

Chapitre 10, exercice 3

Instructions pour employer la série ELF5 du répertoire CH10EX03

Le répertoire CH10EX03 comporte un exercice de base destiné à tous les apprenants.

Exercice de base (Pour tous les utilisateurs du cours)

Préalable



Objectif



Le but est de modéliser la série au moyen d'un modèle ARIMA. La méthode de Box et Jenkins est employée à cette fin.

Données



Il s'agit de l'évolution des cours de l'action Elf-Aquitaine à la bourse de Paris à raison d'une cotation tous les cinq jours entre le 19 juin 1988 et le 17 octobre 1989, soit 69 données. La variable est notée ELF5. La série a déjà été employée dans l'exercice supplémentaire 8.10 du chapitre 8. Elle sera encore employée au chapitre 11.

Structure de l'exercice

L'exercice comporte sept parties :

- Dans la partie 1, le but de l'exercice est de présenter les données.
- Dans la partie 2, le but de l'exercice est de rappeler les conclusions de l'exercice 8.10 du chapitre 8 et d'examiner les autocorrélations de la série et de la série en différences.
- Dans la partie 3, le but de l'exercice est d'effectuer la spécification du modèle, comme dans les autres exercices, et d'estimer le paramètre du modèle proposé.
- Dans la partie 4, le but de l'exercice est de valider l'adéquation du modèle estimé sur les données originelles, obtenu dans la partie 3.
- Dans la partie 5, le but de l'exercice est de revoir la spécification et l'estimation du modèle sur une version modifiée de la série.
- Dans la partie 6, le but de l'exercice est de fournir les prévisions et les intervalles de prévision correspondants, obtenus à partir du modèle estimé sur les données originelles dans la partie 3.
- Dans la partie 7, le but de l'exercice est de comparer les résultats avec ceux obtenus par lissage exponentiel simple.

Partie 1 Dans la partie 1, le but de l'exercice est de présenter les données. Dans la partie suivante, nous rappellerons les conclusions de l'exercice 8.10 du chapitre 8.

1.1 INTRODUCTION

Nous avons présenté le problème dans l'exercice supplémentaire 8.1 du chapitre 8.

La série montre l'évolution à long terme du cours de l'action Elf-Aquitaine à raison d'une cotation tous les cinq jours entre le 19 juin 1988 et le 17 octobre 1989, soit 69 données. Nous appellerons ELF5 la variable étudiée. On doit évidemment s'attendre à trouver une trace de la chute de Wall Street à la date du 13 octobre 1989 commémorant le deuxième anniversaire du Lundi noir du 19 octobre 1987.

D'après la théorie financière, les cours en bourse reflètent immédiatement la valeur cotée pourvu que le marché soit efficient. On s'attend alors à ce que les cours d'une action, par exemple Elf-Aquitaine, suivent une *promenade aléatoire*, c'est-à-dire que la meilleure méthode de prévision soit la méthode de prévision naïve. Les données sont brutes, c'est-à-dire qu'elles n'ont pas été retouchées pour tenir compte des versements de dividendes.

Nous allons examiner la série au moyen du logiciel Time Series Expert for Windows (TSE) que nous avons déjà employé, notamment dans les exercices 1 et 2 du présent chapitre.

1.2 EXAMEN DU GRAPHIQUE

⇒ Pour lancer le logiciel, suivez les instructions données en annexe de l'introduction du cours.

⇒ Choisissez le répertoire de données approprié sur votre disque (pas sur le CD-ROM): menu File ⇒ Open. Choisissez DATA puis CHAP10 puis CH10EX03.

Remarque

Des instructions plus détaillées ont été données sous forme de remarques lors de la partie 1 de l'exercice 1. Prière de s'y référer.

⇒ Chargez le problème déjà préparé ELF5. Vous devez alors voir



dans le bas de l'écran que la variable dépendante est ELF5, que les données ne sont pas datées et que l'échantillon d'estimation est 1 – 69 et que les prévisions seront calculées jusqu'en 71.

⇒ Pour visualiser graphiquement la série: menu Graphics ⇒ Series et sélectionnez ELF5. Cliquez OK pour obtenir le graphique.



?

Que pensez-vous de la série ? Le graphique semble-t-il correspondre à ce qu'on pouvait attendre ?

1.2.1 Votre réponse



?

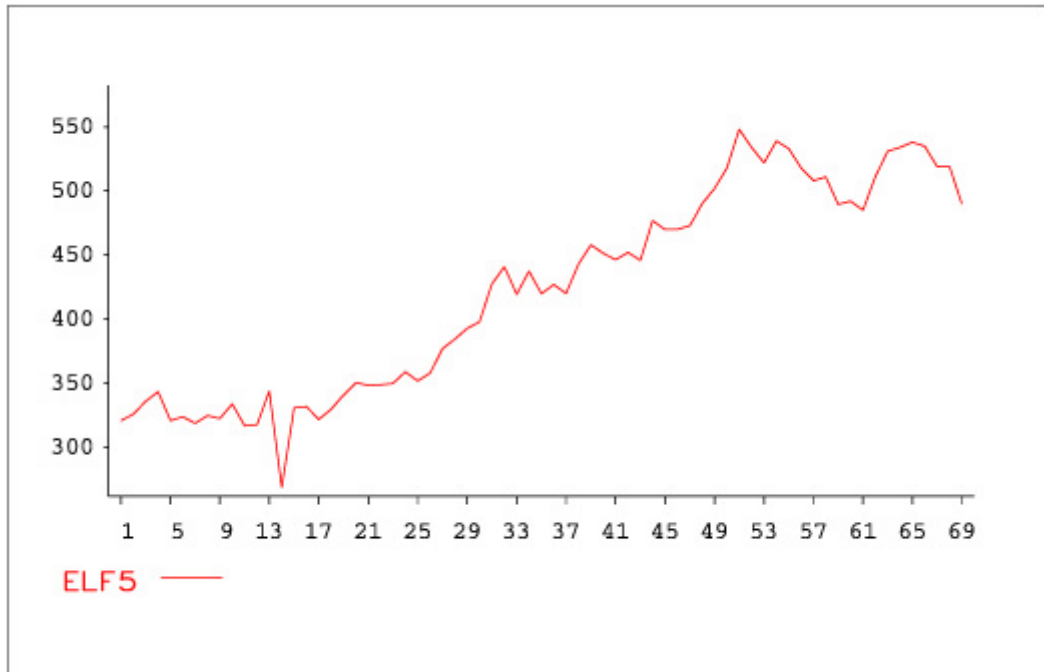
Pouvez-vous accepter que la série soit produite par un processus stationnaire ? Justifiez votre réponse.

