

Paris

**Session :** JANVIER 2023 – 1<sup>er</sup> semestre

**Année d'étude :** M1 – Economie - Gestion

**Discipline :** Séries Temporelles

**Titulaire(s) du cours :** Professeur Georges Bresson

**Durée de l'épreuve :** 3 heures

**Document(s) autorisé(s) :**

**Aucun document autorisé**

**Calculatrices et tables statistiques autorisées**

*Ce sujet comporte 9 pages. Avant de composer, veuillez vérifier que votre sujet est complet.*

**LE SUJET DOIT ETRE IMPRIME EN COULEURS.**

# Séries Temporelles

## Master I Economie-Gestion

Mention Econométrie, Statistique, label CMI EFIQuaS

Mention Monnaie Banque Finance Assurance, Mention Analyse et Politique Economique

Professeur Georges Bresson

Session Janvier 2023

On s'intéresse à la structure par terme des taux d'intérêt américains. L'objectif est de modéliser la dynamique des obligations zéro-coupon (*zero-coupon yields*) des bons du Trésor américain à différentes échéances annuelles (ou maturités).

Rappelons qu'en finance, une obligation zéro-coupon est une obligation qui ne donne pas droit à détachement de coupon, d'où l'expression zéro-coupon. L'acquéreur souscrit l'obligation à un prix inférieur à sa valeur faciale, laquelle est payée à l'échéance du contrat. Le zéro-coupon est généralement indexé sur l'inflation. C'est une forme très utilisée par les emprunts d'état notamment ceux des États-Unis, les *T-bills*.

On considère 2 maturités : à un an et à 4 ans sur la période du 14 juin 1961 au 12 février 2021, soit 14880 observations journalières (voir Figure 1). Les séries notées `yields_1` et `yields_4` sont disponibles sur le site de la Réserve Fédérale américaine.<sup>1</sup>

### 1. Exercice 1 (5 pts.)

- Commentez la Figure 1 relative aux obligations zéro-coupon à un an (`yields_1`) et à 4 ans (`yields_4`).
- Commentez la Figure 2. Testez l'hypothèse d'une distribution symétrique, puis d'une distribution mésokurtique. Calculez la statistique de Jarque-Bera et donnez sa statistique théorique associée. Que concluez-vous ?
- On teste la présence de racine unitaire sur `yields_1`. Commentez la Table 1. Que concluez-vous ?
- On teste la présence de bulles spéculatives à l'aide du test SADF sur `yields_1`. Commentez la Figure 3. Que concluez-vous ?

### 2. Exercice 2 (6 pts.)

Les variations journalières des taux d'intérêt à un an ( $y_{1,t} = \Delta yields_{1,t} \equiv (1 - B)yields_{1,t}$ ) et à 4 ans ( $y_{4,t} = \Delta yields_{4,t} \equiv (1 - B)yields_{4,t}$ ) sont notées `D(yields_1)` et `D(yields_4)` dans les Tables et Figures (voir Figure 4). On définit une variable indicatrice `Dummy` qui vaut 1 pour la période du 14 juin 1961 au 8 septembre 1981<sup>2</sup> et 0 ensuite. On estime un modèle ARCH non linéaire sur les variations journalières de `yields_1` dans lequel l'équation des variations journalières est définie par :

$$y_{1,t} = f(Cte, y_{1,t-1}, y_{4,t-1}, Dummy) + a_t, a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

où l'innovation  $a_t$  est le produit de la volatilité  $\sigma_t$  et d'un bruit blanc  $\varepsilon_t$  qui suit une loi normale. Le carré de la volatilité  $\sigma_t^2$  suit un processus EGARCH.

- Commentez la Table 2.
- A l'aide des valeurs estimées des paramètres, exprimez le carré de la volatilité  $\sigma_t^2$  (et non son log) sous forme d'un modèle GARCH à seuil.

---

1. [federalreserve.gov/data/nominal-yield-curve.htm](https://federalreserve.gov/data/nominal-yield-curve.htm). Voir également Fisher, M.M, Hauzenberger, N., Huber, F. and Pfarrhofer, M., 2022, General Bayesian time-varying parameter vector autoregressions for modeling government bond yields, *Journal of Applied Econometrics*, à paraître.

