

La prévision des crédits bancaires en appliquant la méthodologie de Box & Jenkins

Boumediène Mohamed Rachid
Université de TLEMCEN

Benramdane Anissa
Université de TLEMCEN

Résumé :

Les entreprises bancaires voudraient limiter leur dépendance vis-à-vis de l'incertitude et réalisent à cet effet des prévisions nécessaires pour la prise de diverses décisions. Depuis le milieu du 20^{ème} siècle, des méthodes mathématiques de prévision ont été développées, basées sur des procédures d'extrapolation plus ou moins complexes. Il est question dans cet article de proposer un modèle de prévision du nombre des crédits pouvant être demandé mensuellement dans une banque, ayant comme exemple l'agence de BDL. La prévision proprement dite dont il est question ici repose sur la théorie des séries chronologiques. La méthodologie que nous avons mise en œuvre dans cet article pour l'analyse de ces séries chronologiques est celle de BOX et JENKINS.

Mots clés : prévision, méthodologie de Box et Jenkins, produits bancaires, crédits bancaires

ملخص:

ترغب المؤسسات المصرفية في التقليل من تبعيتها لعدم اليقين ولهذا تقوم بإجراء التنبؤات اللازمة لاتخاذ مختلف القرارات وبحيث تحقق صفة الأمثلية. منذ منتصف القرن العشرين، تم تطوير عدة طرق ونماذج رياضية من بغرض إجراء عمليات التنبؤ وهذا بالاعتماد على الاستقراء الرياضي، وتكون في الغالب نماذج معقدة. لقد قمنا في هذه الورقة البحثية باقتراح نموذج للتنبؤ بعدد طلبات القروض المحتملة شهريا في وكالة بنك التنمية المحلية، وذلك باستخدام منهجية بوكس وجنكينز للتنبؤ بالسلاسل الزمنية.

الكلمات المفتاحية: التنبؤ، منهجية بوكس جنكينز، المنتجات البنكية، القروض البنكية.

Introduction :

Réduire l'incertitude liée à la connaissance du futur, améliorer la qualité de l'information et des décisions qui en découlent demeurent les principaux objectifs de la prévision. Il existe de nos jours un ensemble de méthodes rigoureuses permettant de faire des prévisions, ou la qualité de ces prévisions dépend en grande partie du choix de la méthode utilisée.

L'efficacité des méthodes statistiques de prévision est prouvée à court et moyen terme, car ces méthodes reposent sur la construction de modèles auto-objectif pour lesquels les prévisions sont faites sur la base de la mémoire des séries chronologiques, et sans la connaissance du passé et du présent de la série on ne pourra pas projeter le futur.

La banque est un secteur d'activité très délicat dont l'une des priorités est de mettre ses clients en confiance, de par la qualité, mais aussi ses délais de service. La nécessité de mieux contrôler le risque est le souci des différentes organisations et non seulement des banques, les différentes entités d'une banque font part de leurs besoins auprès d'un service, c'est pour cela que le contrôle de gestion est adapté. Et c'est au contrôle de gestion que revient la tâche d'élaborer le budget, de contrôler les réalisations et les prévisions. On comprend par là l'importance qu'attache une banque à l'élaboration de son budget et à son suivi.

Il s'agit dans cet article de présenter la méthode d'analyse et de prévision des séries chronologiques de Box&Jenkins à fin de prévoir l'évolution des produits bancaires de la

Banque de Développement Local. Nous avons étudié l'évolution des crédits d'exploitation représenté en l'escompte commercial et facilité de caisse, et les crédits d'investissement représenté en crédit à moyen terme dans l'agence BDL de Maghnia.

1. Présentation de la méthode de Box&Jenkins :

George BOX et Gwilym JENKINS sont deux statisticiens qui ont contribué, dans les années 1970, à populariser la théorie des séries temporelles univariées. Les procédures de modélisation sont présentées dans leur célèbre ouvrage intitulé « Time Series Analysis : Forecasting and control ». Ils ont proposé une démarche générale de prévision pour les séries chronologiques¹. Cette démarche est fondée sur la notion de processus ARMA et elle comprend quatre phases : l'identification a priori, l'estimation du modèle ARMA identifié, l'identification a posteriori et la prévision.

1.1 Rappel sur les séries chronologiques :

Une série chronologique est constituée de l'ensemble des observations d'une grandeur effectuées à intervalles réguliers au cours du temps. La représentation graphique des observations est une étape indispensable avant d'entreprendre une analyse plus technique de la chronique. Cette représentation permet d'apprécier l'évolution lente du phénomène (tendance), de dégager les périodes de stabilité. De ce qui précède se dégagent les notions de tendance, saisonnalité qui entrent dans la décomposition d'une série temporelle ou encore une chronique.

L'étude de toute série chronologique passe avant tout par sa décomposition, car l'on suppose qu'elle est constituée d'une partie prévisible (la tendance), d'une partie due aux variations saisonnières (effets saisonniers) et d'une partie non prévisible (le résidu). Les problèmes de décomposition les plus fréquents sont les suivants :

- estimer et enlever la tendance « stationnarisation »;
- estimer et enlever les variations saisonnières « dessaisonnalisation ».

✓ **La tendance :** La composante fondamentale ou tendance (trend) traduit l'évolution à moyen terme du phénomène. On parle aussi de mouvement conjoncturel ou mouvement extra-saisonnier. La chronique correspondante, notée f_t , $t = 1 \dots T$, est une fonction à variation lente. Elle est le plus souvent estimée sous forme paramétrique (polynôme, exponentielle,...) ou comme le résultat d'une opération de lissage.

✓ **La composante saisonnière :** La composante saisonnière ou mouvement saisonnier représente des effets périodiques de période connue p qui se reproduisent de façon plus ou moins identique d'une période sur l'autre. La chronique correspondante est notée S_t , ($t = 1 \dots T$). Elle est généralement supposée rigoureusement périodique : $S_{t+p} = S_t$, et les valeurs $S_j = (S_{ij})$, $j = 1 \dots p$ d'une période sont appelées "coefficients saisonniers". Le bilan de l'effet saisonnier sur une période doit être nul car il est pris en compte dans la tendance. La composante saisonnière permet simplement de distinguer à l'intérieur d'une même période une répartition stable dans le temps d'effets positifs ou négatifs qui se compensent sur l'ensemble de la période.