1.2.2 Votre réponse

SYNTHÈSE

Nous avons visualisé la série qui a des caractéristiques semblables à la plupart des séries de cours et plus généralement de prix dans un marché efficient. Nous allons quantifier ceci dans la partie 2 de l'exercice.

Partie 2 Dans la partie 2, le but de l'exercice est de rappeler les conclusions de l'exercice 8.10 du chapitre 8 et d'examiner les autocorrélations de la série et de la série en différences. Le but ici est de modéliser la série afin d'obtenir des prévisions. Rappelons le graphique de la série.



2.1 LES AUTOCORRÉLATIONS DE LA SÉRIE

Nous allons commencer par examiner les autocorrélations de la série. À partir d'ici, nous n'emploierons plus de problèmes préparés à l'avance mais nous donnerons des indications. Nous pourrions procéder comme dans le chapitre 9, mais il sera plus facile d'accéder directement à la boîte de dialogue des modèles ARIMA, en procédant comme suit.

- ⇒ Lancez le logiciel comme dans la partie 1.
- ⇒ Choisissez le répertoire de données approprié sur votre disque (pas sur le CD-ROM): menu File ⇒ Open. Choisissez DATA puis CHAP10 puis CH10EX03.
- ⇒ Chargez le problème déjà utilisé : ELF5.
- ⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour la spécification : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Specification. Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Specification, vous devez voir 0 en face de Differences et 0 en face de Seasonal differences. Sur la ligne Normalized transformation, vous devez voir None. Sur la ligne Save re-

siduals, vous devez voir “Resid”. Cliquez OK pour lancer le programme. Il n’est pas nécessaire de regarder la sortie.

Remarque



Des instructions plus détaillées ont été données sous forme de remarques lors de la partie 1 de l’exercice 1. Prière de s’y référer.

⇒ Pour visualiser les autocorrélations de la série résiduelle : menu Graphics ⇒ Residual autocorrelations and partials.



Vérifiez quels sont les retards pour lesquels les autocorrélations sont significatives au seuil de 5%.



2.1.1 Votre réponse



Sur la base des autocorrélations, pouvez-vous accepter que la série soit produite par un processus stationnaire ?



2.1.2 Votre réponse



Quelle amélioration du modèle proposez-vous ?



2.1.3 Votre réponse

2.2 LES AUTOCORRÉLATIONS DE LA SÉRIE EN DIFFÉRENCE

Nous allons appliquer les différences à la série ELF5 afin d’obtenir DELF5 = ∇ ELF5. Au lieu d’employer le tableur, nous passons par la boîte de dialogue des modèles ARIMA, en procédant comme suit.

⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour la spécification : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Specification. Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Specification, vous avez 0 en face de Differences. Utilisez les triangles pointés vers le haut ou vers le bas pour faire apparaître 1.



Remarque

S'il devait arriver qu'un nombre supérieur à 1 apparaisse, pressez plusieurs fois la barre d'espace pour revenir sur 0 puis sur 1.

⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Il n'est pas nécessaire de regarder la sortie.

⇒ Pour visualiser les autocorrélations de la série résiduelle : menu Graphics ⇒ Residual autocorrelations and partials.

?

Que valent les autocorrélations de retard 1 ? De retard 2 ? De retard 3 ? De retard 4 ?



2.2.1 Votre réponse

?

Vérifiez quels sont les retards pour lesquels les autocorrélations sont significatives au seuil de 5%, au seuil de 1 %.



2.2.2 Votre réponse

?

Sur la base du graphique des résidus, pouvez-vous accepter que la série DELF5 soit produite par un processus stationnaire ?



2.2.3 Votre réponse

?

Sur la base des autocorrélations, pouvez-vous accepter que la série DELF5 soit produite par un processus bruit blanc ?



2.2.4 Votre réponse

On peut aussi examiner les autocorrélations partielles de la série.



Pour visualiser les autocorrélations partielles de la série résiduelle, pressez Enter. Pour revenir ensuite aux autocorrélations, pressez encore une fois Enter.

?

Vérifiez quels sont les retards pour lesquels les autocorrélations partielles sont significatives au seuil de 5%, au seuil de 1 %.



2.2.5 Votre réponse

?

Peut-on considérer que les autocorrélations sont tronquées au-delà d'un certain retard ? Si oui, que vaut ce retard ? Peut-on considérer que les autocorrélations partielles sont tronquées au-delà d'un certain retard ? Si oui, que vaut ce retard ?



2.2.6 Votre réponse

**?**

Si l'on considère que les autocorrélations sont tronquées au-delà du retard 1, quel modèle peut-on proposer ? Justifier la réponse.

