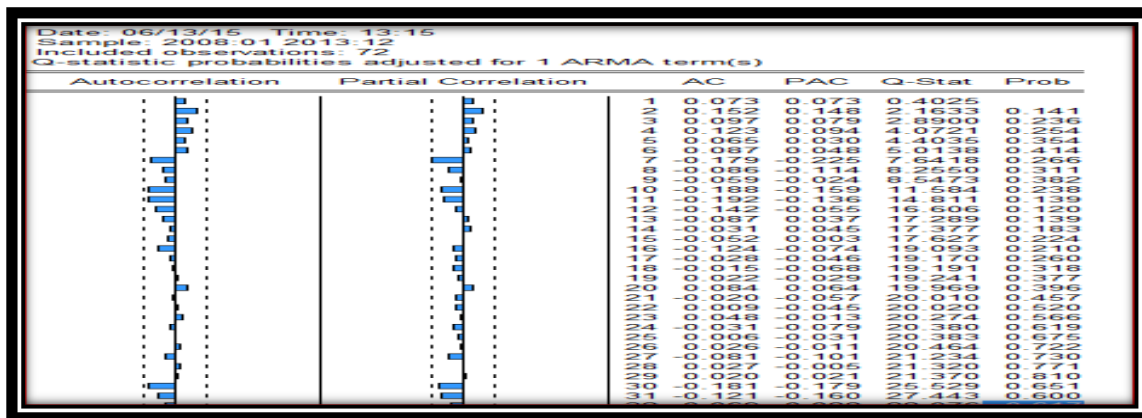
L'estimation de modèle par EVIEWS 4.0 nous a conduits au résultat suivant :

Les coefficients significatifs MA (1) sans constante qui est non significativement différente de zéro (prob = 0.32 > 0.05)

- **La validation de modèle :**

Puisque notre modèle est estimé on passe à la troisième phase qui est la validation

Figure IV.4. Correlogramme du résidu de modèle retenu MA (1)



L'analyse faite sur le correlogramme des résidus concernant le modèle MA (1), a déterminé que les résidus forment un bruit blanc car tous les pics sont à l'intérieur de l'intervalle de confiance .

- **La prévision**

La prévision est calculée à l'aide des différentes composantes qu'on a éliminé auparavant (saisonnalité et tendance). A partir du modèle retenu MA(1) nous pouvons écrire la formule de prévision à un horizon (h) comme suite :

$$\text{Pleinesast}(h) = \text{pleinesast}_{t+h} = 0.528764 \text{pleinesast}_{t-1+h} + \varepsilon_{t+h}$$

Avec : $\varepsilon_{t+h} = 0$.

La formule est donnée comme suit :

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

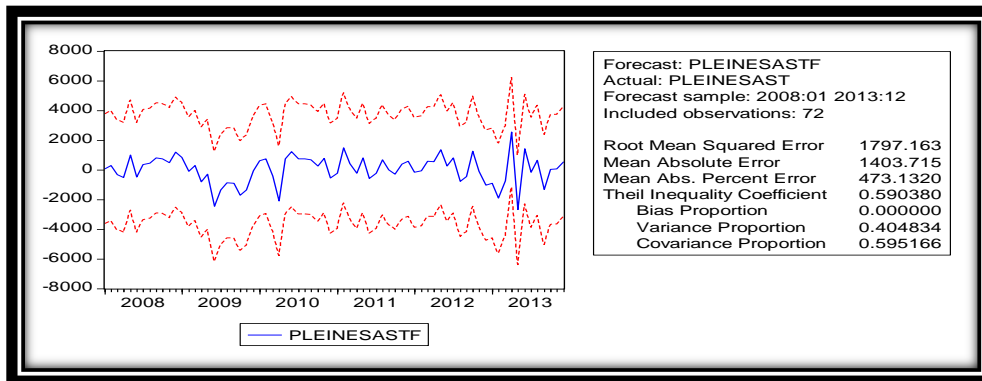
$$\text{Pleine}_{t+h} = 24005.16 \text{ pleinesast}_{t+h} + 131.1295 T + \text{CSi}$$

Avec; T : temps

CSi : le coefficient saisonnier

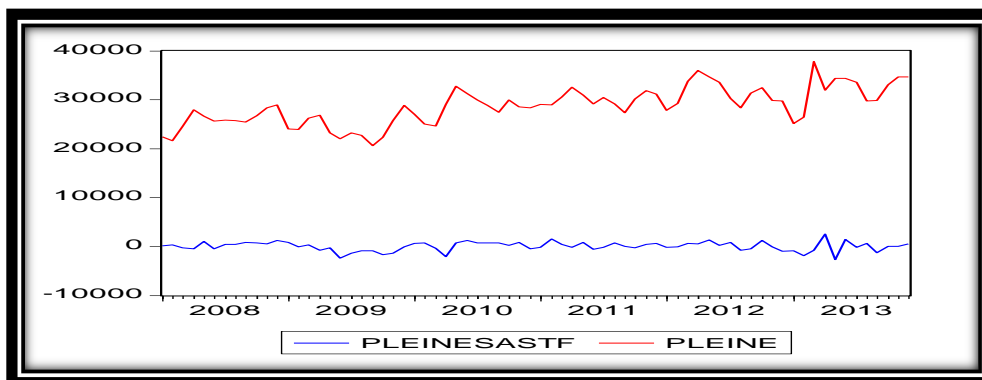
Les prévisions calculées de la consommation poste pleine au niveau de la région de transport d'électricité d'Alger en MWh à l'horizon d'une année (2014) à l'aide du logiciel EVIEWS 4.0, sont données au tableau suivant :

Figure IV.5. Représentation graphique de la série prévisionnelle pleinesast



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

Figure IV.6. Représentation graphique



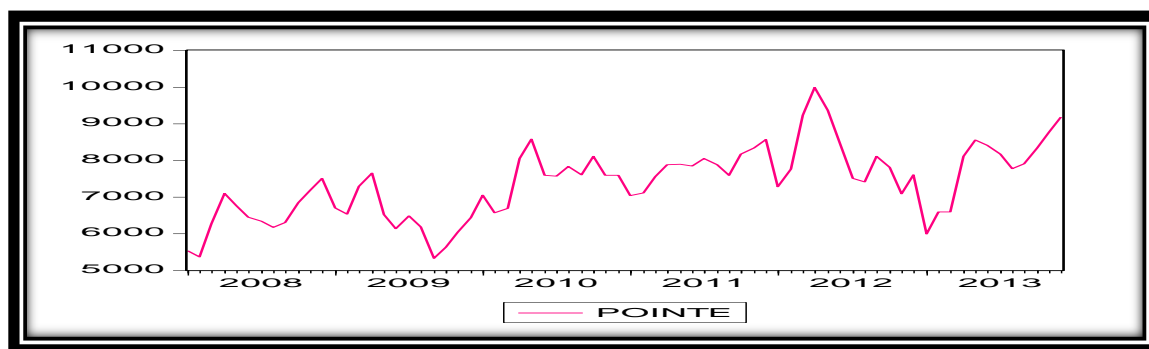
Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

2.3. Etude et analyse de la série (pointe)

2.3.1. Etude de la stationnarité de la série d'observation :

- Analyse du graphe :

Figure IV .7 : représentation graphique de la série pointe.



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

L'examen du graphe illustré par la figure (IV.7) nous montre une fluctuation (séries de pics), pendant cette période de la consommation d'électricité en poste pointe est caractérisée par une augmentation qui fait sortir une tendance globale à la hausse. Il semble donc que la série soit non stationnaire.

- **Analyse du corrélogramme**

Le calcul de la fonction d'autocorrélations simples (AC) et partielles(PAC) ainsi que la statistique Q nous a fourni les résultats suivants :

- ❖ **Les autocorrélations simples :**

La fonction d'autocorrélation simple (AC) diminue vers « 0 » ce qui implique qu'il ya effet de tendance donc la série n'est pas stationnaire.

- ❖ **Les autocorrélations partielles :**

Concernant les autocorrélations partielles nous constatons que le premier terme est très marqué (PAC), contrairement aux autres termes ils ne sont pas significatifs sauf le troisième et le quatrième terme qui sont significatifs.⁶

2.3.2. Dessaisonalisation de la série brute

Avant de procéder à l'analyse d'une série saisonnière on doit tout d'abord effectuer le test de saisonnalité afin d'éliminer le facteur saisonnier.

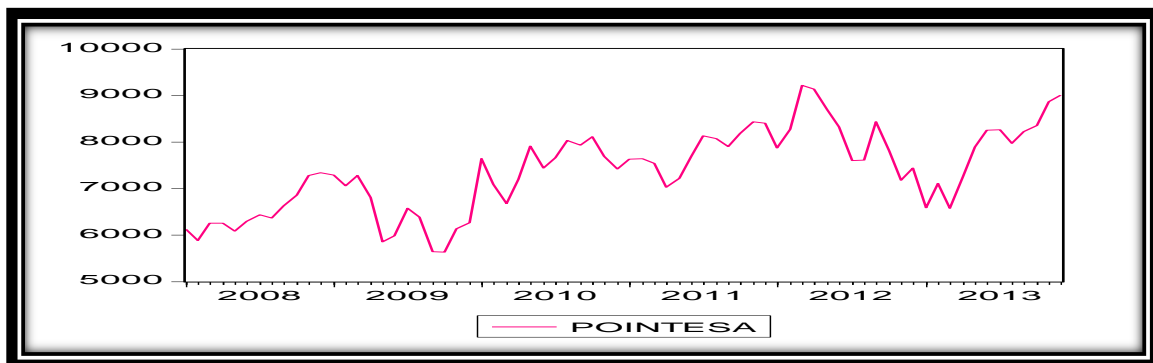
La nouvelle série après la dessaisonalisation de (pointe) devient (pointesa)

D'où : $POINTESA_t = POINTE_t - CSt$; avec : CSt : Coefficient saisonnier.

⁶ Voir annexe I figure(13)

- Analyse de graphe

Figure IV.8. Représentation graphique de la série POINTE corrigée des variations saisonnières



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

La représentation graphique de la série dessaisonnalisée POINTE nous montre la disparition des variations résultant de facteur saisonnier mais elle caractérisée par une tendance légère ce qui implique que la série n'est pas stationnaire.

- **Corrélogramme de la série POINTESA⁷ :**

D'après le corrélogramme de la série désaisonnalisée (pointesa) nous constatons la disparition de l'effet saisonnier mais nous remarquons la diminution très lente de la fonction d'autocorrection simple, ce qui implique toujours l'existence d'effet tendanciel. Donc la série *POINTESA* est non stationnaire et le test ADF peut le confirmer.

- ✓ **Teste de non stationnarité de la série POINTESA⁸ :**

- ❖ **Test Augmented Dickey Fuller (ADF):**

Tableau IV. 5 : choix du nombre de retards

	P=0	P=1	P=2	P=3	P=4
AIC	15.00002	15.02121	15.04354	15.08669	15.12445
SC	15.09562	15.14970	15.20543	15.28253	15.35479

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'eviews 4.0

Selon le principe de *parcimonie* (l'opérateur qui minimise les critères Akaike et Schwarz), on retient $P = 0$ retard.