✓ **La composante résiduelle :** La composante résiduelle ou variations accidentelles est la partie non structurée du phénomène. Elle est modélisée par une suite de variables aléatoires ε_t , ($t = 1, \dots, T$) centrées, non corrélées et de même variance, on parle de bruit blanc.

Certains phénomènes économiques étudiés à très long terme présentent une composante cyclique (cycles d'activité) dont la période, de plusieurs années, est souvent

¹ Régis BOURBONNAIS, Université Paris-IX Dauphine « Manuel et exercices corrigés, Econométrie », DUNOD, 4e édition, 2002, p : 78.

mal définie. Cette composante est prise en compte dans la tendance sur les séries de taille moyenne.

Les objectifs de l'analyse d'une chronique sont :

- **Modélisation** : Elle consiste à :
 - Développer des modèles permettant de décrire le comportement d'une ou plusieurs séries chronologiques.
 - Mettre au point une méthodologie pour spécifier, estimer, valider (juger) un modèle approprié pour des données particulières.
- **Prévision** : Étant données des observations $X_1, \dots, X_T$, la prévision consiste à évaluer une valeur non observée, X_{T+h} . La prévision peut être ponctuelle, ou prendre la forme d'un intervalle de prévision.

1.2 Stationnarité de la série chronologique :

Pour travailler avec des données temporelles, elles doivent conserver une distribution constante dans le temps. C'est le concept de stationnarité. Ainsi, si nos variables passées sont semblables à nos variables futures, on peut utiliser le passé pour tenter de prédire le futur. Si nos données ne sont pas stationnaires, on peut se retrouver avec: un biais de prévision, une prévision inefficace et par conséquent une mauvaise inférence¹. Un concept de stationnarité généralement utilisé est celui de la stationnarité de second ordre. Nous dirons qu'une série chronologique X_t est stationnaire au second ordre si les trois conditions suivantes sont vérifiées :

- ▷ $E[X_t] = \mu$ (l'espérance ne dépend pas de t)
- ▷ $\text{var}[X_t] = \sigma^2$ (la variance ne dépend pas de t)
- ▷ $\text{cov}[X_t, X_s] = \gamma_k, k = t-s$ (la covariance ne dépend que de $t-s$)

Un processus X_t est dit difference-stationary (DS) ou stationnaire en différence s'il peut s'écrire sous l'une des formes suivante :

- (1) $X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t$
- (2) $X_t = X_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$ (avec $\beta \neq 0$)
- (3) $X_t = X_{t-1} + \beta + \gamma \cdot t + \varepsilon_t$ (avec $\gamma \neq 0$)

Il sera dit Trend-stationary (TS) ou stationnaire en tendance s'il peut se mettre sous l'une des formes suivantes :

- (4) $X_t = \alpha \cdot X_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$ (avec $|\alpha| < 1$ et $\beta \neq 0$)
- (5) $X_t = \alpha \cdot X_{t-1} + \beta + \gamma \cdot t + \varepsilon_t$ (avec $|\alpha| < 1$ et $\gamma \neq 0$)

La bonne manière de stationnariser une série TS consiste à estimer, en général par les moindres carrés ordinaires (MCO), l'expression de la tendance et à la retirer. Tandis que la stationnarisation des séries DS se fait par passage aux différences.

❖ Test de Dickey Fuller Augmenté :

Dans le test de Dickey Fuller simple le processus ε_t est par hypothèse un bruit blanc, or il n'y a aucune raison pour que, à priori, l'erreur soit non corrélée. Le test de ADF ne suppose pas que ε_t est un bruit blanc.

Les hypothèses du test de ADF se définissent de la façon suivante :

¹ Simon LEBLOND-Isabelle Belley-Ferris, « Guide d'économétrie appliquée », Département de sciences économiques, Université de Montréal, Document de travail, 2004, p :56.

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 : \text{processus non stationnaire, il correspond à une de ces formes de non stationnarité :} \\ [1] \Delta y_t = \rho y_{t-1} - \sum_{k=2}^p \gamma_k \Delta y_{t-k+1} + \eta_t \\ [2] \Delta y_t = \rho y_{t-1} - \sum_{k=2}^p \gamma_k \Delta y_{t-k+1} + c + \eta_t \\ [3] \Delta y_t = \rho y_{t-1} - \sum_{k=2}^p \gamma_k \Delta y_{t-k+1} + bt + c + \eta_t \\ \text{où } \rho = 0, \sigma_1 = 1 \text{ et } \eta_t \sim \text{iid}(0, \sigma_\eta^2) \\ H_1 : \sigma_1 < 1. \end{array} \right.$$

D'autres tests sont également utilisés notamment celui de Phillips-Perron, Schmidts-Phillips, Elliott-Rothenberg-Stock (ERS), KPSS.

1.3 Détermination des ordres p et q du processus ARMA :

❖ Le correlogramme :

***La corrélation :** Les observations d'une série chronologique n'étant pas indépendantes, le correlogramme permet de déceler les liens entre elles. Il s'agit de la représentation graphique de la fonction d'auto-corrélation qui traduit la corrélation entre les observations à un instant donné, X_t , et les instants précédents X_{t-k} , (où X_t est la série étudiée et $k = 0 \dots n$, un entier naturel, n'étant le nombre total d'observations)¹.

La fonction d'auto-corrélation (AC) est la fonction qui à k associe $\rho(k)$. Le correlogramme est le graphique de la fonction d'auto-corrélation.

***Auto-corrélation partielle :** L'auto-corrélation partielle (PAC) entre X_t et X_{t-k} est la corrélation entre X_t et X_{t-k} , l'influence des variables décalées ($X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-k+1}$) ayant été retirée. Ainsi, l'auto-corrélation partielle d'ordre k d'une série X_t , notée $r(k)$ ou r_k est définie par le dernier coefficient de la projection linéaire de X_{t+1} sur ces k plus récentes valeurs² :

$$X_{t+1} = c_1 X_t + c_2 X_{t-1} + \dots + c_{k-1} X_{t-k+1} + r_k X_{t-k+1}$$

La fonction d'auto-corrélation partielle (PAC) est la fonction qui à k associe r_k . Le correlogramme partiel est sa représentation graphique.

