

Chapitre 10, exercice 7

Instructions pour employer la série DET du répertoire CH10EX07

Le répertoire CH10EX07 comporte un exercice de base destiné à tous les apprenants et un exercice avancé réservé aux seuls apprenants de la version avancée.

Exercice de base (Pour tous les utilisateurs du cours)

Préalable



Le chapitre 10 du cours de base doit avoir été suivi jusqu'à la page 64 pour la partie 1, jusqu'à la page 85 pour la partie 2, jusqu'à la page 114 pour la partie 3, jusqu'à la page 144 pour la partie 4 et jusqu'à la page 168 pour la partie 5.

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 des ventes des magasins de détail en France pendant les années 1951-1958, en millions de francs (Spiegel, 1978).

Structure de l'exercice

L'exercice comporte cinq parties :

- Dans la partie 1, le but de l'exercice est d'illustrer les étapes de familiarisation avec les données et d'analyse préliminaire sur les données de ventes au détail en France.
- Dans la partie 2, le but de l'exercice est d'illustrer l'étape de spécification d'un modèle sur les données de ventes au détail en France.
- Dans la partie 3, le but de l'exercice est d'illustrer l'étape d'estimation des paramètres d'un modèle sur les données de ventes au détail en France.
- Dans la partie 4, le but de l'exercice est d'illustrer l'étape de validation d'un modèle sur les données de ventes au détail en France, ainsi que la modification du modèle, et la description de la procédure de spécification autorégressive.
- Dans la partie 5, le but de l'exercice est d'illustrer l'étape de prévision à partir des modèles des parties 3 et 4, sur les données de ventes au détail en France.

Partie 1 Dans la partie 1, le but de l'exercice est d'illustrer les étapes de familiarisation avec les données et d'analyse préliminaire sur les données de ventes au détail en France.

1.1 FAMILIARISATION AVEC LES DONNÉES

Les données sont celles des ventes des magasins de détail en France pendant les années 1951-1958, en millions de francs (Spiegel, 1978). La variable est notée DET. Nous n'utilisons pas la dernière année dans ce qui suit. Nous employons le logiciel Time Series Expert (TSE).

1.2 EXAMEN DU GRAPHIQUE DES DONNÉES

- ⇒ 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 CH10EX07.

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 : DET. Vous devez alors voir dans le bas de l'écran que la variable dépendante est DET, que les données sont mensuelles et que l'échantillon d'estimation va de janvier 1951 jusqu'en décembre 1957. Les prévisions seront calculées jusqu'en décembre 1958.
- ⇒ Pour visualiser graphiquement la série: menu Graphics ⇒ Series et sélectionnez DET. 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*

Décrivez ce que vous voyez dans la série, en termes de tendance, de saisonnalité, de dispersion.

*1.2.2 Votre réponse*

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

*1.2.3 Votre réponse***1.3 ANALYSE PRÉLIMINAIRE – CHOIX DE LA TRANSFORMATION**

Nous allons choisir la transformation appropriée comme avec les ventes de champagne dans l'exercice 2 du chapitre 9. A titre d'exercice, nous allons essayer, dans l'ordre, la transformation racine carrée, la transformation logarithmique et l'absence de transformation. Nous les effectuons en employant la fenêtre de dialogue ARIMA model – Specification. Les transformations ci-dessus correspondent à l'exposant suivant dans la rubrique Normalized transformation dans la boîte de dialogue Arima model :

- transformation racine carrée : exposant 0,5
- transformation logarithmique : exposant 0,0
- pas de transformation : exposant 1,0.



Pour appliquer la transformation racine carrée : 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 voyez None. Pour changez ceci en Square root, utilisez les triangles pointés vers le haut et vers le bas pour que Square root apparaisse. Sur la ligne Save residuals, vous voyez “Resid”.

⇒ Cliquez OK pour lancer le programme.

⇒ Pour visualisez la série des racines carrées des données: menu Graphics ⇒ Residuals.

?

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



1.3.1 Votre réponse

Refaites la même opération avec la transformation logarithmique.

?

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



1.3.2 Votre réponse

?

Quelle transformation semble la plus adéquate ? Nous pouvons réserver la réponse finale après examen de la série en différence et en différence saisonnière.



1.3.3 Votre réponse

1.4 ANALYSE PRÉLIMINAIRE – CHOIX DES DIFFÉRENCES

Regardons maintenant la série en différence ordinaire sur la série non transformée.

⇒ Pour appliquer la différence ordinaire, menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Specification. Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Specification, utilisez les triangles pointés vers le haut et vers le bas en face de Differences de manière à voir apparaître 1. Vous devez voir 0 en face de Seasonal differences. Sur la ligne Normalized transformation, vous devez avoir None. Sur la ligne Save residuals, laissez “Resid”. Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter la sortie.

⇒ Descendez sur la ligne “=== Summary measures”.

Pour chacune des séries, nous allons examiner sa moyenne et sa variance, ainsi que ses autocorrélations significatives à 5 % et ses autocorrélations partielles significatives à 5 %. L'écart-type résiduel est à droite de Standard deviation. La moyenne se trouve trois lignes plus bas, après Mean. A côté de la moyenne, se trouve la statistique de Student pour le test d'hypothèse que la moyenne population est nulle. Les autocorrélations et autocorrélations partielles significatives sont reprises un peu plus bas.

?

Notez la moyenne des résidus et l'écart-type ?

1.4.1 Votre réponse



?

Notez les autocorrélations significatives à 1 % et celles à 5 %.

1.4.2 Votre réponse



?

Notez les autocorrélations partielles significatives à 1 % et celles à 5 %.

1.4.3 Votre réponse

⇒ Pour visualisez la série résiduelle : menu Data ⇒ Plots ⇒ Residuals.

?

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

1.4.4 Votre réponse

Regardons maintenant la série en différence saisonnière.

⇒ Pour appliquer la différence saisonnière, menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Specification. Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Specification, vous devez voir 1 en face de Differences. Cliquez sur cette ligne. Utilisez les triangles pointés vers le haut et vers le bas jusqu'à voir 0. Cliquez sur la ligne Seasonal differences et utilisez les triangles pointés vers le haut et vers le bas pour changer 0 en 1. Sur la ligne Save residuals, laissez "Resid". Cliquez pour lancer le programme. Consultez la sortie.

?

