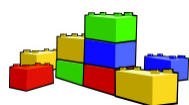


Chapitre 9, exercice 1**Instructions pour employer étudiant la série PIB du répertoire CH09EX01**

Le répertoire CH09EX01 comporte un exercice de base destiné à tous les apprenants et un exercice avancé réservé aux seuls apprenants de la version avancée du cours.

Exercice de base (Pour tous les utilisateurs du cours)

Préalable Le chapitre 9 du cours doit avoir été suivi jusqu'à la page 19.



Objectif Le but est d'essayer de modéliser la série et d'en déduire des prévisions.



Données Il s'agit du produit intérieur brut de l'Italie, sous forme de données trimestrielles, du premier trimestre de 1980 au quatrième trimestre de 1991. Les données des années 1990 et 1991 ne sont pas employées pour la modélisation.

**Structure de l'exercice**

L'exercice comporte une partie :

- Dans la partie 1, le but est d'essayer de modéliser la série du produit intérieur brut de l'Italie en tentant d'appliquer une combinaison de différences (ordinaires) et de différences saisonnières et en examinant les autocorrélations. On souhaiterait trouver un comportement de bruit blanc, ce qui permettrait de calculer directement des prévisions.

Partie 1 Déjà dans le chapitre 6, nous avons introduit les différences ou différences ordinaires. L'occasion était constituée par l'étude de la forme ARIMA du lissage exponentiel simple. Dans le chapitre 8 sur l'autocorrélation et les erreurs de prévision, nous avons retrouvé les différences mais cette fois dans le but de rendre une série stationnaire pour pouvoir appliquer la théorie d'inférence statistique pour les processus. L'effet des différences est d'éliminer en quelque sorte les variations de niveau, voire même une tendance linéaire. Dans le but de rendre stationnaire une série comportant une saisonnalité, nous avons également introduit les différences saisonnières.

Après un examen de la série, nous allons appliquer successivement une différence ordinaire, une différence saisonnière et les deux types de différences, afin chaque fois d'examiner le caractère stationnaire ou non de la série transformée. Nous serons amenés à examiner aussi le caractère aléatoire de la série transformée.

1.1 INTRODUCTION

Nous allons effectuer cette étude en employant Time Series Expert for Windows, en abrégé TSE.

- ⇒ 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 CHAP09 puis CH09EX01.
- ⇒ Chargez le problème déjà préparé : PIB. Vous devez alors voir dans le bas de l'écran que la variable dépendante est PIB, que l'échantillon d'estimation est 1980.1 – 1989.4 et que les prévisions seront calculées jusqu'en 1991.4.
- ⇒ Pour visualiser le tableau des données: menu Data ⇒ Spreadsheet. Pressez la touche fonction F3 pour charger une série dans la colonne A du tableau. Sélectionnez PIB.
- ⇒ Pour visualiser graphiquement la série: menu Graphics ⇒ Series. Sélectionnez PIB (cliquez sur ce nom puis Open). Cliquez OK pour obtenir le graphique.

**Remarques**

1. Comme pour tous les graphiques de TSE, il est possible de focaliser sur un point.
2. Dans tous les graphiques de TSE, il faut quitter le graphique pour revenir au menu.
3. Pour un graphique de séries, plusieurs variables peuvent être sélectionnées. Dans ce cas, plusieurs séries sont représentées en fonction du temps.



Nous avons déjà demandé si vous pouvez accepter que la série soit produite par un processus stationnaire. Confirmez-vous votre réponse ?



1.1.1 Votre réponse

**Remarque**

Cela signifie que la série ne peut avoir ni tendance, ni saisonnalité.

À titre de curiosité, vous vous demandons d'inspecter les autocorrélations de la série du produit intérieur brut de l'Italie.



Est-ce justifié de regarder les autocorrélations de cette série, compte tenu de votre réponse à la question précédente?



1.1.2 Votre réponse



Pour visualiser les autocorrélations de la série: menu Graphics
⇒ Autocorrelations and partials. Sélectionnez PIB.

