

Kinshasa, Mars 2018

**Manuel d'Économétrie**  
**(Inspiré de Kintambu Mafuku E.G. 2013, 4<sup>e</sup> édition)**

**Économétrie Appliquée :**  
**Recueil des cas pratiques sur EViews et Stata**

*Par*

***Jonas KIBALA KUMA***

*(DEA-PTC Economie/Unikin en cours)*

—

*Centre de Recherches Economiques et Quantitatives*  
*( CREQ )*

\*\*\*

« *Editions Ecodata* »

Kinshasa, Mars 2018

**Manuel d'Econométrie**  
(Inspiré de Kintambu Mafuku E.G. 2013, 4<sup>e</sup> édition)

**Économétrie Appliquée :**  
**Recueil des cas pratiques sur EViews et Stata**

---

*Par*

***Jonas KIBALA KUMA***

*(DEA-PTC Economie/Unikin en cours)*

–

*Centre de Recherches Economiques et Quantitatives*  
*( CREQ )*

\*\*\*

– 1<sup>ère</sup> édition –

« *Editions Ecodata* »



**– Note –**

Ce manuel d'Econométrie, qui s'inscrit dans le cadre de nos travaux/recherches sur « l'Econométrie appliquée » que nous nous efforçons de mettre à la disposition des chercheurs africains/congolais surtout et de tout bord, est un recueil des travaux pratiques qui s'inspire largement de l'ouvrage du Professeur KINTAMBU MAFUKU Emmanuel Gustave intitulé « Principes d'Econométrie » (4<sup>e</sup> édition, 206 pages). Cet ouvrage, riche en illustrations et à compter parmi les rares des éditions congolaises qui combinent la théorie et la pratique sur logiciels, est à mon avis indispensable lorsque l'on se propose d'apprendre l'Econométrie en théorie et en pratique à l'aide des logiciels « Eviews et Stata ». Toutefois, il restait une préoccupation sur cet ouvrage quant à la manière d'obtenir ou reproduire les outputs produits (estimations, tests, etc.). Le néophyte souhaitait certainement une initiation à Eviews et Stata (lister des procédures et commandes,...) pour mieux savourer la recette économétrique combien délicieuse que regorge cet ouvrage. Nous pensons avoir contribué à étancher sa soif à partir du moment où nous avons pris l'initiative de parcourir cet ouvrage en gardant à l'esprit un style concis et une approche orientée vers la pratique avec initiation aux logiciels Eviews 5 et Stata 9/10.

Dans ce manuel, nous ne nous limitons pas seulement à résumer les aspects théoriques tant soit peu – l'on notera que l'essentiel de nos résumés sur les aspects théoriques sont en manuscrit pour éviter justement le plagiat – mais aussi, sur base de mêmes séries et variables, nous faisons des analyses particulières de nature à s'ajouter ou compléter celles du Prof.

Par ailleurs, signalons qu'en plus de l'ouvrage du Professeur Kintambu, qui constitue notre pilori, nous avons consulté bien d'autres documents (Veuillez consulter nos références bibliographiques) pour la plupart axés sur la pratique de techniques économétriques et statistiques sur EViews et/ou Stata. Nous espérons rencontrer vos besoins au travers cette petite contribution.

\_\_\_\_\_Merci au Professeur Kintambu Mafuku Emmanuel Gustave (Université de Kinshasa) pour ses efforts de recherche qui nous inspirent.

Kinshasa, Mars 2018



## CHAP 1 : MODELE DE REGRESSION LINEAIRE SIMPLE (FORMES FONCTIONNELLES)

### 1.1. Modèles logarithmiques

▶ **Modèle (1.1a)** :  $Q_t = AP_t^{\beta_1} e^{\mu_t}$ , avec  $Q_t$  : quantité et  $P_t$  : Prix.

\_\_\_\_\_ **Modèle linéaire ou log-log (1.1b)** :  $\ln Q_t = \ln A + \beta_1 \ln P_t + \mu_t$  ou

$LQ_t = \beta_0 + \beta_1 LP_t + \mu_t$ , Avec :  $\beta_0 = \ln A$

▶ **Travail Demandé :**

- Estimer le modèle linéaire (1.1b) par les MCO ;
- Calculer l'élasticité prix de la demande (élasticité de la demande par rapport au prix).

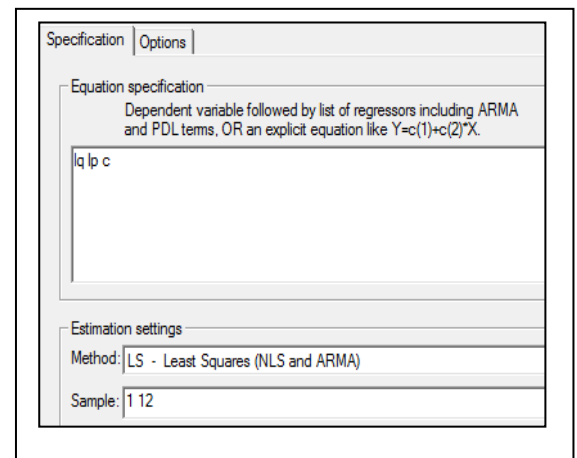
**a) Linéarisation**

- Eviews : genr LQ=log(Q) ; genr LP=log(P) ;
- Stata : gen LQ=log(Q).

**b) Estimation par les MCO**

- **Eviews** : `ls lq c lp`

Dependent Variable: LQ				
Method: Least Squares				
Date: 10/12/13 Time: 17:46				
Sample: 1 12				
Included observations: 12				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-6.773824	2.820948	-2.401258	0.0372
LP	1.966727	0.572769	3.433716	0.0064
R-squared	0.541082	Mean dependent var	2.910852	
Adjusted R-squared	0.495191	S.D. dependent var	0.254430	
S.E. of regression	0.180773	Akaike info criterion	-0.432142	
Sum squared resid	0.326787	Schwarz criterion	-0.351325	
Log likelihood	4.592854	F-statistic	11.79041	
Durbin-Watson stat	1.652627	Prob(F-statistic)	0.006398	



➤ **Stata :** reg LQ LP

reg LQ LP						
Source	SS	df	MS			
Model	.385295076	1	.385295076	Number of obs =	12	
Residual	.326787634	10	.032678763	F( 1, 10) =	11.79	
				Prob > F =	0.0064	
				R-squared =	0.5411	
				Adj R-squared =	0.4952	
				Root MSE =	.18077	
-----						
LQ	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LP	1.966726	.5727695	3.43	0.006	.6905157	3.242935
_cons	-6.773818	2.820949	-2.40	0.037	-13.05928	-.4883522

### c) Elasticité

Elasticité :  $E = \frac{dQ_t P_t}{dP_t Q_t} = 1,96673$  (si « P » augmente de 1%, « Q » augmente de 1,9%).

## 1.2. Modèles semi-logarithmiques

▶ **Modèle (1.2a)/intérêt composé :**  $Y_t = Y_0(1 + r)^t$ , avec  $Y_t$  : quantité vendue,  $r$  = taux de croissance de vente et  $t$  = temps.

\_\_\_\_\_ **Modèle log-linéaire (1.2b) :**  $\ln Y_t = \ln Y_0 + t \ln(1 + r) + \mu_t$  ou  $LY = \beta_0 + \beta_1 t + \mu_t$ , Avec :  $\beta_0 = \ln Y_0$ ,  $\ln(1 + r) = \beta_1$ .

### ▶ Travail Demandé :

- Estimer le modèle log-linéaire (1.2b) par les MCO ;
- Calculer «  $Y_0$  » et «  $r$  » ;
- Représenter la droite de régression du modèle 2.2b estimé.

### a) Estimation du modèle 1.2b

➤ **Eviews :**

Dependent Variable: LYT				
Method: Least Squares				
Date: 10/12/13 Time: 18:59				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.552753	0.070942	35.98344	0.0000
T	0.075895	0.007803	9.726851	0.0000
R-squared	0.879195	Mean dependent var	3.159913	
Adjusted R-squared	0.869903	S.D. dependent var	0.361981	
S.E. of regression	0.130563	Akaike info criterion	-1.110357	
Sum squared resid	0.221607	Schwarz criterion	-1.015950	
Log likelihood	10.32768	F-statistic	94.61163	
Durbin-Watson stat	1.635337	Prob(F-statistic)	0.000000	

### Sur Eviews :

genr IYT=log(YT) ;  
ls YT c T

### Dans l'output, Suivre :

**View/representations :**

*Estimation Command:*

LS LYT C T

*Estimation Equation:*

$LYT = C(1) + C(2)*T$

*Substituted Coefficients:*

$LYT = 2.552752778 + 0.07589500036*T$

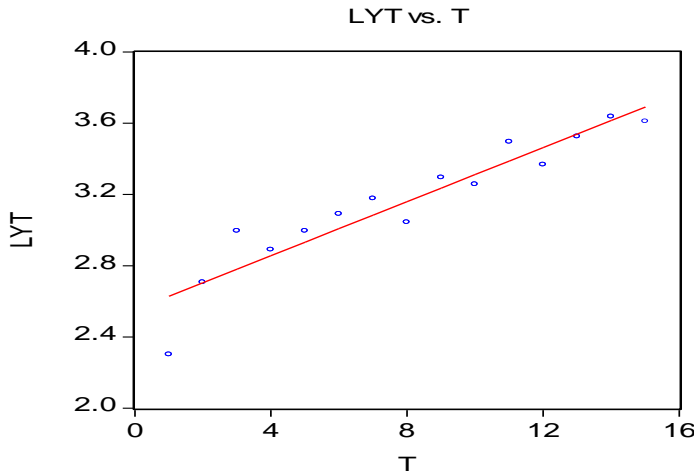


**b) Calcul de « Yo et r »**

- $Y_0 = e^{\beta_0} = e^{2,552753} = 12,84241032$  ;
- $e^{\ln(1+r)} = e^{\beta_1} \Rightarrow 1 + r = e^{0,075895} \Rightarrow r = 1,078849289 - 1 = 0,078849289$  ;
- $\hat{Y}_t = 12,84241032(1,078849289)^t$

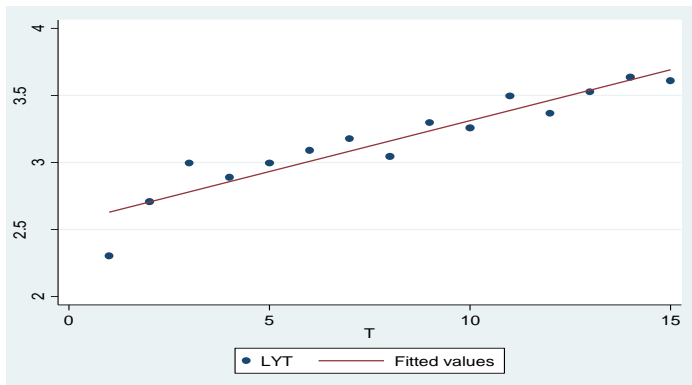
**c) Droite de régression du modèle 2.2b estimé**

**Eviews :**



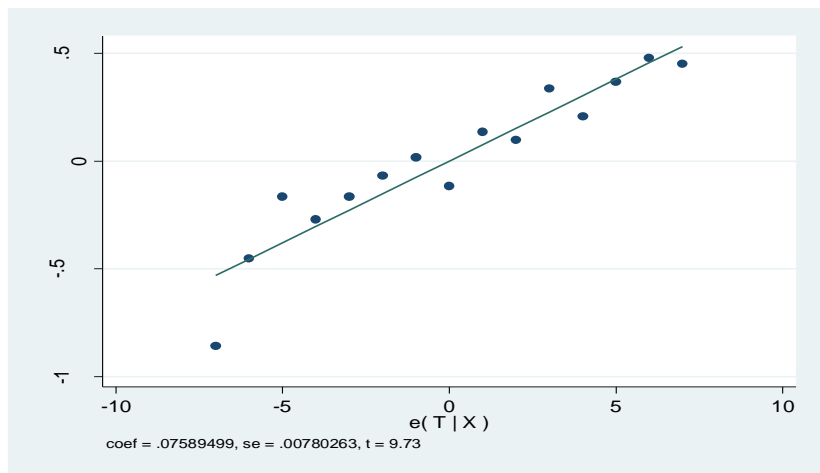
**Nuage de points avec la droite de régression sur EViews :** Sélectionner 2 variables/clic droit/Open/as Group. Dans la boîte de dialogue, Suivre: View/Graph/Scatter With Regression.. (dans Global Fit Options: None; None)  Ok.

**Stata :**



**Commande Stata :**

```
twoway(scatter LYT T) (lfit LYT T)
ou
{ reg LYT T
  avplots
```



## 1.2. Modèles semi-logarithmiques (suite)

\_\_\_\_\_ **Modèle linéaire-logarithmique (2.3)/Modèle de dépense d'Engel :**

$DS_t = a_0 + a_1 \ln(RM)_t$ , avec  $DS_t$  : Dépenses en soins de Santé (DS) et  $RM_t$  : Niveau de salaire payé aux chefs de ménages. Soit :  $DS_t = a_0 + a_1 LRM_t + \mu_t$ , avec  $LRM_t = \ln(RM)_t$ .

\_\_\_\_\_ **Travail Demandé :** estimer le modèle 2.3 par les MCO

### a) Estimation (avec Stata)

```
reg DS LRM
```

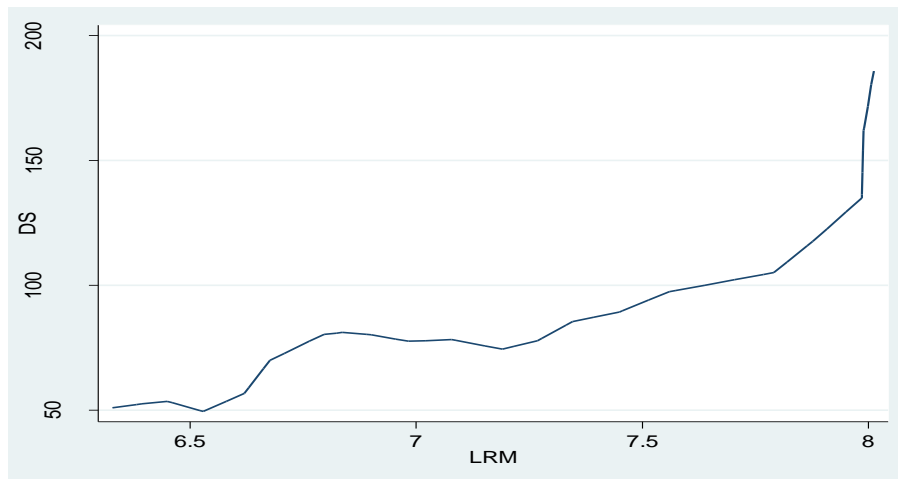
Source	SS	df	MS			
Model	20412.5921	1	20412.5921	Number of obs =	21	
Residual	5354.61239	19	281.821705	F( 1, 19) =	72.43	
				Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.7922	
				Adj R-squared =	0.7813	
				Root MSE =	16.788	
Total	25767.2045	20	1288.36023			

DS	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LRM	56.67096	6.658841	8.51	0.000	42.73384	70.60807
_cons	-316.2399	47.71794	-6.63	0.000	-416.1147	-216.3651

### b) Relation graphique entre DS et LRM

**Commande Stata :** `twoway line DS LRM, lpattern(1) xtitle() ytitle()`



## CHAP 2 : MODELE DE REGRESSION LINEAIRE AVEC DE VARIABLES BINAIRES INDEPENDANTES

### 2.1. Modèle ANOVA (régression var quantitative sur une ou +++ var binaires)

► **Modèle (2.1a) :**  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 D_i + \mu_i$

Avec :

- $Y_i$  : Salaire payé ;
- $D_i = \begin{cases} 1, & \text{si le salaire est payé à un salarié national} \\ 0, & \text{si le salaire est payé à un salarié étranger} \end{cases}$

#### Travail Demandé :

- Estimer le modèle linéaire (2.1a) par les MCO ;
- Interpréter les résultats.

a) **Estimation du modèle 2.1a par les MCO : distribution de revenus selon la nationalité**

reg Yi Di						
Source	SS	df	MS			
Model	64.0666667	1	64.0666667	Number of obs =	10	
Residual	198.333333	8	24.7916667	F( 1, 8) =	2.58	
Total	262.4	9	29.1555556	Prob > F =	0.1466	
				R-squared =	0.2442	
				Adj R-squared =	0.1497	
				Root MSE =	4.9791	
Yi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Di	-5.166667	3.21401	-1.61	0.147	-12.57819	2.244854
_cons	63.5	2.489562	25.51	0.000	57.75906	69.24094

#### b) **Interprétation**

- Salaire moyen des étrangers :  $SME = 63.5$  ;
- Salaire moyen des nationaux :  $SMN = 63.5 - 5.17 = 58.33$  ;
- $\beta_2$  est non significatif (prob > 5%, |t-stat calculé| < 2) : c.à.d., pas de différence significative entre les salaires de nationaux et des étrangers.