Notez la moyenne des résidus et l'écart-type ?

1.4.5 Votre réponse

?

Notez les autocorrélations significatives à 1 % et celles à 5 %.

*1.4.6 Votre réponse*

Notez les autocorrélations partielles significatives à 1 % et celles à 5 %.

*1.4.7 Votre réponse*

Pour visualisez la série résiduelle : menu Graphics \Rightarrow Residuals.



Pouvez-vous accepter que la série $\nabla_{12}\text{DET}$ soit produite par un processus stationnaire ? Justifiez votre réponse.

*1.4.8 Votre réponse*

Regardons maintenant la série en différence ordinaire et différence saisonnière, toujours sur la série non transformée.



Pour appliquer les différences ordinaire et saisonnière, menu Methods \Rightarrow Arima model \Rightarrow Specification. Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Specification, utilisez les triangles pointés vers le haut et vers le bas en face de Differences de manière à voir apparaître 1. Vous devez voir 1 en face de Seasonal differences. Sur la ligne Save residuals, laissez “Resid”. Cliquez OK pour lancer le programme. Consultez la sortie.



Notez la moyenne des résidus et l'écart-type ?



1.4.9 Votre réponse



Notez les autocorrélations significatives à 1 % et celles à 5 %.



1.4.10 Votre réponse



Notez les autocorrélations partielles significatives à 1 % et celles à 5 %.



1.4.11 Votre réponse



Pour visualiser la série résiduelle : menu Graphics \Rightarrow Residuals.



Pouvez-vous accepter que la série $\nabla \nabla_{12} \text{DET}$ soit produite par un processus stationnaire ? Justifiez votre réponse.



1.4.12 Votre réponse

Pour répondre à la question suivante, vous pouvez vous baser sur l'aspect graphique de la série obtenue mais aussi le fait que l'écart-type est petit et que les autocorrélations et autocorrélations partielles significatives sont peu nombreuses. Les raisons pour ceci sont les suivantes :

- (a) nous essayons de réduire les erreurs de prévision, donc il y a avantage à diminuer la dispersion ;
- (b) nous devons modéliser la série sur la base des autocorrélations et des autocorrélations partielles, donc nous avons avantage à ce que leur structure soit simple.

**?**

Quelle combinaison de différences semble la plus adéquate ?

*1.4.13 Votre réponse***1.5 ANALYSE PRÉLIMINAIRE – CHOIX FINAL DES DIFFÉRENCES ET DE LA TRANSFORMATION**

Regardons maintenant la combinaison de différences retenue au paragraphe précédent avec les transformations du paragraphe antérieur. Si vous hésitez, vous pouvez recommencer avec plusieurs combinaisons de différences et/ou de transformation.

⇒ Pour appliquer la combinaison de différences et une transformation, menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Specification. Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Specification, utilisez les triangles pointés vers le haut et vers le bas sur la ligne Differences avec la flèche vers le bas et sélectionnez votre choix. Sur la ligne Seasonal differences, utilisez les triangles pointés vers le haut et vers le bas et sélectionnez votre choix. Sur la ligne Normalized transformation, utilisez les triangles pointés vers le haut et vers le bas et sélectionnez Square root, Logarithmic ou None en fonction de votre choix. Sur la ligne Save residuals, laissez “Resid”.

⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Quittez la sortie.

⇒ Pour visualisez la série résiduelle : menu Graphics ⇒ Residuals.

Inspectez les autocorrélations de la série des ventes au détail en France, rendue stationnaire, en procédant comme suit.

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

?

Notez les autocorrélations significatives à 5 %.

*1.5.1 Votre réponse*

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



Notez les autocorrélations partielles significatives à 5 %.

*1.5.2 Votre réponse*

Nous allons sauvegarder le problème à ce point de manière à ce que vous puissiez le récupérer ultérieurement pour reprendre l'analyse.

⇒ Pour sauvegarder le problème en cours : menu File ⇒ Save as. Tapez le nom DET1. Cliquez Save pour sauvegarder le problème sous le nom DET1.

SYNTHÈSE

Nous avons visualisé la série en employant plusieurs transformations, différences et différences saisonnières. Nous avons employé le graphique de la série transformée mais aussi la moyenne et la variance et les autocorrélations et autocorrélations partielles. Nous procéderons à la spécification d'un modèle dans la partie 2 de l'exercice.

Partie 2 Dans la partie 2, le but de l'exercice est de d'illustrer l'étape de spécification d'un modèle sur les données de ventes au détail en France.

2.1 CONCLUSIONS DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE

Nous avons décider d'analyser la série sans transformation. Probablement que la décision ne serait pas la même si la série était un peu plus longue parce qu'on aurait pu voir la période florissante des Golden Sixties. La tendance serait alors plutôt logarithmique avec une dispersion croissante.

La figure suivante contient les autocorrélations et les autocorrélations partielles de la série $\nabla_{12} \text{DET}_t$ et de la série $\nabla \nabla_{12} \text{DET}_t$ pour la période 1951-1957.

Il y a plusieurs autocorrélations significatives, pour les retards 1, 3, 4, 8, 12 et 14. En revanche, les autocorrélations partielles significatives sont celles d'ordre 1, 2, 4 et 13. En oubliant d'abord les deux dernières, moins élevées d'ailleurs, on peut envisager un modèle autorégressif d'ordre 2.

Le tableau qui suit résume les notes que vous avez dû prendre lors de la partie 1 de l'exercice.