**Remarque**

Ici également, on peut focaliser pour connaître les retards correspondant aux autocorrélations significatives. Comme indiqué dans le chapitre 8, rappelons que les autocorrélations significatives au niveau de probabilité 5%

sont celles dont les barres sortent de la bande.



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



1.1.3 Votre réponse

Remarque



Nous effectuons ces tests bien qu'ils n'aient aucune valeur puisque la série ne peut pas être considérée comme générée par un processus stationnaire.

1.2 EXAMEN DE LA SÉRIE EN DIFFÉRENCE ORDINAIRE

Au chapitre 8, nous avons vu que les séries qui ne peuvent pas être considérées comme produites par un processus stationnaire peuvent être éventuellement transformées. Sans cela les tests statistiques sur les autocorrélations n'ont pas de sens. Si la série transformée peut être considérée comme produite par un processus stationnaire, alors les tests statistiques sur les autocorrélations de cette série transformée ont un sens.

Dans TSE, il est possible d'appliquer une différence ou différence ordinaire de trois manières différentes :

1. de manière automatique, en employant un problème où la différence a été prédéfinie ;
2. de manière manuelle, à l'intérieur du tableur incorporé ;
3. de manière intermédiaire, en sélectionnant une différence dans la fenêtre de dialogue appropriée, Arima model – Specification.

Pour le moment, nous nous limitons à la première manière, qui est plus simple. Il est néanmoins recommandé d'appliquer également les deux autres manières, dans le cadre de l'exercice avancé.



Chargez le problème déjà préparé : menu File ⇒ Open.
Choisissez PIBD.



Pour appliquer la différence ordinaire, menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Specification.



Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Specification, vous

devez voir 1 en face de Differences et 0 en face de Seasonal differences. Sur la ligne Save residuals, vous devez voir “ PIBD”.

⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. (La sortie ne nous intéresse pas pour le moment).

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



Remarque

Il n'est pas nécessaire ici d'indiquer le nom de la série PIBD lors de la réalisation du graphique parce que la série est définie comme série résiduelle.



Nous avons déjà demandé si vous pouvez accepter que la série PIBD soit produite par un processus stationnaire ? Confirmez-vous votre réponse ?



1.2.1 Votre réponse

Inspectez les autocorrélations de la série du PIB de l'Italie en différences en procédant comme suit.

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



Quels sont les retards pour lesquels les autocorrélations sont significatives au seuil de 5% ?



1.2.2 Votre réponse

1.3 EXAMEN DE LA SÉRIE EN DIFFÉRENCE SAISONNIERE

Dans le chapitre 8 sur l'autocorrélation et les erreurs de prévision, nous avons introduit les différences saisonnières dans le but de rendre stationnaire une série comportant une saisonnalité. Puisque la série du PIB de l'Italie semble présenter une saisonnalité, il est naturel d'essayer de trans-

former la série avec une différence saisonnière.

- ⇒ Chargez le problème déjà préparé: menu File ⇒ Open. Choisissez PIBS.
- ⇒ Pour appliquer la différence saisonnière: menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Specification.
- ⇒ Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Specification, vous devez voir 0 en face de Differences, 1 en face de Seasonal differences et “PIBS” en face de Save residuals.
- ⇒ Cliquez OK puis Y pour lancer le programme, puis la touche d'échappement pour quitter la sortie (sans intérêt pour le moment).
- ⇒ Pour visualisez la série PIBS: menu Graphics ⇒ Residuals.

?

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

1.3.1 Votre réponse



Inspectez les autocorrélations de la série du PIB de l'Italie en différences saisonnières en procédant comme suit.

- ⇒ Pour visualiser les autocorrélations de la série en différences saisonnières: menu Graphics ⇒ Residual autocorrelations and partials.

?

Quels sont les retards pour lesquels les autocorrélations sont significatives au seuil de 5% ?

1.3.2 Votre réponse



1.4 ÉLABORATION D'UN MODÈLE SUR LA SÉRIE EN DIFFÉRENCE

SAISONNIERE

Il y a plusieurs raisons pour ne pas être satisfait. Ces raisons sont exposées dans les réponses aux questions précédentes. Néanmoins, passons outre et essayons un premier modèle.