2. Date de la valeur maximale de `yields_1`.

- (c) Pour un choc “standardisé” de  $\pm 2$  écarts-types au temps  $(t - 1)$  (i.e.,  $\begin{pmatrix} \varepsilon_{t-1} = -2 \\ \varepsilon_{t-1} = +2 \end{pmatrix}$ ), déterminez l’impact relatif de ce choc sur le carré de la volatilité. Que concluez-vous ?

3. **Exercice 3** (4 pts.)

On estime par les MCO le modèle suivant :

$$\log(\text{yields}_{1,t}) = f(\text{Cte}, \log(\text{yields}_{4,t}), \text{Dummy}) + \varepsilon_t, \varepsilon_t \sim iid(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Les résidus estimés  $\hat{\varepsilon}_t$  sont notés RESIDS\_MCO. Commentez les résultats et la Figure de la Table 3. La relation est-elle cointégrée ? Justifiez votre réponse.

4. **Exercice 4** (5 pts.)

On estime un processus VAR avec le vecteur des variations journalières des taux d’intérêt  $(y_{1,t}, y_{4,t})' = (D(\text{yields}_{1,t}), D(\text{yields}_{4,t}))'$ .

- (a) Commentez la Table 4 des tests de sélection des processus VAR, des tests de causalité de Granger et de l’estimation VAR. Que concluez-vous ?
- (b) Commentez la Table 5 des autocorrélations et corrélations croisées des résidus ainsi que des fonctions de réponses impulsionnelles. Que concluez-vous ?

**Aucun document autorisé.  
Calculatrices et tables statistiques autorisées.**

Table des valeurs critiques du test de Dickey-Fuller pour  $\rho = 1$

$T$	1%	5%	10%
modèle (1)			
100	-2.60	-1.95	-1.61
250	-2.58	-1.95	-1.62
500	-2.58	-1.95	-1.62
$\infty$	-2.58	-1.95	-1.62
modèle (2)			
100	-3.51	-2.89	-2.58
250	-3.46	-2.88	-2.57
500	-3.44	-2.87	-2.57
$\infty$	-3.43	-2.86	-2.57
modèle (3)			
100	-4.04	-3.45	-3.15
250	-3.99	-3.43	-3.13
500	-3.98	-3.42	-3.13
$\infty$	-3.96	-3.41	-3.12

Table des valeurs critiques de la constante et de la tendance, tests de Dickey-Fuller

$T$	Modèle (2)			Modèle (3)					
	Constante			Constante			Tendance		
	1%	5%	10%	1%	5%	10%	1%	5%	10%
100	3.22	2.54	2.17	3.78	3.11	2.73	3.53	2.79	2.38
250	3.19	2.53	2.16	3.74	3.09	2.73	3.49	2.79	2.38
500	3.18	2.52	2.16	3.72	3.08	2.72	3.48	2.78	2.38
$\infty$	3.18	2.52	2.16	3.71	3.08	2.72	3.46	2.78	2.38

Table des valeurs critiques des tests DF de cointégration avec constante

variables (y compris $Y_t$ )	1%	5%	10%
2	-3.90	-3.34	-3.04
3	-4.29	-3.74	-3.45
4	-4.64	-4.10	-3.81
5	-4.96	-4.42	-4.13

Table des valeurs critiques du test CRDW à 5%

variables (y compris $Y_t$ )	$T = 50$	$T = 100$	$T = 200$
2	0.72	0.38	0.20
3	0.89	0.48	0.25
4	1.05	0.58	0.30
5	1.19	0.68	0.35