- ✓ **Test ADF de la série pointesa**

On teste la racine unitaire dans le modèle [3] incluant une constante, et un trend :

H_0 : $B=0$ existence de la tendance

H_1 : $B \neq 0$ absence de la tendance

⁷ Voir annexe I figure(14)

⁸ Voir annexe tableaux (12,13,14,15,16)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Tableau VI .6 : teste ADF : modèle (3) pour la série pointesa

ADF Test Statistic	-3.063661	1% Critical Value*	-4.0909	
		5% Critical Value	-3.4730	
		10% Critical Value	-3.1635	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(POINTESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/11/15 Time: 20:36				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POINTESA(-1)	-0.247957	0.080935	-3.063661	0.0031
C	1588.243	520.7358	3.049998	0.0033
@TREND(2008:01)	7.644280	3.415736	2.237960	0.0285
R-squared	0.121668	Mean dependent var	40.62003	
Adjusted R-squared	0.095834	S.D. dependent var	450.6878	
S.E. of regression	428.5483	Akaike info criterion	15.00002	
Sum squared resid	12488447	Schwarz criterion	15.09562	
Log likelihood	-529.5007	F-statistic	4.709727	
Durbin-Watson stat	1.818665	Prob(F-statistic)	0.012145	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'evIEWS 4.0

L'estimation de la série pointesa faite sur evIEWS 4.0 nous donne les résultats suivants

$$T_{\text{calculé}} = 2.23 > T_{\text{tabulé}} = 1.96, \text{ prob} = 0.028 < 0.05$$

On rejette l'hypothèse H_0 d'une absence de la tendance et on accepte H_1 l'existence de la tendance. Alors le modèle [3] est le «bon» modèle. Donc, d'après la stratégie du test, notre série est affectée d'une tendance de type déterministe (TS) ; ce qui confirme la non stationnarité de la série pointesa.

2.3.3. Stationnarisation de la série pointesa (la série corrigée des variations saisonnières).

A partir de la série désaisonnalisée, on procède à l'estimation des paramètres de la fonction tendancielle par la méthode des MCO, et nous trouverons les résultats donnés par logiciel EVIEWS 4.0 comme suit :

Tableau IV.7 : estimation de la droite de la tendance par MCO de la série pointesa

Dependent Variable: POINTESA				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/15 Time: 14:12				
Sample: 2008:01 2013:12				
Included observations: 72				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6320.169	148.5490	42.54602	0.0000
@TREND	29.69408	3.611172	8.222838	0.0000
R-squared	0.491335	Mean dependent var	7374.309	
Adjusted R-squared	0.484068	S.D. dependent var	886.5805	
S.E. of regression	636.8166	Akaike info criterion	15.77823	
Sum squared resid	28387477	Schwarz criterion	15.84147	
Log likelihood	-566.0161	F-statistic	67.61507	
Durbin-Watson stat	0.501166	Prob(F-statistic)	0.000000	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'evIEWS 4.0

Dont la fonction tendancielle s'écrit comme suit

$$F_t = 6320.169 + 29.69408 \text{ temps}$$

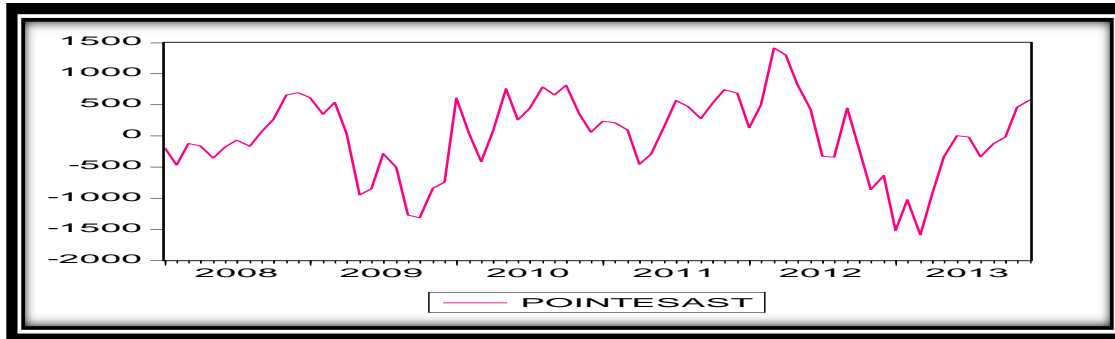
On procède à la stationnarisation de notre série par la soustraction de cette fonction F_t de la série désaisonnalisée POINTESA, afin de trouver la série stationnaire nommée POINTESAST.

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

D'où: $\text{pointesast} = \text{pointesa} - (6320.169 + 29.69408\text{temps})$

L'examen du graphe de la série POINTESAST donné ci-dessous montre qu'elle fluctue autour d'une moyenne nulle ce qui implique la stationnarité de la série.

Figure IV.9. Représentation graphique de la série POINTESAST



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

Pour confirmer la stationnarité de cette série on applique le test Augmented Dickey Fuller (ADF).

Les résultats de test sont présentés dans le tableau suivant :

Modele [1]		Modele [2]		Modele [3]	
$t_{\hat{\alpha}}$ calculée	$t_{\hat{\alpha}}$ tabulée	$t_{\hat{\alpha}}$ calculée	$t_{\hat{\alpha}}$ tabulée	$t_{\hat{\alpha}}$ calculée	$t_{\hat{\alpha}}$ tabulée
-3.113351	Au seuil 1% :-2.5954	-3.089196	Au seuil 1% :-3.5239	-3.063661	Au seuil 1% :-4.0909
	Au seuil 5% :-1.9449		Au seuil 5% :-2.9023		Au seuil 5% :-3.4730
	Au seuil 10% :-1.6181		Au seuil 10% :-2.5882		Au seuil 10% :-3.1635

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'eviews 4.0

D'après le tableau ci-dessus on remarque que les valeurs calculées sont toutes inférieures aux valeurs tabulées (quel que soit le seuil) alors nous rejetons l'hypothèse nulle H_0 . Ainsi que la tendance et la constante ne sont pas significatives, donc la série pointesast est stationnaire.

2.3.4. Les étapes de prévision de BOX&JENKINS :

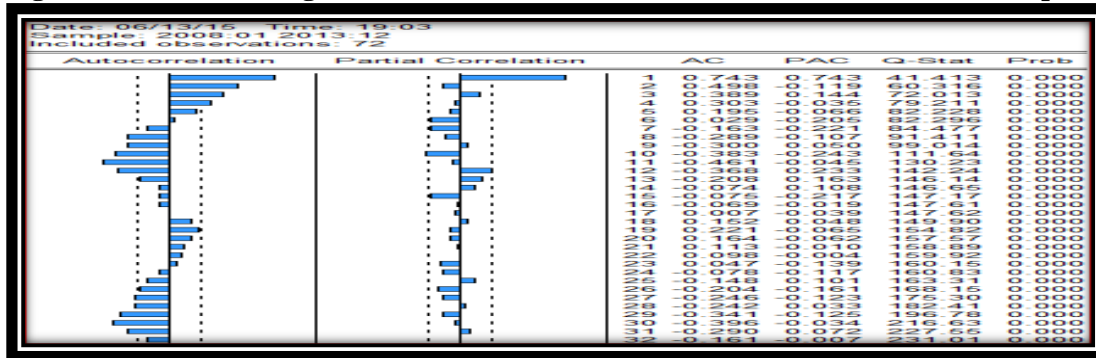
Puisque la série POINTESAST est stationnaire, on peut effectuer les quatre étapes de la méthodologie de BOX&JENKINS qui sont :

- **L'identification du modèle :**

Pour identifier le processus qui représente au mieux notre série (pointesast), on procède à l'examen des autocorrélations simples (pour déterminer le nombre de retard de MA) et partielles (pour déterminer le nombre de retard d'un processus AR), la figure (IV14) ci-dessous représente le corrélogramme de la série stationnaire (POINTESAST).

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Figure IV.10. : Corrélogramme de la série brute désaisonnalisée et sans tendance (pointesast)



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

L'analyse de corrélogramme de la série pointesast détermine un pic important pour le premier retard de terme AR et MA. à partir de ces derniers on peut estimer les modèles représentatifs de la série qui sont :

AR(1), MA(1), ARMA (1,1)

Pour avoir une bonne distinction du modèle on a établi un tableau de comparaison des deux critères (AKAIKE, SCHWARZ) et on choisira le modèle qui minimise ces critères

- **L'estimation du modèle :**

L'estimation des paramètres de chaque modèle a été faite avec logiciel EVIEWS 4.0 ; les méthodes d'estimations utilisées sont souvent la méthode du MV, ou bien des MCO. Dans notre étude nous avons utilisé les MCO.

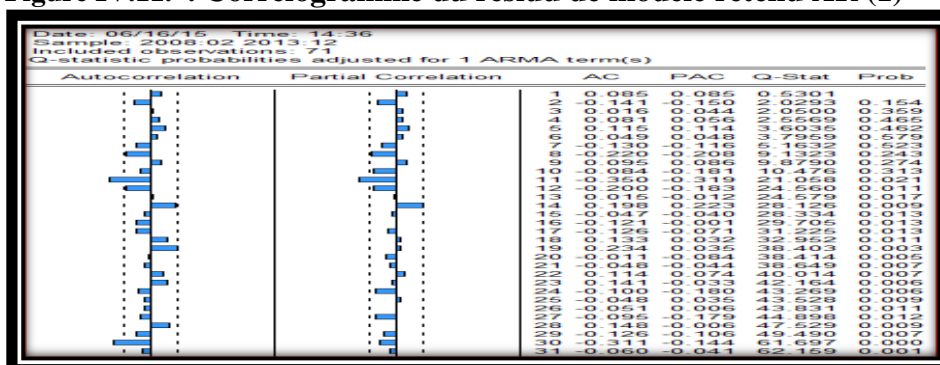
L'estimation de modèle par EVIEWS 4.0 nous a conduits aux résultats suivants :

Les coefficients significatifs AR (1) sans constante qui est non significativement différente de zéro (prob = 0.86 > 0.05)

- **La validation de modèle :**

Puisque notre modèle est estimé on passe a la troisième phase qui est la validation L'étude faite sur le corrélogramme des résidus concernant le modèle AR (1), a déterminé que les résidus forment un bruit blanc car tous les pics sont à l'intérieur de l'intervalle de confiance .

Figure IV.11. : Corrélogramme du résidu de modèle retenu AR (1)



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

- **La prévision**

La prévision est calculée à l'aide des différentes composantes qu'on a éliminé auparavant (saisonnalité et tendance). A partir du modèle retenu AR(1) nous pouvons écrire la formule de prévision à un horizon (h) comme suite :

$$\text{pointesast}(h) = \text{plointesast}_{t+h} = 0.528764 \text{plointesast}_{t-1+h} + \varepsilon_{t+h}$$

Avec : $\varepsilon_{t+h} = 0$

La formule est donnée comme suit :

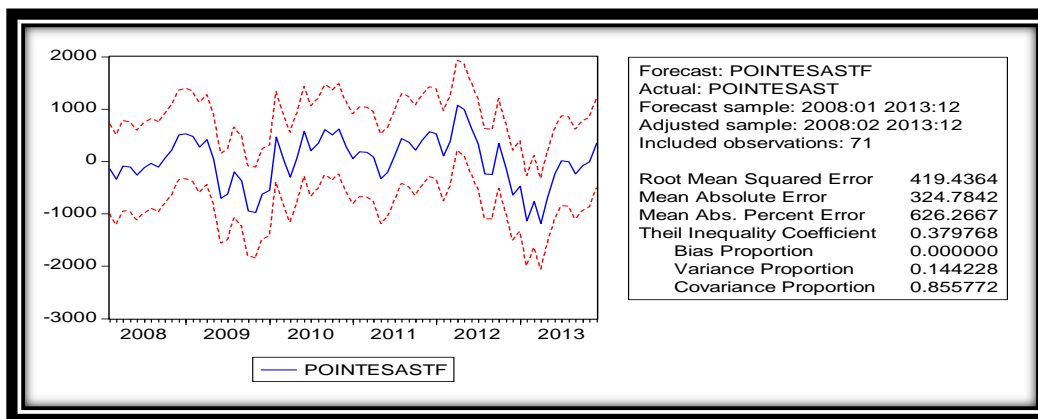
$$\text{POINTE}_{t+h} = 6320.168748 \text{pointesast}_{t+h} + 29.69408066T + \text{CSi}$$