❖ Les modèles Autorégressifs AR :

Un processus autorégressif d'ordre p (AR(p)) est tout processus qui peut s'écrire :

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \dots + \alpha_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

où ε_t est un bruit blanc et α_i ($i = 1 ; \dots ; p$) une constante réelle (avec $|\alpha_i| < 1$)

Le correlogramme (graphe de la fonction d'auto-corrélation) d'un processus AR(p) décroît de façon géométrique tandis que le correlogramme partiel (graphe de la fonction d'auto-corrélation partielle) a ses seuls p premiers termes significatifs (différents de 0).

❖ Les modèles Moyennes Mobiles MA :

Une série Y_t est dit processus Moyenne mobile d'ordre q (MA(q)) si chaque observation Y_t est générée par une moyenne pondérée d'aléas jusqu'à la q -ième période³.

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

¹ Xavier BRY, Ecole Nationale de statistique et d'économie Appliquée (ENEA), « Analyse et prévision élémentaires des séries temporelles », X. BRY – ENEA-1998, p : 423.

² Christophe HURLIN, U.F.R., « Économétrie Appliquée Séries Temporelles », Document de cours.

³ Elisabeth GASSIAT, Université Paris-Sud, cours de séries chronologiques, Master de Statistique, Université de Yaoundé I, 2005, p.42.

Où $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ sont des paramètres pouvant être négatifs. Le correlogramme d'un modèle MA(q) a ses seuls q premiers retards différents de 0, le correlogramme partiel décroît de manière géométrique.

❖ Les modèles Autorégressifs Moyennes Mobiles ARMA :

On dit qu'un processus Y_t suit un ARMA d'ordre (p,q) (noté ARMA(p,q)) si on peut écrire¹:

$$y_t - \alpha_1 y_{t-1} - \alpha_2 y_{t-2} - \dots - \alpha_p y_{t-p} = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

On peut dire, en gros, que si on ne se retrouve pas d'une façon évidente en face d'un processus AR(p) ou MA(q), on a de fortes chances de se trouver en face d'un processus ARMA(p,q).

*Les modèles AR, MA et ARMA ne sont représentatifs que des chroniques stationnaires en tendance et corrigées des variations saisonnières.

Si la série étudiée est de type DS (stationnaire en différence), il convient de la stationnariser par passage aux différences selon l'ordre d'intégration $I = d$ (le nombre de fois qu'il faut différencier la série pour la rendre stationnaire) la série est alors étudiée selon les modèles BOX-JENKINS (AR(p), MA(q) ou ARMA(p,q)). On parle alors de modèle Autoregressive Integrated Moving averaged'ordre (p,d,q) et on note ARIMA(p,d,q)².

Table 01 : Caractéristiques des correlogrammes des processus AR, MA et ARMA

Modèle	Fonction d'autocorrélation (ACF)	Fonction d'autocorrélation partielle (PACF)
AR(p)	Décroissance exponentielle et/ou sinusoïdale	Pics significatifs seulement pour les p premiers retards
MA(q)	Pics significatifs seulement pour les q premiers retards	Décroissance exponentielle et/ou sinusoïdale
ARMA(p,q)	Décroissance exponentielle ou sinusoïdale tronquée après (q-p) retards	Décroissance exponentielle ou sinusoïdale amortie tronquée après (p-q) retards

Source : Régis Bourbonnais, Jean Claude Usunier, Préviation des ventes :Théorie et Pratique, Ed Dunod, 4^e Edition, p :89.

1.4 Estimation et validation des paramètres :

L'estimation des paramètres du modèle est fondée sur la maximisation d'une fonction de vraisemblance. La validation de la représentation porte sur³ :

- Les coefficients du modèle qui doivent être significativement différents de 0. Si un coefficient n'est pas significativement différent de 0, il convient d'envisager une nouvelle spécification éliminant l'ordre du modèle AR ou MA non valide.

- L'analyse des résidus (l'écart entre la série observée et la série prévue) permet de vérifier qu'ils sont :

- ☒ De moyenne nulle, dans le cas contraire, il convient d'ajouter une constante au modèle ;

- ☒ Représentatifs d'un bruit blanc. Si le résidu n'est pas un bruit blanc, cela signifie que la spécification du modèle est incomplète et qu'il manque au moins un ordre à un processus.

¹ Régis Bourbonnais, Jean Claude Usunier, Préviation des ventes :Théorie et Pratique, Ed Dunod, 4^e Edition, p :88.

² L'identification a priori consiste, à partir de la lecture du correlogramme et du test de stationnarité, d'une part à détecter s'il s'agit d'un modèle ARMA ou ARIMA et d'autre part à déterminer les ordres (p,q) du modèle ARMA ou (p,d,q) du modèle ARIMA.

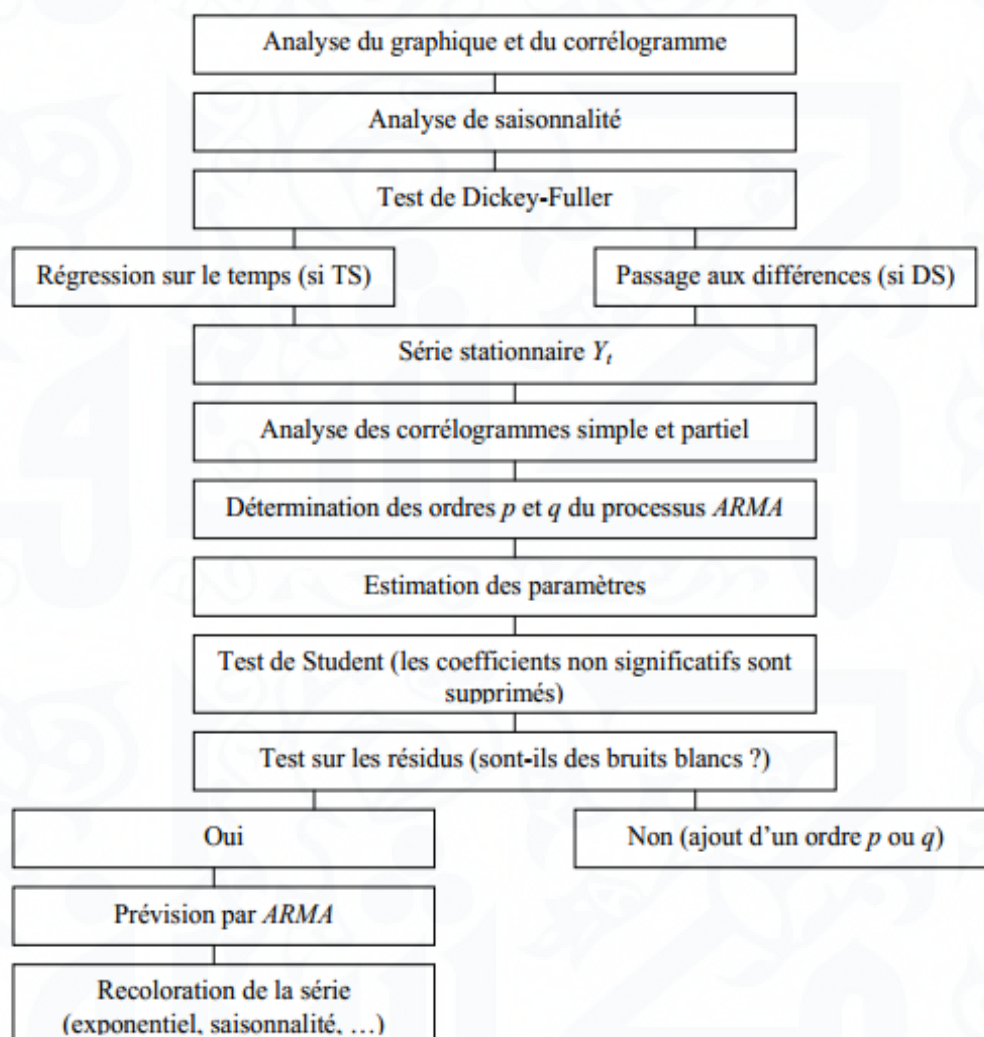
³ Régis Bourbonnais, Jean Claude Usunier, opcit, p :90.

