



UNIVERSITÉ PARIS II
PANTHÉON-ASSAS

Séries temporelles

Plan du cours

Professeur Georges Bresson

Université Paris II

Master I - Econométrie, Statistique (Cursus Master Ingénieur CMI EFiQuaS)

Master I - Monnaie, Banque, Finance, Assurance

Master I - Analyse et Politique Economique

Plan du cours

I - Processus aléatoires stationnaires

I.1 - Introduction

I.2 - Définition d'un processus aléatoire stationnaire

I.3 - Fonctions d'autocovariance et d'autocorrélation

I.4 - Processus $AR(1)$ ou processus markovien linéaire

I.5 - Processus $AR(2)$ ou processus de Yule

I.6 - Processus $AR(p)$

I.7 - Processus $MA(q)$

I.8 - Processus $ARMA(p,q)$

I.9 - Opérations de différentiation des séries

I.9.1 - Exemple du PIB US

I.9.2 - Exemple du taux de change €/€

I.10 - Annexes

I.10.1 - Annexe 1 : système vectoriel $AR(1)$ et multiplicateurs dynamiques

I.10.2 - Annexe 2 : fonction d'autocorrélation d'un $AR(2)$ et racines réelles ou complexes

I.10.3 - Annexe 3 : processus $AR(2)$ à racines complexes et fonction d'autocorrélation pseudo-périodique

Plan du cours

I.10.4 - Annexe 4 : développement en fractions partielles d'un processus

$AR(p)$

I.10.5 - Annexe 5 : Conditions d'inversibilité - Trois exemples

I.10.6 - Annexe 6 : fonction d'autocorrélation d'un $ARMA(1,1)$

II - Modélisation univariée de Box et Jenkins

II.1 - Introduction

II.2 - Identification du modèle $ARIMA$

II.3 - Estimation des paramètres (moindres carrés non linéaires et maximum de vraisemblance)

II.4 - Tests de diagnostic et critères d'information (AIC, BIC, ...)

II.5 - Prévision et variance d'erreur de prévision

II.6 - Modèles saisonniers $SARIMA$

II.7 - Applications

II.7.1 - Le cours de l'action IBM

II.7.2 - Le taux de chômage aux USA

II.7.3 - Le cours de l'action BNPPARIBAS

Plan du cours

II.7.4 - Le taux de change €/€

II.7.5 - Le fret aérien aux USA

II.7.6 - Le trafic voyageurs Métro, RER et SNCF en Ile-de-France

II.7.7 - Les immatriculations de véhicules en France

II.7.8 - L'indice d'oscillation australe (*Southern Oscillation Index*, El Niño)

II.7.9 - Les ventes de vin australien

II.7.10 - Le cours du café arabica au New York Mercantile Exchange

II.7.11 - Le score de satisfaction des textes sur Twitter

II.7.12 - Les anomalies de températures de surface des océans

II.7.13 - Les anomalies de températures de surface terrestre

II.8 - Annexes

II.8.1 - Annexe 1 : optimisation numérique

II.8.2 - Annexe 2 : prévision et variance d'erreur de prévision

Plan du cours

III - Processus non stationnaires et tests de racine unitaire

III.1 - Non stationnarité et racine unitaire

III.2 - Tendances stochastiques et composante stationnaire

III.3 - La décomposition de Beveridge et Nelson

III.3.1 - Application : le PIB français

III.4 - Le filtre d'Hodrick-Prescott

III.4.1 - Applications

III.4.1.1 - Le PIB US

III.4.1.2 - Le PIB français

III.4.1.3 - Le taux de chômage aux USA

III.4.1.4 - Les tâches solaires (*sunspot numbers*)

III.4.1.5 - L'indice d'oscillation australe (SOI, El Niño)

III.4.1.6 - Les demandes d'allocation-chômage aux USA

III.5 - Tests de racine unitaire

III.5.1 - Les tests DF de Dickey-Fuller

III.5.2 - Les tests ADF de Dickey-Fuller

III.5.3 - Les tests de Phillips-Perron

III.5.4 - Les tests KPSS

Plan du cours

III.5.5 - Applications

III.5.5.1 - Le PIB US

III.5.5.2 - L'indice CAC40

III.5.5.3 - Les rendements de l'action British Telecom

III.5.5.4 - Les taux de change €/ \$ et £/\$

III.5.5.5 - Le taux d'intérêt des bons du Trésor américain à 1 an

III.5.5.6 - Le cours de clôture de l'action APPLE au Nasdaq

III.5.5.7 - Les volumes échangés de l'action APPLE au Nasdaq

III.5.6 Tests RADF, SADP, GSADP et détection des bulles spéculatives sur le bitcoin