► **Modèle (2.1b) :**  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 D_{1i} + \beta_2 D_{2i} + \mu_i$

Avec :

- $Y_i$  : Salaire payé ;
- $D_{1i} = \begin{cases} 1, & \text{si le salaire est payé à un salarié national} \\ 0, & \text{si le salaire est payé à un salarié étranger} \end{cases}$
- $D_{2i} = \begin{cases} 1, & \text{si le salarié est un homme} \\ 0, & \text{si le salarié est une femme} \end{cases}$

#### Travail Demandé :





- Estimer le modèle linéaire (2.1a) par les MCO ;
- Interpréter les résultats.

**a) Estimation du modèle linéaire (2.1b) : distribution de revenus selon la nationalité et selon le sexe**

```
reg Yi D1i D2i
```

Source	SS	df	MS			
Model	64.4666667	2	32.2333333	Number of obs =	10	
Residual	197.9333333	7	28.2761905	F( 2, 7) =	1.14	
Total	262.4	9	29.1555556	Prob > F =	0.3728	
				R-squared =	0.2457	
				Adj R-squared =	0.0302	
				Root MSE =	5.3175	

Yi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
D1i	-5.166667	3.432455	-1.51	0.176	-13.28313	2.949799
D2i	-.4	3.363105	-0.12	0.909	-8.35248	7.55248
_cons	63.7	3.145897	20.25	0.000	56.26114	71.13886

**b) Interprétation**

Les deux variables explicatives binaires (D1i et D2i) ne sont pas significatives. D'où, pas de discrimination d'après la nationalité, ni d'après le sexe, dans la distribution de salaires.

**2.2. Modèle ANCOVA (régression var quantitative sur mélange de var binaires et quantitatives)**

► **Modèle (2.2) :**  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 D_i + \mu_i$

Avec :

- $Y_i$  : Salaire moyen des salariés ;
- $X_i$  : Nombre d'années d'expérience ;
- $D_i = \begin{cases} 1, & \text{si le salarié est national} \\ 0, & \text{si le salarié est étranger} \end{cases}$

**Travail Demandé :**

- Estimer le modèle linéaire (2.2) par les MCO ;
- Interpréter les résultats.

**a) Estimation du modèle 2.2 par les MCO : distribution de salaires selon la nationalité et selon le nombre d'années d'expérience**

```
reg Yi Di Xi
```

Source	SS	df	MS			
Model	68.8952381	2	34.447619	Number of obs =	10	
Residual	193.504762	7	27.6435374	F( 2, 7) =	1.25	
Total	262.4	9	29.1555556	Prob > F =	0.3444	
				R-squared =	0.2626	
				Adj R-squared =	0.0519	
				Root MSE =	5.2577	

Yi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Di						
Xi						
_cons						



Di	-4.980952	3.422805	-1.46	0.189	-13.0746	3.112695
Xi	.7428571	1.777431	0.42	0.689	-3.4601	4.945814
_cons	61.08571	6.346699	9.62	0.000	46.07816	76.09327

**b) Interprétation**

La nationalité, ni le nombre d'années d'expérience ne sont de facteurs de discrimination dans la répartition de salaires.

**2.3. Régression var quantitative sur une var quantitative et deux var binaires**

► **Modèle (2.3):**  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 D_{1i} + \beta_2 D_{2i} + \beta_3 X_i + \mu_i$

Avec :

- $Y_i$  : Salaire moyen des salariés ;
- $X_i$  : Nombre d'années d'expérience ;
- $D_{1i} = \begin{cases} 1, & \text{si le salaire est payé à un salarié national} \\ 0, & \text{si le salaire est payé à un salarié étranger} \end{cases}$
- $D_{2i} = \begin{cases} 1, & \text{si le salarié est un homme} \\ 0, & \text{si le salarié est une femme} \end{cases}$

**Travail Demandé :**

- Estimer le modèle linéaire (2.3) par les MCO ;
- Interpréter les résultats.

**a) Estimation du modèle 2.3 par les MCO : distribution de salaires d'après la nationalité, le sexe et le nombre d'années d'expérience**

Source	SS	df	MS			
Model	741.116049	3	247.038683	Number of obs =	12	
Residual	814.883951	8	101.860494	F( 3, 8) =	2.43	
Total	1556	11	141.454545	Prob > F =	0.1407	
				R-squared =	0.4763	
				Adj R-squared =	0.2799	
				Root MSE =	10.093	

Yi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Xi	10.1284	4.810268	2.11	0.068	-0.9641033	21.22089
D1i	-15.39506	7.092354	-2.17	0.062	-31.75006	.9599348
D2i	6.669136	6.303822	1.06	0.321	-7.867503	21.20577
_cons	33.30123	9.737468	3.42	0.009	10.84659	55.75588

**b) Interprétation**

- Salaire Moyen d'une ouvrière étrangère :

$$E(Y/D1 = 0, D2 = 0, X) = \beta_0 + \beta_3 X_i = 33.30123$$

- Salaire Moyen d'une ouvrière nationale :

$$E(Y/D1 = 1, D2 = 0, X) = (\beta_0 + \beta_1) + \beta_3 X_i = 33.30123 - 15.39506 = 17.90623$$



- Salaire Moyen d'un ouvrier étranger :

$$E(Y/D1 = 0, D2 = 1, X) = (\beta_0 + \beta_2) + \beta_3 X_i = 33.30123 + 6.669136 = 39.97036$$

- Salaire Moyen d'un ouvrier national :

$$\begin{aligned} E(Y/D1 = 1, D2 = 1, X) &= (\beta_0 + \beta_1 + \beta_2) + \beta_3 X_i \\ &= 33.30123 + 6.669136 - 15.3 = 24.574536 \end{aligned}$$

Ni le sexe, ni la nationalité, ni l'ancienneté n'influencent la distribution de salaires (au seuil de 5%).

## 2.4. Autres utilisations de variables binaires

### 2.4.1. Variables binaires et test de stabilité de paramètres

- ▶ **Modèle (2.4) :**  $INV_t = \alpha + \beta_0 D_i + \beta_1 PIB_t + \beta_2 (D_i PIB_t) + \mu_i$

Avec :

- $INV_t$  : Investissement ;
- $PIB_t$  : Produit Intérieur Brut ;
- $D_i = \begin{cases} 1, & \text{pour la sous - période 1988/1995 (après le choc)} \\ 0, & \text{pour la sous - période 1980/1987 (avant le choc)} \end{cases}$
- $\beta_0$  : intercepte différentiel ;
- $\beta_2$  : coefficient différentiel de la pente

#### Travail Demandé :

- Estimer le modèle linéaire (2.4) par les MCO ;
- Interpréter les résultats (quel est l'impact du choc pétrolier en 1988).

#### a) Estimation du modèle 2.4 par les MCO

<b>Commande : reg INVT PIBT Di DiPIBT</b>						
Source	SS	df	MS			
Model	12773.5472	3	4257.84907	Number of obs =	16	
Residual	196.883196	12	16.406933	F( 3, 12) =	259.52	
				Prob > F	= 0.0000	
				R-squared	= 0.9848	
				Adj R-squared	= 0.9810	
				Root MSE	= 4.0505	
-----						
INVT	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
PIBT	.2275952	.0372635	6.11	0.000	.1464049	.3087854
Di	-2.420614	15.8336	-0.15	<b>0.881</b>	-36.91906	32.07783
DiPIBT	.0033554	.0401496	0.08	<b>0.935</b>	-.0841231	.090834
_cons	-27.29802	13.37531	-2.04	0.064	-56.44032	1.844277

#### b) Interprétation



$\hat{\beta}_0$  et  $\hat{\beta}_2$  ne sont pas statistiquement significatifs : l'investissement n'a pas subi les effets du choc pétrolier. Autant dire que les paramètres du modèle sont restés stables pour les deux sous-périodes.

### 2.4.2. Test de CHOW : Stabilité de paramètres

Dans Stata, pour calculer la statistique de Chow, procédons comme suit :

- estimer le modèle général ;
- récupérer la SCR et n ;
- estimer le modèle 1 pour la 1<sup>ère</sup> sous-période ;
- récupérer la SCR1 (scalar SCR1=e(rss)) ;
- estimer le modèle 2 pour la 2<sup>ème</sup> sous période ;
- récupérer la SCR2 (scalar SCR2=e(rss)) ;
- calcul de la statistique de Chow : `scalar stat=((scr-(scr1+scr2))/(scr1+scr2))*((n-2*2)/2)` ;
- `display stat` : obtenir la valeur calculée ;
- `display F(2, n-2*2, stat)` : c'est la statistique du test correspondant au « p-value » (1-probabilité du test) de l'hypothèse nulle (Ho : stabilité et H1 : instabilité).

#### Test de CHOW appliqué sur le modèle 2.4 :

Le test de CHOW n'est pas programmé dans Stata, mais il peut se calculer comme suit  $\left[ \frac{SCR-(SCR1+SCR2)}{SCR1+SCR2} \times \frac{n-2k}{k} \rightarrow F(k, n-2k) \right]$  ; Avec : n (nombre d'observations), k (nombre de paramètres), SCR/SCR1/SCR2 (les sommes des carrés des résidus de deux sous échantillons et de l'échantillon total] :

► `reg INVT PIBT`  
`scalar scr = e(rss)`  
`scalar n = e(N)` : Estimation sur l'ensemble de l'échantillon/période et récupération de « SCR et n ».

```

. reg INVT PIBT

```

Source	SS	df	MS			
Model	12771.681	1	12771.681	Number of obs =	16	
Residual	198.749377	14	14.1963841	F( 1, 14) =	899.64	
Total	12970.4304	15	864.69536	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9847	
				Adj R-squared =	0.9836	
				Root MSE =	3.7678	

INVT	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
PIBT	.2268125	.0075619	29.99	0.000	.2105938	.2430312
_cons	-27.21259	3.587799	-7.58	0.000	-34.90766	-19.51753

```

. scalar scr=e(rss)
. scalar n=e(N)

```

{ Estimation sur le 1<sup>er</sup> sous-échantillon  
 (les pauvres) et récupération de SCR1.



►  $\left\{ \begin{array}{l} \text{reg INVT PIBT if Di == 1} \\ \text{scalar scr1 = e(rss)} \end{array} \right. :$

```
reg INVT PIBT if Di==1
```

Source	SS	df	MS			
Model	3916.85936	1	3916.85936	Number of obs =	8	
Residual	173.615959	6	28.9359932	F( 1, 6) =	135.36	
Total	4090.47532	7	584.353617	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9576	
				Adj R-squared =	0.9505	
				Root MSE =	5.3792	

INVT	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
PIBT	.2309506	.0198504	11.63	0.000	.1823784	.2795228
_cons	-29.71864	11.25328	-2.64	0.038	-57.25443	-2.182843

```
. scalar scr1=e(rss)
```

►  $\left\{ \begin{array}{l} \text{reg INVT PIBT if Di == 0} \\ \text{scalar scr2 = e(rss)} \end{array} \right. :$  Estimation sur le 2<sup>ème</sup> sous-échantillon (les riches) et récupération de SCR2.

```
reg INVT PIBT if Di==0
```

Source	SS	df	MS			
Model	612.047809	1	612.047809	Number of obs =	8	
Residual	23.2672362	6	3.87787271	F( 1, 6) =	157.83	
Total	635.315045	7	90.7592921	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9634	
				Adj R-squared =	0.9573	
				Root MSE =	1.9692	

INVT	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
PIBT	.2275952	.0181162	12.56	0.000	.1832664	.2719239
_cons	-27.29802	6.502599	-4.20	0.006	-43.20931	-11.38674

```
. scalar scr2=e(rss)
```

►  $\left\{ \begin{array}{l} \text{scalar stat} = ((\text{scr} - (\text{scr1} + \text{scr2})) / (\text{scr1} + \text{scr2})) * ((n - 2 * 2) / 2) \\ \text{display stat} \\ \text{display F}(2, n - 2 * 2, \text{stat}) \end{array} \right.$

**NB:**

- 1<sup>ère</sup> expression (scalar...): calculer la statistique de Fisher  $F(2, n-2*2)$ ;
- 2<sup>ème</sup> expression (display F): afficher la valeur F-calculé : **stat = 0.05687175. Le F-théorique /  $F(0.05 ; 2 ; 12) = 3.89$**
- 3<sup>ème</sup> expression (display F(2, n-2\*2, stat)): calculer la probabilité associée à la statistique calculée de Fisher (**NB**: par définition, la p-value est le complément à 1 de la probabilité du test. C.à.d. « p-value = 1-prob du test »): **prob F (p-value nulle) = 1 - 0.05503171 = 0.9449683.**

L'on constate ainsi que la « p-value » associée au F-stat est > à 5% ( $F_c < F_t$ , soit  $0.05687175 < 3.89$ ). D'où, on accepte l'hypothèse nulle selon la quelle les paramètres estimés sont stables sur les deux sous-périodes/les deux régressions ne sont pas différentes (même résultat avec l'utilisation de variables binaires dans le modèle).



### 2.4.3. Variables binaires et analyse de saisonnalité

► **Modèle (2.5) :**  $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 D_{1i} + \beta_3 D_{2i} + \beta_4 D_{3i} + \mu_i$

Avec :

- $Y_i$  : Ventes ;
- $X_i$  : Frais engagés pour la publicité ;
- $D_{1i} = \begin{cases} 1, \text{ pour tous les } T1 \\ 0, \text{ pour } T2, T3 \text{ et } T4 \end{cases}$
- $D_{2i} = \begin{cases} 1, \text{ pour tous les } T2 \\ 0, \text{ pour tous les } T1, T3 \text{ et } T4 \end{cases}$
- $D_{3i} = \begin{cases} 1, \text{ pour tous les } T3 \\ 0, \text{ pour tous les } T1, T2 \text{ et } T4 \end{cases}$

**Travail Demandé :**

- Estimer le modèle linéaire (2.5) par les MCO ;
- Interpréter les résultats (existe-t-il un effet saisonnier ?).

**a) Estimation du modèle 2.5 par les MCO : relation ventes et dépenses en publicité d'après les quatre saisons/trimestres**

► Déclarer les données trimestrielles à Stata : *Taper edit/Saisir les codes numériques du 1<sup>er</sup> trimestre 1999 au dernier trimestre 2002 (en commençant par 156, avec « 1 » comme raison. NB : 1999-1960=156). Après avoir fermé le data editor, taper : format var6 %tq.* Les données se présentent en partie comme suit :

	YT	XT	D1i	D2i	D3i	var6
1	130	43	1	0	0	1999q1
2	145	36	0	1	0	1999q2
3	156	52	0	0	1	1999q3
4	139	27	0	0	0	1999q4
5	150	37	1	0	0	2000q1
6	147	49	0	1	0	2000q2
7	159	40	0	0	1	2000q3
8	166	32	0	0	0	2000q4
9	210	70	1	0	0	2001q1
10	199	66	0	1	0	2001q2
11	194	49	0	0	1	2001q3
12	202	67	0	0	0	2001q4

► En présence de variables « dummy/dichotomiques », la multi-colinéarité est un problème récurrent. Pour le contourner : soit (i) estimer le modèle sans constante/intercepte et y intégrer toutes les variables dummy (les quatre dans notre cas : T1, T2, T3 et T4), ou (ii) inclure l'intercepte tout en ignorant une variable dummy (T4 est ignoré dans notre cas).

Les résultats d'estimation sont :



reg YT XT D1i D2i D3i						
Source	SS	df	MS			
Model	6584.26076	4	1646.06519	Number of obs =	16	
Residual	2596.17674	11	236.016067	F( 4, 11) =	6.97	
				Prob > F =	0.0048	
				R-squared =	0.7172	
				Adj R-squared =	0.6144	
Total	9180.4375	15	612.029167	Root MSE =	15.363	
YT	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
XT	1.551496	.3028663	5.12	0.000	.8848922	2.2181
D1i	-12.5	10.86315	-1.15	0.274	-36.40963	11.40963
D2i	-16.23173	10.94831	-1.48	0.166	-40.3288	7.865338
D3i	-1.448504	10.86737	-0.13	0.896	-25.36743	22.47042
_cons	101.3039	16.30844	6.21	0.000	65.40929	137.1986

### b) Interprétation

$\beta_2, \beta_3$  et  $\beta_4$  sont non significatifs : les ventes ne subissent pas l'effet de variations saisonnières.