2.2.7 Votre réponse

Nous allons sauvegarder le problème pour le charger de nouveau dans la troisième partie de l'exercice.



Sauvegardez le problème modifié : menu File \Rightarrow Save as. Tapez ELF52 pour que le nom devienne ELF52 et Cliquez Save.



Remarque

En finance, on s'intéresse aux rendements d'une action, donc aux taux de croissance relatifs, de préférence en temps continu. La meilleure approximation avec une série discrète est la différence des logarithmes, voir le chapitre 3. Ce serait une raison pour appliquer ici une transformation logarithmique qui n'apparaît pourtant pas nécessaire.

SYNTHÈSE

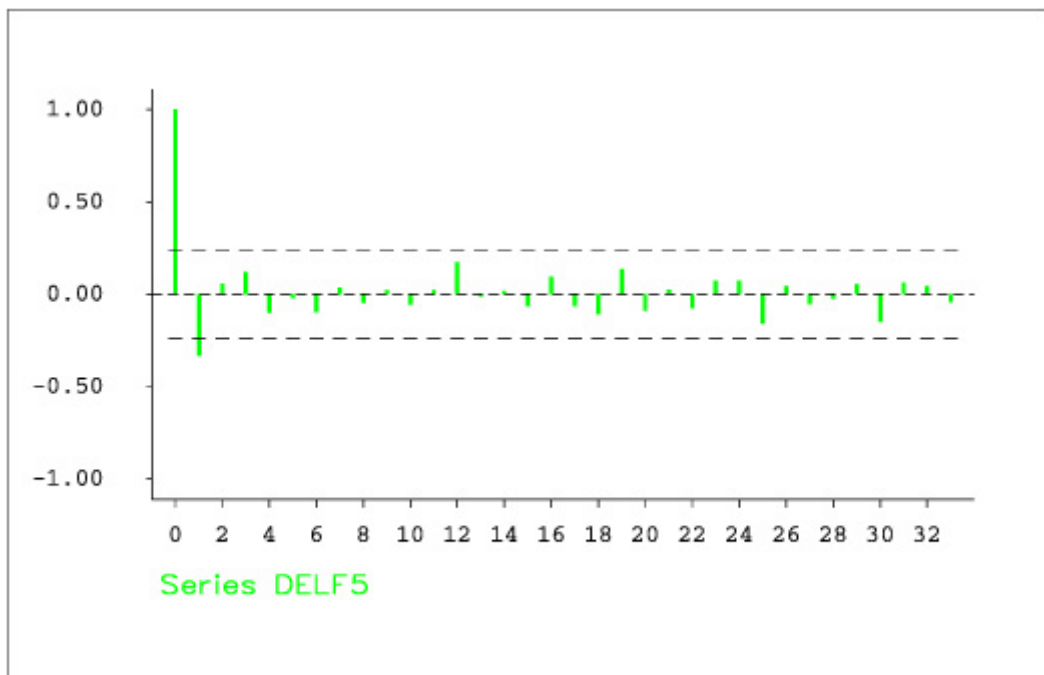
Nous avons d'abord regardé les autocorrélations de la série hebdomadaire ELF5. On y voit une décroissance plutôt linéaire des autocorrélations en fonction du retard, ce qui indique que la série est non stationnaire et qu'il faudrait envisager la série des différences premières.

Nous avons ensuite considéré les autocorrélations de la série ∇ ELF5. On constate la présence d'autocorrélation de retard 1 (c'est-à-dire cinq jours). On rejette l'hypothèse de bruit blanc. Cela signifie que les différences contiennent de l'information susceptible d'améliorer la prévision du cours. Par conséquent, la *promenade aléatoire* ne constitue pas un modèle plausible de la série des cours d'Elf-Aquitaine à raison d'une cotation tous les cinq jours.

Partie 3 Dans la partie 3, le but de l'exercice est d'effectuer la spécification du modèle, comme dans les autres exercices, et d'estimer le paramètre du modèle proposé.

3.1 SPÉCIFICATION DU MODÈLE

Dans la partie 2, nous avons conclu sur la nécessité d'appliquer une différence ordinaire à la série ELF5. Contrairement à ce qu'on pouvait attendre, la série $DEL5 = \nabla ELF5$ ne peut pas être considérée comme produite par un bruit blanc. Rappelons les autocorrélations de la série DEL5.



En considérant que les autocorrélations sont tronquées au-delà du retard 1, nous avons proposé un modèle moyenne mobile d'ordre 1 ou MA(1) pour la série DEL5 : $DEL5_t = e_t - \theta_1 e_{t-1}$ ou $\nabla ELF5_t = e_t - \theta_1 e_{t-1}$. Il faut maintenant estimer le paramètre θ .

- ⇒ Lancez le logiciel comme dans la partie 1.
- ⇒ Choisissez le répertoire de données approprié sur votre disque (pas sur le CD-ROM): menu File ⇒ Open. Choisissez DATA puis CHAP10 puis CH10EX03.
- ⇒ Chargez le problème déjà utilisé : ELF52.

3.2 ESTIMATION DU MODÈLE

Nous allons procéder à l'estimation du paramètre θ .

⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour l'estimation : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation. Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Estimation, vous avez 1 en face de Differences.

En effet, TSE conserve les informations de la phase de spécification pour la phase d'estimation enregistrées dans le problème ELF52. Les autres informations sont adéquates sauf qu'il faut spécifier le paramètre estimé.