Avec; T : temps

CSi : le coefficient saisonnier

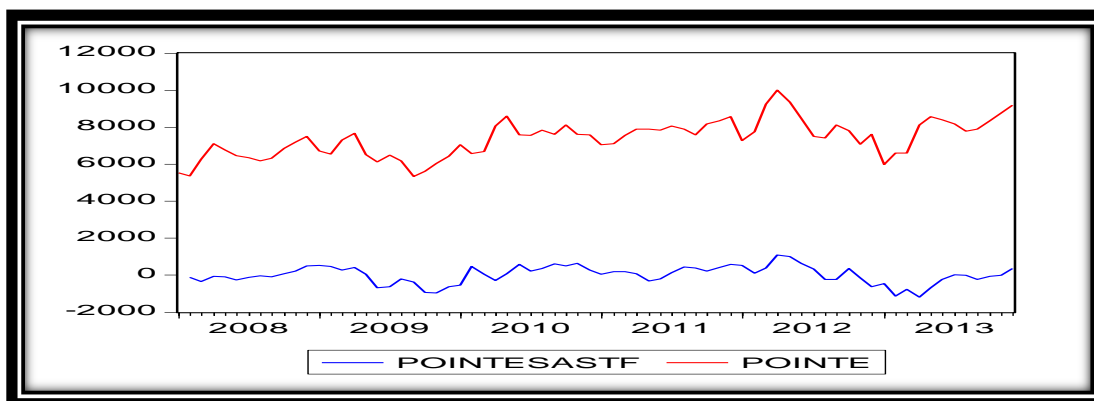
Les prévisions calculées de la consommation poste pointe au niveau de la région de transport d'électricité d'Alger en MWh à l'horizon d'une année (2014) à l'aide du logiciel EVIEW 0.4 Sont données dans le tableau suivant :

Figure IV.12: Représentation graphique de la série prévisionnelle pointesast



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

Figure IV.13:



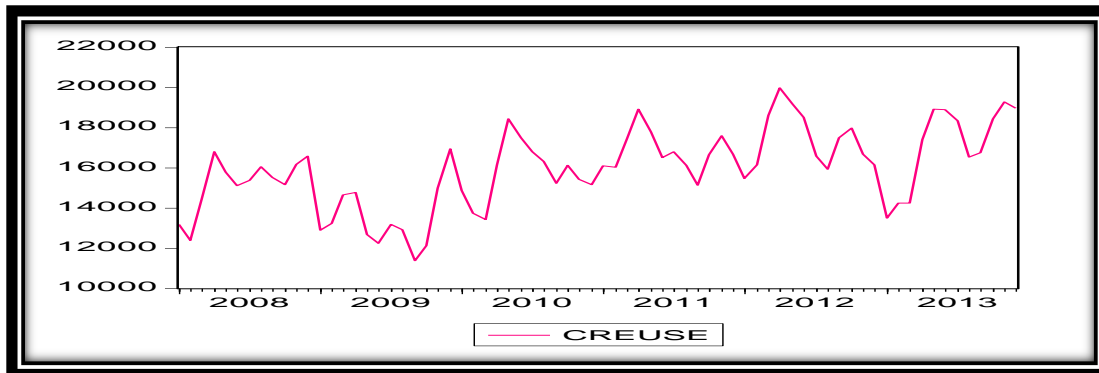
Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

2.4. Etude et analyse de la série (creuse) :

2.4. 1. Etude de la stationnarité de la série d'observation :

- **Analyse du graphe :**

Figure IV.14 : Graphique de la série creuse



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

L'examen du graphe illustré par la figure (IV.14) nous montre une fluctuation (séries de pics), pendant cette période de la consommation d'électricité en poste pleine qui est globalement en augmentation importante qui fait sortir une tendance globale à la hausse. Il semble donc que la série soit non stationnaire.

L'examen graphique ne permet pas toujours de déterminer avec certitude l'existence ou l'absence d'une tendance, alors pour écarter le doute, on utilise le correlogramme et les tests de Dickey- Fuller.

- **Analyse du correlogramme :**

Le correlogramme présenté par la figure (IV.15)⁹, est calculé à l'aide du logiciel EVIEWS 4.0 sur 32 retards.

Le premier graphique (correlogramme) représente les autocorrélations d'ordre $h=1 \dots 32$, et le deuxième (correlogramme partiel) les autocorrélations partielles d'ordre $h=1 \dots 32$.

Son examen montre l'existence du facteur saisonnier, il est expliqué par les deux pics au retard n° 1 et 2 dans les autocorrélations simples. et les deux pics au retard n°1 et 2 dans les autocorrélations partielles c-à dire qu'ils sont significativement différent de zéro et diminuent très lentement.

Donc la série brute semble affectée d'une saisonnalité, ce qui veut dire qu'elle est non stationnaire.

⁹ Voir annexe I figure(15)

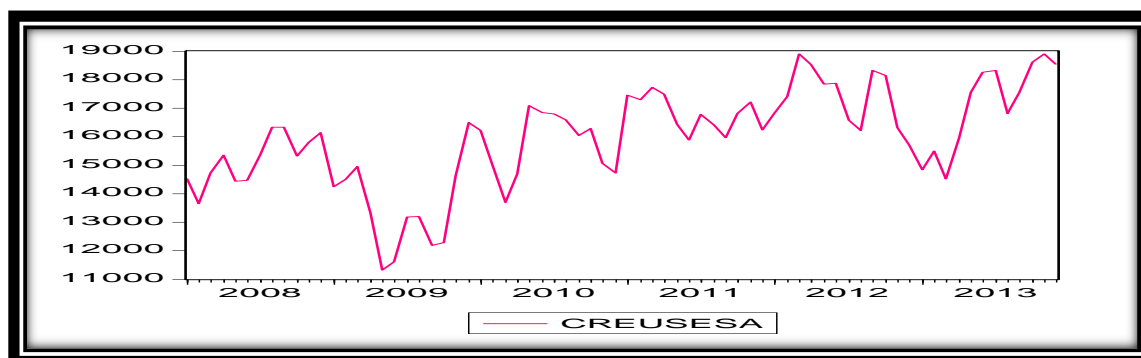
2.4.2. Désaisonnalisation de la série brute :

On désaisonnalise la série (pleine) par les moyennes mobiles simples, en appliquant le modèle additif déjà vérifié. Alors la nouvelle série après la désaisonnalisation de (pleine) devient (pleinesa).

D'où : $CREUSESA_t = CREUSE_t - CSt$; avec : CSt : Coefficient saisonnier.

- **Analyse de graphe**

Figure IV.15. Représentation graphique de la série creuse corrigée des variations saisonnières



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

La représentation graphique de la série dessaisonnalisée CREUSESA nous montre la disparition des variations résultant de facteur saisonnier mais elle caractérisée par une tendance légère ce qui implique que la série n'est pas stationnaire

- **Analyse du correlogramme¹⁰ :**

D'après le correlogramme de la série désaisonnalisée, nous constatons la disparition de l'effet saisonnier mais nous remarquons la diminution très lente de la fonction d'autocorrection simple, ce qui implique l'existence d'effet tendanciel.

Donc la série CREUSESA est non stationnaire, et le test ADF peut le confirmer.

✓ **Teste de non stationnarité de la série CREUSESA :**

❖ **Test Augmented Dickey Fuller (ADF):**

Choix du nombre de retard optimal P :

Dans *EVIIEWS 4.0*, la spécification qui *minimise* les critères d'information Akaike (AIC) et Schwarz (SC), est faite automatiquement dans le cadre de la procédure Voir annexe I tableau du test de racine unitaire. Compte tenu du nombre d'observations disponibles on choisit $Max p = 4$.¹¹

¹⁰ Voir annexe I figure(16)

¹¹ Voir l'annexeI tableaux(21,22,23,24,25)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Tableau IV.8 : choix du nombre de retards pour la série creusesa

	P=0	P=1	P=2	P=3	P=4
IAC	16.67298	16.61629	16.56100	16.60134	16.64506
SC	16.76858	16.74477	16.72289	16.79718	16.87540

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

Selon le principe de *parcimonie* (l'opérateur qui minimise les critères Akaike et Schwarz), on retient ***P = 2 retard***.

On teste la racine unitaire dans le modèle [3] incluant une constante, et un trend :

✓ **Test ADF : modèle (3) pour la série creusesa**

On teste la racine unitaire dans le modèle [3] incluant une constante, et un trend :

Dans ce modèle on va tester les deux hypothèses ci-dessous :

H_0 : $B=0$ absence de tendance

H_1 : $B \neq 0$ existence de la tendance

Tableau VI .9 : teste ADF : modèle (3) pour la série creusesa

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	ob.
CREUSESAs(-1)	-0.306503	0.087474	-3.503920	0.0008
C	4315.020	1248.161	3.457101	0.0009
@TREND(2008:01)	16.99728	7.336974	2.316660	0.0235
R-squared	0.153228	Mean dependent var		55.66699
Adjusted R-squared	0.128323	S.D. dependent var		1060.234
S.E. of regression	989.8728	Akaike info criterion		16.67436
Sum squared resid	66629676	Schwarz criterion		16.76987
Log likelihood	-388.9400	F-statistic		6.152486
Durbin-Watson stat	1.597539	Prob(F-statistic)		0.003500

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

$T_{calculé} = 2.31 > T_{tabulé} = 1.96$, $prob = 0.02 < 0.05$ Dans ce cas on rejette l'hypothèse d'absence de la tendance (H_0) et on accepte l'hypothèse (H_1) l'existence de la tendance.

2.4.3. Stationnarité de la série creusesa .

A partir de la série désaisonnalisée, nous procédons d'abord par l'estimation des paramètres de la fonction tendancielle par la méthode des MCO, et nous trouverons les résultats donnés par logiciel EVIEWS 4.0 comme suit :

Tableau IV.10 : estimation de la droite de la tendance par MCO de la série creusesa

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	14059.48	317.7856	44.24202	0.0000
@TREND	53.36406	7.725252	6.907744	0.0000
R-squared	0.405353	Mean dependent var		15953.90
Adjusted R-squared	0.396858	S.D. dependent var		1754.160
S.E. of regression	1362.319	Akaike info criterion		17.29915
Sum squared resid	1.30E+08	Schwarz criterion		17.36239
Log likelihood	-620.7694	F-statistic		47.71693
Durbin-Watson stat	0.603194	Prob(F-statistic)		0.000000

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

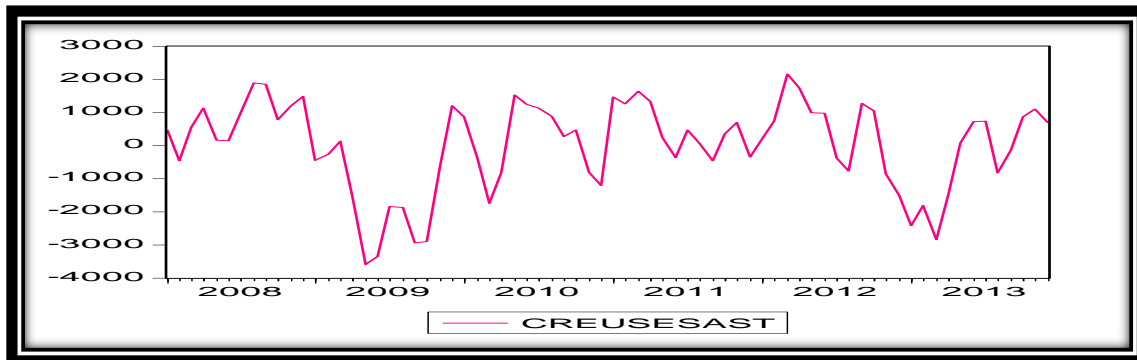
Dont la fonction tendancielle s'écrit comme suit

$$F_t = 14059.48 + 53.36406 \text{ temps}$$

Nous procédons à la stationnarisation de notre série par la soustraction de cette fonction F_t de la série désaisonnalisée CREUSESAS, afin de trouver la série stationnaire nommée CREUSESAST.

D'où: $\text{creusesast} = \text{creusesa} - (14059.48 + 53.36406 \text{ temps})$

Figure IV.16. Représentation graphique de la série CREUSESAST



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

L'examen du graphe de la série CREUSESAST donné ci-dessus montre qu'elle fluctue autour d'une moyenne nulle d'où la stationnarité est probable de cette série. Pour confirmer la stationnarité de cette série on applique le test Augmented Dickey Fuller (ADF).