## CHAP 3 : MODELE AVEC DES REPONSES QUALITATIVES : Régression d'une variable binaire dépendante sur des variables quantitatives

### 3.1. Modèle Linéaire de Probabilité/MLP

Modèle pondéré/Modèle linéaire de probabilité-MLP (3.1a) :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \mu_i$$

Avec :

- $Y_i = \begin{cases} 1, & \text{la famille possède une voiture} \\ 0, & \text{la famille ne possède pas une voiture} \end{cases}$
- $X_i$  : niveau moyen de revenu ;

#### Travail Demandé :

- Estimer le modèle linéaire (3.1a) ;
- Interpréter les résultats.

#### a) Estimation du modèle linéaire de probabilité 3.1a

L'on peut montrer que le terme d'erreur du modèle 3.1 n'est pas homoscédastique. Pour corriger ce modèle d'hétéroscédasticité, procéder comme suit :

- Estimer le **modèle 3.1a** par les MCO et obtenir  $\hat{Y}_i$ . NB:  $0 \leq \hat{Y}_i \leq 1$ . En outre,

$$\hat{Y}_i = \begin{cases} 1, & \text{si } \hat{Y}_i > 1 \\ 0, & \text{si } \hat{Y}_i < 0 \end{cases}$$



- Estimer le **modèle 3.1b** ci-dessous par les MCO (modèle 3.1a corrigé d'hétéroscédasticité):

$$\frac{Y_i}{\sqrt{\hat{Y}_i(1-\hat{Y}_i)}} = \frac{\beta_0}{\sqrt{\hat{Y}_i(1-\hat{Y}_i)}} + \beta_1 \frac{X_i}{\sqrt{\hat{Y}_i(1-\hat{Y}_i)}} + \frac{\mu_i}{\sqrt{\hat{Y}_i(1-\hat{Y}_i)}}$$

**Résultats :**

**(i) Estimation du modèle 3.1a par les MCO : Régression non pondérée**

reg Yi Xi					
Source	SS	df	MS		
Model	.65285358	1	.65285358	Number of obs =	30
Residual	6.84714642	28	.244540944	F( 1, 28) =	2.67
Total	7.5	29	.25862069	Prob > F =	0.1135
				R-squared =	0.0870
				Adj R-squared =	0.0544
				Root MSE =	.49451
Yi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Xi	.0153613	.0094014	1.63	0.113	-.0038967 .0346193
_cons	.0837098	.2703032	0.31	0.759	-.4699812 .6374009

**(ii) Régression Pondérée (MLP)**

reg YC XC					
Source	SS	df	MS		
Model	4.46342617	1	4.46342617	Number of obs =	30
Residual	29.5057561	28	1.053777	F( 1, 28) =	4.24
Total	33.9691822	29	1.17135111	Prob > F =	0.0490
				R-squared =	0.1314
				Adj R-squared =	0.1004
				Root MSE =	1.0265
YC	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
XC	.0175328	.008519	2.06	0.049	.0000823 .0349832
_cons	.0593206	.5211676	0.11	0.910	-1.008243 1.126884

Les commandes STATA sont :

```

predict YF, xb
gen YD=1-YF
gen YR=sqrt(YF*YD)
gen YC=Yi/YR
gen XC=Xi/YR
gen CO=1/YR
    
```

**b) Interprétation**

Les modèles 3.1a et 3.1b estimés s'écrivent :

- Régression non pondérée :  $\hat{Y}_i = .0837098 + .0153613X_i \dots \dots [3.1a]$
- Régression pondérée :

$$\frac{Y_i}{\sqrt{\hat{Y}_i(1-\hat{Y}_i)}} = 0.0593206 * \frac{1}{\sqrt{\hat{Y}_i(1-\hat{Y}_i)}} + 0.0175328 * \frac{X_i}{\sqrt{\hat{Y}_i(1-\hat{Y}_i)}} \dots \dots [3.1b]$$





Autrement :  $YC = 0.0593206 * CO + 0.0175328 * XC$

Avec :

- $YF = \hat{Y}_i$  ;
- $YD = 1 - \hat{Y}_i$  ;
- $YR = \sqrt{\hat{Y}_i(1 - \hat{Y}_i)}$  ;
- $YC = \frac{Y_i}{\sqrt{\hat{Y}_i(1 - \hat{Y}_i)}} ;$
- $XC = \frac{X_i}{\sqrt{\hat{Y}_i(1 - \hat{Y}_i)}} ;$
- $CO = \frac{1}{\sqrt{\hat{Y}_i(1 - \hat{Y}_i)}} .$

Partant du modèle 3.1b, si l'on estime que « Xi = 15 usd » (NB: si Xi=15 YR=0.464168), l'on pourra calculer la probabilité de posséder une voiture (E(Yi=1)) comme suit :

$$\frac{Y_i}{\sqrt{\hat{Y}_i(1 - \hat{Y}_i)}} = 0.0593206 * \frac{1}{0.464168} + 0.0175328 * \frac{15}{0.464168} = 70\%$$

Par contre, dans le modèle pondéré (3.1a), cette probabilité se calcule comme suit :

$$\hat{Y}_i = 0.0837098 + 0.0153613 * 15 = 31.4\%$$

**Note** : la régression pondérée donne de meilleurs résultats que la régression non pondérée.

### 3.2. Modèle LOGIT

► **Modèle Logit** :  $P_i = P(Z) = \frac{1}{1+e^{-Z}} \dots \dots [3.2a]$ , avec  $Z = \beta_0 + \beta_1 X_i$

**Modèle Logit linéaire (après développements) :**

$$Z = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_i + \mu_i \dots \dots [3.2b]$$

**NB** : si  $P_i = 0$  ou  $P_i = 1$ ,  $\Rightarrow \left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = 0$  ou  $\infty$ . Dans ce cas, les MCO sont inefficaces. La méthode d'estimation adéquate dépend de la nature de données. Question : Les observations de « Xi » sont regroupées en classes ou pas ?

**Hypothèse** : La fonction de répartition de l'erreur suit une loi de type logistique (Modèle Logit = Fonction logistique cumulée).

► Si les données sont regroupées (considérer les valeurs moyennes de classes de Xi), le modèle 3.2b devient :

$$\ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \ln\left(\frac{\frac{n_i}{N}}{1 - \frac{n_i}{N}}\right) = L_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \mu_i \dots \dots [3.2c]$$

Avec :



- $N_i$  : nombre total d'observations pour la classe « i » ;
- $n_i$  : fréquence d'apparition/occurrence de X ;
- $\frac{n_i}{N}$  : probabilité «  $P_i$  » pour chaque classe.

Pour corriger le modèle 3.2c d'hétéroscédasticité, sous réserve que  $\sigma_\mu = \frac{1}{N_i \hat{P}_i (1 - \hat{P}_i)}$ , il tient de diviser ce modèle par «  $\sigma_\mu$  », ce qui donne (modèle à estimer) :

$$L_i^* = \beta_0 \sqrt{W_i} + \beta_1 X_i^* + \mu_i^* \dots \dots [3.2d]$$

Avec :

- $\sqrt{W_i} = \sqrt{N_i \hat{P}_i (1 - \hat{P}_i)}$  ;
- $L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right)$  et  $L_i^* = \sqrt{W_i} L_i$  ;
- $X_i^* = X_i \sqrt{W_i}$  ;
- $\mu_i^* = \mu_i \sqrt{W_i}$

► Si les données sont non regroupées, appliquer la méthode du Maximum de Vraisemblance au modèle suivant :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \mu_i \dots \dots [3.2e]$$

Avec :

- $Y_i = \begin{cases} 1, \text{recours au centre médical} \\ 0, \text{recours à l'automédication} \end{cases}$
- $X_i = \text{revenu}$

\_\_\_\_\_ **NB** : La question est : quelle est la probabilité que les familles possédant un certain revenu recourent au centre médical ou à l'automédication, au cas où le paludisme frappait un membre de famille.

### Travail Demandé :

- Estimer le modèle Logit pour les données regroupées (3.2d), interpréter les résultats et calculer les probabilités ;
- Estimer le modèle Logit pour les données non regroupées (3.2e) et interpréter les résultats.

#### 1) Les données sont regroupées

##### a) Estimation du modèle 3.2d (Logit pondéré)

\_\_\_\_\_ Modèle (rappel) :  $L_i^* = \beta_0 \sqrt{W_i} + \beta_1 X_i^* + \mu_i^*$

Avec (infos, sur 10 avenues, relatives aux familles disposant d'un véhicule en fonction du revenu du ménage) :

- $X_i$  : revenu du ménage ;
- $N_i$  : nombre d'habitants sur une avenue ;
- $n_i$  : nombre de familles disposant d'une voiture sur chaque avenue.



**Résultats d'estimation :**

reg Lr Wr Xr, noconstant					
Source	SS	df	MS		
Model	12.8240669	2	6.41203346	Number of obs =	10
Residual	5.47059877	8	.683824847	F( 2, 8) =	9.38
				Prob > F =	0.0080
				R-squared =	0.7010
				Adj R-squared =	0.6262
				Root MSE =	.82694
Lr	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
Wr	-.0682658	.3801634	-0.18	0.862	-.9449243 .8083926
Xr	.0153586	.0100544	1.53	0.165	-.007827 .0385442

Les commandes Stata relatives à la transformation de séries sont :

```
gen p=ni/Ni
gen p1=1-p
gen p2=p/p1
gen Li=ln(p2)
gen p3=p*p1
gen W=Ni*p3
gen Wr=sqrt(W)
gen Lr=Wr*Li
gen Xr=Wr*Xi
```

*predict Lf, xb* : Pour obtenir les valeurs estimées « Lf » (logits pondérés)

Les valeurs estimées (appelées « logits pondérés » parce qu'estimées sur le modèle pondéré 3.2d) sont consignées dans le tableau suivant :

Lf
0.2913868
0.3725826
0.4283201
0.6928309
0.9895403
0.9087647
1.295467
1.50705
1.774217
1.741995

**b) Interprétation de résultats**

Le modèle 3.2d estimé se présente comme suit :

$$L_i^* = -0.0682658\sqrt{W_i} + 0.0153586 X_i^*$$

Sachant que  $L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right)$  et  $L_i^* = \sqrt{W_i}L_i$ , il y a lieu de préciser ce qui suit (anti-log) :



$$\frac{L_i^*}{\sqrt{W_i}} = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = -0.0682658 + 0.0153586 X_i \Rightarrow \frac{P_i}{1-P_i} = e^{-0.0682658} e^{0.0153586 X_i}$$

Autant dire que «  $e^{0.0153586} = 1,01548$  » est le réel coefficient de la variable «  $X_i$  ». De ce fait, si  $X_i$   $\nearrow$  d'une unité, les probabilités pondérées en faveur de posséder une voiture  $\nearrow$  de 1.5% [soit:  $(1,01548 - 1) * 100$ ].

### c) Calcul de probabilités

Il est question de calculer les probabilités «  $\frac{P_i}{1-P_i}$  » associées aux différents niveaux de revenu. Pour la 1<sup>ère</sup> observation, nous avons :  $\ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = 0.291387$  (Cfr tableau de logits pondérés ci-dessus). En passant par l'anti-log, la valeur de « p » pour cette observation est calculée comme suit :

$$\frac{P_i}{1-P_i} = e^{0.291387} \Rightarrow (1 + e^{0.291387})P_i = e^{0.291387} \Rightarrow P_i = \frac{1,338282339}{2,338282339} = 0,572357$$

Procéder ainsi pour les 9 autres observations jusqu'à obtenir les probabilités suivantes :

Obs	Prob
1	<b>0.57233566</b>
2	0.591284403
3	0.605472429
4	0.666596401
5	0.728997054
6	0.712747371
7	0.785071632
8	0.818623605
9	0.854981313
10	0.850940290



## 2) Les données sont non regroupées

### a) Estimation du modèle 3.2e

► **Résultats sur Eviews** : commande : `logit yi c xi`

Dependent Variable: Yi				
Method : ML - Binary Logit (Quadratic hill climbing)				
Date: 10/15/13 Time: 22:36				
Sample: 1 40				
Included observations: 40				
Convergence achieved after 4 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	3.532044	1.770789	1.994616	0.0461
Xi	-0.240169	0.112754	-2.130024	0.0332
Mean dependent var	0.425000	S.D. dependent var	0.500641	
S.E. of regression	0.470578	Akaike info criterion	1.289927	
Sum squared resid	8.414876	Schwarz criterion	1.374371	
Log likelihood	-23.79854	Hannan-Quinn criter.	1.320459	
Restr. log likelihood	-27.27418	Avg. log likelihood	-0.594964	
LR statistic (1 df)	6.951283	McFadden R-squared	0.127433	
Probability(LR stat)	0.008376			
Obs with Dep=0	23	Total obs	40	
Obs with Dep=1	17			

► **Résultats sur Stata** : commande : `logit Yi Xi`

```

logit Yi Xi
Iteration 0:  log likelihood = -27.274184
Iteration 1:  log likelihood = -24.03776
Iteration 2:  log likelihood = -23.80572
Iteration 3:  log likelihood = -23.798552
Iteration 4:  log likelihood = -23.798543

Logistic regression                Number of obs   =          40
                                   LR chi2(1)      =           6.95
                                   Prob > chi2     =          0.0084
Log likelihood = -23.798543        Pseudo R2      =          0.1274
-----+-----
      Yi |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----+-----
      Xi |   -.2401688   .1127545   -2.13   0.033   - .4611635   -.0191742
   _cons |    3.532044   1.770795    1.99   0.046    .0613496    7.002738
-----+-----
    
```

Pour les probabilités et résidus prédits, les commandes/chemins sont :

- Eviews : dans l'output, suivre : Views/Actual, Fitted, Residual/ Actual, Fitted, Residual Table ;
- Stata : probabilités : `predict Yf, pr`.



Pour calculer les probabilités prévues/valeurs ajustées (ex : le cas de la 5<sup>ème</sup> famille pour laquelle  $X_i = 17$ ), se référant à l'équation estimée «  $\hat{y}_i = 3,532044 - 0,240164 X_i$  », procéder comme suit :

- (i) Remplacer la valeur de  $X_i$  (soit 17) dans l'équation estimée et obtenir «  $-z = -0,550744$  » (Cfr équation 3.2a) ;
- (ii) Sachant que «  $P_i = P(Z) = \frac{1}{1+e^{-z}}$  », remplacer «  $z$  » par sa valeur et calculer la probabilité prévue «  $P_5$  » pour que la 5<sup>ème</sup> famille, disposant d'un revenu moyen de 17 Unités Monétaires/UM – quand un membre de famille est atteint du paludisme – recourt à un centre médical ( $Y=1$ ), comme suit :

$$P_5 = \frac{1}{1 + e^{-(0,550744)}} = 0,365691$$

\_\_\_\_\_ NB : Procéder ainsi pour les 39 autres familles restantes pour construire le tableau reprenant les probabilités prédites.

### b) *Interprétation de résultats (inférence)*

- ▶ Significativité individuelle de paramètres : se référer à la table de la loi normale centrée réduite (*Statistique de Wald* :  $W = \hat{\beta}_i / \delta_{\hat{\beta}_i} \sim Z_{\alpha/2}, N \geq 30$ ), à la place de la table de student, pour tester la significativité de paramètres estimés : tous les coefficients sont statistiquement significatifs ( $prob < 0.05$ ).
- ▶ Significativité conjointe de paramètres estimés : La statistique du test est la **raison de vraisemblance** « **LRstat** » (comparable au *F-stat*) qui se calcule comme suit :

$$LRstat = -2 \ln \left( \frac{Lac}{Lsc} \right) = -2(LLac - LLsc) \sim \chi_{di}^2$$

ou

$$LRstat = 2 \ln \left( \frac{Lsc}{Lac} \right) = 2(LLsc - LLac) \sim \chi_{di}^2$$

Avec :

- *Lsc* : Likelihood sans contrainte ;
- *Lac* : Likelihood avec contrainte (tous les paramètres sont nuls, constante exclue).

\_\_\_\_\_ Les hypothèses du test sont :

$H_0$  : Non Significativité conjointe de paramètres estimés [ $prob > 0.05 / LRstat < \chi_{di}^2(tab)$ ]

$H_1$  : Significativité conjointe de paramètres estimés [ $prob < 0.05 / LRstat > \chi_{di}^2(tab)$ ]

Dans notre modèle, la probabilité associée à  $LRstat = 0.008376 < 0.05$  (d'où, les paramètres pris conjointement sont statistiquement significatifs).