⇒ Cliquez sur Add Parameters pour ouvrir la fenêtre de dialogue. Dans la colonne Type cliquez sur la ligne Ordinary moving average. Cliquez Add. La fenêtre montre le type de paramètre sélectionné, Ordinary moving average, l'ordre 1 et la valeur initiale du coefficient 0.0000.

Remarque



En déplaçant le curseur à droite avec la flèche vers la droite, on peut modifier l'ordre et la valeur initiale. Dans ce cas-ci, il ne faut rien modifier.

⇒ Cliquez OK pour valider le choix des paramètres.

⇒ Sur la ligne Save residuals, vous devez voir "Resid". Cliquez afin d'éditer la zone. Tapez 1 à la fin pour que le nom devienne Resid1.

⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter le fichier de sortie.

Après l'estimation, qui dure une fraction de seconde sur un ordinateur moderne, le fichier de sortie apparaît. Nous le reprenons en annexe de cette partie, pour la commodité. Ces fichiers ont la structure suivante :

1. Une en-tête reprenant notamment le nom et l'intitulé de la série, sa longueur, et pour les données datées, les dates de début et de fin.
2. Les paramètres et leurs valeurs initiales, ici un seul appelé MA1.
3. La méthode d'estimation utilisée (nous y reviendrons).
4. La description du modèle : on mentionne ici la différence, une constante additive "automatique" (voir la remarque ci-dessous) et le modèle

ARMA

5. Les itérations de l'estimation non linéaire : on voit bien ici l'évolution de l'estimation et que la convergence (à la précision relative de 10^{-3}) a été atteinte après 6 itérations.
 6. La matrice de corrélation : ici, elle est sans intérêt puisqu'il n'y a qu'un paramètre (nous y reviendrons).
 7. Les valeurs finales des paramètres, ici du seul paramètre θ , noté MA1, avec l'estimation 0,327, l'erreur-type associée 0,122, la statistique de Student correspondante $0,327/0,122 = 2,7$, supérieure à 1,96 – qui est la valeur correspondante de la distribution normale pour un seuil de confiance à 5% – ,donc significative à 5 % et l'intervalle de confiance à 95 % (qui ne contient pas 0, confirmant la significativité au niveau de probabilité de 5 %).
 8. L'estimation de la constante, sous l'intitulé MEAN, valant ici 2,48.
 9. Les mesures de synthèse, notamment l'écart-type résiduel sous l'intitulé 'Standard deviation', ici 16,99.
 10. L'analyse des résidus, voir la partie 4 de l'exercice.
 11. Les intervalles de prévision d'horizon 1 et d'origine variable, voir la partie 6 de l'exercice.
 12. Les résultats d'ajustement et de prévision, voir la partie 6 de l'exercice.
- Nous examinerons l'analyse des résidus et les prévisions dans la partie 4. Il faut donc sauvegarder le fichier, sous le nom NEW3.



Dans la fenêtre de sortie, clic droit et choisissez Save as. Tapez le nom NEW3. Cliquez Save. Descendez dans le fichier pour repérer les différentes rubriques.



Vérifiez les résultats qui ont été cités.



3.2.1 Votre réponse

Remarque



Dans le programme une constante "automatique" ne signifie pas qu'une constante est automatiquement utilisée. Elle est en fait ajoutée au modèle sauf dans le cas où il y a plus d'une différence (différences ordinaire et saisonnière, ou une différence ordinaire seconde) ce qui entraîne la suppression de la constante. Le programme permet aussi de forcer la présence de la constante ("Select a mean : Yes") ou d'imposer sa suppression ("Select a mean : No") quelles que soient les différences utilisées.



Ecrivez l'équation du modèle estimé. Interprétez les résultats de l'estimation.



3.2.2 Votre réponse

Nous allons sauvegarder le problème pour le charger de nouveau dans la troisième partie de l'exercice.



Sauvegardez le problème modifié : menu File ⇒ Save as.



Tapez ELF53 et cliquez Save.

SYNTHÈSE

Nous avons observé que la série des différences ordinaires des

cours de Elf-Aquitaine à la bourse de Paris, à raison d'une cotation tous les cinq jours, ne peut pas être considérée comme un bruit blanc. On se serait attendu au contraire. Nous avons constaté la présence d'autocorrélation de retard 1, plus précisément les autocorrélations paraissent tronquées au-delà du retard 1. Nous avons donc ajouté un paramètre supplémentaire au modèle, un terme moyenne mobile d'ordre 1, qui s'est avéré statistiquement significatif.

Nous avons profité de l'occasion pour apprendre à interpréter les résultats du programme.