La phase de validation du modèle est très importante et nécessite le plus souvent un retour à la phase d'identification.

1.5 La prévision :

Lorsque le modèle est validé, la prévision peut alors être calculée à un horizon h de quelques périodes, limité car la variance de l'erreur de prévision croît très vite avec l'horizon. L'intervalle de prévision donne l'idée de la valeur que pourrait prendre la prévision si l'on tenait compte de ces erreurs.

Figure 01 : Algorithme de la méthode de Box-Jenkins



Source : Régis Bourbonnais, Jean Claude Usunier, opcit, p :91.

2. Présentation de la Banque de Développement Local BDL :

2.1 La BDL en bref :

La banque de Développement Local par abréviation BDL est un organisme financier, public, économique qui a été créée par décret n°85/85 du 30 avril 1985.

La BDL, qui été dotée d'un capital de 500 millions de dinars, a hérité au départ 39 agences, 1 succursale, le siège social et un effectif de 700 agents, issus du Crédit Populaire d'Algérie, dans le cadre de la restructuration du secteur financier.

Le démarrage de l'activité a eu lieu le 1er juillet 1985. Août de la même année, la banque a repris les activités des Caisses de Crédit Municipal d'Alger, d'Oran et de Constantine, regroupées en un réseau de huit (08) agences dont cinq (05) agences spécialisées dans les opérations de prêts sur gages (PSG).

Le démarrage de cette banque a été difficile, même si en 1986, elle a bénéficié de cinq agences issues des ex-caisses de Crédit Municipal, elle a tenté de s'imposer sur un marché déjà conquis par d'autres banques d'envergure nationale (CPA, BNA, BEA) et qui ont accumulé beaucoup d'expérience.

La BDL ne disposait pas alors de l'outil informatique, tant au niveau central, qu'au niveau des agences. Les opérations étaient donc traitées manuellement d'autre part la création de cette banque a coïncidé avec la crise économique qui a secoué le pays, en 1986 en raison de la baisse brutale du prix du pétrole, qui a rendu aléatoire son développement.

Les ressources de la clientèle étaient alors, seulement de deux milliards de dinars et avec cent mille (100.000) comptes clients.

Suite à sa transformation juridique en société par actions (SPA) et sur la base de la loi 88/04 portant sur l'autonomie des entreprises, elle est passée à l'autonomie le 20 février 1989.

Et enfin le siège social de la Banque de Développement Local est situé au 5, rue Gaci Amar Staouéli-wilaya d'Alger.

Le capital social de la BDL est passé successivement de 500 millions de dinars à sa création, à 720 millions de dinars en 1994, à 1 milliard 440 millions de dinars en 1995, à 13.390.000.000 dinars en 2004, puis à 15.800.000.000 dinars en 2010.

L'organigramme général de la banque de développement local (BDL) est composé des structures centrales, d'un réseau de succursales et agences qui entretiennent entre elles des relations hiérarchiques et fonctionnelles, afin de répartir l'ensemble des tâches dévolues à la banque dans le cadre des missions qui lui sont attribuées.

Le schéma général d'organisation de la BDL s'articule autour des structures centrales et d'un réseau de directions régionales et d'agences.

2.2 Missions et objets :

La Banque de Développement Local a spécialement pour mission et ce conformément aux lois et règlements en vigueur, l'exécution de toutes opérations bancaires et l'octroi de prêts et de crédits sous toutes ses formes à savoir :

- ☑ De contribuer au financement des activités d'exploitation et d'investissement des (PME/PMI).

- ☑ De financer des projets à caractère économique des collectivités locales.

- ☑ De financer toutes activités économiques industrielles et commerciales.

- ☑ De participer à la collecte de l'épargne.

- ☑ De traiter toutes opérations ayant trait aux prêts sur gages.

- ☑ De consentir à toute personne physique ou morale selon les conditions et formes autorisées.

- ☑ Des prêts et avances sur effets publics.

- ☑ Des crédits à court, moyen et long terme.

- ☑ D'effectuer et de recevoir tous paiements en espèces ou par chèques, virements et domiciliation.

- ☑ D'établir des mises à disposition, des lettres de crédits et autres opérations de banque.

2.3 Produits et services BDL :

☛ Les crédits :

- ☑ **Le crédit d'investissement :** Le crédit d'investissement est destiné à financer tout projet de création ou d'extension d'activité et en cas de renouvellement des moyens de production. La durée de remboursement usuelle d'un crédit d'investissement s'étale sur une période pouvant aller de trois à

sept ans, une période de différé de remboursement de **6 mois** à **2 ans** peut être accordée (Crédit Moyen Terme).