- ▶ Bonté/qualité globale de l'ajustement : Le  $R^2$  n'est pas efficace/approprié pour juger de la qualité de l'ajustement d'un modèle Logit. Recourir plutôt au **pseudo  $R^2$  de McFadden** calculé comme suit :

$$R^2 = 1 - \frac{\text{loglikelihood}}{\text{restr. loglikelihood}}$$



Ou encore au **comptage  $R^2$** , appelé autrement *Taux de Bonnes Prévisions/TBP*, dont la formule est :

$$\text{comptage } R^2 = \frac{\sum \text{de bonnes prédictions}}{\text{Nombre d'observations}}$$

**NB** : les observations correctes/bonnes prédictions (à gauche) et incorrectes (à droite) sont celles qui sont :

$$\begin{cases} (i) \text{ les } \hat{y}_i > 0.5 \text{ pour les } y_i = 1 \\ (ii) \text{ les } \hat{y}_i < 0.5 \text{ pour les } y_i = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} (a) \text{ les } \hat{y}_i < 0.5 \text{ pour les } y_i = 1 \\ (b) \text{ les } \hat{y}_i > 0.5 \text{ pour les } y_i = 0 \end{cases}$$

Dans notre modèle, le *comptage  $R^2$*  =  $\frac{27}{40}$  = **0,68** (la prédiction est bonne > 0.50).

### 3.3. Modèle PROBIT

► **Modèle Probit :**

$$P_i = F(I) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{I_i} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \dots [3.3a]$$

Sous réserve que « aller ou non à un centre médical est un indicateur " $I_i$ " de revenu non observable tel que :  $I_i = \beta_0 + \beta_1 X_i$  », le modèle 3.3a devient :

$$P_i = F(I) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\beta_0 + \beta_1 X_i} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \dots [3.3b]$$

En fait, l'on admet l'existence d'un seuil «  $I_i^*$  » tel que :

$$\begin{cases} I_i^* > I_i \Rightarrow \text{la famille recourt à un centre médical} \\ I_i^* < I_i \Rightarrow \text{la famille recourt à l'automédication} \end{cases}$$

Si bien que :

$$P_i = P(Y = 1|X) = P(I_i^* \leq I_i) = P(Z_i \leq \beta_0 + \beta_1 X_i) = F(\beta_0 + \beta_1 X_i) \dots [3.3c]$$

Avec :  $I_i = F^{-1}(P_i) = F^{-1}(P_i) = \beta_0 + \beta_1 X_i$  et  $F^{-1}$  : l'inverse de la fonction de densité cumulée normale

**NB** : L'indice «  $I_i^*$  » n'étant pas connu (il est supposé qu'il suit une distribution normale), le modèle Probit permet de calculer «  $P(I_i^* \leq I_i)$  » à partir d'une fonction de densité normale centrée réduite (Cfr 3.3c).

**Hypothèse** : La fonction de répartition de l'erreur suit une loi de type normale (Modèle Probit = Fonction de densité cumulée normale).

► Nous considérons les données ayant servi à l'estimation du modèle Logit pour estimer le modèle Probit comme suit :

► **Travail Demandé :**

- Estimer le modèle Probit 3.3c ;
- Comparer les résultats issus du modèle Probit à ceux obtenus avec Logit.



### 1) Estimation du modèle Probit 3.3c

#### ► Sur Eviews : probit Yi c Xi

```

Estimation Command:
=====
BINARY(D=N) YI XI C

Estimation Equation:
=====
YI = 1-@CNORM(-(C(1)*XI + C(2)))

Substituted Coefficients:
=====
YI = 1-@CNORM(-(-0.1482421178*XI + 2.181726435))
    
```

#### ► Sur Stata : probit Yi Xi

##### a) Estimation du modèle Probit 3.3c sur Stata et Eviews

```

Commande: probit Yi Xi
Iteration 0: log likelihood = -27.274184
Iteration 1: log likelihood = -23.9185
Iteration 2: log likelihood = -23.714322
Iteration 3: log likelihood = -23.710557
Iteration 4: log likelihood = -23.710555

Probit regression
Number of obs = 40
LR chi2(1) = 7.13
Prob > chi2 = 0.0076
Pseudo R2 = 0.1307

Log likelihood = -23.710555
-----
      Yi |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----+-----
      Xi |  -.1482421   .0658704    -2.25   0.024   - .2773457   -.0191385
   _cons |   2.181726   1.043756     2.09   0.037    .136002    4.227451
-----
    
```

Dependent Variable: YI  
 Method: ML - Binary Probit (Quadratic hill climbing)  
 Sample: 1 40  
 Included observations: 40  
 Convergence achieved after 4 iterations  
 Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	2.181726	1.043754	2.090269	0.0366
XI	-0.148242	0.065870	-2.250518	0.0244

Mean dependent var	0.425000	S.D. dependent var	0.500641
S.E. of regression	0.470262	Akaike info criterion	1.285528
Sum squared resid	8.403576	Schwarz criterion	1.369972
Log likelihood	-23.71055	Hannan-Quinn criter.	1.316060
Restr. log likelihood	-27.27418	Avg. log likelihood	-0.592764
LR statistic (1 df)	7.127259	McFadden R-squared	0.130659
Probability(LR stat)	0.007592		

Obs with Dep=0	23	Total obs	40
Obs with Dep=1	17		





b) *Fréquences de la variable dépendante avec Eviews*

Dans l'output, suivre le chemin : View/Dependent Variable Frequencies.

Dependent Variable: Y1 Method: ML - Binary Probit (Quadratic hill climbing) Date: 10/20/13 Time: 10:11 Sample: 1 40 Included observations: 40 Frequencies for dependent variable				
Value	Count	Percent	Count	Cumulative Percent
0	23	57.00	23	57.50
1	17	42.00	40	100.00

c) *Quelques statistiques descriptives de variables explicatives*

Dans l'output, suivre le chemin : View/Categorical Regressor Stats.

Dependent Variable: Y1 Method: ML - Binary Probit (Quadratic hill climbing) Date: 10/20/13 Time: 10:11 Sample: 1 40 Included observations: 40 Descriptive statistics for explanatory variables			
Variable	Dep=0	Mean Dep=1	All
XI	18.04348	14.52941	16.55000
C	1.000000	1.000000	1.000000
Variable	Dep=0	Standard Deviation Dep=1	All
XI	5.182824	2.672023	4.601839
C	0.000000	0.000000	0.000000
Observations	23	17	40

d) *Critères de sélection/information*

Commande: estat ic						
Model	Obs	ll (null)	ll (model)	df	AIC	BIC
.	40	-27.27418	-23.71056	2	51.42111	54.79887



e) Estimation du modèle Probit 3.3c avec les effets/impacts marginaux (élasticités) et probabilités prédites sur Stata (commande : **dprobit**)

```

Commande : dprobit Yi Xi
Iteration 0:  log likelihood = -27.274184
Iteration 1:  log likelihood =  -23.9185
Iteration 2:  log likelihood = -23.714322
Iteration 3:  log likelihood = -23.710557
Iteration 4:  log likelihood = -23.710555

Probit regression, reporting marginal effects
Number of obs =      40
LR chi2(1)      =    7.13
Prob > chi2     = 0.0076
Pseudo R2      = 0.1307

Log likelihood = -23.710555

-----
      Yi |      dF/dx   Std. Err.      z    P>|z|    x-bar [   95% C.I.   ]
-----+-----
      Xi |  -.0569973   .0244915   -2.25   0.024   16.55   -.105 -.008995
-----+-----
obs. P |      .425
pred. P |  .3929338  (at x-bar)
-----
z and P>|z| correspond to the test of the underlying coefficient being 0
    
```

Autrement, après la commande probit, taper : **mfx**

```

mfx
Marginal effects after probit
y = Pr(Yi) (predict)
= .3929338

-----
variable |      dy/dx   Std. Err.      z    P>|z|    [   95% C.I.   ]      X
-----+-----
      Xi |  -.0569973   .02449   -2.33   0.020   -.105 -.008995   16.55
-----+-----
    
```

- Nous constatons que quand les familles augmentent leur revenu d'1 UM en moyenne, elles perdent 0,057 point de chance à recourir à un centre médical.
- En outre, relevons qu'en moyenne, les probabilités prédites/valeurs ajustées = 0.3929338. A titre illustratif, pour obtenir la valeur ajustée relative à la 5<sup>ème</sup>

observation (famille), faire : 
$$\begin{cases} \text{probit } Yi \text{ } Xi \\ \text{matrix } xvalue = (17) \\ \text{dprobit } Yi \text{ } Xi, \text{at}(xvalue) \end{cases}$$



```

probit Yi Xi
matrix xvalue=(17)
dprobit Yi Xi, at(xvalue)

Iteration 0:   log likelihood = -27.274184
Iteration 1:   log likelihood =  -23.9185
Iteration 2:   log likelihood = -23.714322
Iteration 3:   log likelihood = -23.710557
Iteration 4:   log likelihood = -23.710555

Probit regression, reporting marginal effects           Number of obs =    40
LR chi2(1)      =    7.13
Prob > chi2     = 0.0076
Pseudo R2      = 0.1307

Log likelihood = -23.710555

-----
      Yi |          dF/dx   Std. Err.      z    P>|z|          x [   95% C.I.   ]
-----+-----
      Xi |  -.0558492   .0233146   -2.25   0.024          17  -.101545  -.010153
-----+-----

obs. P |          .425
pred. P |          .3929338   (at x-bar)
pred. P |          .3675348   (at x)
-----
z and P>|z| correspond to the test of the underlying coefficient being 0
    
```

La valeur ajustée relative à la 5<sup>ème</sup> observation (famille) est « 0.3675348 ». Aussi, constatons que quand la 5<sup>ème</sup> famille augmente son revenu d'1 UM, elle perd « 0,056 » point de chance à recourir à un centre médical.

### 2) Comparaison de résultats

Les coefficients estimés ne sont pas directement comparables (les équations de ces deux modèles diffèrent) ; mais, de façon générale, les résultats de ces deux modèles sont presque semblables.

### 3) Tableau de prédictions (bonnes et mauvaises) avec Stata et Eviews

```

Commande : lstat
Probit model for Yi
----- True -----
Classified |          D          ~D |          Total
-----+-----
      +   |          8           6 |          14
      -   |          9          17 |          26
-----+-----
      Total |          17          23 |          40

Classified + if predicted Pr(D) >= .5
True D defined as Yi != 0
-----
Sensitivity                Pr( +| D)   47.06%
Specificity                Pr( -| ~D)  73.91%
Positive predictive value  Pr( D| +)   57.14%
Negative predictive value  Pr( ~D| -)  65.38%
-----
False + rate for true ~D   Pr( +| ~D)  26.09%
False - rate for true D    Pr( -| D)   52.94%
False + rate for classified + Pr( ~D| +)  42.86%
False - rate for classified - Pr( D| -)   34.62%
-----
Correctly classified                62.50%
-----
    
```

Sur Eviews, dans l'output, suivre : View/Expectation-Prediction Table (Prediction evaluation : 0.5) Ok :



Dependent Variable: Y1 Method: ML - Binary Probit (Quadratic hill climbing) Date: 10/20/13 Time: 10:11 Sample: 1 40 Included observations: 40 Prediction Evaluation (success cutoff C = 0.5)						
	Estimated Equation			Constant Probability		
	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
P(Dep=1)<=C	17	9	26	23	17	40
P(Dep=1)>C	6	8	14	0	0	0
Total	23	17	40	23	17	40
Correct	17	8	25	23	0	23
% Correct	73.91	47.06	62.50	100.00	0.00	57.50
% Incorrect	26.09	52.94	37.50	0.00	100.00	42.50
Total Gain*	-26.09	47.06	5.00			
Percent Ga...	NA	47.06	11.76			

	Estimated Equation			Constant Probability		
	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
E(# of Dep=0)	14.72	8.34	23.06	13.23	9.78	23.00
E(# of Dep=1)	8.28	8.66	16.94	9.78	7.22	17.00
Total	23.00	17.00	40.00	23.00	17.00	40.00
Correct	14.72	8.66	23.39	13.23	7.22	20.45
% Correct	64.01	50.97	58.47	57.50	42.50	51.13
% Incorrect	35.99	49.03	41.53	42.50	57.50	48.88
Total Gain*	6.51	8.47	7.34			
Percent Ga...	15.33	14.73	15.03			

\*Change in "% Correct" from default (constant probability) specification  
 \*\*Percent of incorrect (default) prediction corrected by equation

Le taux de bonne prédiction est donc de 62,5% [ $TBP = (8 + 17)/40$ ] : la prédiction est bonne.

#### 4) Qualité de l'ajustement (test de Hosmer-Lemeshow et surface ROC)

► Les hypothèses du test d'Hosmer-Lemeshow/ $HL \sim \chi^2_\alpha$  sont :

$H_0$  : L'ajustement est bon ( $prob > 0.5$ )

$H_1$  : L'ajustement n'est pas bon ( $prob < 0.5$ )

Sur EViews, dans l'output, suivre : View/Goodness-of-Fit Test (Hosmer-Lemeshow) Ok :

Dependent Variable: Y1 Method: ML - Binary Probit (Quadratic hill climbing) Date: 10/20/13 Time: 10:11 Sample: 1 40 Included observations: 40 Andrews and Hosmer-Lemeshow Goodness-of-Fit Tests Grouping based upon predicted risk (randomize ties)								
	Quantile of Risk		Dep=0		Dep=1		Total Obs	H-L Value
	Low	High	Actual	Expect	Actual	Expect		
1	0.0171	0.0637	4	3.84749	0	0.15251	4	0.15856
2	0.0844	0.2628	3	3.29591	1	0.70409	4	0.15093
3	0.2628	0.3133	3	2.79747	1	1.20253	4	0.04877
4	0.3675	0.4246	2	2.47280	2	1.52720	4	0.23677
5	0.4246	0.4833	2	2.18423	2	1.81577	4	0.03423
6	0.4833	0.4833	2	2.06685	2	1.93315	4	0.00447
7	0.4833	0.5423	2	1.94874	2	2.05126	4	0.00263
8	0.5423	0.6005	1	1.65623	3	2.34377	4	0.44375
9	0.6005	0.6005	2	1.59810	2	2.40190	4	0.16832
10	0.6565	0.8403	2	1.19030	2	2.80970	4	0.78415
Total			23	23.0581	17	16.9419	40	2.03258
H-L Statistic:			2.0326		Prob. Chi-Sq(8)		0.9800	
Andrews Statistic:			6.8807		Prob. Chi-Sq(10)		0.7367	

L'ajustement est bon du fait que la probabilité associée à la statistique H-L est > à 5% (soit : 0.9800). La même conclusion est tirée sous Stata (résultats ci-dessous).