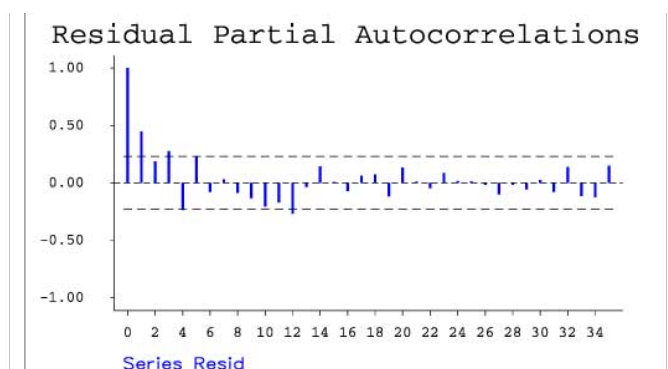
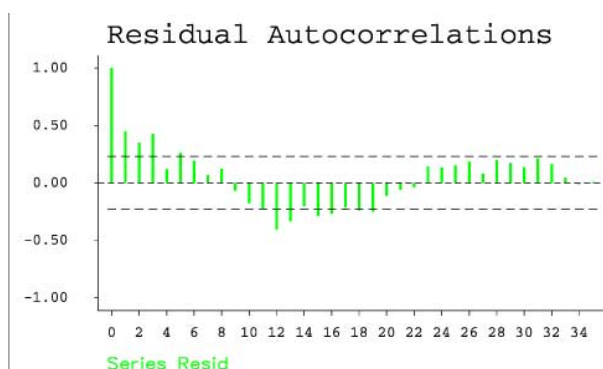


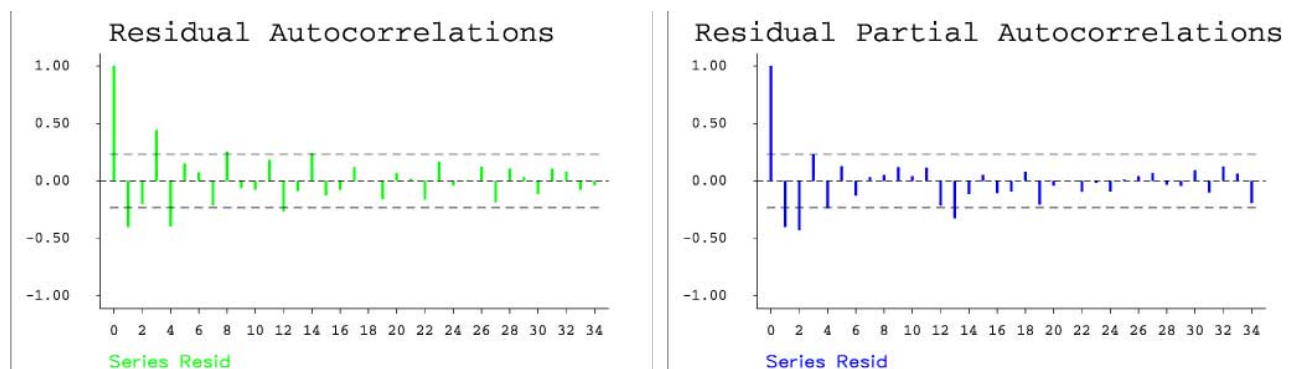
Vérifiez si le contenu de ce tableau correspond bien à vos conclusions.



2.1.1 Votre réponse

Autocorrélations (à gauche) et autocorrélations partielles (à droite) de la série DET, en différences saisonnières (en haut) et de la série en différences ordinaires et saisonnières (en bas).





Série	moyenne	écart-type	autocorrélations significatives à 5 %	autocorrélations partielles significatives à 5 %
DET	14,7	1,73	1 à 9, 11 à 13, 18, 24	1, 5, 12, 13
∇ DET	0,087	1,63	<u>1</u> , <u>11</u> , <u>12</u> , 13, 23, <u>24</u>	1 à 5, 11, 12
∇_{12} DET	0,580	0,623	<u>1</u> à <u>3</u> , 5, 11, <u>12</u> , 13, 15, 16, 18, 19	1, 3 à 5, 12
$\nabla\nabla_{12}$ DET	0,018	0,638	<u>1</u> , <u>3</u> , <u>4</u> , 8, 12, 14	1, 2, 4, 13

Remarque. Les retards soulignés pour les autocorrélations sont ceux qui apparaissent seulement dans la sortie de TSE. Ils sont basés sur des limites non pour le test de bruit blanc, mais pour le test d'un processus $MA(k-1)$.

2.2 SPÉCIFICATION DU MODÈLE

Il est évident qu'aucune des séries obtenues ne peut être considérée comme produite par un bruit blanc. Plusieurs des séries obtenues ont même des structures d'autocorrélations et d'autocorrélations partielles très complexes.

Nous avons mentionné comme critère de choix des différences :

- (a) nous essayons de réduire les erreurs de prévision, donc il y a avantage à diminuer la dispersion ;
- (b) nous devons modéliser la série sur la base des autocorrélations et des autocorrélations partielles, donc nous avons avantage à ce que leur structure soit simple.

La série ∇_{12} DET possède un plus petit écart-type que la série $\nabla\nabla_{12}$ DET (0,623 contre 0,638).

Cependant, pour la série $\nabla\nabla_{12}\text{DET}$, il y a plusieurs autocorrélations significatives, pour les retards 1, 3, 4, 8, 12 et 14. En revanche, les autocorrélations partielles significatives sont celles d'ordre 1, 2, 4 et 13. En oubliant d'abord les deux dernières, moins élevées d'ailleurs, on peut considérer que les autocorrélations partielles sont tronquées au-delà de 2. On peut donc considérer ce modèle simple pour démarrer.



Si l'on considère que les autocorrélations partielles de la série $\nabla\nabla_{12}\text{DET}$ sont tronquées au-delà du retard 2, quel modèle peut-on proposer pour la série des ventes des magasins de détail en France ? Justifier la réponse.



2.2.1 Votre réponse

SYNTHÈSE

Contrairement à d'autres séries, celle-ci pose un certain nombre de problèmes aussi bien pour le choix des différences que pour la spécification du modèle proprement dite. Nous avons sélectionné les différences et nous avons proposé un premier modèle. Le principe de la méthode de Box et Jenkins repose sur l'emploi éventuellement répété de quelques étapes simples. Il ne faut donc pas spécifier le modèle final au premier essai, mais bien proposer un premier modèle dont les paramètres seront estimés et ce modèle sera validé. C'est seulement si la validation échoue que nous serons amenés à revoir la spécification, mais de préférence en employant le modèle obtenu. Nous verrons comment procéder dans la partie 3 de l'exercice.

Dans la partie 4, nous verrons une autre approche pour spécifier un modèle dans des cas difficiles.

Partie 3 Dans la partie 3, le but de l'exercice est d'illustrer l'étape d'estimation des paramètres d'un modèle sur les données de ventes au détail en France.

3.1 CONCLUSION DE LA SPÉCIFICATION DU MODÈLE

Dans la partie 2, nous avons constaté que cette série pose un certain nombre de problèmes aussi bien pour le choix des différences que pour la spécification du modèle proprement dite.