☑ **Le crédit d'exploitation** : consiste à Financer les différents besoins d'exploitations « stocks, créances clients ... ». La banque peut se porter garante en faveur de sa clientèle en mettant à leur disposition des cautions et des Avals. Le crédit que nous vous allouons peut revêtir la forme d'un crédit par caisse (escompte commercial, facilité de caisse, découvert, crédit de compagne, avances) et/ou d'un crédit par signature (aval, cautions douanes, soumission contentieuse, cautions CIC, crédits documentaires).

☑ **Le crédit documentaire** : C'est une opération par laquelle une banque, à la demande suite aux instructions de son client (importateur), s'engage par l'intermédiaire d'une banque correspondante, en faveur de l'exportateur, d'opérer par paiement, acceptation ou négociation le règlement des documents constatant l'expédition d'une marchandise effectuée conformément aux conditions stipulées par l'importateur (ordonnateur) dans sa demande d'ouverture de crédit. C'est un engagement pris vis-à-vis de l'exportateur (bénéficiaire de la lettre de crédit) par la banque de l'importateur de payer, sous condition qu'elle reçoit des documents conformes prouvant l'expédition des marchandises convenues. Il est important pour l'importateur d'avoir à l'esprit que le paiement est lié à la conformité des documents et non pas à celle de la marchandise elle-même, qui n'est pas prise en considération dans son aspect physique.

☑ **Crédit immobilier** : C'est un crédit à moyen et à long terme ayant pour objet le financement des opérations de promotion immobilière destinées exclusivement à la vente et à la location. Aussi, le crédit à la promotion immobilière peut être affecté au financement de l'acquisition d'un terrain réservé exclusivement à l'édification d'une promotion immobilière (location et/ou vente).

☑ **Crédit spécifique** : destinés aux promoteurs, ANSEJ, CNAC, ANGEM.

☞ Les services :

☑ **La carte « CIB Classique & CIB Gold »** : La carte « CIB Classique » et la carte « CIB Gold », sont deux cartes Interbancaires, elles permettent la facilité de paiement et de retrait au quotidien. La carte CIB GOLD est destinée à la clientèle privilégiée de la banque.

☑ **Paiements sur Terminaux de Paiement Electroniques TPE** : Le TPE (Terminal de Paiement Electronique) est un instrument de paiement qui vous garantit une plus grande protection contre la fraude, le vol et la contrefaçon. Il vous permet l'acceptation des cartes bancaires, l'enregistrement et transaction automatique. Il vous permet également le règlement de ces transactions en un délai rapide.

☑ **Le service MoneyGram** : Money Gram est nouveau service rentrant dans la cadre de la stratégie commerciale de la BDL en faveur de la clientèle des particuliers. Les bénéficiaires de ce nouveau service sont les personnes physiques domiciliés aux guichets de la BDL ou les clients de passage. Ce service consiste en une opération de transfert d'Argent « sure et rapide » de n'importe quel point de vente Money Gram dans le monde vers une Agence du réseau BDL. Money Gram est un leader mondial dans le service du transfert d'argent international collaborant avec des partenaires de qualité dans plus de 150 000 points de vente situés dans 170 pays et territoires. ce service consiste pour le moment que l'envoi de l'Argent de l'étranger vers l'Algérie et en aucun cas le transfert de l'argent à partir de l'Algérie.

☑ **La Carte VISA:** La carte BDL/VISA, est un moyen de retrait et de paiement électronique, matérialisée sous forme d'une carte à puce avec les inscriptions et les logos de « **VISA** » et de la « **BDL** ». Elle est personnalisée au nom du porteur et elle est délivrée à tout client intéressé, domicilié ou non à la BDL et disposant de devises. Chaque carte est identifiée par un Numéro d'Identification de Base « **BIN** » composé des 6 premiers numéros. La carte BDL/VISA a une validité de deux (02) ans.

☑ **La carte Visa International BDL Gold :** elle est délivrée à tout client détenteur d'un compte en devises et en dinars ouverts sur les livres de la BDL. Elle fonctionne sur la base de la disponibilité en compte du client. Le renouvellement de la carte est automatique un mois avant la date d'expiration de sa validité, sauf résiliation du contrat porteur.

3. Application de la méthode de Box-Jenkins à la prévision de quelques produits de la BDL :

3.1 Identification à priori :

☞ **Analyse du graphique :** Dans notre étude, nous allons étudier l'évolution des crédits d'exploitation représenté en l'escompte commercial « **ESC** » et facilité de caisse « **FC** », et les crédits d'investissement représenté en crédit à moyen terme « **CMT** » dans l'agence BDL de Maghnia.

Figure 02 : graphiques des séries brutes



L'allure des graphiques de l'escompte commercial « ESC » et de crédit à moyen terme « CMT » présente un processus à tendance linéaire fortement croissante avec une chute en 2009 concernant l'escompte commercial, nous remarquons aussi une croissance dans les crédits de facilité de caisse « FC » en cours des années 2008 et 2009 qui rebaisse rapidement en cours des années 2010, 2011 et 2012 suivi d'une brusque évaluation à cause des phénomènes conjoncturels internes ou externes à la BDL.

La représentation graphique nous suggère l'idée d'un schéma additif car les tendances de nos séries ne sont pas proportionnelles aux oscillations des séries. Nous pouvons aussi constater que les séries ESC, FC et CMT avec leurs fonctions de corrélations (AC) et auto-corrélations partielles (PAC) sont différents du zéro, elles sont donc non stationnaires et doivent être stationnarisées avant toute étude.

➤ Analyse de la saisonnalité et de la stationnarité :

Nos séries ont toutes des tendances soit constantes soit croissantes (voir graphiques à la page précédente) qui ne sont pas proportionnelles aux oscillations des séries. C'est à dire qu'elles ne peuvent être décomposées ni selon le schéma multiplicatif, ni un schéma mixte. Nous les décomposerons donc toutes selon le schéma additif. La dessaisonnalisation consistera donc à soustraire l'effet saisonnier des valeurs observées de la série après l'avoir estimé. Ceci nous permettra d'obtenir des séries corrigées des variations saisonnières (CVS) que nous étudierons par la suite. Comme nos séries sont mensuelles, alors la moyenne mobile centrée utilisée pour les désaisonnaliser est la moyenne mobile d'ordre 12.

Les coefficients saisonniers ont été déterminés par la méthode de dessaisonnalisation par moyennes mobiles centrées comme nous l'avons déjà indiqué. La CVS est alors obtenue en retranchant ces coefficients de la série initiale, car le schéma adopté est celui additif. Les résultats seront présentés sous forme de tableau récapitulatif à la phase de prévision.