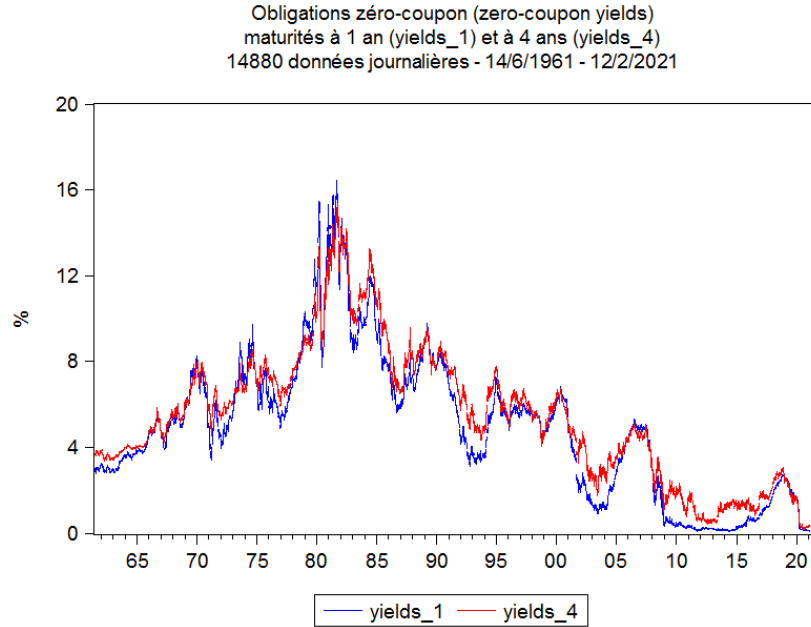


FIGURE 1: Structure par terme des taux d'intérêt américains. Obligations zéro-coupon à 1 an et à 4 ans.

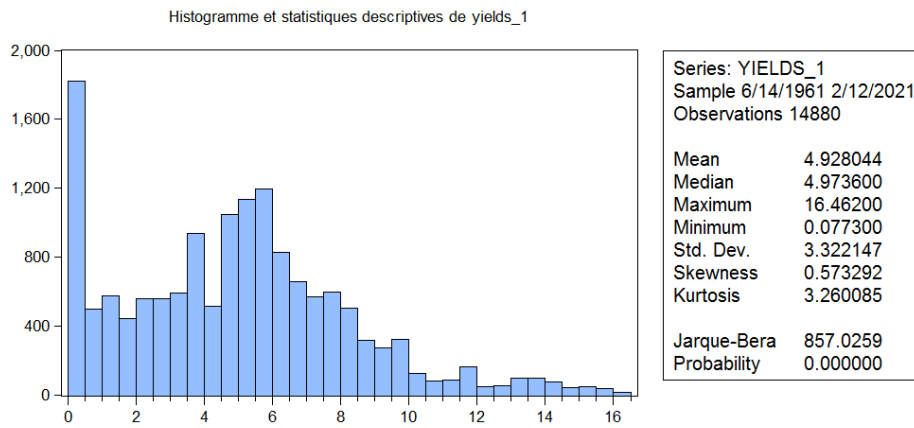


FIGURE 2: Histogramme des obligations zéro-coupon à 1 an (yields\_1).

Null Hypothesis: YIELDS\_1 has a unit root  
 Exogenous: Constant, Linear Trend  
 Lag Length: 14 (Automatic - based on AIC, maxlag=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.796080	0.1987
Test critical values:		
1% level	-3.958651	
5% level	-3.410105	
10% level	-3.126782	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(YIELDS\_1)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/24/22 Time: 10:49  
 Sample (adjusted): 7/06/1961 2/12/2021  
 Included observations: 14865 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
YIELDS_1(-1)	-0.000489	0.000175	-2.796080	0.0052
D(YIELDS_1(-1))	0.263805	0.008202	32.16497	0.0000
D(YIELDS_1(-2))	0.018703	0.008482	2.204996	0.0275
D(YIELDS_1(-3))	0.019404	0.008481	2.288013	0.0222
.....				
D(YIELDS_1(-12))	0.026286	0.008481	3.099420	0.0019
D(YIELDS_1(-13))	0.006447	0.008482	0.760098	0.4472
D(YIELDS_1(-14))	0.026791	0.008202	3.266301	0.0011
C	0.004582	0.001716	2.670262	0.0076
@TREND("6/14/1961")	-3.05E-07	1.35E-07	-2.256822	0.0240
R-squared	0.089045	Mean dependent var	-0.000192	
Adjusted R-squared	0.088063	S.D. dependent var	0.061836	
S.E. of regression	0.059050	Akaike info criterion	-2.819715	
Sum squared resid	51.77385	Schwarz criterion	-2.811016	
Log likelihood	20974.53	Hannan-Quinn criter.	-2.816828	
F-statistic	90.71101	Durbin-Watson stat	2.000366	
Prob(F-statistic)	0.000000			