La série $\nabla\nabla_{12}\text{DET}$ comporte plusieurs autocorrélations significatives à 5 %, pour les retards 1, 3, 4, 8, 12 et 14. En revanche, les autocorrélations partielles significatives à 5 % sont celles d'ordre 1, 2, 4 et 13. En oubliant d'abord les deux dernières, moins élevées d'ailleurs, on peut considérer que les autocorrélations partielles sont tronquées au-delà de 2. On peut donc considérer ce modèle simple pour démarrer. Ce modèle porte sur une combinaison de différence ordinaire et de différence saisonnière et une forme autorégressive d'ordre 2, ou AR(2), qui permet de justifier le fait que les autocorrélations partielles de la série $\nabla\nabla_{12}\text{DET}$ soient tronquées au-delà du retard 2.

On peut donc écrire l'équation du modèle comme suit, en notant $Y_t = \nabla\nabla_{12}\text{DET}_t$:

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} = e_t,$$

où ϕ_1 et ϕ_2 sont deux paramètres à estimer.

3.2 ESTIMATION DU MODÈLE

Nous allons procéder à l'estimation des deux paramètres ϕ_1 et ϕ_2 .

- ⇒ 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 CH10EX07.
- ⇒ Chargez le problème déjà préparé dans la partie 1 : DET1.
- ⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour l'estimation : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation. Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Estimation, veillez à avoir 1 en face de Différences, 1 en face de Seasonal difference et None en face de Norma-

lized transformation.

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

Remarques



1. En utilisant les triangles pointés vers le haut et vers le bas, on peut modifier l'ordre. On peut aussi changer la valeur initiale. Dans ce cas-ci, il ne faut rien modifier.
2. Dans TSE, on doit indiquer chaque paramètre, pas seulement l'ordre de la partie autorégressive ou moyenne mobile, ici autorégressive d'ordre 2. Le paramètre qui a été défini correspond dans l'équation à ϕ_1 . Il sera identifié dans les sorties sous le nom AR1.

- ⇒ Cliquez encore sur la ligne Ordinary autoregressive. Cliquez Add. La fenêtre montre le type de paramètre sélectionné, Ordinary autoregressive, l'ordre 2 et la valeur initiale du coefficient 0.0000.



Remarque

Par défaut, TSE suggère l'ordre tout juste supérieur à celui qui a été introduit, ici $1 + 1 = 2$. Il ne faut donc rien modifier. Le paramètre qui a été défini correspond dans l'équation à ϕ_2 . Il sera identifié dans les sorties sous le nom AR2.

- ⇒ 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.

Nous examinerons l'analyse des résidus dans la partie 4. Il faut donc sauvegarder le fichier, sous le nom DET3.

- ⇒ Dans la fenêtre de sortie, clic droit et choisissez Save as. Tapez

DET3 pour que le nom devienne DET3. Cliquez Save.

Nous avons vu la structure de ce fichier de sortie à plusieurs reprises, notamment dans les exercices 3, partie 3 et exercice 5, partie 3.



Vérifiez la description du modèle. Quelles valeurs initiales ont été utilisées pour les deux paramètres. Quelles sont les valeurs finales. Combien d'itérations ont-elles été nécessaires.

3.2.1 Votre réponse



Ecrivez l'équation du modèle estimé accompagné de l'écart-type résiduel. Interprétez les résultats de l'estimation. Peut-on dire que les paramètres estimés sont significatifs à 5 % ?

3.2.2 Votre réponse

Profitons-en pour sauvegarder le problème.



Pour sauvegarder le problème en cours : menu File ⇒ Save as. Tapez DET3.



Cliquez Save pour sauvegarder le problème sous le nom DET3.

Dans la partie 4, le but de l'exercice sera de valider l'adéquation du modèle estimé, et de fournir une nouvelle spécification, si nécessaire.

SYNTHÈSE

L'estimation du modèle s'est effectuée sans aucun problème. Il est vrai que c'est souvent l'étape de validation du modèle qui permet de rejeter celui-ci. Néanmoins, des problèmes peuvent se poser si le modèle est trop complexe et/ou complètement inapproprié. Ces problèmes se manifestent par l'absence de convergence de la méthode numérique d'estimation non linéaire ou par son refus de démarrer, plus rarement d'une autre manière.

Partie 4 Dans la partie 4, le but de l'exercice est d'illustrer l'étape de validation d'un modèle sur les données de ventes au détail en France, ainsi que la modification du modèle, et la description de la procédure de spécification autorégressive.

Le principe de la méthode de Box et Jenkins repose sur l'emploi éventuellement répété de quelques étapes simples. Il ne faut donc pas spécifier le modèle final au premier essai, mais bien proposer un premier modèle dont les paramètres seront estimés et ce modèle sera validé. C'est seulement si la validation échoue que nous serons amenés à revoir la spécification, mais de préférence en employant le modèle obtenu. Comment ? C'est ce que nous allons illustrer.

4.1 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 CH10EX07.
- ⇒ Chargez le problème déjà préparé dans la partie 3 : DET3.

Revoyez le graphique de la série si nécessaire. Dans la partie 3, nous avons estimé les paramètres du modèle suivant, en notant $Y_t = \nabla \nabla_{12} \text{DET}_t$:

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} = e_t,$$

où ϕ_1 et ϕ_2 sont les deux paramètres qui ont été estimés.

Il reste à procéder à l'analyse des résidus. Nous avons sauvegardé la sortie sous le nom DET3 et les résidus sous le nom Resid1. Commençons par consulter de nouveau le fichier de sortie.

- ⇒ Pour accéder au fichier de résultats : menu Reports ⇒ Statistic report. Tapez DET3 et cliquez Open. Le fichier s'ouvre. Descendez sur la ligne "=== Residual analysis".



Synthétisez l'analyse des résidus : test de nullité de la moyenne, valeurs atypiques des résidus significatifs à moins de 1 %, autocorrélations et autocorrélations partielles significatives à



5 %, test global de Ljung-Box pour 24 retards.

4.1.1 Votre réponse



?

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

4.1.2 Votre réponse



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

?

Notez les autocorrélations significatives à 5 %.

4.1.3 Votre réponse



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

?

Notez les autocorrélations partielles significatives à 5 %.

4.1.4 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 ? Voyez-vous quel modèle simple on pourrait proposer pour la série Resid1.