Tableau 02 : Coefficients saisonniers

CVS-séries	ESC	FC	CMT
Les mois			
Janvier	12.81	6.27	-11.66
Février	-14.36	-11.06	-2.34
Mars	-3.63	4.70	8.07
Avril	-3.67	2.43	-0.44
Mai	7.34	3.68	-23.32
Juin	-23.98	0.28	-9.81
Juillet	7.11	-1.06	-5.67
Aout	4.58	-6.80	-5.84
Septembre	-4.30	-3.64	33.14
Octobre	0.61	0.66	39.11
Novembre	0.50	2.60	16.68
Décembre	16.99	1.84	-37.90

Source : fait à partir de Eviews 6.0

Nous avons procédé au test de stationnarité test de Dickey-Fuller Augmenter. Rappelons qu'on teste la stationnarité en différence contre la stationnarité en tendance, ce test retourne la valeur de la statistique de ADF. L'hypothèse nulle est rejetée si cette dernière est inférieure à la valeur critique contenue dans la table de ADF au seuil correspondant (5%) dans les trois modèles suivants :

$$[1]: ESTSA_t = \phi ESTSA_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$[2]: ESTSA_t = \phi ESTSA_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$$

$$[3]: ESTSA_t = \phi ESTSA_{t-1} + \beta + \gamma_t + \varepsilon_t$$

On a le tableau suivant :

Tableau 03 : Récapitulatif des statistiques du test ADF :

ESCSA		t-stat	Prob	FCSA		t-stat	Prob	CMTSA		t-stat	Prob
	[1]	-0.61	0.4465		[1]	-0.35	0.5538		[1]	1.92	0.9862
	[2]	-3.81	0.0047		[2]	-0.70	0.8361		[2]	0.02	0.9562
	[3]	-3.69	0.0307		[3]	-2.75	0.2189		[3]	-2.20	0.4750

Source : fait à partir de Eviews 6.0

À l'issue du test, toutes les statistiques étaient inférieures à la valeur critique au seuil de 5%. Donc toutes les séries sont stationnaires en tendance. La régression sur le temps par moindres carrés ordinaires, suivie du test de significativité de Student sur les coefficients nous permet d'obtenir la tendance de chaque série, que nous prélevons des séries CVS pour les stationnariser. Donc toutes les séries sont stationnaires après les premières différences.

ESCSA $\sim I[1]$

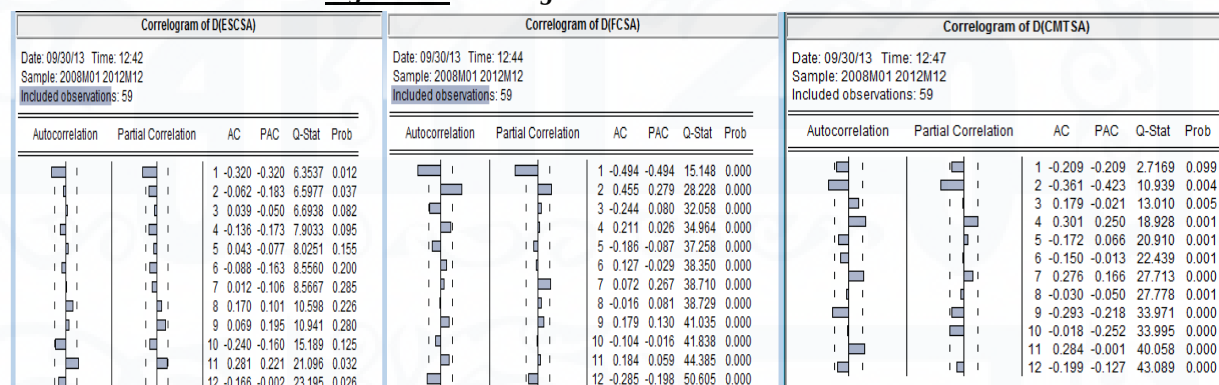
FCSA $\sim I[1]$

CMTSA $\sim I[1]$

➔ Lecture des correlogrammes et choix des ordres p et q des modèles :

Il est question à présent de passer à l'étude des correlogrammes simples et partiel des séries stationnalisées. On a les figures suivantes :

Figure 03 : Correlogrammes des séries stationnalisées



Source : fait à partir de Eviews 6.0

Les modèles pressentis après la lecture des correlogrammes sont :

Escompte commercial : ARIMA (1,1,1)

Facilité de caisse : ARIMA (2,1,1)

Crédit moyen terme : ARIMA (2,1,2)

3.2 Estimation des coefficients et validation des modèles :

Après le test de Student sur les coefficients des différents modèles estimés, les modèles retenus sont les suivants :

➔ Escompte commercial : **ARIMA(0,1,1)**: $ESCSA_t = -55\varepsilon_{t-1}$

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.556276	0.109305	-5.089196	0.0000

Les résidus s'obtiennent en retirant de la CVS la série stationnarisée. Nous procédons à cette phase au test de normalité (Shapiro.test) et de bruit blanc (Box.test) sur les résidus, ce qui nous donne les résultats suivants :

Il ressort que les p-values obtenues au test de bruit blanc sont supérieures à 5% donc le résidu vérifie l'hypothèse de bruit blanc au seuil de 5%, mais il ne vérifie pas

l'hypothèse de normalité, au seuil de 5% [Regarder l'annexe 1]. Donc le modèle ARIMA(0.1.1) est valide pour la prévision.

☞ Facilité de caisse : **ARIMA(2.1.1):** $FCSA_t = 0.49FCSA_{t-2} + 0.75\varepsilon_{t-1}$

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	0.462537	0.125324	3.690734	0.0005
MA(1)	-0.492341	0.125293	-3.929512	0.0002

Il ressort que les p-values obtenues au test de bruit blanc sont supérieures à 5% donc le résidu vérifie l'hypothèse de bruit blanc au seuil de 5%, aussi l'hypothèse de normalité est vérifiée au seuil de 5% [Regarder l'annexe 2]. Donc le modèle ARIMA(2.1.1) est valide pour la prévision.