Annexe

Résultats de l'estimation d'un modèle MA(1) pour la série VELF5

```

ESTIM,READ,AUXIN=1,KEY=ELF5,RESIT=1,RESIN=Resid1,FITF=1,FITL=1,FITN=Fit,/
TAPEF=1,NFORC=Forc,DIFF=1,CHECK=FAP$X,LEAD= 2
RANDOM NOISE GENERATOR: INITIAL SEED IS "?JT?fJ?zX" ( 725, 2507, 3801)
  //////////////////////////////////////
ANSECH-PC 2.3c, AUTHOR:G.MELARD 25/07/01 07:25:38. PROBLEM( 1):ELF5 1
TITLE: "cCOURS D'ELF-AQUITAINE 19/6/88-17/10/89"
SERIES READ FROM DISK, NAME IS ELF5.DB,LENGTH 69 2
  //////////////////////////////////////
1 PARAMETERS WITH STARTING VALUES :
1 MA 1 .00000
=== ESTIMATION BY MAXIMIZATION OF THE EXACT (LOG) LIKELIHOOD 3
(FAST ALGORITHM WITH TOLERANCE 1.0E-05)
=== MODEL DESCRIPTION FORM DEGREE/ORD PARAMETERS NUMBER
- DIFFERENCE REGULAR 1 4
- ADDITIVE CONSTANT AUTOMATIC
- ARMA MODEL
MOVING AVERAGE POLYNOMIAL REGULAR 1 MA nn 1
*** WARNING-THE INFORMATION MATRIX WILL BE COMPUTED FROM 1ST ORDER DERIVATIVES
*** WARNING-THE INFORMATION MATRIX WILL BE COMPUTED FOR A GAUSSIAN MODEL
NON LINEAR ESTIMATION:
ITER SUM OF SQ MA 1 5
0 2142.4E+01 .000
1 1909.3E+01 .346
2 1908.4E+01 .323
3 1908.4E+01 .328
4 1908.4E+01 .327
5 1908.4E+01 .327
6 1908.4E+01 .327
=ITERATION STOPS - RELATIVE CHANGE IN EACH COEFFICIENT LESS THAN 1.00000E-03
CORRELATION MATRIX
MA 1 1.00 6
FINAL VALUES OF THE PARAMETERS
NAME VALUE STD ERROR T-VALUE LOWER UPPER
1 MA 1 .32702 .12166 2.7 8.37E-02 .57 7
ESTIMATION HAS TAKEN .0 SEC. FOR 13 EVALUATIONS OF S.S. (MEAN TIME=, .0)
N.B. QUICK RECURSIONS USED FROM TIME 11
THE FOLLOWING PARAMETERS WERE ESTIMATED SEPARATELY
MEAN 2.4853 8
THE FOLLOWING CONSTANTS WERE INVOLVED IN THE LEAST SQUARES ESTIMATION METHOD
ARMA .99917
=== SUMMARY MEASURES <V>
SUM OF SQUARES : COMPUTED = 19084.0 ADJUSTED = 19052.3
VARIANCE ESTIMATES : BIASED = 280.181 UNBIASED = 288.671
TOTAL NUMBER OF PARAMETERS = 2 STANDARD DEVIATION = 16.9903
INFORMATION CRITERIA : AIC = 590.861 SBIC = 597.662
=== RESIDUAL ANALYSIS WITH 68 RESIDUALS, BEGINNING AT TIME 2===
MEAN = .241076 ,T-STATISTIC = .12 (FOR TESTING ZERO MEAN) 10
=OUTLIERS <R(OR)S>
< .01 % 14: -70.53 A

```

```

1 - 5 %      15: 36.45      51: 33.45      69: -34.42
=SIGNIFICANT AUTOCORRELATIONS (USING BARTLETT LIMITS) <A(OR)S>
=SIGNIFICANT PARTIAL AUTOCORRELATIONS <P(OR)S>
=LJUNG-BOX PORTMANTEAU TEST STATISTICS ON RESIDUAL AUTOCORRELATIONS <L>
ORDER D.F. STATISTIC SIGNIFICANCE
6      5      3.67      .598
12     11     7.17      .785
18     17     9.29      .931
24     23    11.00     .983
26     25    12.70     .980
---> WRITTEN TO FILE : Resid1.DB , LENGTH = 68
=== FITTING INTERVALS AT THE 95% LEVEL, WITH LEAD TIME 1
      2 POINTS BELOW THE LOWER LIMIT (TOTAL: 66 POINTS)
      2 POINTS ABOVE THE UPPER LIMIT (TOTAL: 66 POINTS)
---> WRITTEN TO FILE : Fit.DB , LENGTH = 67
---> WRITTEN TO FILE : Fit.DBM , LENGTH = 67
---> WRITTEN TO FILE : Fit.DBP , LENGTH = 67
=== FORECASTING FROM 69 WITH FRESH DATA <F>
DATE OBSERVATION FORECAST ERROR % ERROR 95% FORECAST INTERVAL
70 503.74 470.44 537.04
71 506.23 466.09 546.37
---> WRITTEN TO FILE : Forc.DB , LENGTH = 2
---> WRITTEN TO FILE : Forc.DBM , LENGTH = 2
---> WRITTEN TO FILE : Forc.DBP , LENGTH = 2
/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/\/
END

```

B

C

11

12

Partie 4 Dans la partie 4, le but de l'exercice est de valider l'adéquation du modèle estimé sur les données originelles, obtenu dans la partie 3.

4.1 INTRODUCTION

Nous avons examiné la plus grande partie des sorties. Il nous reste l'analyse des résidus, les valeurs ajustées et les prévisions. Nous continuons la liste commencée au paragraphe 3.2.

10. L'analyse des résidus :

- avec le test de nullité de la moyenne : pour lequel la statistique de Student vaut 0,12 ici,
- les valeurs atypiques des résidus, notées "OUTLIERS", (classés par probabilité de signification), ici notamment au temps 14, un résidu valant -70,53 significatif à moins de 0,01 %,
- les autocorrélations résiduelles significatives : ici il n'y en a pas,
- les autocorrélations partielles résiduelles significatives : ici il n'y en a pas,
- les résultats des tests globaux de bruit blanc de Ljung et Box, pour les autocorrélations résiduelles de retards 1 à K , ici pour $K = 6, 12, 18, 24$ et 26, ici tous en faveur de l'hypothèse de bruit blanc puisque les probabilités de signification sont supérieures à 0,05.