- ⇒ Continuez sur la base du problème chargé dans le paragraphe précédent, c'est-à-dire PIBS (rechargez-le si nécessaire).
- ⇒ Pour construire un modèle basé sur une différence saisonnière: menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation.
- ⇒ Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Estimation, vous devez voir 0 en face de Differences, 1 en face de Seasonal differences, “PIBS” en face de Save residuals et “PIBP” en face de Save forecasts or predictions.
- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter la sortie.
- ⇒ Descendez dans le fichier. Vers la fin, vous verrez le titre “Forecasting from 4/1989”.



Notez la valeur du critère MAPE, par exemple.

1.4.1 Votre réponse

- ⇒ Vous pouvez sauver la sortie : clic droit puis Save as et tapez par exemple PIBS.
- ⇒ Pour visualisez la série PIB et ses prévisions PIBP pour les années 1990 et 1991: menu Graphics ⇒ Predictions/Forecasts. Vous pouvez alors voir les prévisions calculées pendant les années 1990 et 1991 et les intervalles de prévision à 95%.

Remarques



1. Il est souvent utile d'avoir une meilleure vue sur les dernières années en choisissant la date de début. Placez-vous sur la ligne First date contenant la date 1980.1. Tapez, par exemple, 1987.1 à la place. Cliquez OK pour obtenir le graphique.

2. Rappelons la remarque 1 qui a précédé la question 1.1.1 (page 4). On peut focaliser pour connaître les dates et les valeurs numériques correspondant aux points.

3. Nous verrons au chapitre 10 comment les intervalles de prévision sont déterminés.



Dans le cours, on a écrit l'équation du modèle correspondant à une certaine spécification qui a permis le calcul des prévisions. Écrivez le modèle dans ce cas-ci. En employant la focalisation dans le graphique ci-dessus, vérifiez le calcul de ces prévisions.



1.4.2 Votre réponse

1.5 EXAMEN DE LA SÉRIE EN DIFFERENCE ET DIFFÉRENCE SAISONNIERE

Puisque ni les différences ordinaires seules, ni les différences saisonnières seules ne permettent d'avoir une série stationnaire, essayons les deux ensemble.

- ⇒ Chargez le problème déjà préparé: menu File ⇒ Open. Choisissez PIBX.
- ⇒ 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 et 1 en face de Seasonal differences. Sur la ligne Save residuals, vous devez voir “ PIBX”.
- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme (la sortie ne nous intéresse pas pour le moment).



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

Remarque



Nous allons souvent ajouter un suffixe pour identifier les séries

- D, pour indiquer la série en différence,
- S, pour indiquer la série en différence saisonnière,
- X, pour indiquer la série en différence et différence saisonnière,
- P, pour indiquer la série de prévision,
- F, pour indiquer la série des valeurs ajustées (*fitted values*)
- R, pour indiquer la série des résidus.



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



1.5.1 Votre réponse

Inspectez les autocorrélations de la série du PIB de l'Italie en différences et différences saisonnières en procédant comme suit.



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



Quels sont les retards pour lesquels les autocorrélations sont significatives au seuil de 5% ?



1.5.2 Votre réponse



Pouvez-vous accepter que la série PIBX soit produite par un



processus de type bruit blanc? Justifiez votre réponse.

1.5.3 Votre réponse

1.6 ÉLABORATION D'UN MODELE SUR LA SÉRIE EN DIFFERENCE ET DIFFÉRENCE SAISONNIERE

Ceci est beaucoup plus satisfaisant. Essayons le modèle correspondant.

- ⇒ Continuez sur la base du problème chargé dans le paragraphe précédent, c'est-à-dire PIBX (rechargez-le si nécessaire).
- ⇒ Pour construire un modèle basé sur une différence saisonnière: menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Estimation.
- ⇒ Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Estimation, vous devez voir 1 en face de Differences et 1 en face de Seasonal differences. Sur la ligne Save residuals, vous devez voir “ PIBX”. Sur la ligne Save forecasts or predictions, vous devez voir “ PIBP”.
- ⇒ Cliquez OK pour lancer le programme. Nous allons consulter la sortie.
- ⇒ Descendez dans le fichier. Vers la fin, vous verrez le titre “Forecasting from 4/1989”.