**Sur Stata, après l'estimation du modèle probit, taper : estat gof**

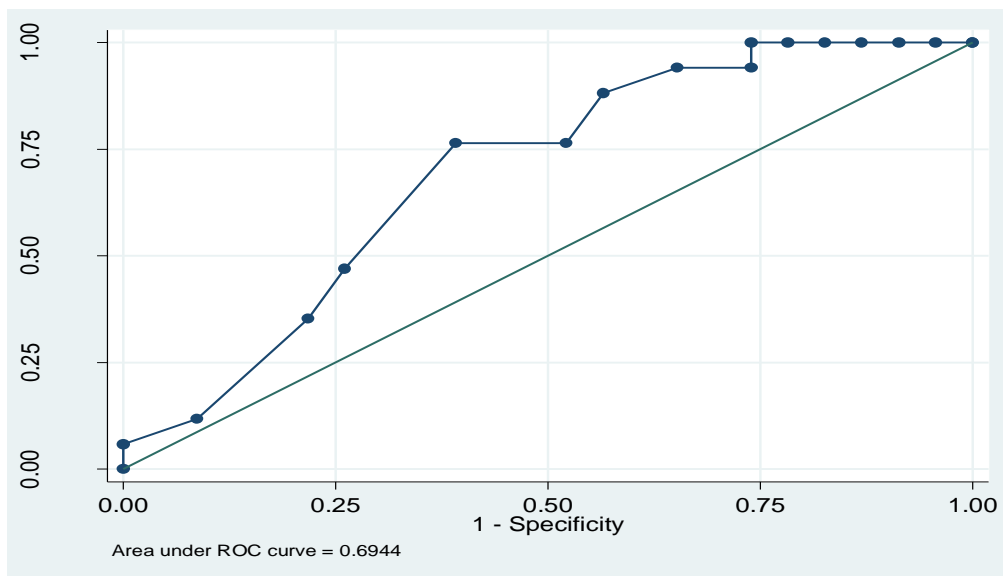
```

Probit model for Yi, goodness-of-fit test
      number of observations =      40
      number of covariate patterns =   16
      Pearson chi2(14) =      10.55
      Prob > chi2 =      0.7210
    
```

► **Test de bonne prédictions avec la Surface ROC (commande : lroc) :**

```

lroc
Probit model for Yi
number of observations =      40
area under ROC curve =      0.6944
    
```



► **Test de bonnes prédictions (commande : linktest) :**

```

commande:linktest
Iteration 0:  log likelihood = -27.274184
Iteration 1:  log likelihood = -23.923205
Iteration 2:  log likelihood = -23.608593
Iteration 3:  log likelihood = -23.556906
Iteration 4:  log likelihood = -23.553804
Iteration 5:  log likelihood = -23.553789

Probit regression
Number of obs   =      40
LR chi2(2)     =      7.44
Prob > chi2    =      0.0242
Pseudo R2     =      0.1364

Log likelihood = -23.553789
-----
      Yi |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----+-----
     _hat |   .7855453   .5850031     1.34   0.179   - .3610397   1.93213
  _hatsq |  -.3266764   .6320572    -0.52   0.605   -1.565486   .9121331
    _cons |   .0484364   .2372082     0.20   0.838   - .4164831   .5133559
-----
    
```

Les hypothèses sont :

$H_0$  : L'ajustement est bon ( $prob > 0.5$ )

$H_1$  : L'ajustement n'est pas bon ( $prob < 0.5$ )



## CHAP 4 : Modèle de données de Panel

### ► **Modèle de Panel :**

Soit le modèle de Panel (fonction de production Cobb-Douglass) suivant :

$$Y_{it} = AX_{1it}^{\beta_1} X_{2it}^{\beta_2} e^{\mu_{it}} \dots \dots \dots [4.1a]$$

### Modèle de Panel linéaire :

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \mu_{it} \dots \dots \dots [4.1b]$$

Avec :  $y_{it} = \ln Y_{it}$  ;  $x_{1it} = \ln X_{1it}$  ;  $x_{2it} = \ln X_{2it}$  et  $\beta_0 = \ln A$

«  $i = 1, 2$  et  $3^{\text{ème}}$  entreprise (A, B et C) et  $t = 1, 2, 3, 4$  et  $5^{\text{ème}}$  année »

### ► **Travail Demandé :**

- Estimer le modèle à effets fixes (MàF) : différents cas :
  - Cas 1 : les coefficients  $\beta_0, \beta_1$  et  $\beta_2$  sont tous constants (modèle contraint) ;
  - Cas 2 : «  $\beta_0$  » varie entre entreprises, tandis que «  $\beta_1$  et  $\beta_2$  » sont constants ;
- Effectuer le test d'homogénéité d'Hsiao ;
  - Cas 3 : «  $\beta_0$  » varie avec le temps et entre entreprises, tandis que «  $\beta_1$  et  $\beta_2$  » sont constants ;
  - Cas 4 : «  $\beta_0, \beta_1$  et  $\beta_2$  » varient tous entre entreprises ;
  - Cas 5 : Estimateur Within-group ;
- Estimer le modèle à effets aléatoires (MàA) ;
- Effectuer le test d'Hausman.

### 4.1. Estimation du modèle à effets fixes : différents cas

#### 1) Cas 1 : les coefficients « $\beta_0, \beta_1$ et $\beta_2$ » sont tous constants (modèle contraint)

Dans ce cas, appliquer les MCO au modèle contraint suivant (sur de données empilées les unes sur les autres) :

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \mu_t \dots \dots \dots [4.1c]$$

Dependent Variable: LYT				
Method: Least Squares				
Date: 10/20/13 Time: 15:36				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.021442	2.664974	2.259475	0.0433
LX1T	1.004464	0.164797	6.095149	0.0001
LX2T	-1.305445	0.678869	-1.922971	0.0785
R-squared	0.758527	Mean dependent var	5.356386	
Adjusted R-squared	0.718281	S.D. dependent var	0.357456	
S.E. of regression	0.189728	Akaike info criterion	-0.309596	
Sum squared resid	0.431960	Schwarz criterion	-0.167986	
Log likelihood	5.321968	F-statistic	18.84746	
Durbin-Watson stat	0.320106	Prob(F-statistic)	0.000198	



• Commandes Eviews :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{create u 1 15} \\ \text{data yt x1t x2t} \\ \text{gen Lyt} = \log(\text{yt}) \\ \text{gen Lx1t} = \log(\text{x1t}) \\ \text{gen Lx2t} = \log(\text{x2t}) \\ \text{ls Lyt c Lx1t Lx2t} \end{array} \right.$$

• Commentaires :

- Tous les coefficients sont statistiquement significatifs, sauf celui de x2t ;
- Au regard du R<sup>2</sup> et du F-stat, le modèle semble globalement bon. Mais la statistique de DW est très faible, ce qui amène à présumer une éventuelle autocorrélation des erreurs (d'ordre 1) ou erreur de spécification du modèle (d'où le cas 2).

**2) Cas 2 : «  $\beta_0$  » varie entre entreprises, tandis que «  $\beta_1$  et  $\beta_2$  » sont constants**

Dans ce cas, le « modèle 4.1c » devient :

$$y_t = \beta_{0i} + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \mu_{it} \dots \dots [4.1d]$$

Notons que «  $\beta_{0i}$  » reflète les spécificités des entreprises prises globalement. Lorsque l'on se propose de saisir les effets spécifiques propres à chaque entreprise, il sera question d'incorporer «  $N - 1$  » variables dummy<sup>(1)</sup> dans l'expression 4.1d. Cette dernière deviendra :

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 D_{1it} + \alpha_2 D_{2it} + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \mu_t \dots \dots [4.1e] \rightarrow R_{NC}^2$$

En outre, les variables sous-étude peuvent subir communément les effets liés au temps (changement climatique, modification de politiques publiques, effet saisonnier, etc.). A cet effet, l'on peut construire jusqu'à t-1 variables temporelles – pour saisir ces effets temporels – à intégrer dans le modèle 4.1d comme suit :

$$y_t = \lambda_0 + \lambda_1 var(90) + \lambda_2 var(91) + \lambda_3 var(92) + \lambda_4 var(93) + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \mu_t \dots \dots [4.1f]$$

Avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} var(90) \rightarrow \begin{cases} 1: \text{pour l'année 90} \\ 0: \text{ailleurs} \end{cases} \\ var(91) \rightarrow \begin{cases} 1: \text{pour l'année 91} \\ 0: \text{ailleurs} \end{cases} \\ var(92) \rightarrow \begin{cases} 1: \text{pour l'année 92} \\ 0: \text{ailleurs} \end{cases} \\ var(93) \rightarrow \begin{cases} 1: \text{pour l'année 93} \\ 0: \text{ailleurs} \end{cases} \end{array} \right.$$

<sup>1</sup> On introduit (n-1) variables dummy – sous forme d'une matrice unitaire – pour contourner la « trappe de variables binaires.





Les résultats d'estimation du **modèle 4.1e** se présentent comme suit :

Dependent Variable: LYT				
Method: Least Squares				
Date: 10/20/13 Time: 16:25				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.421176	0.449187	9.842615	0.0000
LX1T	-0.077257	0.109050	-0.708453	0.4948
LX2T	0.319383	0.074812	4.269109	0.0016
D1I	-0.523122	0.013428	-38.95834	0.0000
D2I	0.363665	0.070582	5.152373	0.0004
R-squared	0.998530	Mean dependent var	5.356386	
Adjusted R-squared	0.997943	S.D. dependent var	0.357456	
S.E. of regression	0.016213	Akaike info criterion	-5.144752	
Sum squared resid	0.002629	Schwarz criterion	-4.908735	
Log likelihood	43.58564	F-statistic	1698.735	
Durbin-Watson stat	2.124257	Prob(F-statistic)	0.000000	

• **Commentaires :**

- Tous les coefficients sont statistiquement significatifs, sauf celui de x1t ;
- Au regard du R<sup>2</sup> et du F-stat, le modèle est globalement bon, surtout que la statistique de DW s'est améliorée. Toutefois, le test d'Hsiao devra nous renseigner sur le modèle adéquat entre les expressions « 4.1c et 4.1e ».

Les résultats d'estimation du **modèle 4.1f** se présentent comme ci-dessous (avec EViews, les variables temporelles peuvent être automatiquement générées et intégrées dans le modèle estimé : Cfr output à droite) :

Dependent Variable: LYT				
Method: Least Squares				
Date: 10/20/13 Time: 18:04				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16.39264	3.413526	4.802261	0.0014
LX1T	1.238219	0.135925	9.109576	0.0000
LX2T	-3.923613	0.861495	-4.554424	0.0019
V90	-0.652273	0.187085	-3.486507	0.0082
V91	-0.497024	0.155549	-3.195290	0.0127
V92	-0.191595	0.125989	-1.520722	0.1668
V93	-0.214177	0.125280	-1.709592	0.1257
R-squared	0.913222	Mean dependent var	5.356386	
Adjusted R-squared	0.848138	S.D. dependent var	0.357456	
S.E. of regression	0.139299	Akaike info criterion	-0.799664	
Sum squared resid	0.155234	Schwarz criterion	-0.469240	
Log likelihood	12.99748	F-statistic	14.03147	
Durbin-Watson stat	1.214193	Prob(F-statistic)	0.000737	

Dependent Variable: LYT?				
Method: Pooled Least Squares				
Date: 12/22/13 Time: 17:27				
Sample: 1990 1994				
Included observations: 5				
Cross-sections included: 3				
Total pool (balanced) observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LX1T?	-0.244620	0.163350	-1.497518	0.1849
LX2T?	0.369800	0.216069	1.711489	0.1378
C--1990	4.976628	1.055262	4.716011	0.0033
C--1991	4.975221	1.067602	4.660181	0.0035
C--1992	4.953235	1.070669	4.626297	0.0036
C--1993	4.973861	1.075338	4.625392	0.0036
C--1994	4.982936	1.089576	4.573282	0.0038
Fixed Effects (Cross)				
_A--C	-0.512139			
_B--C	0.491549			
_C--C	0.020591			
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.999032	Mean dependent var	5.356386	
Adjusted R-squared	0.997741	S.D. dependent var	0.357456	
S.E. of regression	0.016988	Akaike info criterion	-5.028934	
Sum squared resid	0.001732	Schwarz criterion	-4.604104	
Log likelihood	46.71701	F-statistic	774.0870	
Durbin-Watson stat	2.517729	Prob(F-statistic)	0.000000	

• **Commentaires :**

- Tous les coefficients sont statistiquement significatifs, sauf ceux de V92 et V93 ;
- Au regard du R<sup>2</sup> et du F-stat, le modèle apparaît globalement bon, mais la statistique de DW est faible.

**3) Test d'homogénéité d'Hsiao**

La statistique d'Hsiao est basée sur le F de Fisher et est calculée comme suit :

$$F = \frac{(R_{NC}^2 - R_c^2)/n - 1}{(1 - R_{NC}^2)/nT - k - 1} \sim F_{(n-1, nT-k-1)}^\alpha$$





Ho : Homogénéité ( $F_{cal} < F_{tab}; prob > 5\%$ ) :  $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$  (modèle contraint) → Rejet de la structure en panel ;

H1 : Hétérogénéité ( $F_{cal} > F_{tab}; prob < 5\%$ ) :  $\alpha_1 \neq \alpha_2 \neq 0$  (modèle non contraint) → la structure en panel est acceptée.

Avec :

- $R_{NC}^2$  : Coefficient de détermination du modèle non contraint ( $R_{NC}^2 = 0.998530$ );
- $R_c^2$  : Coefficient de détermination du modèle contraint ( $R_{NC}^2 = 0.758527$ )

Dans notre cas :

$$F_c = \frac{(0.998530 - 0.758527)/2}{(1 - 0.758527)/(15 - 5)} = 816,336 > F_{(2,10)}^{0,05} = 4,10$$

Conclusion : Rejet de Ho → le modèle non contraint est adéquat à la structure de données sous-étude.

Calcul de paramètres structurels (intercepte) :

- Pour l'entreprise C : 4,421176 ;
- Pour l'entreprise A : 4,421176 - 0,523122 = 3,898054 ;
- Pour l'entreprise B : 4,421176 - 0,363665 = 4,7884841.

**4) Cas 3 : «  $\beta_0$  » varie avec le temps et entre entreprises, tandis que «  $\beta_1$  et  $\beta_2$  » sont constants**

Le modèle 4.1f deviendra :

$$y_t = \gamma_0 + \gamma_1 var(90) + \gamma_2 var(91) + \gamma_3 var(92) + \gamma_4 var(93) + \varphi_1 D_{1it} + \varphi_2 D_{2it} + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \mu_t \dots \dots [4.1g]$$

Dependent Variable: LYT				
Method: Least Squares				
Date: 10/20/13 Time: 17:54				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.003527	1.061144	4.715221	0.0033
LX1T	-0.244620	0.163350	-1.497518	0.1849
LX2T	0.369800	0.216069	1.711489	0.1378
D1I	-0.532730	0.023103	-23.05874	0.0000
D2I	0.470958	0.107592	4.377259	0.0047
V90	-0.006308	0.040556	-0.155540	0.8815
V91	-0.007715	0.029961	-0.257519	0.8054
V92	-0.029701	0.023542	-1.261643	0.2539
V93	-0.009075	0.020137	-0.450694	0.6680
R-squared	0.999032	Mean dependent var	5.356386	
Adjusted R-squared	0.997741	S.D. dependent var	0.357456	
S.E. of regression	0.016988	Akaike info criterion	-5.028934	
Sum squared resid	0.001732	Schwarz criterion	-4.604104	
Log likelihood	46.71701	F-statistic	774.0870	
Durbin-Watson stat	2.274687	Prob(F-statistic)	0.000000	



**5) Cas 4 : «  $\beta_0, \beta_1$  et  $\beta_2$  » varient tous entre entreprises**

Le modèle 4.1h ci-dessous sera une combinaison des modèles du cas 2 et 3 :

$$y_t = \Phi_0 + \Phi_1 D_{1i} + \Phi_2 D_{2i} + \Phi_3 x_{1t} + \Phi_4 x_{2t} + \Phi_5 D_{1i} x_{1t} + \Phi_6 D_{1i} x_{2t} + \Phi_7 D_{2i} x_{1t} + \Phi_8 D_{2i} x_{2t} + \Phi_9 V_{90} + \Phi_{10} V_{91} + \Phi_{11} V_{92} + \Phi_{12} V_{93} + \mu_t \dots \dots [4.1h]$$

Les résultats d'estimation de ce modèle sont :

Dependent Variable: LYT				
Method: Least Squares				
Date: 10/20/13 Time: 18:39				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.968816	0.616916	11.29622	0.0077
LX1T	-0.162264	0.085166	-1.905273	0.1970
LX2T	-0.178724	0.146593	-1.219182	0.3471
D1I	-0.688831	0.477123	-1.443717	0.2856
D2I	0.073445	1.305379	0.056263	0.9602
D1IX1T	-0.388581	0.148935	-2.609068	0.1208
D1IX2T	0.468434	0.102359	4.576392	0.0446
D2IX1T	0.232920	0.264608	0.880244	0.4716
D2IX2T	-0.195738	0.095862	-2.041876	0.1779
V90	-0.088810	0.025208	-3.523094	0.0720
V91	-0.056589	0.016143	-3.505531	0.0726
V92	-0.054595	0.013471	-4.052770	0.0558
V93	-0.049553	0.013092	-3.784999	0.0633
R-squared	0.999948	Mean dependent var	5.356386	
Adjusted R-squared	0.999635	S.D. dependent var	0.357456	
S.E. of regression	0.006826	Akaike info criterion	-7.417648	
Sum squared resid	9.32E-05	Schwarz criterion	-6.804005	
Log likelihood	68.63236	F-statistic	3198.927	
Durbin-Watson stat	3.160072	Prob(F-statistic)	0.000313	

Les commandes E-Views sont :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{genr } D1iX1t = D1i * LX1t \\ \text{genr } D1iX2t = D1i * LX2t \\ \text{genr } D2iX1t = D2i * LX1t \\ \text{genr } D2iX2t = D2i * LX2t \end{array} \right.$$

**6) Cas 5 : Estimateur Within-group**

Le modèle Within est le suivant :

$$\begin{aligned} & (\ln Y_{it} - \overline{\ln Y_i}) \\ & = (\ln A_i - \overline{\ln A_i}) + \beta_1 (\ln X_{1it} - \overline{\ln X_{1i}}) + \beta_2 (\ln X_{2it} - \overline{\ln X_{2i}}) \\ & + (\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i) \dots \dots [4.1i] \end{aligned}$$

Avec :  $\overline{\ln Y_i}$  = La moyenne des observations pour chaque entreprise (groupe) « i ».

NB : Le R<sup>2</sup> d'une telle estimation renseigne sur l'efficacité du modèle, les effets individuels fixes exclus.