(a) Premier test de racine unitaire

Null Hypothesis: YIELDS\_1 has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 14 (Automatic - based on AIC, maxlag=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.210097	0.2079
Test critical values:		
1% level	-2.565118	
5% level	-1.940846	
10% level	-1.616685	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(YIELDS\_1)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/24/22 Time: 11:47  
 Sample (adjusted): 7/06/1961 2/12/2021  
 Included observations: 14865 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
YIELDS_1(-1)	-9.86E-05	8.15E-05	-1.210097	0.2263
D(YIELDS_1(-1))	0.263889	0.008203	32.17045	0.0000
D(YIELDS_1(-2))	0.018661	0.008484	2.199698	0.0278
.....				
D(YIELDS_1(-12))	0.026121	0.008482	3.079616	0.0021
D(YIELDS_1(-13))	0.006265	0.008483	0.738572	0.4602
D(YIELDS_1(-14))	0.026536	0.008203	3.235107	0.0012
R-squared	0.088607	Mean dependent var	-0.000192	
Adjusted R-squared	0.087748	S.D. dependent var	0.061836	
S.E. of regression	0.059060	Akaike info criterion	-2.819504	
Sum squared resid	51.79874	Schwarz criterion	-2.811828	
Log likelihood	20970.96	Hannan-Quinn criter.	-2.816956	
Durbin-Watson stat	2.000348			

(c) Troisième test de racine unitaire

Null Hypothesis: YIELDS\_1 has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 14 (Automatic - based on AIC, maxlag=24)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.861972	0.3507
Test critical values:		
1% level	-3.430617	
5% level	-2.861542	
10% level	-2.566812	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(YIELDS\_1)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/24/22 Time: 11:46  
 Sample (adjusted): 7/06/1961 2/12/2021  
 Included observations: 14865 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
YIELDS_1(-1)	-0.000272	0.000146	-1.861972	0.0626
D(YIELDS_1(-1))	0.263929	0.008203	32.17636	0.0000
D(YIELDS_1(-2))	0.018739	0.008483	2.208901	0.0272
.....				
D(YIELDS_1(-12))	0.026252	0.008482	3.095026	0.0020
D(YIELDS_1(-13))	0.006404	0.008483	0.754891	0.4503
D(YIELDS_1(-14))	0.026727	0.008203	3.258003	0.0011
C	0.001241	0.000868	1.430036	0.1527
R-squared	0.088732	Mean dependent var	-0.000192	
Adjusted R-squared	0.087812	S.D. dependent var	0.061836	
S.E. of regression	0.059058	Akaike info criterion	-2.819507	
Sum squared resid	51.79161	Schwarz criterion	-2.811319	
Log likelihood	20971.98	Hannan-Quinn criter.	-2.816789	
F-statistic	96.39229	Durbin-Watson stat	2.000361	
Prob(F-statistic)	0.000000			

(b) Deuxième test de racine unitaire

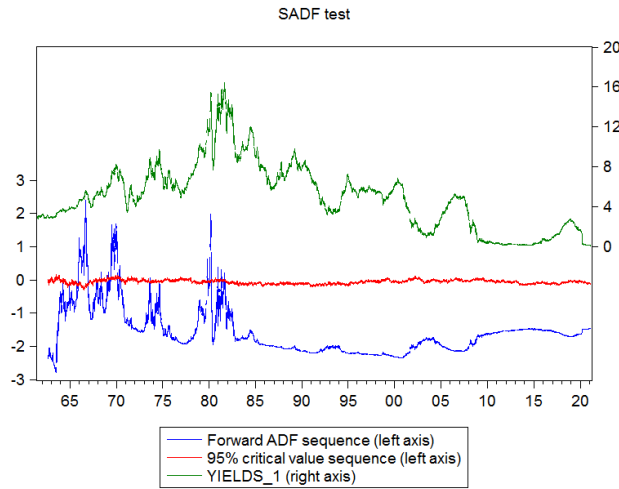
TABLE 1: Tests de racine unitaire sur les obligations zéro-coupon à 1 an (yields\_1).