4.2 VALIDATION DU MODÈLE

- ⇒ Lancez le logiciel comme dans la partie 1.
- ⇒ Choisissez le répertoire de données approprié sur votre disque (pas sur le CD-ROM): menu File ⇒ Open. Choisissez DATA puis CHAP10 puis CH10EX03.
- ⇒ Chargez le problème déjà utilisé : ELF53.
- ⇒ Pour accéder au fichier de résultats : menu Reports ⇒ Statistic report. Cliquez sur NEW3 et cliquez sur Open. Le fichier s'ouvre. Descendez sur la ligne "=== Residual analysis ...".



Vérifiez les résultats qui ont été cités.



4.2.1 Votre réponse



L'analyse des résidus est-elle favorable au modèle?



4.2.2 Votre réponse



Pour visualiser les autocorrélations de la série résiduelle : menu Graphics \Rightarrow Residual autocorrelations and partials.



Que valent les autocorrélations de retard 1 ? De retard 2 ? De retard 3 ? De retard 4 ?



4.2.3 Votre réponse



Pour visualiser les autocorrélations partielles de la série résiduelle, pressez Enter.



Que valent les autocorrélations partielles de retard 1 ? De retard 2 ? De retard 3 ? De retard 4 ?



4.2.4 Votre réponse



Sur la base des autocorrélations, pouvez-vous accepter que la série soit produite par un processus bruit blanc ? Pouvez-vous confirmer la validité du modèle ?



4.2.5 Votre réponse

?

Si vous aviez une seule réserve sur la qualité du modèle obtenu, quelle serait-elle ?



4.2.6 Votre réponse

SYNTHÈSE

Nous avons obtenu un modèle pour les cours d'Elf-Aquitaine, à raison d'une cotation tous les 5 jours. Ce modèle est défini par l'équation $\nabla \text{ELF5}_t = (1 - 0,33B) e_t$. Il semble maintenant acceptable.

On pouvait également penser à appliquer le lissage exponentiel simple. En effet, la série des différences premières se comporte comme si elle était engendrée par un processus MA(1), d'où la forme ARIMA(0,1,1) qui est celle du lissage exponentiel simple. C'est ce que nous tenterons dans la partie 7 de l'exercice.

Partie 5 Dans la partie 5, le but de l'exercice est de revoir la spécification et l'estimation du modèle sur une version modifiée de la série.

5.1 INTRODUCTION

Nous avons vu que la série ELF5 n'est pas compatible avec une *promenade aléatoire*. Le modèle final obtenu est de la forme $\nabla \text{ELF5}_t = (1 - 0,33B) e_t$. Nous avons aussi pensé à appliquer le lissage exponentiel simple. En effet, la série des différences premières se comporte comme si elle était engendrée par un processus MA(1), d'où la forme ARIMA(0,1,1) qui est celle du lissage exponentiel simple. En appliquant celui-ci sur la série, TSE propose comme constante de lissage 0,73.

La constante de lissage α est égale à $1 - \theta$. Par conséquent, la valeur de θ correspondant à $\alpha = 0,73$ est $\theta = 0,27$. On voit qu'on est très proche de la valeur de 0,33 obtenue pour le paramètre du modèle ARIMA.

- ⇒ Lancez le logiciel comme dans la partie 1.
- ⇒ Choisissez le répertoire de données approprié sur votre disque (pas sur le CD-ROM): menu File ⇒ Open. Choisissez DATA puis CHAP10 puis CH10EX03.
- ⇒ Chargez le problème déjà utilisé : ELF5.

5.2 RÉEXAMEN DE LA VALIDITÉ DU MODÈLE

Dans la partie 3, nous avons sauvegardé le fichier de sortie sous le nom NEW3.

- ⇒ Pour accéder au fichier de résultats : menu Reports ⇒ Statistic report. Cliquez sur NEW3 et cliquez Open. Le fichier s'ouvre. Descendez sur la ligne "=== Residual Analysis".

Réexaminons son contenu.



Notez la valeur de l'écart-type résiduel. Quel point de l'analyse des résidus n'est-elle pas favorable au modèle ?

*5.2.1 Votre réponse*

Pour visualiser le graphique des résidus en fonction du temps : menu Graphics \Rightarrow Series et spécifiez le nom Resid1.



Comparez chacun des résidus avec l'écart-type résiduel. Peut-on accepter la normalité des erreurs ? Notez les temps auxquels surviennent les anormalités éventuelles.

*5.2.2 Votre réponse*

Pour visualiser les autocorrélations de la série résiduelle : menu Graphics \Rightarrow Residual autocorrelations and partials.



Le résidu du temps $t = 14$ a-t-il de l'incidence sur les autocorrélations résiduelles ?

*5.2.3 Votre réponse*

Nous avons mentionné au chapitre 8 que les diagrammes de dispersion montrant les données ou les résidus en fonctions de leurs valeurs passées gardent tout leur intérêt, même après avoir introduit le concept d'autocorrélation et sa représentation graphique fonction du retard, le corrélogramme. Nous allons maintenant regarder la série des résidus en fonction d'elle-même décalée d'un ou de plusieurs temps.



Pour visualiser graphiquement les séries: menu Data \Rightarrow XY graphic/Scatter diagram.

- ⇒ Cliquez sur Select Y. Sélectionnez Resid1 (déplacez le curseur sur ce nom et cliquez Open).
- ⇒ Cliquez sur Select X. Sélectionnez de même Resid1.
- ⇒ Dans la rubrique Regression line, cliquez sur Yes. Cliquez OK pour obtenir un graphique — sans intérêt parce que tous les points sont sur une droite.
- ⇒ Pressez la touche Page Down pour retarder la variable sur l'axe horizontal par rapport à l'axe vertical. Le retard de 1 est indiqué. Chaque fois que vous pressez Page Down, le retard augmente.