Posons :

$$\ll (\ln Y_{it} - \overline{\ln Y_i}) = LYTC ; (\ln X_{1it} - \overline{\ln X_{1i}}) = LX1TC ; (\ln X_{2it} - \overline{\ln X_{2i}}) = LX2TC$$



( $\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i$ ) =  $e$  », ce qui nous amène à écrire l'expression 4.1i autrement (modèle à estimer) :

$$LYTC = \beta_1 LX1TC + \beta_2 LX2TC + e \dots \dots [4.1j]$$

Les résultats d'estimation du **modèle 4.1j** sur Eviews se présentent comme ci-dessous :

Dependent Variable: LYTC				
Method: Least Squares				
Date: 10/20/13 Time: 21:26				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LX1TC	-0.077257	0.095643	-0.807761	0.4338
LX2TC	0.319383	0.065615	4.867533	0.0003
R-squared	0.675314	Mean dependent var	3.58E-16	
Adjusted R-squared	0.650339	S.D. dependent var	0.024048	
S.E. of regression	0.014220	Akaike info criterion	-5.544752	
Sum squared resid	0.002629	Schwarz criterion	-5.450345	
Log likelihood	43.58564	Durbin-Watson stat	2.124257	

Commentaire : Le R<sup>2</sup> est élevé (mesure de la variabilité intra-individuelle ou l'effet dans le groupe) et DW est acceptable. En outre, seule LX2TC est significative.

#### 4.2. Estimation du modèle à effets aléatoires (MàA)

► **Modèle à effets aléatoires/MàA** : Soient deux modèles (toujours « log-log ») :

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \mu_{it} \dots [4.2a] \text{ et } y_{it} = \beta_{0i} + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \mu_{it} \dots [4.2b]$$

Avec,  $\beta_{0i} = \beta_0 + \varepsilon_{it} \dots [4.2c], i = 1; 2; 3$  (ou A ; B ; C).

Remplaçons [4.2c] dans [4.2b] :  $y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \varepsilon_{it} + \mu_{it} \dots [4.2d]$

Posons  $v_{it} = \varepsilon_{it} + \mu_{it}$  ; ainsi, **4.2a devient (le MàA à estimer) :**

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \varepsilon_{it} + \mu_{it} \dots [4.2e]$$

#### ► Travail Demandé :

- Estimer le modèle à effets aléatoires (MàA) sur Eviews et Stata ;
- Etablir la différence entre MàF et MàA.

##### 1) Estimation du Modèle à effets aléatoires (4.2e) sur Eviews et Stata

► **Sur Eviews, suivre le chemin** : *Object/New Object.../Pool* → (écrire les noms des individus en colonne, précédés chacun d'une sous barre) → *Sheet* → (saisir les noms des variables suivi d'un « ? » chacun) → (copier et coller les observations) → *Estimate* → (cross section=random, period=none) → (Method : LS..) → (Options : White Cross-section) → ok.

Malheureusement pour nous, N<T (ou 3 entreprises < 5 années) → l'estimation du MàA n'est pas possible avec Eviews (la condition est : N>T).



► **Sur Stata, la procédure est :**

{ Saisie de données et clic sur l'onglet « preserve »  
 { tsset id yr : déclarer la structure de données en panel à Stata ;  
 { xtreg LYit LX1it LX2it, re : estimer le MÀ

**NB :** A la suite de « tsset... », Stata nous confirme la déclaration de données en panel par le résultat suivant :

```
tsset id yr
      panel variable: id, 1 to 3
      time variable: yr, 1990 to 1994
```

**Après estimation du MÀ 4.2e, les résultats sont :**

```
xtreg LYit LX1it LX2it, re
Random-effects GLS regression              Number of obs   =       15
Group variable (i): id                    Number of groups =        3
R-sq:  within = 0.5731                    Obs per group:  min =        5
      between = 0.8330                      avg             =       5.0
      overall  = 0.7585                      max             =        5
Random effects u_i ~ Gaussian              Wald chi2(2)    =       37.69
corr(u_i, X) = 0 (assumed)                 Prob > chi2     =       0.0000
```

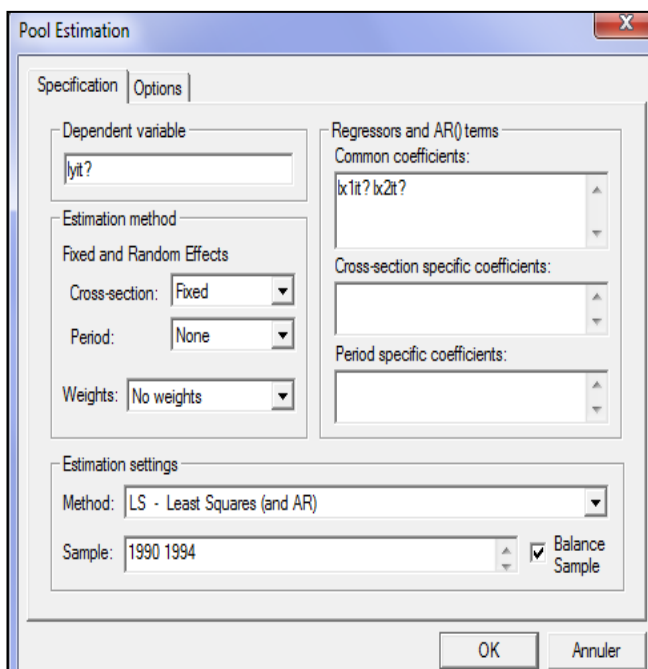
---

	LYit	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
LX1it		1.004464	.1647972	6.10	0.000	.6814672 1.327461
LX2it		-1.305446	.6788684	-1.92	0.054	-2.636004 .0251116
_cons		6.021445	2.664972	2.26	0.024	.7981955 11.24469

---

```
sigma_u |          0
sigma_e | .01621345
rho     |          0 (fraction of variance due to u_i)
```

A titre d'information, voici **les résultats d'estimation du MÀF sur Eviews et Stata** (à gauche : capture de la procédure à suivre sur Eviews ; et à droite : résultats).



Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.368024	0.371130	11.76953	0.0000
LX1IT?	-0.077257	0.089856	-0.859780	0.4100
LX2IT?	0.319383	0.062448	5.114355	0.0005
<b>Fixed Effects (Cross)</b>				
_A-C	-0.469970			
_B-C	0.416817			
_C-C	0.053152			
<b>Effects Specification</b>				
<b>Cross-section fixed (dummy variables)</b>				
R-squared	0.998530	Mean dependent var	5.356386	
Adjusted R-squared	0.997943	S.D. dependent var	0.357456	
S.E. of regression	0.016213	Akaike info criterion	-5.144752	
Sum squared resid	0.002629	Schwarz criterion	-4.908735	
Log likelihood	43.58564	F-statistic	1698.735	
Durbin-Watson stat	2.419663	Prob(F-statistic)	0.000000	



```

xtreg LYit LX1it LX2it, fe
Fixed-effects (within) regression      Number of obs      =      15
Group variable (i): id                Number of groups   =       3

R-sq:  within = 0.6753                  Obs per group: min =       5
      between = 0.9969                    avg =             5.0
      overall = 0.4518                    max =             5

corr(u_i, Xb) = -0.7126                  F(2,10)           =     10.40
                                          Prob > F          =     0.0036
    
```

	LYit	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LX1it		-.0772559	.1090501	-0.71	0.495	-.3202347	.1657228
LX2it		.3193816	.0748126	4.27	0.002	.1526888	.4860744
_cons		4.368024	.4684272	9.32	0.000	3.324303	5.411745
sigma_u		.44577627					
sigma_e		.01621345					
rho		.99867888	(fraction of variance due to u_i)				

**F test that all u\_i=0: F(2, 10) = 816.60 Prob > F = 0.0000**

## 2) Différence entre MàF et MàA

a) (i) dans le MàF, l'effet propre à chaque individu est pris en compte (l'estimation se fait par les MCO), alors que (ii) dans le MàA, l'intercepte renseigne sur la moyenne de tous les termes indépendants, et l'effet individuel est aléatoire (l'estimation se fait par les MCG) ;

b) (i) dans le MàF :

- **R<sup>2</sup> within** renseigne sur l'importance de la variabilité intra-individu (ou intra-groupe) ;
- **R<sup>2</sup> Between** renseigne sur l'importance des effets fixes dans le modèle (la statistique de Hsiao/Fisher est directement calculée (elle est arrondie) après estimation : Cfr dernière ligne dans l'output de l'estimation).

(ii) dans le MàA :

- **R<sup>2</sup> within** renseigne sur l'importance de la variabilité inter-individu (ou intergroupe) ;
- **R<sup>2</sup> Between** renseigne sur l'importance des effets aléatoires dans le modèle.

Dans tous les cas, le **R<sup>2</sup> overall** renseigne sur la bonté globale de l'ajustement (ou du modèle).

c) Pour tester la significativité conjointe de paramètres, l'on recourt à la statistique de Fisher (elle est distribuée suivant la loi de Fisher) si le modèle est à effets fixes, ou à la statistique de Wald (elle est distribuée comme un  $\chi^2$ ) pour un modèle à effets aléatoires.



### 4.3. Test d'Hausman

Le test d'Hausman aide à choisir la spécification adéquate entre le MàF et MàA.

▶ La statistique du test est :

$$W = (\beta_F - \beta_A)' var[(\beta_F - \beta_A)^{-1}] (\beta_F - \beta_A) \sim \chi^2_{dl=2}$$

Avec :

- $\beta_F = \beta_{MCO}$  : Matrice de paramètres estimés du MàF (le MàF étant estimé par les MCO, on peut écrire «  $\beta_{MCO}$  »);
- $\beta_A = \beta_{MCG}$  : Matrice de paramètres estimés du MàA (le MàA étant estimé par les MCG, on peut écrire «  $\beta_{MCG}$  »);
- $var \beta_A$  et  $var \beta_F$  : Les matrices de variances-covariances du MàA et MàF, respectivement.

▶ Les hypothèses du test sont :

$H_0: \beta_F - \beta_A = 0$  (Pas de différence entre MàF et MàA) : Retenir le MàA  
 ( $W > \chi^2; p > 5\%$ )

$H_1: \beta_F - \beta_A \neq 0$  (Différence entre MàF et MàA) : Retenir le MàF ( $W > \chi^2; p < 5\%$ )

▶ Commandes/syntaxes Stata (test d'Hausman) :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{xtreg LYit LX1it LX2it, re} \\ \text{est store re} \\ \text{xtreg LYit LX1it LX2it, fe} \\ \text{hausman re} \end{array} \right.$$

▶ Exécution de syntaxes → Résultats (sur Stata) :

	---- Coefficients ----			
	(b)	(B)	(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
	re	fe	Difference	S.E.
LX1it	1.004464	-.0772559	1.08172	.1235565
LX2it	-1.305446	.3193816	-1.624828	.6747336

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg  
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(2) = (b-B)' [(V\_b-V\_B)^(-1)] (b-B)  
 = 83.08  
 Prob>chi2 = 0.0000

Décision : Rejet de  $H_0$  ( $p < 0.05$ ) → Le MàF est différent du MàA : d'où, le Modèle à effets fixes est approprié.





## CHAP 5 : Selection de modèles

► **Test de Mackinnon-White-Davidson (MWD) :**

Ce test renseigne sur la meilleure spécification entre un modèle linéaire et un modèle non linéaire (log-log). Soient les deux modèles suivants :

$$Y_t = \theta_0 + \theta_1 X_t + e_t \dots \dots \dots [5.1]$$

$$\ln Y_t = \emptyset_0 + \emptyset_1 \ln X_t + e_t \dots \dots \dots [5.2]$$

Les hypothèses à tester sont dans ce cas :

*Ho : Bonne spécification (modèle linéaire 5.1)*

*Ho : Mauvaise spécification (modèle non linéaire 5.2)*

Les étapes du test sont :

- (i) Obtenir «  $\hat{Y}_t$  » (appelé  $A_t$ ) et «  $\ln \hat{Y}_t$  » (appelé «  $A_t$  ») en estimant respectivement les modèles (5.1) et (5.2) par les MCO ;
- (ii) Estimer par les MCO le modèle (5.1) en y incorporant la variable  $W_{1t}$  (soit :  $W_{1t} = \ln A_t - \ln B_t$ ), ce qui revient à estimer :

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \alpha_2 W_{1t} + e_t \dots \dots \dots [5.3]$$

Et tester :

*H<sub>0</sub> :  $\alpha_2 = 0$  ( $|t_c| < |t_t|, prob > 5\%$ ) : rejeter le modèle 5.1*

*H<sub>1</sub> :  $\alpha_2 \neq 0$  ( $|t_c| > |t_t|, prob < 5\%$ ) : retenir le modèle 5.1*

- (iii) Si le « modèle 5.1 » est rejeté, estimer le « modèle 5.2 » en y incorporant la variable «  $W_{2t}$  » (soit :  $W_{2t} = B_t - \text{antilog de } A_t$ ), ce qui revient à estimer :

$$\ln Y_t = \beta_0 + \beta_1 \ln X_t + \beta_2 \ln W_{2t} + e_t \dots \dots \dots [5.4]$$

Et tester :

*H<sub>0</sub> :  $\beta_2 = 0$  ( $|t_c| < |t_t|, prob > 5\%$ ) : rejeter le modèle 5.2*

*H<sub>1</sub> :  $\beta_2 \neq 0$  ( $|t_c| > |t_t|, prob < 5\%$ ) : retenir le modèle 5.2*

► **Travail Demandé :** Décider sur le modèle adéquat/meilleur entre les expressions 5.1 et 5.2 en recourant au test de Mackinnon-White-Davidson (MWD).

**Solution (suivre les étapes du test) :**

- 1) Obtenir «  $\hat{Y}_t$  » (appelé  $A_t$ ) et «  $\ln \hat{Y}_t$  » (appelé «  $A_t$  ») en estimant respectivement les modèles (5.1) et (5.2) par les MCO. **5.1 estimé par les MCO :**

Source	SS	df	MS			
Model	52156324.7	1	52156324.7	Number of obs =	15	
Residual	2269569.04	13	174582.234	F( 1, 13) =	298.75	
Total	54425893.7	14	3887563.84	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9583	
				Adj R-squared =	0.9551	
				Root MSE =	417.83	
Yt	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Xt	99.87273	5.778212	17.28	0.000	87.38967	112.3558
_cons	1983.075	276.5384	7.17	0.000	1385.65	2580.5



**Le modèle 5.2 estimé par les MCO :**

Source	SS	df	MS			
Model	1.15442318	1	1.15442318	Number of obs =	15	
Residual	.068243255	13	.005249481	F( 1, 13) =	219.91	
Total	1.22266644	14	.087333317	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9442	
				Adj R-squared =	0.9399	
				Root MSE =	.07245	

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LXt	.655584	.0442083	14.83	0.000	.5600777	.7510902
_cons	6.296354	.1644735	38.28	0.000	5.941031	6.651678

2) Estimer par les MCO le modèle 5.3 :  $Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \alpha_2 W_{1t} + e_t$

Source	SS	df	MS			
Model	52434978	2	26217489	Number of obs =	15	
Residual	1990915.72	12	165909.644	F( 2, 12) =	158.02	
Total	54425893.7	14	3887563.84	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9634	
				Adj R-squared =	0.9573	
				Root MSE =	407.32	

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Xt	94.59296	6.951727	13.61	0.000	79.44644	109.7395
<b>w1t</b>	<b>10297.53</b>	<b>7945.786</b>	<b>1.30</b>	<b>0.219</b>	<b>-7014.849</b>	<b>27609.91</b>
_cons	2208.182	320.695	6.89	0.000	1509.448	2906.916

Le constat est que le coefficient associé à « W1t » n'est pas statistiquement significatif (prob>0.05). Décision : rejeter le modèle 5.1 (il n'est pas meilleur/adéquat) et passer à l'étape suivante.

3) Parce que le « modèle 5.1 » est rejeté, estimer le « modèle 5.4 » :

$$\ln Y_t = \beta_0 + \beta_1 \ln X_t + \beta_2 \ln W_{2t} + e_t$$

..... (à compléter).....





## CHAP 6 : Modèles dynamiques/modèles à variables décalées

### 6.1. Modélisation

#### ► Modèle d'Almon

##### Hypothèses :

- (i) Le décalage est fini (sa longueur est connue);
- (ii) L'évolution de paramètres est définie par un polynôme dont la forme est connue.

##### Modélisation :

Soit (forme quadratique sur «  $a_i$  ») :

$$a_i = \alpha_0 + i\alpha_1 + i^2\alpha_2 + \dots + i^q\alpha_q = \sum_{j=0}^q \alpha_j i^j \dots \dots [6.1a]$$

et considérons la fonction :

$$Y = Xa + \varepsilon \dots \dots [6.2a]$$

Si «  $a = H\alpha$  », alors  $Y = XH\alpha + \varepsilon \dots [6.2b]$  ou  $Y = Z\alpha + \varepsilon \dots [6.2c]$  (sous l'hypothèse que «  $XH = Z$  »).