Right Tailed ADF Tests  
 Sample : 6/14/1961 2/12/2021  
 Included observations: 14880  
 Null hypothesis: YIELDS\_1 has a unit root  
 Lag length: Automatic - based on AIC, maxlag=5  
 Window size: 297  
 Date: 11/24/22 Time: 12:33

	t-Statistic	Prob.*
SADF	2.386104	0.0060
Test critical values**:		
99% level	2.201755	
95% level	1.752946	
90% level	1.423233	

\*Right-tailed test  
 \*\*Critical values are based on a Monte Carlo simulation (run with EVIEWS)

(a) Statistique de test sur les obligations zéro-coupon à 1 an (`yields_1`).



(b) Test SADF évolutif sur les obligations zéro-coupon à 1 an (`yields_1`).

FIGURE 3: Test SADF sur les obligations zéro-coupon à 1 an (`yields_1`).

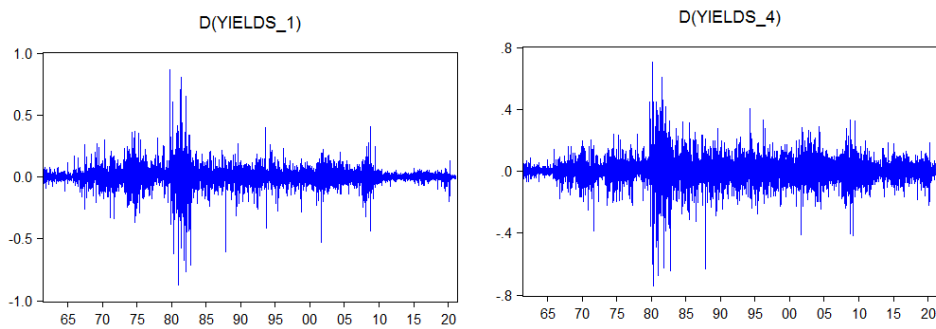


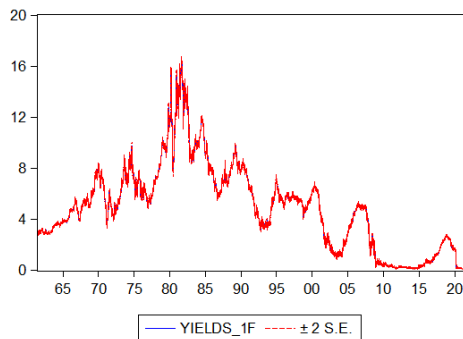
FIGURE 4: Variations journalières des obligations zéro-coupon à 1 an et à 4 ans (`yields_1`), (`yields_4`).

Dependent Variable: D(YIELDS\_1)  
 Method: ML - ARCH  
 Date: 11/24/22 Time: 10:28  
 Sample (adjusted): 6/16/1961 2/12/2021  
 Included observations: 14878 after adjustments  
 Convergence achieved after 46 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients  
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
 $\text{LOG}(\text{GARCH}) = \text{C}(5) + \text{C}(6) \cdot \text{ABS}(\text{RESID}(-1)) / \text{SQRT}(\text{GARCH}(-1)) +$   
 $\text{C}(7) \cdot \text{RESID}(-1) / \text{SQRT}(\text{GARCH}(-1)) + \text{C}(8) \cdot \text{LOG}(\text{GARCH}(-1))$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.000780	0.000250	3.127722	0.0018
DUMMY	-0.001495	0.000335	-4.457829	0.0000
D(YIELDS_1(-1))	0.150672	0.009081	16.59247	0.0000
D(YIELDS_4(-1))	-0.013545	0.005818	-2.328296	0.0199

Variance Equation				
C(5)	-0.114879	0.002360	-48.67649	0.0000
C(6)	0.133816	0.001659	80.64501	0.0000
C(7)	0.020449	0.001201	17.02659	0.0000
C(8)	0.996682	0.000273	3647.959	0.0000