Les résultats de test sont présentés dans le tableau suivant :¹²

Modele [1]		Modele [2]		Modele [3]	
$t_{\hat{\theta}}$ calculée	$t_{\hat{\theta}}$ tabulée	$t_{\hat{\theta}}$ calculée	$t_{\hat{\theta}}$ tabulée	$t_{\hat{\theta}}$ calculée	$t_{\hat{\theta}}$ tabulée
-2.867489	Au seuil 1% : -2.5954	-2.846254	Au seuil 1% : -3.5239	-2.812581	Au seuil 1% : -4.0909
	Au seuil 5% : -1.9449		Au seuil 5% : -2.9023		Au seuil 5% : -3.4730
	Au seuil 10% : -1.6181		Au seuil 10% : -2.5882		Au seuil 10% : -3.1635

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'eviews 4.0

D'après le tableau ci-dessus nous remarquons que les valeurs calculées sont toutes inférieures aux valeurs tabulées (quel que soit le seuil) alors nous rejetons l'hypothèse nulle H_0 . Ainsi que la tendance et la constante ne sont pas significatives, donc la série creusesast est stationnaire

2.4.4 .Les étapes de prévision de BOX&JENKINS :

Comme la série CREUSESAST est stationnaire, alors on effectue les quatre étapes de la méthodologie de BOX&JENKINS qui sont :

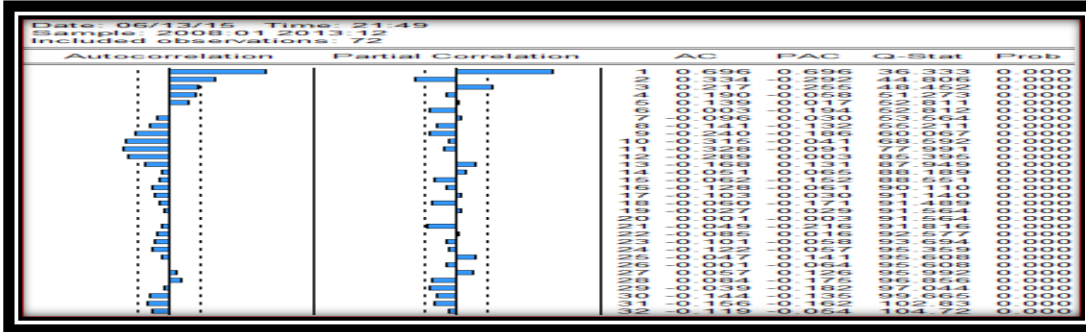
¹² Voir annexe I tableaux(26,27,28)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

- **L'identification du modèle :**

Pour identifier le processus qui représente au mieux notre série (CREUSESAST), nous examinons les autocorrélations simples (pour déterminer le nombre de retard de MA) et partielles (pour déterminer le nombre de retard d'un processus AR), la figure (IV) ci-dessous représente le corrélogramme de la série stationnaire (CREUSESAST).

Figure IV.17. : Corrélogramme de la série brute désaisonnalisée et sans tendance (creusesast)



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

L'analyse de corrélogramme de la série creusesast détermine un pic important pour le premier retard de terme AR et MA. a partir de ces derniers on peut estimer les modèles représentatifs de la série qui sont :

AR(1), MA(1), ARMA (1,1)

Pour avoir une bonne distinction du modèle on a établi un tableau de comparaison des deux critères (AKAIKE, SCHWARZ) et on choisira le modèle qui minimise ces critères.

Tableau IV .11 : choix du nombre de retards creusesast

	AKAIKE INFO CRITERION(AIC)	SCHWARZ CRITERION
AR (1)	16.6463	16.7012
MA(1)	16.5896	16.6529
ARMA(1,1)	16.5084	16.6040

Source : construit par nous-mêmes à partir des résultats de logiciel d'eviews 4.0

- **L'estimation du modèle :**

L'estimation des paramètres de chaque modèle a été faite avec logiciel EVIEWS 4.0 ; les méthodes d'estimations utilisées sont souvent la méthode du MV, ou bien des MCO. Dans notre étude nous avons utilisé les MCO.

L'estimation de modèle par EVIEWS 4.0 nous a conduits aux résultats suivants :

Les coefficients significatifs ARMA (1.1) sans constante qui est non significativement différente de zéro (prob = 0.91 > 0.05)

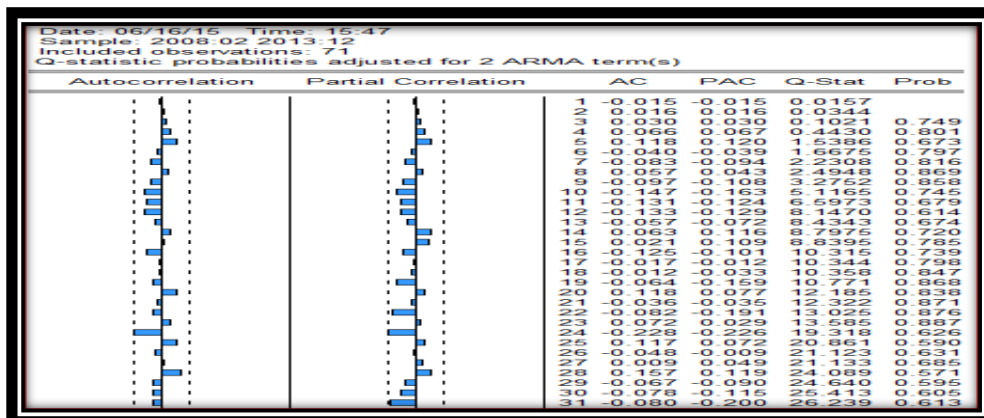
- **La validation de modèle :**

Puisque notre modèle est estimé on passe a la troisième phase qui est la validation

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

L'étude faite sur le corrélogramme des résidus concernant le modèle ARMA (1.1), a déterminé que les résidus forment un bruit blanc car tous les pics sont à l'intérieur de l'intervalle de confiance.

Figure IV.18. corrélogramme du résidu de modèle retenu ARMA (1.1)



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

L'analyse faite sur le corrélogramme des résidus concernant le modèle MA (1), a déterminé que les résidus forment un bruit blanc car tous les pics sont à l'intérieur de l'intervalle de confiance .

- **La prévision**

La prévision est calculée à l'aide des différentes composantes qu'on a éliminé auparavant (saisonnalité et tendance). A partir du modèle retenu MA(1) nous pouvons écrire la formule de prévision à un horizon (h) comme suite :

$$\text{pleinesast}(h) = \text{pleinesast}_{t+h} = 0.528764 \text{pleinesast}_{t-1+h} + \varepsilon_{t+h}; \text{ Avec } : \varepsilon_{t+h} = 0.$$

La formule est donnée comme suit :

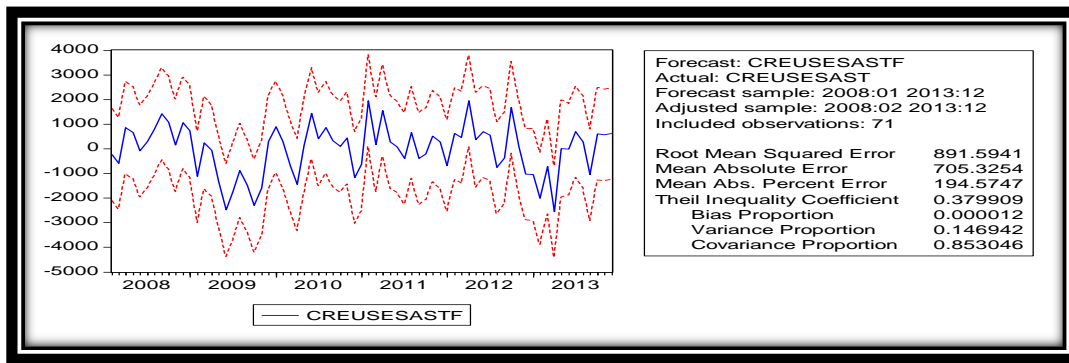
$$\text{Pleine}_{t+h} = 24005.16 \text{pleinesast}_{t+h} + 131.1295 T + \text{CSi}$$

Avec; T : temps

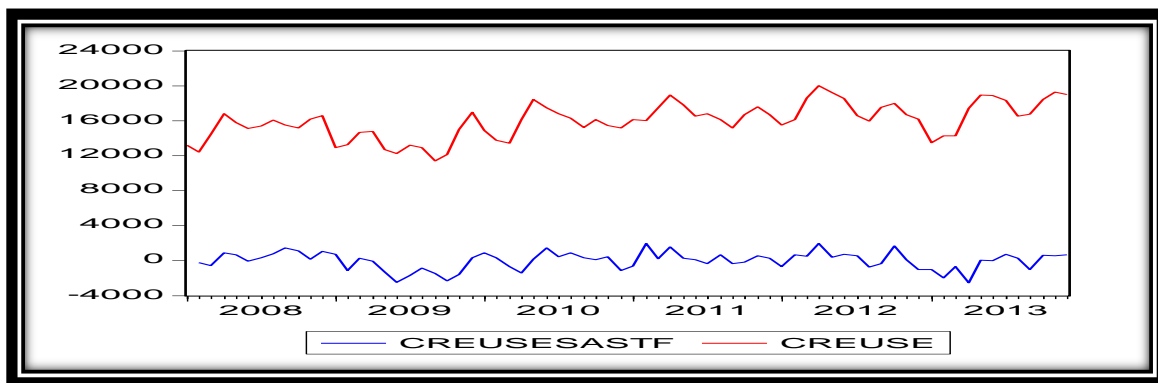
CSi : le coefficient saisonnier

Les prévisions calculées de la consommation poste pleine au niveau de la région de transport d'électricité d'Alger en MWh à l'horizon d'une année (2014) à l'aide du logiciel EVIEWS 4.0, sont données au tableau suivant :

Figure IV.19: Représentation graphique de la série prévisionnelle creusesast



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0



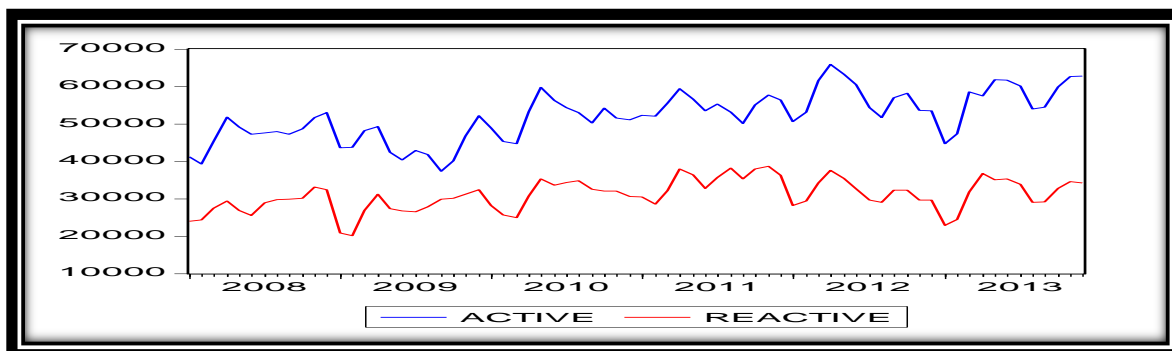
Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

Section 3: Etude de cointégration (application du modèle ECM)

3.1. Etude et analyse de la relation entre la variable active et réactive :

- Analyse du graphe:

Figure IV .21. Représentation graphique de la série Active et réactive



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

Le graphe indique que les deux séries sont caractérisées par une tendance commune légèrement à la hausse, ce qui implique que les deux séries soit non stationnaire, donc il existe un risque de

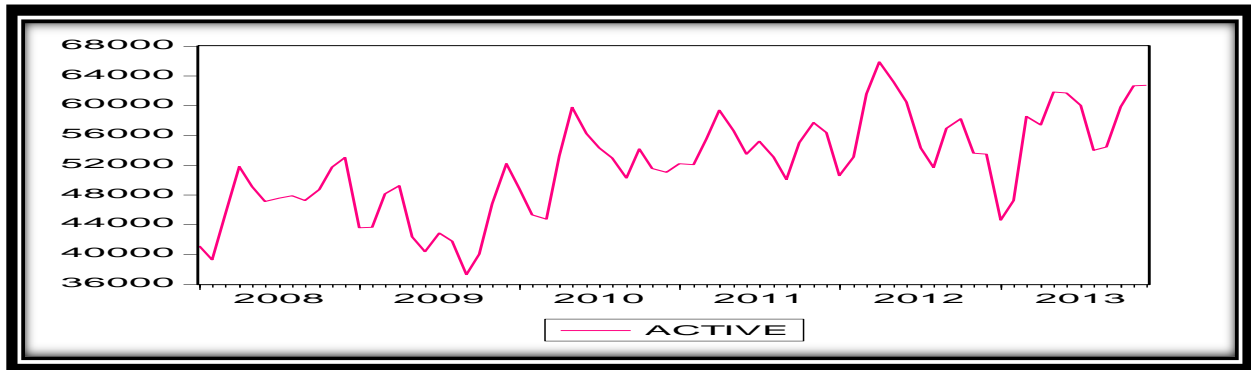
Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

cointégration entre les deux variables. Dans ce cas la méthode d'ENGEL et GRANGER n'est valable et ces dernières ne peuvent pas être cointégrées.