4.1.5 Votre réponse

4.2 ESTIMATION D'UN SECOND MODÈLE

Nous avons remarqué que les autocorrélations de la série résiduelle sont tronquées au-delà du retard 12 et que l'autocorrélation de retard 12 est la plus significative. Il est donc logique de modéliser cette série résiduelle $\{e_t\}$ par un modèle moyenne mobile saisonnier, où l'on désigne par $\{u_t\}$ un processus bruit blanc :

$$e_t = u_t - \Theta_1 u_{t-12},$$

où Θ_1 est un paramètre, de type moyenne mobile saisonnière d'ordre 1. En combinant ce modèle avec le modèle obtenu plus haut, nous avons, toujours en notant $Y_t = \nabla \nabla_{12} \text{DET}_t$:

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} = u_t - \Theta_1 u_{t-12},$$

où ϕ_1 , ϕ_2 et Θ_1 sont les trois paramètres qui doivent être estimés.

Procédez comme suit.

- ⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour l'estimation : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation. Ne changez rien.
- ⇒ Cliquez sur Add Parameters pour ouvrir la fenêtre de dialogue. Dans la colonne Type cliquez sur la ligne Seasonal moving average. Cliquez Add. La fenêtre montre les trois paramètres avec, en troisième position, le paramètre Seasonal moving average, l'ordre 1 et la valeur initiale du coefficient 0.0000.

- ⇒ Cliquez OK pour valider le choix des paramètres.
- ⇒ Sur la ligne Save residuals, vous devez voir “Resid1”. Cliquez afin d’éditer la zone. Pressez la touche de correction pour enlever 1, et tapez 2 pour que le nom devienne Resid2.
- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme.

Nous allons sauvegarder le fichier de sortie sous le nom DET4 et le consulter.

- ⇒ Dans la fenêtre de sortie, clic droit et choisissez Save as. Tapez DET4 pour que le nom devienne DET4. Cliquez Save.



? Vérifiez la description du modèle. Quelles valeurs initiales ont été utilisées pour les deux paramètres. Quelles sont les valeurs finales. Combien d'itérations ont-elles été nécessaires ?

4.2.1 Votre réponse



? Ecrivez l’équation du modèle estimé accompagné de l’écart-type résiduel. Interprétez les résultats de l’estimation.

4.2.2 Votre réponse

? Synthétisez l’analyse des résidus : test de nullité de la moyenne, autocorrélations et autocorrélations partielles significatives à 5 %, test global de Ljung-Box pour 24 retards.



4.2.3 Votre réponse

?

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



4.2.4 Votre réponse



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

?

Notez les autocorrélations significatives à 5 %.



4.2.5 Votre réponse



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

?

Notez les autocorrélations partielles significatives à 5 %.



4.2.6 Votre réponse



?

Sur la base de l'ensemble des résultats, pouvons-nous considérer que le modèle obtenu est satisfaisant ? S'il y avait une réserve, quelle serait-elle ?

4.2.7 Votre réponse

Terminons en sauvegardant le problème sous le nom DET4.



Pour sauvegarder le problème en cours : menu File \Rightarrow Save as. Tapez DET4. Cliquez Save pour sauvegarder le problème sous le nom DET4.

4.3 MÉTHODE DE SPÉCIFICATION AUTORÉGRESSIVE

On peut reprocher à la démarche suivie d'être un peu trop basée sur le flair de l'analyste et de ne pas être assez systématique. Nous présentons maintenant une méthode de spécification dont nous n'avons pas pu parler auparavant, ni dans le chapitre 9, ni dans le paragraphe du chapitre 10 consacré à la spécification, parce que la méthode repose sur l'estimation de plusieurs modèles. Elle est due à Tsay et Tiao (1984) — où elle a été proposée pour des modèles multivariés. Nous l'avons appelée *méthode de spécification autorégressive*.

La méthode de spécification autorégressive est conçue pour permettre la spécification de modèles que les règles basées sur la troncation des autocorrélations ou des autocorrélations partielles ne permettent pas de détecter. Elle sert évidemment dans le cas où le processus générateur est ARMA, parce que nous avons constaté que dans ce cas, la troncation des autocorrélations ou des autocorrélations partielles finit par apparaître mais pour un retard très élevé, de sorte que cela conduit à des spécifications purement autorégressives ou purement moyenne mobile, d'ordre assez élevé.

Des méthodes alternatives ont été proposées dans la littérature, y compris la méthode du coin, qui est implantée dans TSE, mais nous ne les étudions pas parce l'expérience montre que la méthode de spécification autorégressive permet de résoudre en pratique la plupart des problèmes difficiles de spécification de modèles ARMA.

Cette méthode repose sur l'estimation de plusieurs modèles autorégressifs, d'ordre 0 (c'est-à-dire un bruit blanc), d'ordre 1, d'ordre 2, ..., d'ordre 4 ou 12 dans le cas saisonnier. Pour chacun de ces quelques modèles estimés, on procède à l'analyse des résidus et surtout des autocorrélations résiduelles. Le but est de trouver un des modèles $AR(p)$, avec p le plus petit possible, pour lequel les autocorrélations sont tronquées au-delà d'un certain retard q . On aura alors trouvé une spécification $ARMA(p, q)$. On peut évidemment recourir aux termes autorégressifs ou moyenne mobile saisonniers afin de réduire le nombre de paramètres autant que possible.

Nous illustrons maintenant cette procédure sur les données des ventes de magasins de détail en France. Pour la commodité, nous nous baserons sur les sorties statistiques, réservant les graphiques pour la confirmation. Nous repartons du problème DET1 élaboré dans la partie 1. Commençons par un modèle $AR(0)$. Le premier modèle n'a pas de paramètre.

- ⇒ Chargez le problème déjà préparé dans la partie 1 DET1.
- ⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour l'estimation : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation. Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Estimation, veillez à avoir 1 en face de Differences, 1 en face de Seasonal difference et None en face de Normalized transformation.
- ⇒ Cliquez OK pour valider le choix des paramètres.
- ⇒ Sur la ligne Save residuals, vous devez voir “Resid”.
- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter le fichier de sortie.



Notez l'écart-type résiduel et les autocorrélations significatives à 5 %.



4.3.1 Votre réponse

**?**

Peut-on considérer que les autocorrélations sont tronquées au-delà d'un certain retard ? Si oui, que vaut ce retard ? Voyez-vous quel modèle simple on pourrait proposer pour la série Resid.