Si l'on suppose que «  $q = 2$  et  $i = 3$  » (Cfr Bourbonnais, p.191), l'expression « 6.1a » ( $a = H\alpha$ ) peut s'écrire – sous forme matricielle – comme suit :

$$a_i = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2^2 \\ 1 & 3 & 3^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_0 \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix} \dots \dots [6.1b]$$

$\downarrow$   
H

$\downarrow$   
 $\alpha$

Autrement, écrivons « 6.1b » – forme générale – comme suit (NB : si  $i = 3 \rightarrow \alpha_{q=2}$  ( $q = 3 - 1$  ou  $q = h - 1$ ). c.à.d,  $h > q$ ) :

$$\left\{ \begin{array}{l} a_0 = \alpha_0 + 0 + 0 + \dots + 0 \\ a_1 = \alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_q \\ a_2 = \alpha_0 + 2\alpha_1 + 2^2\alpha_2 + \dots + 2^q\alpha_q \\ a_3 = \alpha_0 + 3\alpha_1 + 3^2\alpha_2 + \dots + 3^q\alpha_q \\ \vdots \\ a_h = \alpha_0 + h\alpha_1 + h^2\alpha_2 + \dots + h^q\alpha_q \end{array} \right\} \dots \dots [6.1c]$$

Etant donné « 6.1c », la fonction « 6.2b » peut s'écrire (forme générale) :

$$\left\{ \begin{array}{l} a_0 : (1) Y_t = \gamma + \alpha_0 X_t + \varepsilon \\ a_1 : (2) Y_t = \gamma + \alpha_0 X_{t-1} + \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 X_{t-1} + \dots + \alpha_q X_{t-1} + \varepsilon \\ a_2 : (3) Y_t = \gamma + \alpha_0 X_{t-2} + 2\alpha_1 X_{t-2} + 2^2\alpha_2 X_{t-2} + \dots + 2^q\alpha_q X_{t-2} + \varepsilon \\ a_3 : (4) Y_t = \gamma + \alpha_0 X_{t-3} + 3\alpha_1 X_{t-3} + 3^2\alpha_2 X_{t-3} + \dots + 3^q\alpha_q X_{t-3} + \varepsilon \\ \vdots \\ a_h : (h) Y_t = \gamma + \alpha_0 X_{t-h} + h\alpha_1 X_{t-h} + h^2\alpha_2 X_{t-h} + \dots + h^q\alpha_q X_{t-h} + \varepsilon \end{array} \right\} \dots \dots [6.2d]$$



Ou simplement :

$$\begin{aligned}
 Y_t &= \gamma + \alpha_0(X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + X_{t-3} + \dots + X_{t-h}) + \varepsilon \\
 &\alpha_1(0X_t + X_{t-1} + 2X_{t-2} + 3X_{t-3} + \dots + hX_{t-h}) + \varepsilon \quad \dots [6.2e] \\
 &\alpha_2(0X_t + X_{t-1} + 2^2X_{t-2} + 3^2X_{t-3} + \dots + h^2X_{t-h}) + \varepsilon \\
 &\dots \dots \dots \\
 &\alpha_q(0X_t + X_{t-1} + 2^qX_{t-2} + 3^qX_{t-3} + \dots + h^qX_{t-h}) + \varepsilon
 \end{aligned}$$

Dans « 6.2e », remplaçons les parenthèses par la variable «  $Z_{qt}$  », ce qui amène à réécrire cette expression comme suit :

$$Y_t = \gamma + \alpha_0 Z_{0t} + \alpha_1 Z_{1t} + \alpha_2 Z_{2t} + \dots + \alpha_q Z_{qt} + \varepsilon \dots \dots [6.2f]$$

Avec :

$$Z_{jt} = \sum_{i=0}^h i^j X_{t-i} = PDL$$

**NB** : après estimation :  $\hat{Y}_t = \hat{\gamma} + \hat{\alpha}_0 X_t + \hat{\alpha}_1 X_{t-1} + \hat{\alpha}_2 X_{t-2} + \dots + \hat{\alpha}_h X_{t-h} \dots [6.2g]$

Avec :

- $\hat{\alpha}_0 = \hat{\alpha}_0$  ;
- $\hat{\alpha}_1 = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 + \hat{\alpha}_2$  ;
- $\hat{\alpha}_2 = \hat{\alpha}_0 + 2\hat{\alpha}_1 + 4\hat{\alpha}_2$  ;
- .....
- $\hat{\alpha}_h = \hat{\alpha}_0 + h\hat{\alpha}_1 + h^2\hat{\alpha}_2 + \dots + h^q\hat{\alpha}_q$

**Note** : L'hypothèse fondamentale de modèles autorégressifs – au départ à retards distribués – est que le nombre de retards n'est pas connu ou est plus élevé. Parmi ces modèles, on compte ceux de KOYCK, NERLOVE et CAGAN.

► **Modèle de KOYCK**

Partant de l'expression « 6.3a » suivante :

$$Y_t = \gamma + \alpha_0 X_t + \alpha_1 X_{t-1} + \dots + e_t \dots \dots [6.3a]$$

Pour contourner les inconvénients liés à l'estimation de ce type de modèle (modèles à retards distributifs) – soient la perte en termes de degré de liberté et d'éventuelles multi-colinéarités – KOYCK formule l'hypothèse d'une décroissance géométrique des paramètres «  $\alpha_j$  », tel que  $\alpha_j = \alpha_0 \lambda^j$  ; ce qui lui permet de déboucher sur le modèle autorégressif<sup>(1)</sup> suivant :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 Y_{t-1} + v_t \dots \dots [6.3b]$$

Avec :  $\beta_0 = \alpha(1 - \lambda)$  ;  $\beta_1 = \alpha_0$  ;  $\beta_2 = \lambda$  ;  $e_t - \lambda e_{t-1} = v_t$

<sup>1</sup> KOYCK a procédé comme suit : (i) étant donné  $\alpha_j = \alpha_0 \lambda^j$ , « 6.3a » devient :  $Y_t = \gamma + \alpha_0 X_t + \alpha_0 \lambda X_{t-1} + \alpha_0 \lambda^2 X_{t-2} + \dots + e_t \dots [1]$  ; (ii) multiplier «  $\lambda$  » par «  $Y_{t-1}$  », ce qui donne :  $\lambda Y_{t-1} = \lambda \gamma + \alpha_0 \lambda X_{t-1} + \alpha_0 \lambda^2 X_{t-2} + \dots + e_{t-1} \dots [2]$  ; (iii) et faire [1] – [2] :  $Y_t = \alpha(1 - \lambda) + \alpha_0 X_t + \lambda Y_{t-1} + (e_t - \lambda e_{t-1})$ .



► **Modèle de Nerlove**

Ce modèle – appelé aussi « modèle d’ajustement partiel » – est, comme le modèle de CAGAN, un remède au modèle de KOYCK dont les développements sont purement algébriques. NERLOVE et CAGAN font plutôt des hypothèses sur le comportement des agents économiques, qui leur permettent de déboucher également sur de modèles autorégressifs d’ordre 1. En effet, NERLOVE définit :

$$Y_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + e_t \dots \dots [6.4a]$$

Avec :  $Y_t^*$  : le niveau désiré ou attendu de la variable «  $Y_t$  ».

Il estime que, «  $Y_t^*$  » n’étant pas observable, les variations de «  $Y_t$  » sont liées à celles de «  $Y_t^*$  » comme suit :

$$Y_t - Y_{t-1} = \lambda (Y_t^* - Y_{t-1}^*) \dots \dots [6.4b]$$

Partant :  $Y_t = \lambda Y_t^* + (1 - \lambda) Y_{t-1} \dots \dots [6.4c]$

Avec :

- $\lambda \in [0,1]$  : coefficient d’ajustement partiel ;
- $Y_t - Y_{t-1}$  : variations réelles (réalisées) ;
- $Y_t^* - Y_{t-1}^*$  : variations attendues (désirées).

« 6.4a » dans « 6.4c » implique :

$$Y_t = \lambda \alpha_0 + \lambda \alpha_1 X_t + (1 - \lambda) Y_{t-1} + \lambda e_t \dots \dots [6.4d]$$

Posons :  $\psi_0 = \lambda \alpha_0$  ;  $\psi_1 = \lambda \alpha_1$  ;  $\psi_2 = (1 - \lambda)$  et  $v_t = \lambda e_t$ . Ainsi, « 6.4d » devient :

$$Y_t = \psi_0 + \psi_1 X_t + \psi_2 Y_{t-1} + v_t \dots \dots [6.4e]$$

► **Modèle de CAGAN**

Le modèle de CAGAN est celui qui modélise les anticipations des agents économiques, considérant que ces derniers font des anticipations adaptatives : c’est-à-dire que les agents se servent des erreurs de prévision passées pour formuler les anticipations courantes. De ce fait :

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_t^* + e_t \dots \dots [6.5a]$$

Avec :  $X_t^*$  = le niveau attendu qui n’est pas observable. Comme chez NERLOVE, CAGAN estime que les anticipations adaptatives sur «  $X_t$  » se forment comme suit :

$$X_t^* - X_{t-1}^* = \delta (X_t - X_{t-1}^*) \dots \dots [6.5b]$$

or de « 6.5a » on peut exprimer «  $X_t^*$  » comme suit :

$$X_t^* = \frac{Y_t}{\alpha_1} - \frac{\alpha_0}{\alpha_1} - \frac{e_t}{\alpha_1} \dots \dots [6.5c]$$

En outre, de « 6.5c », on peut écrire :

$$X_{t-1}^* = \frac{Y_{t-1}}{\alpha_1} - \frac{\alpha_0}{\alpha_1} - \frac{e_{t-1}}{\alpha_1} \dots \dots [6.5d]$$

Remplaçons «  $X_t^*$  et  $X_{t-1}^*$  » par leurs expressions dans « 6.5a », ce qui correspond à :



$$\left(\frac{Y_t}{\alpha_1} - \frac{\alpha_0}{\alpha_1} - \frac{e_t}{\alpha_1}\right) - \left(\frac{Y_{t-1}}{\alpha_1} - \frac{\alpha_0}{\alpha_1} - \frac{e_{t-1}}{\alpha_1}\right) = \delta \left[X_t - \left(\frac{Y_{t-1}}{\alpha_1} - \frac{\alpha_0}{\alpha_1} - \frac{e_{t-1}}{\alpha_1}\right)\right]$$

Autrement :

$$\frac{(Y_t - Y_{t-1} + \delta Y_{t-1}) + (-e_{t-1} - e_{t-1} - \delta e_{t-1}) - \delta \alpha_0 - \delta \alpha_1 X_t}{\alpha_1} = 0$$

Après réarrangement, il s'ensuit que :

$$Y_t = \delta \alpha_0 + \delta \alpha_1 X_t + (1 - \delta) Y_{t-1} + [e_t - (1 - \delta) e_{t-1}] \dots \dots [6.5e]$$

Si on pose :  $\theta_0 = \delta \alpha_0$  ;  $\theta_1 = \delta \alpha_1$  ;  $\theta_2 = (1 - \delta)$  ;  $v_t = [e_t - (1 - \delta) e_{t-1}]$ , alors « 6.5e » devient :

$$Y_t = \theta_0 + \theta_1 X_t + \theta_2 Y_{t-1} + v_t \dots \dots [6.5f]$$

Comme on peut le constater, les approches de KOYCK, NERLOVE et CAGAN permettent de passer d'un modèle à retards distribués à un modèle autorégressif d'ordre 1 (virtuellement identique pour tous). Cependant, la différence entre ces deux dernières approches réside dans l'interprétation de paramètres. En effet :

- (i) Dans le modèle de CAGAN, on estime une relation d'équilibre ou de long terme (équation 6.5f). En outre – étant donné les expressions « 6.5e et 6.5f » – on note que :

$$\delta = 1 - \hat{\theta}_2 \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\hat{\theta}_1}{\delta} = \frac{\hat{\theta}_1}{(1 - \hat{\theta}_2)}$$

On dira que l'accroissement de «  $Y_t$  » correspondant à une croissance soutenue de «  $X_t$  » est de «  $\alpha_1$  ».

- (ii) Le modèle de NERLOVE estime une relation de court-terme (équation 6.4e). Partant de l'expression (6.4d), on note que «  $\alpha_1$  » exprime l'élasticité de long terme de «  $X_t$  » vers «  $Y_t$  », et que l'élasticité à court-terme est traduite par le coefficient «  $\lambda \alpha_1$  ». En effet :

$$\lambda = 1 - \hat{\psi}_2 \Rightarrow \alpha_1 = \frac{\hat{\psi}_1}{\lambda} = \frac{\hat{\psi}_1}{(1 - \hat{\psi}_2)}$$

## 6.1. Estimation et diagnostic (applications)

### 6.1.1. Le modèle d'Almon

Trois étapes pour l'estimer :

- ❖ Détermination du nombre de décalage optimal ;
  - ❖ Détermination du degré du polynôme ;
  - ❖ Estimation par l'OLS.
- Détermination du nombre de décalage optimal : pour ce faire, l'on recourt à plusieurs critères dont les plus courants sont : le critère d'AKAIKE (AIC) et celui de SCHWARZ (SIC), à minimiser. Ci-dessous, leurs expressions :



$$AIC(h) = \ln\left(\frac{SCR(h)}{T}\right) + \frac{2h}{T}; SIC(h) = \ln\left(\frac{SCR(h)}{T}\right) + \frac{h \ln T}{T}$$

Avec : T= nombre d'observations ;  $i = T/4$  : nombre de retards/décalages de tâtonnement (appelé aussi « décalage maximum ») ; SCR(h) = Somme de Carrés de Résidus pour le modèle à « h » décalages.

Aussi, l'on recourt à deux autres critères (à maximiser) pour retenir le modèle optimal : le  $R^2$  ou  $R^2$  – ajusté et le F – stat de Fisher.

► Commande d'estimation sur Eviews (degré du polynôme) :

**Commande :** LS Y C PDL(X, h, q, r)

Avec :

- Y et X : les variables dépendante et explicative, respectivement ;
- PDL : Polynomial Distributed Lag ;
- h : décalage optimal ;
- q : ordre du polynôme. **NB :**  $2 \leq q \leq 4 ; q < h ; q = h - 1$  (tâtonner de  $h - 1$  à 2) ;
- r : les restrictions, à savoir :
 

{	$r = 0$ : pas de restriction
	$r = 1$ : 1 <sup>er</sup> coefficient du polynôme égal à 0 ;
	$r = 2$ : dernier coefficient du polynôme égal à 0 ;
	$r = 3$ : 1 <sup>er</sup> et dernier coefficients du polynôme sont nuls.

**Note :** (i) Madalla et Rao (1971, cité par Bourbonnais) proposent de retenir le paramètre « r » qui maximise le «  $R^2$  – corrigé » ; (ii) la présence d'une contrainte entraîne la perte d'un degré de polynôme (en Z : Cfr équation 6.2f) ; et dans l'output : PDL*oi* =  $\alpha_i$  ; et  $a_i$  = coefficients en bas (avec le Lag Distributed).

**Cas pratique I : Dépenses de publicité (DP) et Recettes de vente (RV) : approche par le modèle d'Almon (sur Eviews)**

**a) Détermination du décalage optimal**

$i = T/4 = 36/4 = 9 \approx 10$  mois de tâtonnement (décalage maximum)

<i>i</i> = décalage	AIC(h)	SIC(h)	F-stat	R <sup>2</sup>
0 : LRV=f(LDP)	1.680505	1.768479	9.579159	0.196664
1 : LRV=f(LDP <sub>t</sub> , LDP <sub>t-1</sub> )	1.538048	1.671363	9.185618	0.325012
...	...	...	...	...
<b>h=6 : LRV=f(LDP<sub>t</sub>, LDP<sub>t-1</sub>,..., LDP<sub>t-6</sub>)</b>	<b>0.901222</b>	<b>1.274874</b>	<b>9.914517</b>	<b>0.682719</b>
...	...	...	...	...
10 : LRV=f(LDP <sub>t</sub> , LDP <sub>t-1</sub> ,..., LDP <sub>t-10</sub> )	0.942234	1.522894	5.235875	0.650812

Le décalage optimal est donc « 6 » (min AIC et SIC ; max F-stat et R<sup>2</sup>). Le modèle s'écrit alors :

$$LRV_t = \gamma + a_0LDP_t + a_1LDP_{t-1} + a_2LDP_{t-2} + a_3LDP_{t-3} + a_4LDP_{t-4} + a_5LDP_{t-5} + a_6LDP_{t-6} + u_t$$



**NB** : Partir du décalage maximum (de bas en haut) pour retenir le «  $h^*$  » optimal qui maximise la « F-stat » (selon F-stat,  $h = h^* + 1$  : c.à.d. la ligne suivante).