?

Notez la valeur du critère MAPE, par exemple.

1.6.1 Votre réponse



- ⇒ Vous pouvez sauver la sortie : clic droit puis Save as et tapez par exemple PIBX.
- ⇒ Pour visualisez la série PIB et ses prévisions PIBP pour les années 1990 et 1991: menu Graphics ⇒ Predictions/Forecasts. Vous pouvez alors voir, en plus des données, les prévisions

calculées pendant les années 1990 et 1991 et les intervalles de prévision.

Remarque



Si nous avions donné pour la série des prévisions un nom PIBP différent de celui employé pour le modèle en différence saisonnière, il serait possible de réaliser un graphique comparant les deux séries de prévision aux données.



Dans le cours, on a écrit l'équation du modèle correspondant à la présente spécification qui a permis le calcul des prévisions. En employant la focalisation dans le graphique ci-dessus, vérifiez le calcul de ces prévisions. Sont-elles correctes?

1.6.2 Votre réponse



SYNTHESE

Dans le cours, nous avons déjà traité cet exemple en partie. Nous l'avons ici revu et complété. Après avoir examiné la série, le produit intérieur de l'Italie en données trimestrielles de 1980 à 1989, nous avons successivement appliqué une différence puis une différence saisonnière.

Dans les deux cas, la série obtenue ne pouvait pas être considérée comme étant générée par un processus aléatoire stationnaire. En conséquence, l'inférence statistique sur les autocorrélations, en particulier les tests d'hypothèses et l'estimation, n'est pas applicable. Nous avons néanmoins tenté une modélisation et le calcul des prévisions sur la base d'un modèle sur la série en différence saisonnière, sans beaucoup de succès.

Nous avons ensuite examiné l'application combinée des deux types de différences : différence ordinaire et différence saisonnière. La série transformée pouvant cette fois être considérée comme produite par un processus stationnaire, nous avons appliqué les tests de comportement aléatoire et avons conclu que la série est largement compatible avec un processus bruit blanc. Cela signifie que la série $\nabla \nabla_4 \text{PIB}_t$ se comporte comme une série d'erreurs de

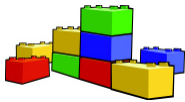
prévision e_t .

En écrivant le modèle $\nabla\nabla_4\text{PIB}_t = e_t$, nous avons pu calculer les prévisions de la série pour les années 1990 et 1991. La qualité des résultats de prévision est surprenante. Cela signifie qu'une modélisation de la série du PIB de l'Italie est non seulement possible mais aussi qu'elle est facile.



Exercice avancé (Pour les utilisateurs de la version avancée du cours)

Préalable



Le chapitre 9 du cours de base et avancé doit avoir été suivi jusqu'à la page 20.

Objectif



Le but est d'expérimenter deux manières plus actives de réaliser la modélisation de la partie 1.

Données



Il s'agit du produit intérieur brut de l'Italie, sous forme de données trimestrielles, du premier trimestre de 1980 au quatrième trimestre de 1991. Les données des années 1990 et 1991 ne sont pas employées pour la modélisation.

Structure de l'exercice

L'exercice comporte une partie :

- Dans la partie A, le but est d'essayer de modéliser la série du produit intérieur brut de l'Italie en appliquant les différences d'une manière différente, plus active.

Partie A Dans la partie 1, quand nous avons demandé d'appliquer des différences, nous avons simplement chargé des problèmes préparés à l'avance dans lesquelles les différences étaient pré-programmées dans le logiciel Time Series Expert (TSE) utilisé. Ici, elles seront spécifiées via l'interface du programme, et ceci de deux manières différentes.