Remarques



1. Comme pour tous les graphiques de TSE, il est possible de focaliser sur un point.
2. Pour un graphique du type Xy graphic, la touche Page Down permet d'augmenter le retard de la variable sur l'axe des x par rapport à celle sur l'axe des y. dans le cas où la variable sur l'axe des x est en avance, la touche Page Down permet de diminuer l'avance. En revanche, la touche Page Up a l'effet contraire de diminuer le retard de la variable sur l'axe des x par rapport à celle sur l'axe des y, voire de produire une avance.



Que remarquez-vous ? Focalisez de manière à situer dans le temps les points qui s'écartent du nuage où sont agglomérés la plupart des points. Notez l'abscisse et l'ordonnée de ces points.



5.2.4 Votre réponse

Nous allons reprendre l'étude de la partie 1 sur une série corrigée.

5.3 UNE SERIE CORRIGÉE

Nous avons préparé une série qui ne possède pas la donnée aberrante remarquée au paragraphe précédent. Cette série s'appelle ELF5C. Nous allons d'abord la comparer à ELF5.



⇒ Pour visualiser graphiquement la série: menu Graphics ⇒ Series et sélectionnez ELF5 puis ELF5C. Cliquez OK pour obtenir le graphique et la touche d'échappement pour revenir au menu.

? Que pensez-vous des deux séries ? Comment la correction a-t-elle été effectuée.

5.3.1 Votre réponse

5.4 LES AUTOCORRÉLATIONS DE LA SERIE CORRIGÉE EN DIFFÉRENCE

Nous allons maintenant changer de problème. Nous reviendrons au problème original dans le chapitre 11.

⇒ Chargez le problème déjà préparé: menu File ⇒ Open. Choisissez ELF5C. Vous devez alors voir dans le bas de l'écran que la variable dépendante est ELF5C, que les données ne sont pas datées et que l'échantillon d'estimation est 1 – 69 et que les prévisions seront calculées jusqu'en 71.

? Pouvez-vous accepter que la série ELF5C soit produite par un processus stationnaire ? Justifiez votre réponse.

5.4.1 Votre réponse



Nous allons appliquer les différences à la série ELF5C afin d'obtenir $DEL5C = \nabla ELF5C$. Nous passons par la boîte de dialogue des modèles ARIMA, en procédant comme suit.

⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour la spécification : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Specification. Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Specification, vous avez 0 en face de Différences. Utilisez les triangles pointés vers le haut ou vers le bas pour faire apparaître 1.

- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Il n'est pas nécessaire de regarder la sortie.
- ⇒ Pour visualiser les autocorrélations de la série résiduelle : menu Graphics ⇒ Residual autocorrelations and partials.

? Que valent les autocorrélations de retard 1 ? De retard 2 ? De retard 3 ? De retard 4 ?



5.4.2 Votre réponse

? Vérifiez quels sont les retards pour lesquels les autocorrélations sont significatives au seuil de 5%.



5.4.3 Votre réponse

? Sur la base des autocorrélations, pouvez-vous accepter que la série DELF5C soit produite par un processus bruit blanc ?



5.4.4 Votre réponse

- ⇒ Pour visualiser les autocorrélations partielles de la série résiduelle, pressez Enter. Pour revenir ensuite aux autocorrélations, pressez encore une fois Enter.

? Vérifiez quels sont les retards pour lesquels les autocorrélations partielles sont significatives au seuil de 5%.



5.4.5 Votre réponse

?

Quel modèle simple pourrait-on proposer pour la série DELF5C ? Pour ELF5C ?



5.4.6 Votre réponse

SYNTHÈSE

Nous avons vu que la série ELF5 n'est pas compatible avec une *promenade aléatoire*, essentiellement à cause d'une seule donnée qui apparaît comme aberrante. Nous avons déjà remarqué que l'autocorrélation de retard 1 constatée dans la série est provoquée par cette donnée aberrante. La série des résidus montre clairement apparaître au point 14 un résidu égal à -67 , soit près de quatre fois l'écart-type résiduel égal à $0,17$. Ceci correspond au trou à la date du 18 septembre 1988 qui est visible dans le graphique de la série en fonction du temps.

Partie 6 Dans la partie 6, le but de l'exercice est de fournir les prévisions et les intervalles de prévision correspondants, à partir du modèle obtenu dans la partie 3 du modèle estimé sur les données originelles.

6.1 INTRODUCTION

Nous avons examiné la plus grande partie des sorties. Il nous reste l'analyse des résidus, les valeurs ajustées et les prévisions. Nous continuons la liste commencée aux paragraphes 3.2 et 4.1.

11. Les résultats d'ajustement, notamment les intervalles de prévision d'horizon 1 et d'origine variable (nous y reviendrons).
12. Les résultats de prévisions, ici avec le temps 69 comme origine, avec les valeurs des critères si des comparaisons ont pu être faites entre prévisions et observations, ce qui n'est pas le cas ici.

- ⇒ Lancez le logiciel comme dans la partie 1.
- ⇒ Choisissez le répertoire de données approprié sur votre disque (pas sur le CD-ROM): menu File ⇒ Open. Choisissez DATA puis CHAP10 puis CH10EX03.
- ⇒ Chargez le problème déjà utilisé : ELF53.
- ⇒ Pour accéder au fichier de résultats : menu Reports ⇒ Statistic report. Cliquez NEW3 puis Open. Le fichier s'ouvre.

6.2 DÉTERMINATION DES VALEURS AJUSTÉES

- ⇒ Descendez dans le fichier. Vers la fin, vous verrez le titre "Fitting intervals at the 95 % level, with lead time 1".
- ⇒ Pour visualiser graphiquement les données et les valeurs ajustées, c'est-à-dire les prévisions d'horizon 1 : menu Graphics ⇒ Fitted values. Cliquez OK.