R-squared	0.056547	Mean dependent var	-0.000195
Adjusted R-squared	0.056357	S.D. dependent var	0.061812
S.E. of regression	0.060045	Akaike info criterion	-3.566895
Sum squared resid	53.62636	Schwarz criterion	-3.562804
Log likelihood	26542.13	Hannan-Quinn criter.	-3.565537
Durbin-Watson stat	1.722365		



Forecast: YIELDS_1F	
Actual: YIELDS_1	
Forecast sample: 6/14/1961 2/12/2021	
Adjusted sample: 6/16/1961 2/12/2021	
Included observations: 14878	
Root Mean Squared Error	0.060037
Mean Absolute Error	0.034822
Mean Abs. Percent Error	1.431982
Theil Inequality Coefficient	0.005051
Bias Proportion	0.000055
Variance Proportion	0.000023
Covariance Proportion	0.999923

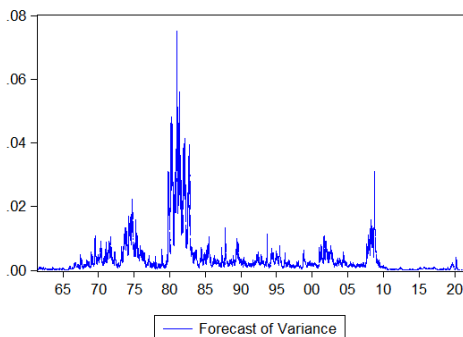
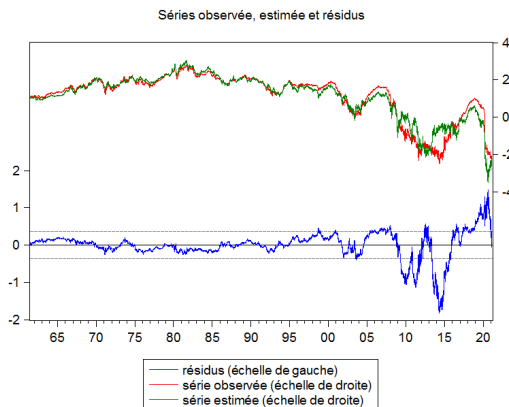


TABLE 2: Estimation ARCH non linéaire des variations journalières des obligations zéro-coupon à 1 an (yields\_1).

Dependent Variable: LOG(YIELDS\_1)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/24/22 Time: 10:23  
 Sample: 6/14/1961 2/12/2021  
 Included observations: 14880

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.968487	0.006293	-153.8960	0.0000
LOG(YIELDS_4)	1.416750	0.003972	356.6633	0.0000
DUMMY	0.148776	0.006622	22.46583	0.0000
R-squared	0.908321	Mean dependent var	1.160356	
Adjusted R-squared	0.908308	S.D. dependent var	1.198378	
S.E. of regression	0.362876	Akaike info criterion	0.810692	
Sum squared resid	1958.992	Schwarz criterion	0.812226	
Log likelihood	-6028.552	Hannan-Quinn criter.	0.811202	
F-statistic	73697.64	Durbin-Watson stat	0.005502	
Prob(F-statistic)	0.000000			

(a) Estimation



(b) Séries observée, estimée et résidus.

Null Hypothesis: RESIDS\_MCO has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.529219	0.0002
Test critical values:		
1% level	-3.430617	
5% level	-2.861542	
10% level	-2.566812	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(RESIDS\_MCO)  
 Method: Least Squares  
 Date: 11/24/22 Time: 12:14  
 Sample (adjusted): 6/15/1961 2/12/2021  
 Included observations: 14879 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESIDS_MCO(-1)	-0.002752	0.000608	-4.529219	0.0000
C	-6.20E-06	0.000221	-0.028135	0.9776
R-squared	0.001377	Mean dependent var	-6.21E-06	
Adjusted R-squared	0.001310	S.D. dependent var	0.026914	
S.E. of regression	0.026897	Akaike info criterion	-4.393486	
Sum squared resid	10.76256	Schwarz criterion	-4.392464	
Log likelihood	32687.34	Hannan-Quinn criter.	-4.393147	
F-statistic	20.51383	Durbin-Watson stat	2.273626	
Prob(F-statistic)	0.000006			

(c) Test sur les résidus

Date: 11/24/22 Time: 12:04  
 Sample: 6/14/1961 2/12/2021  
 Included observations: 14880