3.1. 1. Etude de la série (ACTIVE) :

- Analyse du graphe :

Figure IV.22. Représentation graphique de la série Active



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

L'examen du graph illustre que la série est effectuée d'une légère tendance à la hausse et des pics résultant de l'existence d'un effet saisonnier. Dans ce cas la série active est non stationnaire.

- Analyse du correlogramme¹³ :

Le correlogramme explique l'existence de la tendance et la saisonnalité cela est expliqué par des pics aux niveaux de premier et deuxième retards cela implique que la série n'est pas stationnaire

Nous confirmerons cette conclusion par le test de Dickey-Fuller augmenté

3.1.2. Dessaisonnalisation de la série brute :

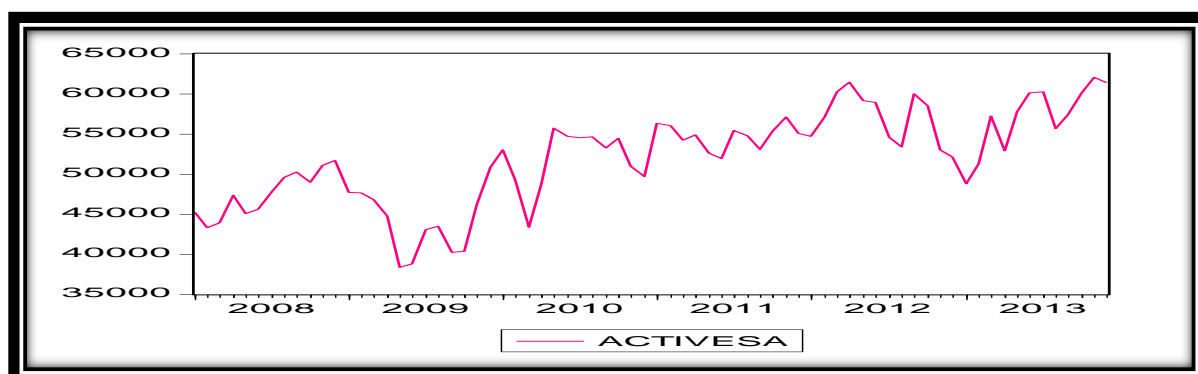
On désaisonnalise la série (ACTIVE) par les moyennes mobiles simples, en appliquant le modèle additif déjà vérifié. Alors la nouvelle série après la dessaisonnalisation de (ACTIVE) devient (ACTIVESA).

¹³ Voir annexe I figure(17)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

- Analyse de graphe

Figure IV .23. Représentation graphique de la série Active (la série corrigée des variations saisonnières)



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

L'étude graphique de la série démontre que la série Active est éliminée de facteur saisonnier car les pics ne sont pas vraiment importants

- Analyse de correlogramme¹⁴

D'après le correlogramme de la série désaisonnalisée (ACTIVESA) nous constatons la disparition de l'effet saisonnier mais nous remarquons la diminution très lente de la fonction d'autocorrection simple, ce qui implique toujours l'existence d'élément tendanciel. Donc la série ACTIVESA est non stationnaire et le test ADF peut le confirmer.

✓ *Test de non stationnarité de la série ACTIVESA*

Choix du nombre de retard optimal P :

Dans *EVIIEWS 4.0*, la spécification qui *minimise* les critères d'information Akaike (AIC) et Schwarz (SC), est faite automatiquement dans le cadre de la procédure Compte tenu du nombre d'observations disponibles on choisit $Max p = 4$.¹⁵

Tableau IV.12 : choix du nombre de retards de la série activesa

	P=0	P=1	P=2	P=3	P=4
IAC	18.79775	18.77940	18.73647	18.76501	18.79501
SC	18.89336	18.90789	18.89836	18.96085	19.02535

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'eviews 4.0

Selon le principe de *parcimonie* (l'opérateur qui minimise les critères Akaike et Schwarz), on retient $P = 2$ retard.

¹⁴ Voir annexe I figure(18)

¹⁵ Voir annexe I tableaux(30,31,32,33,34)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

On teste la racine unitaire dans le modèle [3] incluant une constante, et un trend :

Tableau VI .13 : teste ADF : modèle (3) pour la série activesa

ADF Test Statistic	-2.693084	1% Critical Value	-4.0948	
		5% Critical Value	-3.4749	
		10% Critical Value	-3.1645	
*Mackinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVESA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/15 Time: 10:13				
Sample (adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVESA (-1)	-0.286329	0.106320	-2.693084	0.0090
D (ACTIVESA (-1))	0.183891	0.118509	1.551707	0.1257
D (ACTIVESA (-2))	-0.290052	0.119719	-2.422777	0.0182
C	12884.21	4739.245	2.718621	0.0084
@TREND (2008:01)	61.97173	27.72000	2.235633	0.0289
R-squared	0.275138	Mean dependent var	253.5554	
Adjusted R-squared	0.229834	S.D. dependent var	3118.223	
S.E. of regression	2736.524	Akaike info criterion	18.73647	
Sum squared resid	4.79E+08	Schwarz criterion	18.89836	
Log likelihood	-641.4082	F-statistic	6.073177	
Durbin-Watson stat	1.946492	Prob(F-statistic)	0.000331	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

$T_{\text{cal}} = 2.235633 > T_{\text{tab}} = 1.96$ au seuil de 5% (avec une probabilité = $0.02 < 0.05$) donc on rejette H_0 et on accepte H_1 , ce qui signifie l'existence de la tendance ; Alors le modèle[3] est le « bon modèle ». Donc d'après la stratégie du test de notre série est affectée d'une tendance de type TS de nature déterministe ce qui confirme la non stationnarité.

3.1.3. Stationnarisation de la série ACTIVESA :

La meilleure méthode pour la rendre stationnaire est celle des moindres carrés ordinaires (MCO).

Tableau IV.14 : estimation de la droite de la tendance par MCO de la série activesa

Dependent Variable: ACTIVESA				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/15 Time: 12:06				
Sample: 2008:01 2013:12				
Included observations: 72				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	44384.81	887.4490	50.01393	0.0000
@TREND	214.1876	21.57356	9.928246	0.0000
R-squared	0.584742	Mean dependent var	51988.47	
Adjusted R-squared	0.578810	S.D. dependent var	5862.045	
S.E. of regression	3804.417	Akaike info criterion	19.35310	
Sum squared resid	1.01E+09	Schwarz criterion	19.41634	
Log likelihood	-694.7115	F-statistic	98.57007	
Durbin-Watson stat	0.657567	Prob(F-statistic)	0.000000	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

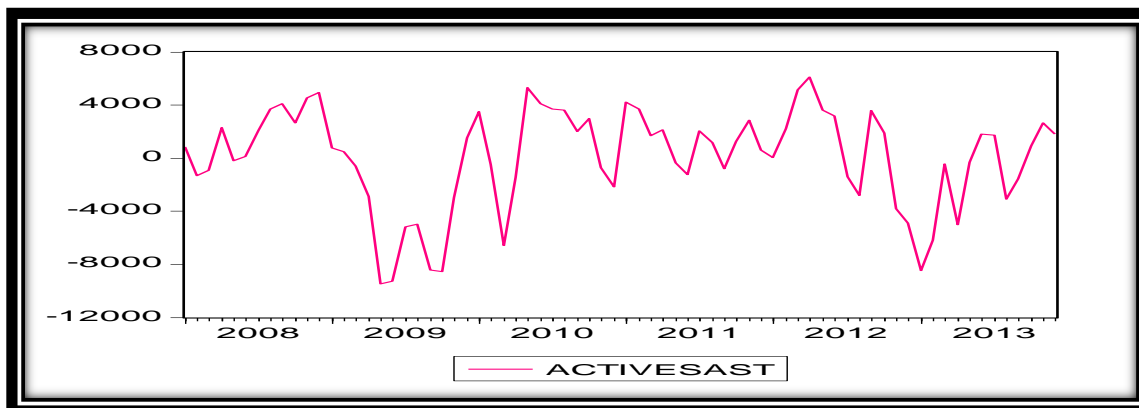
La fonction de la tendance estimée est donnée par la formule suivante :

$$\text{ACTIVESA} = 44384.81 + 214.18t$$

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

- Analyse du graphe :(de la série ACTIVESAST)

Figure IV.24. représentation graphique de la série ACTIVESAST



La série semble stationnaire car les observations varient autour de leurs moyennes (la série varie autour de sa moyenne). On confirmera cette remarque par le test de Dickey-Fuller Augmenté.

- Test de Dickey-Fuller augmenté sur la série ACTIVESAST:

Tableau VI .15 : teste ADF : modèle (3) pour la série activesast

ADF Test Statistic	-2.693084	1% Critical Value*	-4.0948	
		5% Critical Value	-3.4749	
		10% Critical Value	-3.1645	
*Mackinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/15 Time: 13:52				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVESAST(-1)	-0.286329	0.106320	-2.693084	0.0090
D(ACTIVESAST(-1))	0.183891	0.118509	1.551707	0.1257
D(ACTIVESAST(-2))	-0.290052	0.119719	-2.422777	0.0182
C	-0.044389	695.2674	-6.38E-05	0.9999
@TREND(2008:01)	0.643597	16.55248	0.038882	0.9691
R-squared	0.275138	Mean dependent var	39.36773	
Adjusted R-squared	0.229834	S.D. dependent var	3118.223	
S.E. of regression	2736.524	Akaike info criterion	18.73647	
Sum squared resid	4.79E+08	Schwarz criterion	18.89836	
Log likelihood	-641.4082	F-statistic	6.073177	
Durbin-Watson stat	1.946492	Prob(F-statistic)	0.000331	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

H_0 : $B \neq 0$: Absence de la tendance

H_1 : $B = 0$: existence de la tendance

On a $T_{cal} = 0.03 < T_{tab} = 1.96$ et la probabilité associée est $0.96 > 0.05$ donc on rejette l'hypothèse H_1 et on accepte H_0 donc on passe au modèle (2)

MODELE (2)

On a :

H_0 : $C = 0$ absence de constante

H_1 : $C \neq 0$ il ya une constante

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Tableau VI .16 : teste ADF : modèle (2) pour la série activesast