Que pensez-vous de ces prévisions d'horizon 1 ?



6.2.1 Votre réponse

6.3 DÉTERMINATION DES PRÉVISIONS

⇒ Descendez dans le fichier. Vers la fin, vous verrez le titre “Forecasting from 69”.

? Notez la valeur de la prévision pour le temps 70 et le temps 71 et les limites des intervalles de prévision à 95 % correspondants. Pourquoi les critères ne sont-ils pas calculés ?



6.3.1 Votre réponse

⇒ Pour visualiser graphiquement les prévisions et les données : menu Graphics ⇒ Predictions/Forecasts. Focalisez sur des points choisis pour répondre à la question suivante.

? Notez les valeurs de la prévision pour les temps 70 et 71. Qu’en pensez-vous ?



6.3.2 Votre réponse

SYNTHÈSE

Nous avons obtenu les valeurs ajustées, c’est-à-dire les prévisions d’horizon 1, et les prévisions au-delà des dates utilisées dans l’analyse. Dans la partie 7, nous les comparerons avec les prévisions par lissage exponentiel simple.

Partie 7 Dans la partie 7, le but de l'exercice est de comparer les résultats avec ceux obtenus par lissage exponentiel simple.

7.1 INTRODUCTION

- ⇒ Lancez le logiciel comme dans la partie 1.
- ⇒ Choisissez le répertoire de données approprié sur votre disque (pas sur le CD-ROM): menu File ⇒ Open. Choisissez DATA puis CHAP10 puis CH10EX03.
- ⇒ Chargez le problème déjà utilisé : ELF5.

7.2 COMPARAISON AVEC LE LISSAGE EXPONENTIEL SIMPLE

Compte tenu du graphique de la série, et du contexte, on pourrait proposer de prévoir la série par lissage exponentiel simple.

- ⇒ Pour l'application du lissage exponentiel, menu Methods ⇒ Exponential smoothing.
- ⇒ Veillez à ce que la rubrique Level & Trend contienne l'option Level, et que la rubrique Seasonality contienne l'option None (add level and trend), ce qui correspond au lissage exponentiel simple, et que la rubrique Power transformation contienne None.
- ⇒ Avec la flèche vers le bas, descendez sur chaque ligne qui doit être modifiée.
- ⇒ Changez les noms des séries de résidus, prévisions et valeurs ajustées qui doivent être maintenant : Resid2, Forc2 et Fit2, respectivement. La probabilité pour les intervalles de prévision est de 80 %.
- ⇒ Cochez la case en face de la rubrique Parameter/Deterministic seasonality.

Vous pouvez voir une fenêtre de dialogue. La valeur initiale de la constante de lissage pour le niveau, α , soit 0,5.

- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme.

Le fichier produit est de la même forme que ceux vus dans les parties précédentes de l'exercice, sauf quelques rubriques spécifiques.

⇒ Descendez dans le fichier. Repérez les rubriques suivantes: Non linear estimation, final values of the parameters, underlying SARIMA model, significant autocorrelations.

? Commentez vos observations relatives au nombre d'itérations, les valeurs initiales et finales de la constante de lissage et les premières autocorrélations résiduelles.



7.2.1 Votre réponse

? Ecrivez l'équation obtenue pour le lissage exponentiel simple ainsi que la forme ARIMA correspondante, en employant la valeur finale du paramètre.



7.2.2 Votre réponse

⇒ Descendez dans le fichier. Vers la fin, vous verrez le titre "Forecasting from 69".

? Examinez la valeur de la prévision pour les temps 70 et 71 et l'intervalle de prévision correspondant.



7.2.3 Votre réponse

Dans les instructions précédentes, nous avons déjà demandé le calcul des prévisions et nous avons sauvegardé celles-ci dans un fichier. Commen-

çons par regarder le graphique.

⇒ Pour visualiser graphiquement les prévisions et les données : menu Graphics ⇒ Predictions/Forecasts. Cliquez OK.

Limitez-vous aux dernières données, en changeant la date de début.

⇒ Descendez le curseur sur la deuxième ligne et tapez 60. Cliquez OK. Focalisez sur des points choisis pour répondre à la question suivante.

? Notez les valeurs de la prévision pour les temps 70 et 71 et les limites de l'intervalle de prévision. Qu'en pensez-vous ?



7.2.4 Votre réponse

⇒ Pour visualiser graphiquement les données et les valeurs ajustées, c'est-à-dire les prévisions d'horizon égal à 1 mois : menu Graphics ⇒ Fitted values. Cliquez OK.

? Que pensez-vous de ces prévisions à un mois ?



7.2.5 Votre réponse

Examinez le graphique de la série des résidus RESSES ainsi que de ses autocorrélations.

? La série des résidus RESSES est-elle compatible avec un bruit blanc ?



7.2.6 Vos réponses

SYNTHÈSE

Nous avons obtenu un modèle pour les cours d'Elf-Aquitaine, à raison d'une cotation tous les 5 jours. Ce modèle est défini par l'équation $\nabla \text{ELF5}_t = (1 - 0,33B) e_t$. Il semble maintenant acceptable.

On pouvait également penser à appliquer le lissage exponentiel simple. En effet, la série des différences premières se comporte comme si elle était engendrée par un processus MA(1), d'où la forme ARIMA(0,1,1) qui est celle du lissage exponentiel simple. En appliquant celui-ci sur la série, on trouve 0,73 comme constante de lissage.

[Retour au chapitre 10](#)