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
█	█	1	0.997	0.997	14801. 0.000
█	█	2	0.995	0.138	29544. 0.000
█	█	3	0.994	0.070	44238. 0.000
█	█	4	0.992	0.027	58884. 0.000
█	█	5	0.991	0.057	73489. 0.000
█	█	6	0.989	0.016	88054. 0.000
█	█	7	0.988	0.004	102578 0.000
█	█	8	0.987	0.058	117070 0.000
█	█	9	0.985	0.033	131531 0.000
█	█	10	0.984	-0.000	145960 0.000
█	█	11	0.983	-0.009	160354 0.000
█	█	12	0.982	-0.014	174711 0.000
█	█	13	0.981	0.015	189034 0.000
█	█	14	0.979	0.000	203322 0.000
█	█	15	0.978	-0.023	217572 0.000

(d) Autocorrélations des résidus.

TABLE 3: Estimation et tests de la relation  $\log(yields_{1,t}) = f(Cte, \log(yields_{4,t}), Dummy) + \varepsilon_t$



VAR Lag Order Selection Criteria  
 Endogenous variables: D(YIELDS\_1) D(YIELDS\_4)  
 Exogenous variables: C DUMMY  
 Date: 11/24/22 Time: 12:19  
 Sample: 6/14/1961 2/12/2021  
 Included observations: 14871

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	46655.66	NA	6.46e-06	-6.274180	-6.272134	-6.273501
1	47558.14	1804.467	5.72e-06	-6.395016	-6.390924	-6.393658
2	47594.60	72.88550	5.70e-06	-6.399381	-6.393243	-6.397344
3	47613.86	38.49370	5.69e-06	-6.401433	-6.393248*	-6.398716
4	47623.69	19.64835	5.68e-06	-6.402217	-6.391986	-6.398821
5	47651.17	54.91933	5.67e-06	-6.405375	-6.393098	-6.401300
6	47659.67	16.98852	5.66e-06	-6.405981	-6.391658	-6.401227
7	47681.64	43.89625	5.65e-06	-6.408398	-6.392028	-6.402964
8	47699.71	36.09396*	5.64e-06*	-6.410290*	-6.391874	-6.404177*

\* indicates lag order selected by the criterion  
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)  
 FPE: Final prediction error  
 AIC: Akaike information criterion  
 SC: Schwarz information criterion  
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

(a) Tests de sélection de processus VAR.

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 11/24/22 Time: 12:22  
 Sample: 6/14/1961 2/12/2021  
 Lags: 3

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D(YIELDS_4) does not Granger Cause D(YIELDS_1)	14876	25.1048	3.E-16
D(YIELDS_1) does not Granger Cause D(YIELDS_4)		11.7196	1.E-07

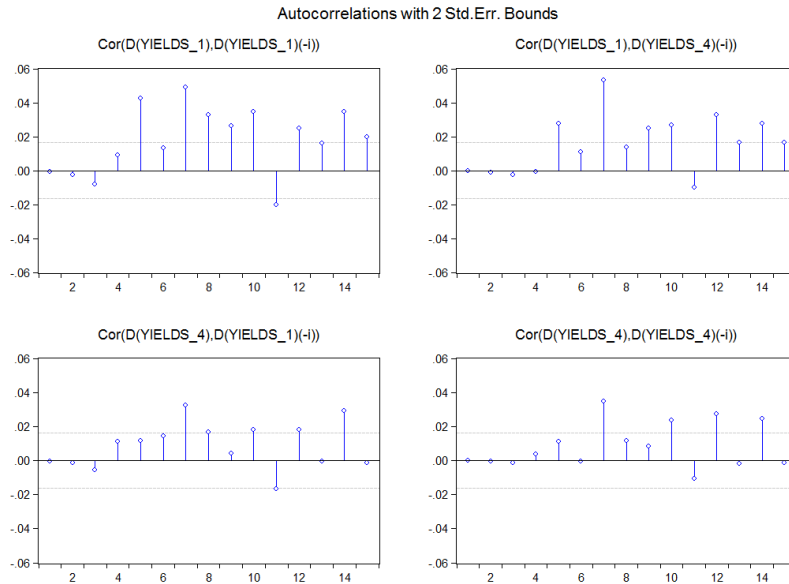
(b) Tests de causalité.