☞ Crédit moyen terme :

ARIMA(2.1.2): $CMTSA_t = -0.23CMTSA_{t-1} - 0.96CMTSA_{t-2} - 0.95\varepsilon_{t-1}$

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.234254	0.044311	-5.286621	0.0000
AR(2)	-0.968011	0.049078	-19.72404	0.0000
MA(2)	0.954665	0.044562	21.42315	0.0000

Il ressort que les p-values obtenues au test de bruit blanc sont supérieures à 5% donc le résidu vérifie l'hypothèse de bruit blanc au seuil de 5%, mais il ne vérifie pas l'hypothèse de normalité, au seuil de 5% [Regarder l'annexe 3]. Donc le modèle ARIMA(2.1.2) est valide pour la prévision.

3.3 Prévision pour 2013 :

Les observations de nos séries sont mensuelles et s'étalent sur une période de sept ans. Ainsi, vu le nombre d'observations, nous avons cru bon de limiter la prévision sur un an.

Ces prévisions ne tiennent pas compte des variables extérieures. Elles seront d'autant plus réalisables qu'aucun phénomène conjoncturel, pouvant bouleverser considérablement l'ordre actuel d'évolution des activités de la banque ne se produisait. Comme il s'agit d'un modèle additif, la prévision sera donc la somme de l'estimation tendancielle (qui est calculée grâce à son estimation polynômiale), la prévision du modèle et le coefficient saisonnier correspondant.

Prévision = Modèle + Tendence + Coefficient Saisonnier

Pour ce qui est des intervalles de prévision (qui sont calculés au seuil de 5%), ils sont obtenus à partir des erreurs sur les résidus. C'est-à-dire intervalles dans lesquels les valeurs attendues devraient tombées avec 95% de chance.

Ainsi, on a les tableaux récapitulatifs suivants:

☞ L'escompte commercial :

Mois 2013	Ordre des obs ¹	Coef CVS	Tendance	modèle	prévision	Interval_inf ²	Interval_sup
Janvier	61	12.82	90.46	-5.02	98	65.96	130.55
Février	62	-14.37	87.45	-1.23	72	38.21	105.49
Mars	63	-3.64	84.33	-0.40	80	46.58	114
Avril	64	-3.68	81.09	-0.22	77	43.48	110.90
Mai	65	7.34	77.73	-0.18	85	51.19	118.60
Juin	66	-23.98	74.26	-0.17	50	16.40	83.82
Juillet	67	7.11	70.67	-0.17	78	43.90	111.32
Aout	68	4.58	66.96	-0.17	72	37.67	105.09
Septembre	69	-4.30	63.14	-0.17	59	24.96	92.38
Octobre	70	0.61	59.20	-0.17	60	25.93	93.35
Novembre	71	0.51	55.14	-0.17	55	21.77	89.19
Décembre	72	16.99	50.97	-0.17	68	34.08	101.5

☞ Facilité de caisse :

Mois 2013	Ordre des obs	Coef CVS	tendance	modèle	prévision	Interval_inf	Interval_sup
Janvier	61	6.27	130.88	-8.37	129	117.57	140
Février	62	-11.06	131.08	-2.53	117	106.25	128.72
Mars	63	4.70	131.27	-1.41	135	123.10	146.03
Avril	64	2.43	131.47	2.49	136	123.99	148.79
Mai	65	3.68	131.66	2.66	138	125.41	150.60
Juin	66	0.28	131.86	3.82	136	122.44	149.49
Juillet	67	-1.06	132.05	2.61	134	119.92	147.28
Aout	68	-6.80	132.25	2.10	128	113.65	141.42
Septembre	69	-3.64	132.44	0.56	129	115.48	143.25
Octobre	70	0.66	132.64	-0.13	133	119.29	147.06
Novembre	71	2.60	132.83	-1.03	134	120.50	148.42
Décembre	72	1.84	133.03	-1.14	134	119.75	147.77

☞ Crédit à court terme :

Mois 2013	Ordre des obs	Coef CVS	tendance	modèle	prévision	Interval_inf	Interval_sup
Janvier	61	-11.66	663.40	79.75	731	656.80	805.80
Février	62	-2.34	668.17	62.18	728	646.63	809
Mars	63	8.07	672.94	73.44	754	672.11	836.43
Avril	64	-0.44	677.71	60.59	738	645.88	829.46
Mai	65	-23.32	682.48	50.27	709	611.74	806.73
Juin	66	-9.81	687.25	41.97	719	618.21	820.23
Juillet	67	-5.67	692.02	35.31	721	618.27	824.69
Aout	68	-5.84	696.80	29.96	723	618.37	827.59
Septembre	69	33.14	701.57	25.67	760	654.70	865.69
Octobre	70	39.11	706.34	22.22	768	661.41	873.55
Novembre	71	16.68	711.11	19.45	747	640.61	853.48
Décembre	72	-37.90	715.88	17.22	695	588.32	801.67

Conclusion :

A l'heure de la globalisation et de son corollaire d'ouverture des marchés nationaux, les entreprises algériennes ont plus que jamais besoin de connaître les leviers qu'elles peuvent actionner pour ne pas rester en marge de la dynamique économique mondiale. La question est alors de savoir ce qui explique le positionnement actuel des entreprises algériennes au sein de ce vaste marché mondial et quelles sont leurs forces et leurs faiblesses. Evoluant dans un contexte hautement concurrentiel, la maîtrise de ses parts

¹ Désigne l'ordre des observations en mois en mois à partir de janvier 2008 jusqu'au décembre 2012.

² Présente les bornes inférieure et supérieures de notre intervalle de prévision.

de marché et son évolution au cours du temps devraient être inscrites dans les priorités de toute entreprise soucieuse de son avenir.

Les mathématiques avec ses théories et ses modèles sont des sciences abstraites qui occupent une place très importante dans l'efficacité des entreprises, nous avons pu aborder à l'aide de ses différents modèles le monde de la prévision, qui recouvre un ensemble de méthodes très diverses qui ont en commun de chercher à réduire l'incertitude liée à la non connaissance du futur.