ADF Test Statistic	-2.716663	1% Critical Value*	-3.5267	
		5% Critical Value	-2.9035	
		10% Critical Value	-2.5889	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:52				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVESAST(-1)	-0.286462	0.105446	-2.716663	0.0084
D(ACTIVESAST(-1))	0.184000	0.117562	1.565132	0.1224
D(ACTIVESAST(-2))	-0.289921	0.118748	-2.441471	0.0174
C	23.75976	326.9932	0.072661	0.9423
R-squared	0.275121	Mean dependent var	39.36773	
Adjusted R-squared	0.241665	S.D. dependent var	3118.223	
S.E. of regression	2715.424	Akaike info criterion	18.70751	
Sum squared resid	4.79E+08	Schwarz criterion	18.83702	
Log likelihood	-641.4090	F-statistic	8.223388	
Durbin-Watson stat	1.946415	Prob(F-statistic)	0.000102	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

On a $T_{cal} = 0.07 < T_{tab} = 1.96$ et la prob associée est : $0.94 > 0.05$ dans ce cas on accepte H_0 ; absence de la constante

On passe au modèle (1)

$H_0 : \phi = 0$ le processus non stationnaire

$H_1 : \phi \neq 0$ le processus stationnaire

Tableau VI .17 : teste ADF : modèle (1) pour la série activesast

ADF Test Statistic	-2.738810	1% Critical Value*	-2.5963	
		5% Critical Value	-1.9451	
		10% Critical Value	-1.6182	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(ACTIVESAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 08:54				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ACTIVESAST(-1)	-0.286579	0.104636	-2.738810	0.0079
D(ACTIVESAST(-1))	0.184199	0.116641	1.579204	0.1191
D(ACTIVESAST(-2))	-0.289862	0.117847	-2.459637	0.0165
R-squared	0.275062	Mean dependent var	39.36773	
Adjusted R-squared	0.253095	S.D. dependent var	3118.223	
S.E. of regression	2694.884	Akaike info criterion	18.67860	
Sum squared resid	4.79E+08	Schwarz criterion	18.77574	
Log likelihood	-641.4118	Durbin-Watson stat	1.946435	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

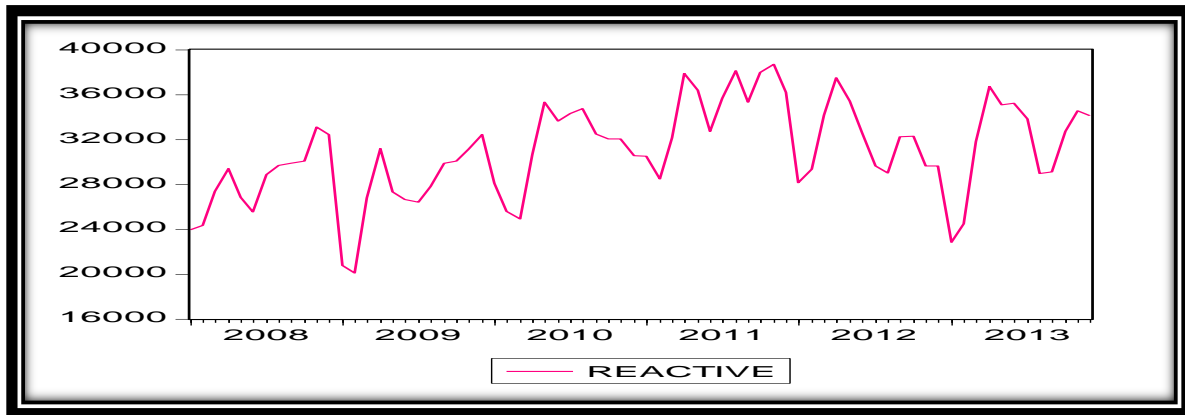
On a $T_{cal} = -2.45 < T_{tab} = -1.96$

Dans ce cas on accepte l'hypothèse d'un processus stationnaire H_1 et on rejette l'hypothèse H_0 . La série ACTIVESA est intégrée d'ordre 1

3.2. 1. Etude de la série (REACTIVE) :

- Analyse du graphe :

Figure IV.25 : représentation graphique de la série REACTIVE



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

L'examen du graph illustre que la série est affectée d'une légère tendance à la hausse et des pics résultant de l'existence d'un effet saisonnier. Dans ce cas la série active est non stationnaire

- Analyse du correlogramme¹⁶ :

Le correlogramme explique l'existence de la tendance et la saisonnalité cela est expliqué par des pics aux niveaux de premier et deuxième retards cela implique que la série n'est pas stationnaire

Nous confirmerons cette conclusion par le test de Dickey-Fuller augmenté.

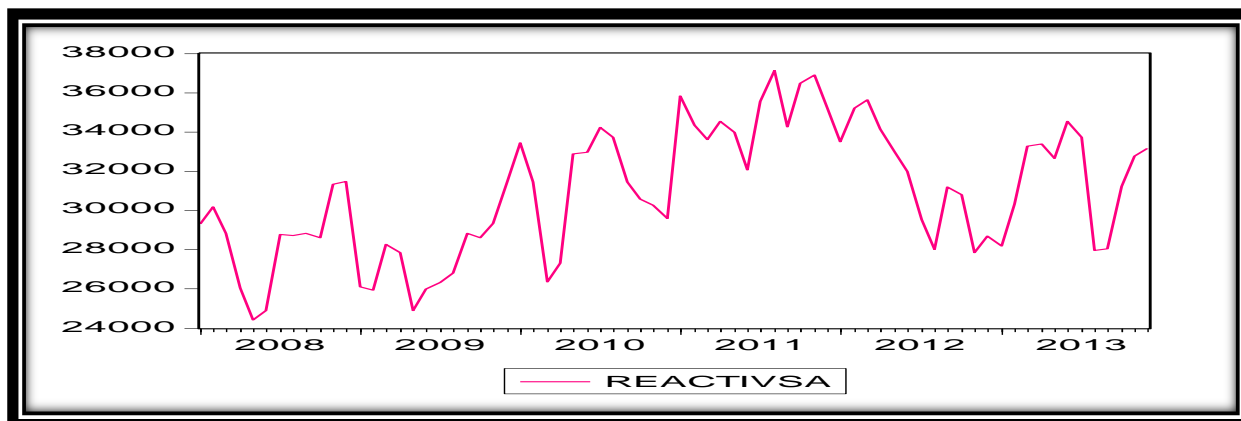
3.2.2. Dessaisonnalisation de la série brute :

On désaisonnalise la série (REACTIVE) par les moyennes mobiles simples, en appliquant le modèle additif déjà vérifié. Alors la nouvelle série après la désaisonnalisation de (REACTIVE) devient (REACTIVESA).

¹⁶ Voir annexe I figure(19)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Figure IV.26 : représentation graphique de la série REACTIVE (la série corrigée des variations saisonnières)



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

L'étude graphique de la série démontre que la série REACTIVE est éliminée de facteur saisonnier car les pics ne sont pas vraiment importants

- **Analyse de correlogramme¹⁷**

D'après le correlogramme de la série désaisonnalisée (REACTIVESA) nous constatons la disparition de l'effet saisonnier mais nous remarquons la diminution très lente de la fonction d'autocorrection simple, ce qui implique toujours l'existence d'élément tendanciel. Donc la série REACTIVESA est non stationnaire et le test ADF peut le confirmer.

✓ **Test de non stationnarité de la série REACTIVESA**

Choix du nombre de retard optimal P :

Dans *EVIIEWS 4.0*, la spécification qui *minimise* les critères d'information Akaike (AIC) et Schwarz (SC), est faite automatiquement dans le cadre de la procédure Compte tenu du nombre d'observations disponibles on choisit $Max p = 4$ ¹⁸.

Tableau IV 18 : choix du nombre de retards de la série reactivesa

	P=0	P=1	P=2	P=3	P=4
IAC	18.1546	18.1474	18.0914	18.0993	18.1719
SC	18.2502	18.2759	18.2534	18.2951	18.3411

Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

Selon le principe de *parcimonie* (l'opérateur qui minimise les critères Akaike et Schwarz), on retient **P = 2 retard.**

¹⁷ Voir annexe I figure(20)

¹⁸ Voir annexe I tableaux (32,33,34,35,36)

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

On teste la racine unitaire dans le modèle [3] incluant une constante, et un trend :

Tableau VI .19 : teste ADF : modèle (3) pour la série reactivesa

ADF Test Statistic	-2.498740	1% Critical Value*	-4.0948	
		5% Critical Value	-3.4749	
		10% Critical Value	-3.1645	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(REACTIVSA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/15 Time: 18:07				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REACTIVSA(-1)	-0.247578	0.099081	-2.498740	0.0150
D(REACTIVSA(-1))	0.166832	0.117148	1.424110	0.1593
D(REACTIVSA(-2))	-0.306416	0.119128	-2.572149	0.0124
C	7009.451	2813.487	2.491375	0.0153
@TREND(2008:01)	19.01086	14.30981	1.328519	0.1887
R-squared	0.262540	Mean dependent var	62.84295	
Adjusted R-squared	0.216768	S.D. dependent var	2239.858	
S.E. of regression	1982.283	Akaike info criterion	18.09159	
Sum squared resid	2.51E+08	Schwarz criterion	18.25348	
Log likelihood	-619.1599	F-statistic	5.704928	
Durbin-Watson stat	1.913597	Prob(F-statistic)	0.000544	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

$T_{cal} = 1.32 < T_{tab} = 1.96$ au seuil de 5% (avec une probabilité = 0.18 > 0.05) donc on rejette H_1 et on accepte H_0 , ce qui signifie l'absence de la tendance ; Alors le modèle[3] est le « n'est pas le bon modèle ». Donc d'après la stratégie du test de notre série est affectée d'une tendance de type DS de nature ce qui confirme la non stationnarité.

On passe au modèle[2]

Tableau VI .20 : teste ADF : modèle (2) pour la série reactivesa

ADF Test Statistic	-2.104417	1% Critical Value*	-3.5267	
		5% Critical Value	-2.9035	
		10% Critical Value	-2.5889	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(REACTIVSA)				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/15 Time: 18:10				
Sample(adjusted): 2008:04 2013:12				
Included observations: 69 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REACTIVSA(-1)	-0.175646	0.083465	-2.104417	0.0392
D(REACTIVSA(-1))	0.134018	0.115187	1.163487	0.2489
D(REACTIVSA(-2))	-0.345555	0.116105	-2.976219	0.0041
C	5493.187	2586.682	2.123642	0.0375
R-squared	0.242511	Mean dependent var	62.84295	
Adjusted R-squared	0.207550	S.D. dependent var	2239.858	
S.E. of regression	1993.914	Akaike info criterion	18.08981	
Sum squared resid	2.58E+08	Schwarz criterion	18.21932	
Log likelihood	-620.0984	F-statistic	6.936615	
Durbin-Watson stat	1.930967	Prob(F-statistic)	0.000402	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

$T_{cal} = 2.1236 > T_{tab} = 1.96$ au seuil de 5% (avec une probabilité = 0.03 < 0.05) donc on rejette H_0 et on accepte H_1 , ce qui signifie l'existence de la constante ; Alors le modèle[2] est le « bon modèle ». Donc d'après la stratégie du test de notre série est affectée d'une tendance de type DS de nature déterministe ce qui confirme la non stationnarité.

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

3.2 .3. Stationnarisation de la série REACTIVESA :

Dans le cas d'une série affectée d'un modèle DS la méthode utilisée dans la stationnarisation est celle de la différenciation.