4.3.2 Votre réponse

Poursuivons avec un modèle AR(1). Ce modèle a un seul paramètre.

- ⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour l'estimation : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation. Ne changez rien.
- ⇒ Cliquez sur Add Parameters pour ouvrir la fenêtre de dialogue. Dans la colonne Type cliquez sur la ligne Ordinary autoregressive. Cliquez Add. La fenêtre montre le type de paramètre sélectionné, Ordinary autoregressive, l'ordre 1 et la valeur initiale du coefficient 0.0000. Cliquez OK pour valider le choix des paramètres.
- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter le fichier de sortie.

?

Notez l'écart-type résiduel et les autocorrélations significatives à 5 %.



4.3.3 Votre réponse

?

Peut-on considérer que les autocorrélations sont tronquées au-delà d'un certain retard ? Si oui, que vaut ce retard ? Voyez-vous quel modèle simple on pourrait proposer pour la série Resid.



4.3.4 Votre réponse

Poursuivons avec un modèle AR(2). Ce modèle a deux paramètres.

- ⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour l'estimation : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation. Ne changez rien.
- ⇒ Cliquez Add Parameters pour ouvrir la fenêtre de dialogue. Vous voyez le paramètre autorégressif d'ordre 1 déjà introduit. Cliquez encore dans la colonne Type sur la ligne Ordinary autoregressive puis sur Add La fenêtre montre le type de paramètre ajouté, Ordinary autoregressive, l'ordre 2 et la valeur initiale du coefficient 0.0000. Cliquez OK pour valider le choix des paramètres.
- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter le fichier de sortie.



Notez l'écart-type résiduel et les autocorrélations significatives à 5 %.



4.3.5 Votre réponse



Peut-on considérer que les autocorrélations sont tronquées au-delà d'un certain retard ? Si oui, que vaut ce retard ? Voyez-vous quel modèle simple on pourrait proposer pour la série Resid.



4.3.6 Votre réponse

On s'arrête dès qu'on trouve un corrélogramme résiduel tronqué. Essayons encore avec un modèle AR(3). Ce modèle a trois paramètres.

- ⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour l'estimation : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation. Ne changez rien.
- ⇒ Cliquez sur Add Parameters pour ouvrir la fenêtre de dialogue. Vous voyez les deux paramètres autorégressifs d'ordre 1 et 2 déjà introduits. Cliquez encore dans la colonne Type sur la ligne Ordinary autoregressive puis sur Add. La fenêtre montre le type de paramètre ajouté, Ordinary autoregressive, l'ordre 3 et la valeur initiale du coefficient 0.0000. Cliquez OK pour valider le choix des paramètres.
- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter le fichier de sortie.



Notez l'écart-type résiduel et les autocorrélations significatives à 5 %.



4.3.7 Votre réponse



Peut-on considérer que les autocorrélations sont tronquées au-delà d'un certain retard ? Si oui, que vaut ce retard ? Voyez-vous quel modèle simple on pourrait proposer pour la série Resid.



4.3.8 Votre réponse

Il se peut qu'une spécification autorégressive saisonnière soit nécessaire. On recommence donc avec un paramètres autorégressif saisonnier, tout seul.

- ⇒ Pour accéder à la boîte de dialogue pour l'estimation : menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation. Ne changez rien.
- ⇒ Cliquez sur Add Parameters pour ouvrir la fenêtre de dialogue. Dans la colonne Type cliquez la ligne Seasonal autoregressive. Cliquez Add. La fenêtre montre le type de paramètre sélectionné, Seasonal autoregressive, l'ordre 1 et la valeur initiale du coefficient 0.0000. Cliquez OK pour valider le choix des paramètres.
- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter le fichier de sortie.



Notez l'écart-type résiduel et les autocorrélations significatives à 5 %.



4.3.9 Votre réponse



Peut-on considérer que les autocorrélations sont tronquées au-delà d'un certain retard ? Si oui, que vaut ce retard ? Voyez-vous quel modèle simple on pourrait proposer pour la série Resid.

*4.3.10 Votre réponse*

Il faut ensuite combiner cette spécification autorégressive saisonnière avec une spécification ordinaire AR(1), puis AR(2), et ainsi de suite, mais en général, on pourra s'arrêter bien plus tôt.

Il ne reste plus qu'à estimer les paramètres du modèle retenu, un des modèles AR(p), avec p le plus petit possible, pour lequel les autocorrélations sont tronquées au-delà d'un certain retard q .



Procédez à l'estimation des paramètres du modèle suggéré, comme plus haut.



Que pouvez-vous conclure ?

*4.3.11 Votre réponse*

Dans la partie 5, le but de l'exercice est d'illustrer l'étape de prévision en employant le modèle estimé sur les données de ventes au détail en France.

SYNTHÈSE

Nous avons obtenu un modèle pour les ventes des magasins de détail en France par deux méthodes différentes. Il aurait pu arriver que les deux méthodes donnent lieu à des modèles différents.

Les deux démarches qui ont été illustrées sont employées par le module TSE/AX, le module de modélisation ARIMA automatique dans la version commerciale du logiciel TSE.

Partie 5 Dans la partie 4, le but de l'exercice est d'illustrer l'étape de prévision des données de ventes au détail en France à partir des deux modèles estimés dans les parties 4 et 5.

5.1 PRÉVISIONS A PARTIR DU PREMIER 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 CH10EX07.
- ⇒ Chargez le problème déjà préparé dans la partie 3 : DET3.

Revoyez le graphique de la série si nécessaire. Dans la partie 3, nous avons estimé les paramètres du modèle suivant, en notant $Y_t = \nabla \nabla_{12} \text{DET}_t$:

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} = e_t,$$

où ϕ_1 et ϕ_2 sont les deux paramètres qui ont été estimés.