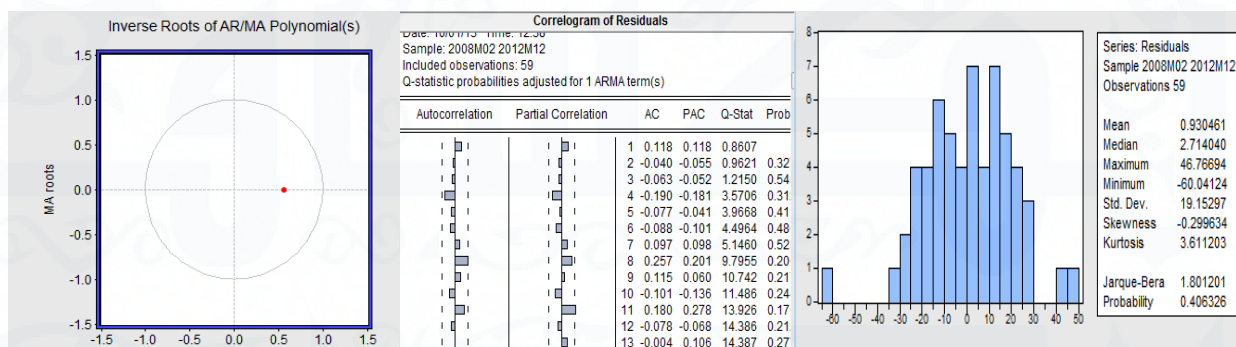
Nous avons choisi dans cet article la méthodologie de Box et Jenkins, qui est une technique d'extrapolation par référence à une loi de reproduction du phénomène étudié ou l'information permettant de mettre en évidence le processus est contenue dans la série chronologique elle-même sans apport externe, à fin de prévoir l'évolution des produits bancaires de la Banque de Développement Local. Nous avons étudié l'évolution des crédits d'exploitation représentée en l'escompte commercial et facilité de caisse, et les crédits d'investissement représenté en crédit à moyen terme.

L'étude prévisionnelle nous a amené à construire un modèle de prévision pour chacune des crédits de l'agence de BDL, les modèles obtenus, après être soumis aux différents tests de validation, ont été choisis selon les critères statistiques (parmi les modèles valides, ils sont de moindre variance, ils maximisent la vraisemblance et ils sont de moindre AIC).

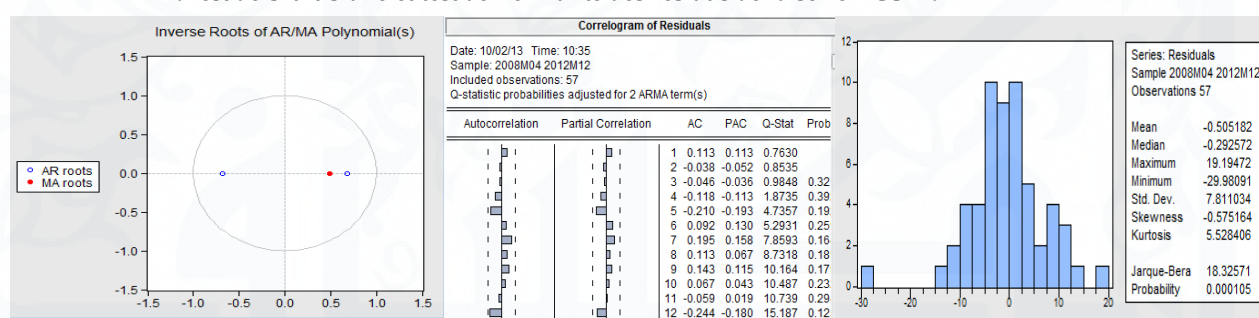
Ce travail ouvre des portes aux autres études qui, menés sur le parc des comptes de BDL pourraient apporter plus d'informations aux décideurs de cette banque. Ainsi, cette réflexion devrait être approfondie en intégrant d'autres paramètres comme les caractéristiques de la clientèle des différents types de comptes, les montants mensuels d'encaissement et de consommation des comptes d'épargne en termes de prêts à la clientèle ainsi que les différents crédits présentés par cette banque. Ceci pourra permettre d'établir des indicateurs permettant d'apprécier la rentabilité d'une agence bancaire.

Annexe :

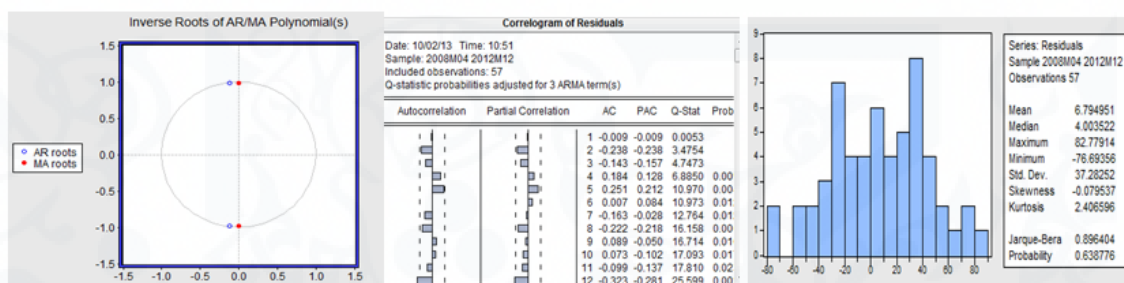
1. Test de bruit blanc et test de normalité des résidus de la série ESCSA :



2. Test de bruit blanc et test de normalité des résidus de la série FCSCA :



3. Test de bruit blanc et test de normalité des résidus de la série CMTSA :



Bibliographie :

- [1] **Christophe HURLIN**, U.F.R, « *Econométrie Appliquée Séries Temporelles* », Document de cours.
- [2] **Elisabeth GASSIAT**, Université Paris-Sud, cours de séries chronologiques, Master de Statistique, Université de Yaoundé I, 2005
- [3] **Régis BOURBONNAIS**, Université Paris-IX Dauphine « *Manuel et exercices corrigés, Econométrie* », DUNOD, 4e édition, 2002.
- [4] **Régis Bourbonnais, Jean Claude Usunier**, *Prévision des ventes : Théorie et Pratique*, Ed Dunod, 4^e Edition, 2007.
- [5] **Simon LEBLOND-Isabelle Belley-Ferris**, « *Guide d'économétrie appliquée* », Département de sciences économiques, Université de Montréal, Document de travail, 2004.
- [6] **Walter ZUCCHINI, Oleg NENADIE**, « *Time series analysis with R – Part I* », Document de cours.
- [7] **Xavier BRY**, Ecole Nationale de statistique et d'économie Appliquée (ENEA), « *Analyse et prévision élémentaires des séries temporelles* », X. BRY – ENEA-1998.
- [8] www.bdl-bank.dz