Tableau VI .21 : teste ADF : modèle (3) pour la série reactivesast

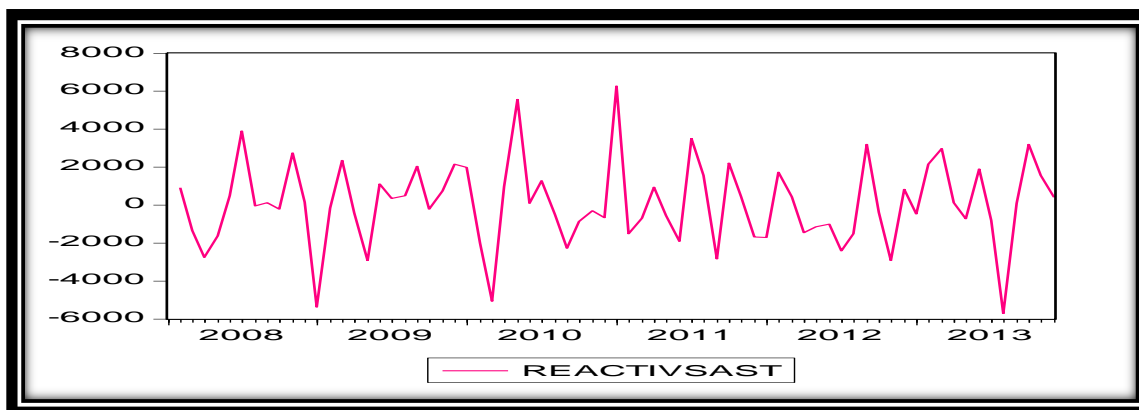
ADF Test Statistic	-8.164118	1% Critical Value*	-4.0990	
		5% Critical Value	-3.4769	
		10% Critical Value	-3.1657	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(REACTIVSAST.2)				
Method: Least Squares				
Date: 06/12/15 Time: 18:58				
Sample(adjusted): 2008:06 2013:12				
Included observations: 67 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(REACTIVSAST(-1))	-2.408906	0.295060	-8.164118	0.0000
D(REACTIVSAST(-1),2)	0.869023	0.202893	4.283168	0.0001
D(REACTIVSAST(-2),2)	0.207774	0.124153	1.673536	0.0993
C	149.0024	677.0175	0.220086	0.8265
@TREND(2008:01)	-1.089231	15.87832	-0.068599	0.9455
R-squared	0.764381	Mean dependent var	-33.97989	
Adjusted R-squared	0.749180	S.D. dependent var	5017.787	
S.E. of regression	2513.004	Akaike info criterion	18.56804	
Sum squared resid	3.92E+08	Schwarz criterion	18.73257	
Log likelihood	-617.0294	F-statistic	50.28427	
Durbin-Watson stat	2.078728	Prob(F-statistic)	0.000000	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

$T_{cal} = -8.164 < T_{tab} = 1.96$ au seuil de 5% on rejette H_0 et on accepte H_1 , ce qui signifie que la série est stationnaire. La série réactive est intégrée d'ordre 1

Analyse de graphe :(de la série REACTIVESAST)

Figure IV.27: représentation graphique de la série REACTIVESAST



Source : construit par nous-mêmes à partir de logiciel Eviews 4.0

La série semble stationnaire car les observations varient autour de leurs moyennes (la série varie autour de sa moyenne). On confirmera cette remarque par le test de Dickey-Fuller Augmenté.

Test de Dickey-Fuller augmenté sur la série REACTIVESAST

$H_0 : B \neq 0$: Absence de la tendance

$H_1 : B = 0$: existence de la tendance

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Tableau VI .22 : teste ADF : modèle (3) pour la série reactivestas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REACTIVSAST(-1)	-1.359177	0.237337	-5.726788	0.0000
D(REACTIVSAST(-1))	0.407026	0.166599	2.443141	0.0174
D(REACTIVSAST(-2))	-0.022786	0.127113	-0.179254	0.8583
C	243.2523	541.8019	0.448969	0.6550
@TREND(2008:01)	-3.583172	12.80280	-0.279874	0.7805

R-squared	0.590231	Mean dependent var	46.71045
Adjusted R-squared	0.564214	S.D. dependent var	3133.837
S.E. of regression	2068.774	Akaike info criterion	18.17799
Sum squared resid	2.70E+08	Schwarz criterion	18.34118
Log likelihood	-613.0515	F-statistic	22.68630
Durbin-Watson stat	2.003665	Prob(F-statistic)	0.000000

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

On a $T_{cal} = -0.2798 < T_{tab} = 1.96$ et la probabilité associée est $0.78 > 0.05$ donc on rejette l'hypothèse H_1 et on accepte H_0 donc on passe au modèle (2)

MODELE (2)

On a :

H_0 : C=0 absence de constante

H_1 : C≠0 il ya une constante

Tableau VI .23 : teste ADF : modèle (2) pour la série reactivestas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REACTIVSAST(-1)	-1.356136	0.235374	-5.761610	0.0000
D(REACTIVSAST(-1))	0.404944	0.165231	2.450782	0.0170
D(REACTIVSAST(-2))	-0.024824	0.125987	-0.197035	0.8444
C	108.8645	249.1519	0.436940	0.6636

R-squared	0.589722	Mean dependent var	46.71045
Adjusted R-squared	0.570490	S.D. dependent var	3133.837
S.E. of regression	2053.824	Akaike info criterion	18.14982
Sum squared resid	2.70E+08	Schwarz criterion	18.28038
Log likelihood	-613.0938	F-statistic	30.66388
Durbin-Watson stat	2.002041	Prob(F-statistic)	0.000000

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

On a $T_{cal} = 0.43 < T_{tab} = 1.96$ et la prob associée est : $0.66 > 0.05$ dans ce cas on accepte H_0 ; absence de la constante

Modèle 1

On passe au modèle (1)

H_0 : $\phi = 0$ le processus non stationnaire

H_1 : $\phi \neq 0$ le processus est stationnaire

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Tableau VI .24 : teste ADF : modèle (1) pour la série reactivasast

ADF Test Statistic	-5.791005	1% Critical Value*	-2.5968	
		5% Critical Value	-1.9452	
		10% Critical Value	-1.6183	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(REACTIVSAST)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 11:12				
Sample(adjusted): 2008:05 2013:12				
Included observations: 68 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
REACTIVSAST(-1)	-1.354338	0.233869	-5.791005	0.0000
D(REACTIVSAST(-1))	0.404474	0.164196	2.463370	0.0164
D(REACTIVSAST(-2))	-0.025009	0.125200	-0.199753	0.8423
R-squared	0.588498	Mean dependent var	46.71045	
Adjusted R-squared	0.575836	S.D. dependent var	3133.837	
S.E. of regression	2041.001	Akaike info criterion	18.12338	
Sum squared resid	2.71E+08	Schwarz criterion	18.22130	
Log likelihood	-613.1950	Durbin-Watson stat	1.998714	

Source : construit par nous-mêmes à partir des résultats de logiciel d'evIEWS 4.0

On a $T_{cal} = -0.199 > T_{tab} = -1.96$

Dans ce cas on accepte l'hypothèse d'un processus stationnaire H_1 et on rejette l'hypothèse H_0 . La série REACTIVESA est intégrée d'ordre 1

3.3. Etude de Cointégration entre la consommation d'énergie active (CA) et la consommation d'énergie réactive (CR)

Etape 1 : Estimation de la relation statique et tests de Cointégration :

Le tableau ci-dessous donne les résultats de l'estimation par la méthode des MCO de la relation statique entre CA et CR, c'est à dire qu'on veut expliquer la consommation d'énergie active par la consommation d'énergie réactive dans la région de transport d'électricité d'Alger

TableauIV.25: Estimation de la relation statique entre active et reactive

Dependent Variable: ACTIVE				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 12:03				
Sample: 2008:01 2013:12				
Included observations: 72				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	15622.72	3827.989	4.081182	0.0001
REACTIVE	1.177285	0.122822	9.585284	0.0000
R-squared	0.567575	Mean dependent var	51988.47	
Adjusted R-squared	0.561397	S.D. dependent var	6529.505	
S.E. of regression	4324.301	Akaike info criterion	19.60927	
Sum squared resid	1.31E+09	Schwarz criterion	19.67251	
Log likelihood	-703.9338	F-statistic	91.87768	
Durbin-Watson stat	0.352877	Prob(F-statistic)	0.000000	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'evIEWS 4.0

On a l'équation suivante :

$$\text{Active} = 15622.72 + 1.17 \text{ Réactive} + z_t \quad (4.08) \quad (9.58)$$

$$\text{AIC} = 19.60 \quad \text{SC} = 19.67$$

$$R^2 = 0.56$$

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Le test de student que les coefficients de modèle à long terme sont tous significativement différent de 0 d'un point de vue économétrique , car les probabilités sont toutes inférieures 5% et le $R^2 = 0.56$ c'est-à-dire que la qualité d'ajustement est bonne , cependant d'un point de vue économique le coefficient de la consommation réactive est positif ce qui implique que a long terme une augmentation de la consommation Réactive entraîne une augmentation de la consommation Active .

Test de Dicky – Fuller sur les résidus estimés

Tableau IV.26 : Test ADF sur les résidus de la relation statique

ADF Test Statistic	-3.323892	1% Critical Value*	-2.5954	
		5% Critical Value	-1.9449	
		10% Critical Value	-1.6181	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(Z)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 11:59				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Z(-1)	-0.271266	0.081611	-3.323892	0.0014
R-squared	0.132789	Mean dependent var	233.7904	
Adjusted R-squared	0.132789	S.D. dependent var	3683.927	
S.E. of regression	3430.626	Akaike info criterion	19.13286	
Sum squared resid	8.24E+08	Schwarz criterion	19.16473	
Log likelihood	-678.2165	Durbin-Watson stat	1.479144	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

La statistique de student (- 3.32) est inférieur a la statistique ADF (- 1.94) donc la série des résidus estimés est stationnaire, donc nous pouvons estimer le modèle a correction d'erreur (ECM)

➤ Estimation de modèle ECM :

Tableau IV. 27: Estimation de modèle à correction d'erreur

Dependent Variable: D(ACTIVE)				
Method: Least Squares				
Date: 06/17/15 Time: 12:07				
Sample(adjusted): 2008:02 2013:12				
Included observations: 71 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Z(-1)	-0.134250	0.058846	-2.281373	0.0256
D(REACTIVE)	0.962608	0.088957	10.82103	0.0000
R-squared	0.662396	Mean dependent var	304.6255	
Adjusted R-squared	0.657503	S.D. dependent var	4150.734	
S.E. of regression	2429.142	Akaike info criterion	18.45623	
Sum squared resid	4.07E+08	Schwarz criterion	18.51997	
Log likelihood	-653.1961	Durbin-Watson stat	1.755987	

Source : construit par nous-même à partir des résultats de logiciel d'views 4.0

On a la relation suivante :

$$\text{Active } t = 0.9626 \Delta \text{CR } t - 0.13425 z_{t-1} + v_t$$

(-2.28)
(10.82)

AIC = 18.45 SC = 18.51

$R^2 = 0.66$

Chapitre4 : Etude économétrique de la consommation de l'électricité haute tension dans la région d'Alger

Les coefficients ($\alpha = 0.962$) et ($\beta = -0.13425$) sont significativement différents de 0 (car leurs t de Student qui sont entre parenthèses en valeur absolue sont $>$ aux t tabulé au seuil de 5% = 1.96, et les deux probabilités sont < 0.05).

$\beta = -0.13425 < 0$ est significatif il existe une force de rappel vers l'équilibre de long terme. Donc CA et CR ont une relation à long terme et modèle ECM est validé.

A partir des résultats cités précédemment on constate qu'il y a une relation de cointégration entre la consommation d'énergie active et

la consommation d'énergie réactive dans la région de transport d'électricité d'Alger ; et d'après l'estimation du modèle ECM, on constate qu'il ya :

- Une relation à court terme entre la consommation d'énergie active et la consommation d'énergie réactive
- Le taux de croissance de l'énergie active dépend de façon positive du taux de croissance de l'énergie réactive
- Le coefficient associé à la force de rappel vers l'équilibre de long terme est négatif (-0.13425) et significativement différent de 0, au seuil statistique de 5% (son t de Student est supérieur à 1.96 en valeur absolue).

Interprétation économique:

Dans notre étude, la variation de la consommation d'énergie active dépend de façon positive de la variation de la consommation d'énergie réactive on interprète cela comme suit: Lorsque la consommation d'énergie réactive augmente d'une unité la consommation d'énergie active va augmenter de 0.5 unité. Donc c'est une corrélation positive entre ces deux variables.