Vector Autoregression Estimates  
 Date: 11/24/22 Time: 09:53  
 Sample (adjusted): 6/20/1961 2/12/2021  
 Included observations: 14876 after adjustments  
 Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]

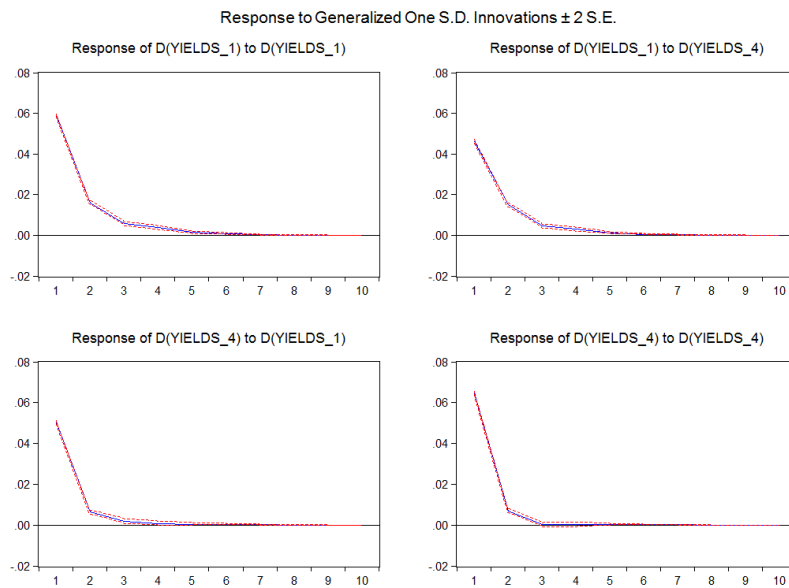
	D(YIELDS_1)	D(YIELDS_4)
D(YIELDS_1(-1))	0.184288 (0.01314) [ 14.0247]	0.038541 (0.01436) [ 2.68403]
D(YIELDS_1(-2))	0.059657 (0.01329) [ 4.48917]	0.067004 (0.01452) [ 4.61405]
D(YIELDS_1(-3))	0.021168 (0.01266) [ 1.67219]	0.002277 (0.01383) [ 0.16460]
D(YIELDS_4(-1))	0.100371 (0.01203) [ 8.34408]	0.080438 (0.01314) [ 6.11935]
D(YIELDS_4(-2))	-0.027297 (0.01204) [-2.26677]	-0.063657 (0.01316) [-4.83739]
D(YIELDS_4(-3))	0.007724 (0.01183) [ 0.65320]	-0.008267 (0.01292) [-0.63975]
C	-0.001103 (0.00060) [-1.84857]	-0.001315 (0.00065) [-2.01705]
DUMMY	0.002886 (0.00103) [ 2.81350]	0.003283 (0.00112) [ 2.92863]
R-squared	0.084916	0.014895
Adj. R-squared	0.084485	0.014431
Sum sq. resids	52.01381	62.11114
S.E. equation	0.059147	0.064634
F-statistic	197.0972	32.11491
Log likelihood	20961.16	19641.54
Akaike AIC	-2.817043	-2.639626
Schwarz SC	-2.812951	-2.635535
Mean dependent	-0.000196	-0.000226
S.D. dependent	0.061816	0.065105
Determinant resid covariance (dof adj.)	5.68E-06	
Determinant resid covariance	5.67E-06	
Log likelihood	47634.51	
Akaike information criterion	-6.402058	
Schwarz criterion	-6.393876	

(c) Estimation VAR.

TABLE 4: Tests de sélection de processus VAR, tests de causalité et estimation VAR pour le vecteur des variations journalières des taux d'intérêt  $(y_{1,t}, y_{4,t})' = (D(yields_{1,t}), D(yields_{4,t}))'$ .



(a) Autocorrélations et corrélations croisées des résidus.



(b) Fonctions de réponses impulsionnelles.

TABLE 5: Autocorrélations, corrélations croisées des résidus et fonctions de réponses impulsionnelles.