A.a EXAMEN DE LA SÉRIE EN DIFFÉRENCE ET DIFFÉRENCE SAISONNIÈRE (2^E MANIÈRE)

- ⇒ Chargez à nouveau le problème de base déjà préparé: menu File ⇒ Open. Choisissez PIB.
- ⇒ Pour appliquer la différence ordinaire, procédez comme suit: Menu Methods ⇒ Arima model ⇒ Specification
- ⇒ Dans la fenêtre de dialogue Arima model – Specification, vous devez voir 0 en face de Differences. Utilisez le triangle qui pointe vers le haut pour faire apparaître 1. Si vous voyez un autre nombre, utilisez le triangle qui pointe vers le bas jusqu'à voir apparaître 1.
- ⇒ Vous devez aussi voir 0 en face de Seasonal differences. Utilisez le triangle qui pointe vers le haut pour faire apparaître 1. Si vous voyez un autre nombre, utilisez le triangle qui pointe vers le bas jusqu'à voir apparaître 1.
- ⇒ Descendez sur la ligne Save residuals. Vous devez voir "Resid". Effacez les cinq caractères et tapez PIBY. Cliquez OK pour lancer le programme (la sortie ne nous intéresse pas).
- ⇒ La suite est comme dans le paragraphe 1.5.

? Vérifiez si la série PIBY est bien identique à la série PIBX.
Indication: employez le tableur de TSE ou le graphique des deux séries.



A.a.1 Votre réponse

A.b EXAMEN DE LA SÉRIE EN DIFFÉRENCE ET DIFFÉRENCE SAISONNIÈRE (3^E MANIÈRE)

Nous allons employer le tableur incorporé à Time Series Expert.

- ⇒ Chargez à nouveau le problème de base déjà préparé: menu File ⇒ Open et choisissez PIB.
- ⇒ Pour entrer dans le tableur: menu Data ⇒ Spreadsheet. Pressez la touche fonction F3 pour charger une série dans la colonne A du tableau. Sélectionnez PIB.

Nous transformons maintenant la série dans le tableur au moyen d'une différence saisonnière.

- ⇒ Cliquez en colonne B. Pressez la touche fonction F3 et sélectionnez encore PIB.
- ⇒ Cliquez en colonne C. Pressez la touche fonction F3 et sélectionnez encore PIB.
- ⇒ Cliquez en colonne D. Pressez la touche fonction F3 et sélectionnez encore PIB.
- ⇒ Avec la souris, retournez en colonne B. Utilisez le menu Transform et choisissez Differences. Pressez F10 pour renommer la série et tapez le nom PIBD1. Pressez la touche F2 pour sauver la série.
- ⇒ Cliquez en colonne C. Utilisez le menu Transform et choisissez Seasonal differences. Pressez F10 pour renommer la série et tapez le nom PIBS1. Pressez la touche F2 pour sauver la série.
- ⇒ Cliquez en colonne D. Utilisez le menu Transform et choisissez Differences. . Utilisez encore le menu Transform et choisissez cette fois Seasonal differences. Pressez F10 pour renommer la série et tapez le nom PIBX1. Pressez la touche F2 pour sauver la série.
- ⇒ Quittez le tableur.
- ⇒ Pour visualiser les autocorrélations de chacune des trois séries



en différence ordinaire et/ou saisonnière: menu Graphics \Rightarrow Autocorrelations and partials. Sélectionnez le nom approprié, successivement PIBD1, PIBS1 et PIBX1 (un seul nom à la fois). La suite est comme dans le paragraphe 1.5.



Vérifiez si les séries PIBD1, PIBS1 et PIBX1 sont bien identiques aux séries PIBD, PIBS et PIBX, respectivement. Indication: employez le tableur de TSE ou le graphique des deux séries.



A .b.1 Votre réponse



Remarque

Cette approche est plus générale puisqu'elle permet n'importe quelle transformation ou même modification des données. Toutefois, elle ne permet pas de modéliser la série ni de calculer les prévisions. En effet, ceci ne peut se faire que sur la variable dépendante, c'est-à-dire la variable dont le nom apparaît en face de Dependent variable dans fenêtre inférieure de l'écran.

SYNTHESE

Cet exercice nous a permis de refaire le contenu de la partie 1 en demandant les différences et les différences saisonnières dans TSE de deux autres manières par rapport à ce qui a été effectué. Ceci a permis également de vérifier les calculs.

[Retour au chapitre 9](#)