III.6 - Annexes

III.6.1 - Annexe 1 : tendance stochastique et moments d'ordre un et deux

III.6.2 - Annexe 2 : tendance stochastique et variance d'erreur de prévision

III.6.3 - Annexe 3 : cycles Kitchin, Juglar, Kuznets et Kondratieff

III.6.4 - Annexe 4 : démonstration du test ADF

III.6.5 - Annexe 5 : mouvement Brownien et tests de racine unitaire de Dickey-Fuller

III.6.5.1 - Petite histoire des processus Browniens

III.6.5.2 - Le mouvement Brownien

Plan du cours

- III.6.5.3 - Une simulation de mouvements Browniens
- III.6.5.4 - Le théorème central limite fonctionnel
- III.6.5.5 - Application aux processus à racine unitaire
- III.6.5.6 - Processus $AR(1)$ à racine unitaire
- III.6.5.7 - Références bibliographiques

IV - Hétéroscédasticité conditionnelle et modèles ARCH

- IV.1 - Volatilité historique, conditionnelle et implicite
- IV.2 - Non invariance d'échelle, syndrome de Noé et syndrome de Joseph
- IV.3 - Asymétrie et distribution leptokurtique
- IV.4 - Les modèles *ARCH* linéaires
 - IV.4.1 - Le modèle *ARCH*
 - IV.4.2 - Le modèle *GARCH*
 - IV.4.3 - Le modèle *IGARCH* (*Integrated GARCH*)
 - IV.4.4 - Le modèle *GARCH – M* (*GARCH in Mean*)

Plan du cours

IV.5 - Les modèles ARCH non linéaires

IV.5.1 - Le modèle EGARCH (*Exponential GARCH*)

IV.5.2 - Le modèle TGARCH (*Threshold GARCH*)

IV.5.3 - Le modèle PGARCH (*Power GARCH*)

IV.5.4 - Le modèle CGARCH (*component GARCH*)

IV.6 - Méthodes d'estimation

IV.7 - Modèles GARCH et prévision

IV.8 - Estimation d'un AR(2) – GARCH(1,1) simulé

IV.9 - Applications

IV.9.1 - Les rendements journaliers de l'action INTEL

IV.9.2 - L'indice S&P500

IV.9.3 - L'indice CAC40

IV.9.4 - Les rendements mensuels de l'action IBM (1926-2009)

IV.9.5 - Les rendements journaliers de l'action HSBC

IV.9.6 - Les rendements journaliers du cours du pétrole brut (*Brent*)

IV.9.7 - Les rendements journaliers du cours du London gold fixing

IV.9.8 - Les rendements journaliers de l'action APPLE au Nasdaq

IV.9.9 - Les rendements journaliers du cours du coton (*Upland cotton*) au NYMEX

Plan du cours

IV.10 - Annexes

- IV.10.1 - Annexe 1 : rendements du S&P500 et ajustement à des lois de probabilité (normale, Student, Laplace, sécante hyperbolique et logistique)
- IV.10.2 - Annexe 2 : kurtosis d'un $ARCH(1)$
- IV.10.3 - Annexe 3 : espérance d'une loi demi-normale
- IV.10.4 - Annexe 4 : *component* $GARCH(1,1)$ et $GARCH(2,2)$ non linéaire
- IV.10.5 - Annexe 5 : modèle $GARCH$ et estimateur du pseudo-maximum de vraisemblance
- IV.10.6 - Annexe 6 : prévision de la volatilité d'un modèle $EGARCH(1,1)$
- IV.10.7 - Annexe 7 : évaluation des options sur actions, modèle de Black et Scholes et mouvement Brownien
- IV.10.8 - Annexe 8 : options, put et call
- IV.10.9 - Annexe 9 : modèle de diffusion de Cox-Ingersoll-Ross, schéma de Milstein et prévisions du taux de change €/€ et de l'Euribor à 1 mois : deux applications sous R.