Le problème est déjà entièrement défini à l'exception des noms des prévisions et valeurs ajustées qui sont les noms par défaut, respectivement Forc et Fit. Nous allons employer les noms Forc1 et Fit1, respectivement

- ⇒ Pour produire les prévisions et les valeurs ajustées pour le modèle 1: menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation. Dans la fenêtre de dialogue Arima model –Estimation, vous avez 1 en face de Differences, 1 en face de Seasonal difference et None en face de Normalized transformation. Ne changez rien, ni les paramètres ni le nom de la série résiduelle.
- ⇒ Sur la ligne Save forecasts or predictions, vous voyez “Forc”. Cliquez afin d'éditer la zone. Tapez 1 à la fin pour que le nom de fichier des prévisions devienne Forc1.
- ⇒ Sur la ligne Save fitted values, vous voyez “Fit”. Cliquez afin d'éditer la zone. Tapez 1 à la fin pour que le nom de fichier des valeurs ajustées devienne Fit1.
- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter le fichier de sortie, déjà sauvegardé sous le nom DET3.



Descendez sur la ligne “=== Fitting intervals at the 95% level”.



Commentez le nombre d’observations qui se trouvent au-dessous ou au-dessus de l’intervalle à 95 %.

5.1.1 Votre réponse



Descendez sur la ligne “=== Forecasting from Dec1957 with fresh data”.



Notez la valeur des prévisions pour janvier 1958 et pour décembre 1958 ainsi que les limites des intervalles de prévision à 95 %. Les deux données sont-elles dans les intervalles respectifs ?

5.1.2 Votre réponse



Notez aussi la valeur des critères MSE, MAE et MAPE.

5.1.3 Votre réponse

On peut aussi examiner les valeurs ajustées sous forme de graphique.



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 ?

5.1.4 Votre réponse

Nous pouvons aussi regarder le graphique des prévisions.



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

Vous pouvez vous limiter aux dernières années en recommençant mais cette fois en changeant la date de début.



Cliquez sur la deuxième ligne et déplacez le curseur sur le chiffre des unités 1 et tapez 6. Cliquez OK. Focalisez sur des points choisis pour répondre à la question suivante.

?

Notez les valeurs de la prévision pour janvier 1958 et les limites de l'intervalle de prévision. Notez-les et comparez la prévision à la réponse 5.1.2. Qu'en pensez-vous ?



5.1.5 Votre réponse

5.2 PRÉVISIONS A PARTIR DU SECOND MODÈLE

Dans la partie 4, nous avons remarqué que les autocorrélations de la série résiduelle du premier modèle sont tronquées au-delà du retard 12 et que l'autocorrélation de retard 12 est la plus significative. Nous en avons déduit un second modèle qui peut s'écrire, toujours en notant $Y_t = \nabla \nabla_{12} \text{DET}_t$:

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} = u_t - \Theta_1 u_{t-12},$$

où ϕ_1 , ϕ_2 et Θ_1 sont les trois paramètres qui ont été estimés.

Nous allons réestimer les paramètres mais cette fois en sauvegardant les

valeurs ajustées et les prévisions. Nous allons employer les noms Forc2 et Fit2, respectivement

- ⇒ Pour produire les prévisions et les valeurs ajustées pour le modèle 2: menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation. Dans la fenêtre de dialogue Arima model –Estimation, vous avez 1 en face de Differences, 1 en face de Seasonal difference et None en face de Normalized transformation. Ne changez rien, ni les paramètres ni le nom de la série résiduelle.
- ⇒ Sur la ligne Save forecasts or predictions, vous voyez “Forc”. Cliquez afin d’éditer la zone. Tapez 2 à la fin pour que le nom de fichier des prévisions devienne Forc2.
- ⇒ Sur la ligne Save fitted values, vous voyez “Fit”. Cliquez afin d’éditer la zone. Tapez 2 à la fin pour que le nom de fichier des valeurs ajustées devienne Fit2.
- ⇒ Cliquez OK Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter le fichier de sortie, déjà sauvegardé sous le nom DET4.
- ⇒ Descendez sur la ligne “=== Fitting intervals at the 95% level”.



Commentez le nombre d’observations qui se trouvent au-dessous ou au-dessus de l’intervalle à 95 %.

5.2.1 Votre réponse

- ⇒ Descendez sur la ligne “=== Forecasting from Dec1957 with fresh data”.



Notez la valeur des prévisions pour janvier 1958 et pour décembre 1958 ainsi que les limites des intervalles de prévision à 95 %. Les deux données sont-elles dans les intervalles respectifs ?



5.2.2 Votre réponse



Notez aussi la valeur des critères MSE, MAE et MAPE.



5.2.3 Votre réponse

On peut aussi examiner les valeurs ajustées sous forme de graphique.



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



Que pensez-vous de ces prévisions à un mois ?



5.2.4 Votre réponse

Nous pouvons aussi regarder le graphique des prévisions.



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

Vous pouvez vous limiter aux dernières années en recommençant mais cette fois en changeant la date de début.



Cliquez sur la deuxième ligne et déplacez le curseur sur le chiffre des unités 1 et tapez 6. Cliquez OK. Focalisez sur des points choisis pour répondre à la question suivante.



Notez les valeurs de la prévision pour janvier 1958 et les limites de l'intervalle de prévision. Notez-les et comparez la

prévision à la réponse 5.2.2. Qu'en pensez-vous ?



5.2.5 Votre réponse

5.3 COMPARAISON ENTRE LES DEUX MODÈLES

Nous allons comparer les prévisions des deux modèles Forc1 et Forc2 et les données DET. La commande Plots Data ne traite que les données de l'intervalle d'estimation, donc jusqu'en décembre 1957. Il faut donc modifier la date de fin pour visualiser les prévisions.

⇒ Pour visualiser graphiquement la série: menu Graphics ⇒ Series et sélectionnez DET puis FORC1 puis FORC2. Cliquez sur la ligne Last date pour éditer la date. Déplacez le curseur sur le chiffre des unités et tapez 8 pour effacer 7, de sorte que la date de fin devient 1958.12. Cliquez pour obtenir le graphique.

?

Que pensez-vous de la qualité des prévisions des deux méthodes. Laquelle semble fournir les meilleures prévisions pour l'année 1958 ?



5.3.1 Votre réponse

?

Comparez les valeurs des critères MSE, MAE et MAPE des deux méthodes. Qu'en pensez-vous ?



5.3.2 Votre réponse

SYNTHÈSE

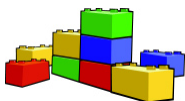
Pour les ventes des magasins de détail en France, nous avons comparé les valeurs ajustées et les prévisions obtenues à partir de deux modèles, un modèle autorégressif d'ordre 2 et un modèle ARMA, tous deux basés sur une double différence, ordinaire et saisonnière. Le premier modèle était rejeté lors de la validation. Il n'est donc pas surprenant que ses prévisions soient moins bonnes.