On rappelle, que ces deux paramètres sont liés physiquement, étant donné que la production d'électricité entraîne la fourniture de CA et CR, mais il est strictement important de les contrôler afin d'éviter les conséquences néfastes qu'on a déjà cité au niveau du chapitre II.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une méthode de prévision à court terme méthode de Box&Jenkins) et nous avons prévu les consommations de l'énergie électrique de la clientèle industrielle alimentée en haute tension au niveau de la région de transport d'électricité d'Alger et par poste horaire (H.pleine, H.pointe et creuse) pour l'année 2014. Après l'analyse de cointégrations au sens de Angle et Granger on constate que La relation existe entre la consommation d'énergie reactive et la consommation d'énergie active et nous avons constaté que : La consommation d'énergie active cause et influence la consommation d'énergie réactive à court et à long terme.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Conclusion Générale:

La présente étude était la vérification de l'existence d'un comportement rationnel concernant la gestion du transit d'énergie électrique haute tension dans les réseaux de transport d'électricité de la région d'Alger.

En premier temps notre démarche était d'analyser théoriquement le lien entre la consommation d'énergie active et la consommation d'énergie réactive et empiriquement l'identification du sens de la causalité entre ces deux variables.

Dans le premier chapitre, nous avons mené une étude conceptuelle du phénomène énergétique afin de pouvoir comprendre l'aspect théorique de l'énergie électrique et de la présenter sur le plan économique et sociale, puis dans le deuxième chapitre notre analyse s'est focalisée sur une étude descriptive de l'évolution de la production et la consommation d'électricité ainsi leurs écarts qui sont régulièrement croissants d'une année à une autre sauf pour les dernières années qui sont représentées par des pertes techniques causées par l'effet Joule. Le troisième chapitre a été réservé à la présentation des séries temporelles, et à l'explication des différents tests économétriques utilisés tels que les tests de stationnarité, les tests de cointégration, et de causalité développés par Angel et Granger et l'estimation du modèle à correction d'erreur (ECM) afin de vérifier l'existence de la relation de long terme entre l'énergie active et réactive, dans le quatrième et dernier chapitre nous avons examiné la consommation d'électricité par poste horaire et identifié le rapport de causalité entre la variable active et réactive sur une série temporelle de 72 observations, la méthodologie adoptée dans notre cas d'étude s'est basée sur des avancés économétriques récents. L'application de cette dernière nous a donné les résultats suivants :

L'analyse graphique des deux séries (active et réactive) présente des tendances à la hausse ce qui détermine que les séries ne sont pas stationnaires.

Le test de stationnarité de Dicky-Fuller pour des seuils de liberté de 5% détermine que les deux séries sont non stationnaires.

Le test de cointégration qui nous a confirmé l'existence d'une relation de long terme entre la consommation active et réactive

Le test de causalité au sens de Granger nous a montré l'existence de la relation entre les deux séries ce qui signifie de point de vue économique la dépendance entre la consommation

Conclusion Générale

d'énergie active et réactive, c'est-à-dire l'évolution de l'un des deux phénomènes a une influence sur l'autre .

Aussitôt l'utilisation du modèle ECM nous a permis d'identifier que le coefficient associé signifie la force de rappel vers l'équilibre à long terme, il existe donc bien un mécanisme à correction d'erreur à long terme.

Toutes les activités d'une entreprise reposent sur l'élaboration d'une stratégie et d'un schéma directeur qui permet de tracer les objectifs et les moyens à mettre en œuvre. Parmi les outils à utiliser pour la mise en œuvre de cette stratégie nous citons la prévision à court, moyen et long terme. D'où l'importance d'établir des prévisions des consommations de l'électricité à court terme afin que SONELGAZ puisse définir exactement les besoins de sa clientèle et faire face à la complexité de l'offre et la demande sur les marchés d'électricité. Cette étude prévisionnelle est établit par la méthode de Box et Jenkins sur la consommation d'électricité haute tension dans la région de transport d'électricité d'Alger.

Enfin notre plus grand souhait est de voir ce travail constituer une plateforme scientifique à d'autres recherches dans l'avenir.

Au regard de ces résultats nous formulons quelques recommandations qui sont :

- Etablir des prévisions à moyen et à long terme dans toutes les régions de transport d'électricité haute tension ;
- Rationnaliser la consommation d'électricité en diminuant la durée d'utilisation des équipements gros consommateurs durant les heures de pointes ;
- La mise en place d'un marché au niveau national par le renforcement des infrastructures et l'allégement des réformes pour faciliter l'accès des investisseurs.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE :

Ouvrage :

- Arthur CHARPENTIER « *série temporelle, théorie et application, volume 1 et 2* », université PARIS DAUPHINE.
- Bernard PY « *Statistique descriptive* », Nouvelle méthode pour bien apprendre et réussir. 4^{ème} édition. Ed. ECONOMICA, Paris, 1999.
- Christophe HURLIN « *économétrie appliquée, séries temporelles* », édition UFR économie appliquée.
- Gorge BRESSON, Alain PIROTTE, « *économétrie des séries temporelles* », presse universitaire de France Paris XII. décembre 1995
- Johnston J, Dinardo J, « *econometric methods* », 4thEd, McGraw-HILL international Edition 1997.
- Régis BOURBONNAIS « *économétrie ; manuel et exercices corrigée* », 6^{ème} édition, DUNOD, PARIS 2005.
- Régis BOURBONNAIS et Michel TERRAZA « *analyse des séries temporelle en économie* », édition, DUNOD, PARIS 2004.
- Sandrine LARDIC et Valtère MIGNON « *Econométrie des séries temporelles macroéconomique et financières* », édition ECONOMICA, PARIS 200).
- Conseil mondial de l'énergie « *l'énergie pour le monde de demain* », édition, TECHNIP, paris, 1993

Mémoires :

- Abdelhamid ABBAD, BEKHTI Hocine (2004/2005) « *Modélisation de la consommation d'énergie électrique moyenne et basse tension, étude de cas (SONELGAZ) centre de Blida* », 17^{ème} promotion, INPS.
- M.Nana YAKAM ANDRE, Modèle de prévision du parc des comptes d'une banque : cas Afriland First Bank, Mémoire présenté et soutenu en vue de l'obtention du master de statistique appliquée République du Cameroun 2005.
- Mme TABTI Née ABBAS Melaaz, « *libéralisation financière et croissance économique en Algérie : Essai de modélisation* », mémoire magistère, université de Bejaia, janvier 2011.

Revue et Articles:

- Revue de secteur de l'Energie et des Mines, N° 55, Avril 2008.
- Revue Statistique Appliquée tome 42 N°4 (décembre 1994) « *Analyse des données et modélisation des séries temporelles : application a la prévision des ventes périodiques* », A.MORNEAU, A.E.SAMMARTNO, M.GETTER –SUMMA, G.PARDOUX.
- Tarification et systèmes tarifaires : document établi par Mr Daoud BRAHIMI (chef de division prestations de service à la GRTE).

- Systèmes tarifaire Applicable Aux Clients Haute Tension, Année 2002.
- Revue Trimestrielle du Groupe Sonelgaz-Avril 2005-N°01 : établi par Mr chakib Khalil (Ministre de l'Énergie et des Mines)
- Revue de secteur de l'énergie et des Mines, N°9 juillet 2008.
- Revue périodique de secteur de l'énergie et des Mines, N°12 novembre 2010
- Annuaire Statistique 1985-2006, direction générale du développement et de la stratégie (SONELGAZ), Direction analyse et prévision.
- Association SOLAGRO « *Energie : les notions fondamentales* », TOULOUSE.
- Emmanuel Cesar, & BRUNO Richard, « *les séries Temporelles* », Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, Mars 2006.
- UGUR Soytaş, RAMAZAN Sari « *Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets* », ELSEVIER, 2003.
- LOI n° 99-09 du 15 Rabie Ethani 1420 correspondant au 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie, (N°JOR : 051 du 02-08-1999).

Site Internet :

- www.ons.dz
Office national des statistiques (Consulté le 15 Mai 2015 à 19h00min)
- www.dauphine.fr/eurisco/christophe.hurlin.html
Page perso du professeur Christophe HURLIN. Ce site contient des cours d'économétrie et de série temporelles, ainsi que des documents de recherches. (Consulté le 10 juin 2015 à 17h21min).
- www.sonelgaz.dz
Société National d'Electricité et de Gaz, (consulté le 06 Mars 2015 à 18h34min).
- www.Men-Alegria.org
Site officiel du ministère de l'énergie et des Mines (consulté le 12 Mai 2015 à 20h30min).
- www.wikipedia.org/wiki/Electricité (Consulté le 02 avril 2015 à 14h05min).
- <http://www.insee.fr/fr/>
Site de l'institut national de la statistique et des études économique en France. Ce site contient des données macroéconomiques internationales, ainsi que des documents de recherches. (Consulté la 15 Avril 2015 à 20h52min).

Logiciels utilisés :

- Excel
- EVIEWS 4.0

Liste des figures

Liste des figures

Figure II.1 : Les courbes d'évolution de la production nationale d'électricité.....	36
Figure II.2 : Les parts de la production nationale d'électricité par origine de 1990 à 2012... ..	37
Figure II.3 : L'évolution des ventes d'électricité par niveau de tension de 1990à2012.....	39
Figure II.4 : L'évolution des abonnés par niveau de tension de 1990 à 2012.....	39
Figure II.5 : L'évolution des consommations par niveau de tension de 1990 à 2012.....	41
Figure II.6 : Les parts de la Consommation d'électricité par type de Tension de 1990 à 2012.....	42
Figure II.7 : L'écart entre la production et de la consommation d'électricité sur la période 1990-2012	44
Figure III.1 : exemple de schéma additif.....	64
Figure III.2 : exemple de schéma multiplicatif.....	64
Schéma IV .1 : schéma organisationnel et fonctionnel de la macrostructure.....	86
Schéma IV .2 : SCHEMA Organisation générale du GRTE.....	87
Figure IV.1 : Graphique de la série pleine.....	89
Figure IV .2 : Représentation graphique de la série PLEINESA (la série corrigée les variations saisonnières).....	90
Figure IV.3 : Représentation graphique de la série PLEINESAST.....	92
Figure IV.4 : Corrélogramme des résidus de modèle retenu MA (1).....	94
Figure IV.5 . Représentation graphique de la série prévisionnelle pleinesast	95
Figure IV.6 : Représentation graphique.....	95
Figure IV .7 : représentation graphique de la série pointe.....	95
Figure IV.8 : Représentation graphique de la série POINTE corrigée des variations saisonnières.....	96
Figure IV.9 : Représentation graphique de la série POINTESAST.....	98
Figure IV.10 : Corrélogramme de la série brute désaisonnalisée et sans tendance (pointesast).....	99
Figure IV.11 : Corrélogramme du résidu de modèle retenu AR (1).....	100
Figure IV.12 : Représentation graphique de la série prévisionnelle pointesast.....	101

Figure IV.13:

Figure IV.14: Graphique de la série creuse.....101

Figure IV.15: Représentation graphique de la série creuse corrigée des variations saisonnières ...102

Figure IV.16: Représentation graphique de la série CREUSESAST.....104

Figure IV.17 : Corrélogramme de la série brute désaisonnalisée et sans tendance
(creusesast).....105

Figure IV.18 : Corrélogramme du résidu de modèle retenu ARMA (1.1).....106

Figure IV.19: Représentation graphique de la série prévisionnelle creusesast.....107

Figure IV.20:

Figure IV .21 : Représentation graphique de la série Active et réactive.....107

Figure IV.22 : Représentation graphique de la série Active108

Figure IV .23 : **Représentation** graphique de la série Active (la série corrigée des variations
saisonnnières).....108

Figure IV.24: représentation graphique de la série ACTIVESAST.....110

Figure IV.25: représentation graphique de la série REACTIVE.....112

Figure IV.26: représentation graphique de la série REACTIVE (la série corrigée des variations
saisonnnières).....113

Figure IV .27 : représentation graphique de la série REACTIVESAST.....115