Plan du cours

V - Séries temporelles multivariées : une introduction

V.1 - Modèles dynamiques avec variables stationnaires

V.1.1 - Application : la loi d'Okun

V.2 - Modèles avec variables non stationnaires

V.2.1 - Un exemple de régressions fallacieuses

V.3 - La cointégration

V.3.1 - Équilibre de long terme

V.3.2 - Tests DF et CRDW de cointégration

V.3.3 - Théorème de représentation de Granger

V.3.4 - La méthode d'Engle et Granger

V.3.5 - Application : la PPA

V.3.6 - Application : la relation consommation - revenu

V.4 - ARMA multivariés, causalité et exogénéité

V.4.1 - Modèles ARMA multivariés

V.4.2 - Causalité et exogénéité

V.4.3 - Tests de causalité à la Granger

V.4.3.1 - Application : causalité consommation - revenu

V.4.3.2 - Application : causalité PIB - taux d'inflation

Plan du cours

V.5 - Les modèles VAR

V.5.1 - Spécification et estimation

V.5.2 - Représentation VMA et prévision

V.5.3 - Fonctions de réponses impulsionnelles

V.5.4 - Décomposition de la variance d'erreur de prévision

V.5.5 - Tests sur les résidus

V.5.6 - Application : la relation monnaie - production - intérêt

V.5.7 - Application : la relation PIB - taux d'inflation

V.6 - La cointégration multivariée et les modèles VECM

V.6.1 - VECM et relations de cointégration

V.6.2 - VECM et maximum de vraisemblance

V.6.3 - Tests de la trace et de la valeur propre maximale

V.6.4 - Application : la demande de monnaie

V.7 - Avantages et limites de la cointégration

V.8 - Annexes

V.8.1 - Processus VAR(1) trivarié

V.8.2 - VECM(2) trivarié et 2 relations de cointégration

Références bibliographiques

- Bisgard, S. and M. Kulahci, 2011, Time Series Analysis and Forecasting by Example, John Wiley, New York.
- Bourbonnais R. et M. Terraza, 1998, Analyse des Séries Temporelles en Economie, PUF, Coll. Economie, Paris (ré-édité chez Dunod en 2004).
- Bresson G. et A. Pirotte, 1995, Econométrie des Séries Temporelles : Théorie et Applications, PUF, Coll. Economie, Paris (*épuisé*).
- Brockwell P.J. and R.A Davis, 2002, Introduction to Time Series and Forecasting, Springer-Verlag.
- Brooks C, 2002, Introductory Econometrics for Finance, Cambridge University Press.
- Campbell J.Y, Lo A.W et A.C. MacKinley A.C, 1997, The Econometrics of Financial Markets, Princeton University Press.
- Diebold, F.X. and G. D. Rudebusch, 2021, Business Cycles : Durations, Dynamics, and Forecasting, Princeton University Press.
- Fantazzini, D., 2019, Quantitative Finance with R and Cryptocurrencies, Amazon KDP.

Références bibliographiques

- Francq C. et J-M. Zakoïan, 2009, Modèles Garch : Structure, Inférence Statistique et Applications Financières, Economica, collection Economie et Statistiques Avancées, Paris.
- Gouriéroux C., 1992, Modèles ARCH et Applications Financières, Economica, Paris.
- Gouriéroux C. et A. Monfort, 1990, Séries Temporelles et Modèles Dynamiques, Economica, Paris.
- Hamilton J.D, 1994, Time Series Analysis, Princeton University Press.
- Lambertson, D. et B. Lapeyre, 1997, Introduction au Calcul Stochastique Appliqué à la Finance, Ellipses, Paris.
- Lardic S. et V. Mignon, 2002, Econométrie des Séries Temporelles Macroéconomiques et Financières, Economica, Paris.
- Lütkepohl H., 2007, New Introduction to Multiple Time Series Analysis, Springer, Berlin.
- Maddala G.S. and I-M. Kim, 2000, Unit Roots, Cointegration and Structural Change, Cambridge University Press.
- Merton, R., 1992, Time-Continuous Finance, Blackwell Publishers, New York.

Références bibliographiques

- Montgomery, D.C, Jennings, C.L, and M. Kulahci, 2015, Introduction to Time Series Analysis and Forecasting, John Wiley, New York
- Prado, R., Ferreira, M. A. and M. West, 2021. Time Series : Modeling, Computation and Inference. CRC Press.
- Shumway, R. and D. Stoffer, 2019, Time Series : A Data Analysis Approach Using R. CRC Press.
- Taylor J. S, 1986, Modelling Financial Time Series, John Wiley, New York.
- Tiao G.C and R.S Tsay, 2001, A Course in Time Series Analysis, John Wiley, New York.
- Tsay R.S, 2005, Analysis of Financial Time Series, (2nd edition) John Wiley, New York.
- Tsay R.S, 2014, Multivariate Time Series Analysis : With R and Financial Applications, John Wiley, New York.

Thèmes des séances de Travaux Dirigés

- TD 1 : Processus stationnaires
- TD 2 : Modélisation *ARIMA* et *SARIMA*
- TD 3 : Modélisation *ARIMA* et *SARIMA* (suite)
- TD 4 : Processus non stationnaires, extraction des cycles et tests de racine unitaire
- TD 5 : Processus non stationnaires, extraction des cycles et tests de racine unitaire (suite)
- TD 6 : Révision
- TD 7 : Processus *ARCH*
- TD 8 : Cointégration - L'approche d'Engle et Granger
- TD 9 : Processus VAR, VECM, causalité et réponses impulsionnelles
- TD 10 : Révision

Les fiches de TD ainsi que les bases de données sont accessibles sur la page <http://bresson.u-paris2.fr>.