Exercice avancé

(Pour les utilisateurs de la version avancée du cours)

Préalable



Le chapitre 10 du cours de base et du cours avancé doit avoir été suivi jusqu'à la page 188.

Objectif



Le but est d'illustrer l'étape d'interprétation de la méthode de Box et Jenkins.

Données



Les mêmes données que celles utilisées pour l'exercice de base.

Structure de l'exercice

L'exercice avancé une seule partie :

- Dans la partie A, le but de l'exercice est d'illustrer l'étape d'interprétation du modèle final estimé sur les données de ventes des magasins de détail en France.

Partie A Le but de l'exercice est d'illustrer l'étape d'interprétation sur les données de ventes des magasins de détail en France.

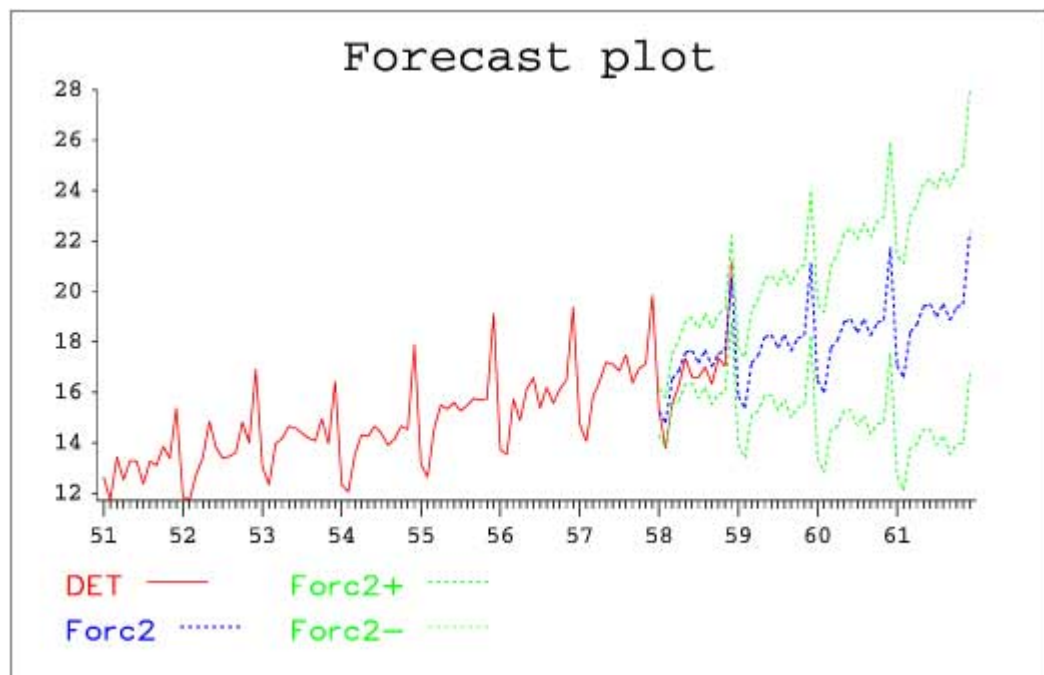
Nous distinguons d'une part l'interprétation pour le modèle proprement dit et d'autre part l'interprétation en termes d'une méthode de lissage exponentiel.

A.a L'INTERPRÉTATION DU MODÈLE

Le modèle est de la forme suivante :

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} = e_t - \Theta_1 e_{t-12},$$

où $Y_t = \nabla \nabla_{12} \text{DET}_t$. Voici la figure avec les prévisions jusqu'à fin 1961. Elle montre la fonction de prévision sur 4 ans.



Remarque

Ceci a été obtenu en changeant la date de prévision dans le menu Data Definition.

?

Le modèle est composé d'une différence ordinaire, d'une différence saisonnière, de deux termes autorégressifs ordinaires et d'un terme moyenne mobile saisonnier. Qu'est-ce qui paraît le plus déterminer l'allure de la fonction de prévision ?



A.a.1 Votre réponse

La sortie suivante a été obtenue en modifiant le choix de la rubrique de la fenêtre Arima model Residuals Zero of AR/MA polynomials de No en Yes.

```

=== ROOTS OF AR AND MA POLYNOMIALS <Z>
AUTOREGRESSIVE POLYNOMIAL (DEGREE : 2)
  ROOTS      MODULUS  PERIOD
  COMPLEX PAIR 1.457    3.07
MOVING AVERAGE POLYNOMIAL (DEGREE : 12)
  ROOTS      MODULUS  PERIOD
  REAL       1.056
  COMPLEX PAIR 1.056    12.00
  COMPLEX PAIR 1.056     6.00
  COMPLEX PAIR 1.056     4.00
  COMPLEX PAIR 1.056     3.00
  COMPLEX PAIR 1.056     2.40
  REAL       1.056     2.00
  
```



Des racines complexes dans le polynôme autorégressif correspondent à des oscillations pseudo-périodiques dans la série et elles peuvent se voir dans les prévisions. Les voit-on ? Pourrait-on les expliquer a posteriori ?



A.a.2 Votre réponse



Les racines dans le polynôme moyenne mobile saisonnier traduisent la périodicité de la série. Que voit-on ici ?



A.a.3 Votre réponse

A.b L'INTERPRÉTATION EN TERMES D'UNE MÉTHODE DE LISSAGE EXPONENTIEL

Rappelons que le modèle est de la forme suivante :

$$Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} = e_t - \Theta_1 e_{t-12},$$

où $Y_t = \nabla \nabla_{12} \text{DET}_t$.

?

Ceci correspond-t-il à la forme ARIMA d'une des méthodes de lissage exponentiel suivantes : lissage exponentiel simple, lissage exponentiel double, méthode de Holt, méthode de Winters ?



A.b.1 Votre réponse

SYNTHÈSE

Nous avons procédé à l'interprétation du modèle final qui a été obtenu pour les ventes au détail en France entre 1951 et 1958. Cette interprétation a été basée sur les opérateurs de différence ordinaire et saisonnière, les termes autorégressifs et moyenne mobile, en l'absence de méthode de lissage exponentiel sous-jacente.

[Retour au chapitre 10](#)