Les résultats d'estimation sur Eviews sont les suivants (pour le retard 6) :

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-35.79269	6.611568	-5.413646	0.0000
LDP	0.487594	0.268794	1.814008	0.0833
LDP(-1)	0.727153	0.263393	2.760719	0.0114
LDP(-2)	0.778385	0.282720	2.753204	0.0116
LDP(-3)	-0.005328	0.299840	-0.017770	0.9860
LDP(-4)	0.750772	0.329881	2.275889	0.0329
LDP(-5)	1.183883	0.329049	3.597896	0.0016
LDP(-6)	0.408567	0.319810	1.277528	0.2147

R-squared	0.759304	Mean dependent var	15.54118
Adjusted R-squared	0.682719	S.D. dependent var	0.602943
S.E. of regression	0.339624	Akaike info criterion	0.901222
Sum squared resid	2.537574	Schwarz criterion	1.274874
Log likelihood	-5.518324	F-statistic	9.914517
Durbin-Watson stat	1.099340	Prob(F-statistic)	0.000015

**Commandes Eviews :**

```
Create m 1990:01 1992:12
Data RV DP
Genr LRV=log(RV)
Genr LDP=log(DP)
LS LRV c LDP
LS LRV c LDP LDP(-1) LDP(-2)
LDP(-3) LDP(-4) LDP(-5)
LDP(-6)
```

**b) Détermination du degré du polynôme en Z et estimation**

Rappelons que :  $2 \leq q \leq 4$  ;  $q < h$  ;  $q = h - 1$  (tâtonner de  $h - 1$  à 2), ce qui nous amène aux résultats ci-après :

Degré du polynôme (q)	Nombre de contraintes/restrictions (r)	Dernier coefficient ( $\alpha_i = PDLoi$ )	Décision
q = 4	r = 0	-0.025013	NS
	r = 1	-0.012709	NS
	r = 2	0.000503	NS
q = 3	r = 0	-0.011738	NS
	r = 1	0.006186	NS
	r = 2	-0.011689	NS
q = 2	r = 0	-0.008647	NS
	r = 1	<b>-0.035462</b>	<b>S</b>
	r = 2	-0.020031	NS

**NB** : NS=Non Significatif et S=Significatif.

On en déduit que notre polynôme est de degré 2 (correspondant à r=1). Reste à estimer ce polynôme avec la commande : **LS LRV c PDL(LDP,6,2,1)**. Ci-dessous, nous présentons les résultats de cette estimation :







$a_m^*$  : Paramètre normalisé.

Si l'on considère le modèle de KOYCK :

$$RM = \frac{\lambda^1}{(1 - \lambda^1)} \quad \text{et} \quad RMé = -\frac{\ln 2}{\ln \lambda^1}$$

**Cas pratique II : Estimation de la fonction d'investissement par l'approche d'Almon (sur Eviews)**

**1) Détermination du décalage optimal**

Les statistiques de AIC et SIC calculées sont consignées dans le tableau suivant (en fait,  $h=32/4=8$  et nombre de retards de tâtonnement= $8-1=7$ ) :

Lag	1	2	3	4	5	6	7
AIC	8.63218	8.60541	8.61335	8.54802	8.40523	<b>8.194987</b>	8.24391
SIC	8.77095	8.79223	8.84909	8.8335	8.74119	<b>8.582094</b>	8.68270

Résultat : « 6 » est le décalage optimal.

Les résultats d'estimation sur Eviews sont les suivants (pour le retard 6) :

Dependent Variable: I				
Method: Least Squares				
Date: 11/03/13 Time: 13:00				
Sample (adjusted): 1971 1996				
Included observations: 26 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-187.9825	42.49238	-4.423911	0.0003
Y	0.397762	0.097417	4.083091	0.0007
Y(-1)	0.050798	0.158758	0.319971	0.7527
Y(-2)	-0.248443	0.142073	-1.748695	0.0974
Y(-3)	0.108946	0.103342	1.054219	0.3057
Y(-4)	-0.082457	0.086958	-0.948247	0.3556
Y(-5)	-0.006957	0.090495	-0.076881	0.9396
Y(-6)	0.146283	0.067186	2.177301	0.0430
R-squared	0.859420	Mean dependent var	80.47308	
Adjusted R-squared	0.804750	S.D. dependent var	29.12107	
S.E. of regression	12.86776	Akaike info criterion	8.194987	
Sum squared resid	2980.428	Schwarz criterion	8.582094	
Log likelihood	-98.53484	F-statistic	15.72012	
Durbin-Watson stat	2.138390	Prob(F-statistic)	0.000002	

**Commandes Eviews :**

```
Create a 1965 1996
Data I Y
LS I c Y
LS I c Y Y(-1) Y(-2) Y(-3) Y(-4)
Y(-5) Y(-6)
```





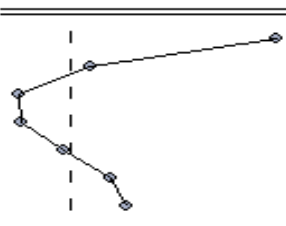
## 2) Détermination du degré du polynôme en Z et estimation

Le nombre de décalage est « 6 » avec deux contraintes ( $r = 2$ , c.à.d:  $a_1 = 0$  et  $a_7 = 0$ ), pour un polynôme de degré « 3 » (la détermination du degré du polynôme est toutefois subjective). Le tableau ci-dessous en dit plus.

Degré du polynôme (q)	Nombre de contraintes/restrictions (r)	Dernier coefficient ( $\alpha_i = PDLoi$ )	Décision (à 5%)	AIC	SIC	R <sup>2</sup>	F-Stat
q = 4	r = 0	0.007812	NS	-	-	-	-
	r = 1	-0.004938	NS	-	-	-	-
	r = 2	-0.014823	NS	-	-	-	-
q = 3	r = 0	-0.009433	NS	-	-	-	-
	r = 1	0.014067	S (1%)	8.492	8.685	0.7425	21.1560
	r = 2	<b>0.038246</b>	<b>S (1%)</b>	<b>8.1170</b>	<b>8.311</b>	<b>0.8231</b>	<b>34.1257</b>
q = 2	r = 0	0.038307	S (1%)	8.1797	8.373	0.81167	31.6051
	r = 1	-0.007350	S (1%)	9.2911	9.436	0.3820	7.10912
	r = 2	-0.023732	S (1%)	8.876	9.021	0.5918	16.675

**NB** : NS=Non Significatif et S=Significatif.

Estimons ce polynôme avec la commande : **LS I c PDL(Y,6,3,2)**. Ci-dessous, nous présentons les résultats de cette estimation :

Dependent Variable: I					
Method: Least Squares					
Date: 11/03/13 Time: 14:40					
Sample (adjusted): 1971 1996					
Included observations: 26 after adjustments					
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
C	-207.5100	41.59804	-4.988458	0.0001	
PDL01	-0.097085	0.020775	-4.673180	0.0001	
PDL02	0.055903	0.015147	3.690692	0.0013	
PDL03	0.038246	0.006171	6.198205	0.0000	
R-squared	0.823119	Mean dependent var	80.47308		
Adjusted R-squared	0.798998	S.D. dependent var	29.12107		
S.E. of regression	13.05591	Akaike info criterion	8.116996		
Sum squared resid	3750.047	Schwarz criterion	8.310550		
Log likelihood	-101.5210	F-statistic	34.12573		
Durbin-Watson stat	2.278069	Prob(F-statistic)	0.000000		
Lag Distribution of Y		i	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
		0	0.39096	0.05149	7.59369
		1	0.03640	0.01164	3.12719
		2	-0.10320	0.02672	-3.86311
		3	-0.09709	0.02077	-4.67318
		4	-0.01447	0.00882	-1.64078
		5	0.07540	0.01942	3.88331
		6	0.10330	0.02270	4.54965
Sum of Lags			0.39130	0.05620	6.96315



Soit :

$$\hat{Y}_t = \underset{\downarrow}{-207.51} - 0.097085Z_{0t} + 0.055903Z_{1t} + 0.038246Z_{2t}$$

$$\qquad \qquad \qquad \underset{\downarrow}{\hat{a}_1} \qquad \qquad \qquad \underset{\downarrow}{\hat{a}_2} \qquad \qquad \qquad \underset{\downarrow}{\hat{a}_3}$$

Le modèle d'Almon estimé (à 6 retards) se présente comme suit (dans l'output généré par Eviews, suivre : View/Representations) :

```

Estimation Command:
=====
LS I C PDL(Y,6,3,2)

Estimation Equation:
=====
I = C(1) + C(2)*PDL01 + C(3)*PDL02 + C(4)*PDL03

Forecasting Equation:
=====
I = C(1) + C(5)*Y + C(6)*Y(-1) + C(7)*Y(-2) + C(8)*Y(-3) + C(9)*Y(-4) + C(10)*Y(-5) + C(11)*Y(-6)

Substituted Coefficients:
=====
I = -207.5100336 + 0.3909618822*Y + 0.03640217958*Y(-1) - 0.1032031975*Y(-2) - 0.09708524323*Y(-3)
    - 0.01447495208*Y(-4) + 0.07539668172*Y(-5) + 0.1032986638*Y(-6)
    
```

## 6.1.2. Le modèle de CAGAN/NERLOVE

### Cas pratique III : Estimation des fonctions de consommation agrégée à court et long terme : recours aux modèles de CAGAN et de NERLOVE (sur Stata et Eviews)

**TD :** Appliquer les modèles de CAGAN et de NERLOVE et commenter les résultats.

#### 1) Modèle de CAGAN

► Modélisation (consommation liée au PIB permanent/d'équilibre) :

$$\left\{ \begin{array}{l} C_t = \alpha_0 + \alpha_1 PIB_t^* + e_t \dots \dots \dots (a) \rightarrow [Cfr 6.5a] \\ PIB_t^* - PIB_{t-1}^* = \delta(PIB_t - PIB_{t-1}^*) \dots \dots \dots (b) \rightarrow [Cfr 6.5b] \\ C_t = \theta_0 + \theta_1 PIB_t + \theta_2 C_{t-1} + v_t \dots \dots \dots (c) \rightarrow [Cfr 6.5f] \\ \text{avec : } \theta_0 = \delta\alpha_0 ; \theta_1 = \delta\alpha_1 ; \theta_2 = (1 - \delta) ; v_t = [e_t - (1 - \delta)e_{t-1}] \dots \dots (d) \end{array} \right.$$

Avec : Ct (consommation) ; PIBt\* (le PIB attendu/anticipé ou **potentiel**) et PIBt (PIB permanent/de long terme ou d'équilibre).

► Estimation : nous estimons le modèle (c) comme suit :

\_\_\_\_\_ Commandes (Stata à gauche et Eviews à droite) :

```

tsset annee
reg Ct PIBt L.Ct
    
```

```

Create a 1967 1987
LS Ct C PIBt Ct(-1)
    
```



Résultats (Eviews d'abord, et Stata ensuite) :

Dependent Variable: CT				
Method: Least Squares				
Date: 11/03/13 Time: 17:03				
Sample (adjusted): 1968 1987				
Included observations: 20 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	424.2198	754.4856	0.562264	0.5813
PIBT	0.858170	0.016583	51.75058	0.0000
CT(-1)	-0.154943	0.034211	-4.529099	0.0003
R-squared	0.999743	Mean dependent var	90924.04	
Adjusted R-squared	0.999712	S.D. dependent var	175003.1	
S.E. of regression	2967.555	Akaike info criterion	18.96635	
Sum squared resid	1.50E+08	Schwarz criterion	19.11571	
Log likelihood	-186.6635	F-statistic	33029.79	
Durbin-Watson stat	1.246975	Prob(F-statistic)	0.000000	

Source	SS	df	MS	Number of obs = 20		
Model	5.8175e+11	2	2.9087e+11	F( 2, 17)	=	33029.79
Residual	149708562	17	8806386.03	Prob > F	=	0.0000
Total	5.8190e+11	19	3.0626e+10	R-squared	=	0.9997
				Adj R-squared	=	0.9997
				Root MSE	=	2967.6
Ct	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
PIBt	.8581702	.0165828	51.75	0.000	.8231835	.8931569
Ct						
L1.	-.1549433	.0342106	-4.53	0.000	-.2271214	-.0827652
_cons	424.2197	754.4856	0.56	0.581	-1167.606	2016.045

► **Commentaires :**

- En RDC (entre 1967 et 1987), la consommation autonome est de « 424 UM » et la propension marginale à consommer est égale à « 0.86 » (si le PIB s'accroît d'1 um, alors la consommation varie – dans le même sens – de l'ordre de 0.82 um) ;
- De (d), trouvons «  $\delta$  » :  $\theta_2 = (1 - \delta) \rightarrow \delta = 1 + 0.154943 = 1.154943$ . Ce qui revient à dire que, **pour une croissance économique soutenue/durable ou stable (à long terme)**, la propension marginale à consommer vaut :

$$\theta_1 = \delta \alpha_1 \rightarrow \hat{\alpha}_1 = \frac{\hat{\theta}_1}{\hat{\delta}} = \frac{0.858170}{1.154943} = 0.743040998 \approx 0.74 \text{ um}$$

2) **Modèle de NERLOVE**

► **Modélisation (consommation permanente/de long terme liée au PIB) :**

$$\begin{cases} C_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 PIB_t + e_t \dots \dots \dots (1) \rightarrow [Cfr 6.4a] \\ C_t - C_{t-1} = \lambda (C_t^* - C_{t-1}) \dots \dots \dots (2) \rightarrow [Cfr 6.4b] \\ C_t = \psi_0 + \psi_1 PIB_t + \psi_2 C_{t-1} + v_t \dots \dots \dots (3) \rightarrow [Cfr 6.4e] \end{cases}$$

avec :  $\psi_0 = \lambda \alpha_0$  ;  $\psi_1 = \lambda \alpha_1$  ;  $\psi_2 = (1 - \lambda)$  et  $v_t = \lambda e_t \dots \dots \dots (4)$

NB : " $\alpha_1$ " : capte le long terme et " $\psi_1$ " : traduit le court terme.



► Estimation :

Les résultats d'estimation du modèle de NERLOVE (Modèle (3) → [Cfr 6.4e]) sont semblables à ceux obtenus avec le modèle de CAGAN (Modèle (c) → [Cfr 6.5f]), seule l'interprétation des paramètres diffère.

- Interprétations/commentaires : Rappelons que le modèle de NERLOVE estime une relation de court-terme (équation 6.4e) et que – partant de l'expression (6.4d) – «  $\alpha_1$  » exprime l'élasticité de long terme de «  $PIB_t$  » vers «  $C_t$  », l'élasticité à court-terme se traduisant par le coefficient «  $\lambda\alpha_1$  ». Ainsi :

$$\hat{\lambda} = 1 - \hat{\psi}_2 = 1.154943 \Rightarrow \hat{\alpha}_1 = \frac{\hat{\psi}_1}{\hat{\lambda}} = \frac{\hat{\psi}_1}{(1 - \hat{\psi}_2)} = \frac{0.858170}{1.154943} = 0.743040998$$

$$\approx 0.74 \text{ um}$$

Ce qui revient à dire que, **pour une croissance économique conjoncturelle (à court terme)**, la propension marginale à consommer vaut : 0.74 um.

### 6.1.3. Modèles de CAGAN et de NERLOVE : Méthodes d'estimation et diagnostic

#### Cas pratique IV : Estimation d'un modèle autorégressif (modèle de CAGAN/NERLOVE)

**Travail Demandé :**

- Estimer le modèle (i) qui suit par les MCO/OLS :

$$C_t = \pi_0 + \pi_1 Y_t + \pi_2 C_{t-1} + u_t \dots \dots \dots (i)$$

- Calculer la statistique « h » de Durbin ;  
 ► Estimer le modèle (i) par l'approche/méthode de variables instrumentales :

\_\_\_\_\_ Etapes à suivre :

- Régresser  $C_t$  sur  $Y_{t-1} \rightarrow \hat{C}_t$  ;
- Régresser  $C_t$  sur  $Y_t$  et  $\hat{C}_{t-1}$

- Estimer le modèle (i) par l'approche/méthode de Wallis :

\_\_\_\_\_ Etapes à suivre :

- Régresser  $C_t$  sur  $Y_t$  et  $Y_{t-1}$ , et générer les résidus ( $\hat{u}_t$ ) ;
- Calculer le coefficient de corrélation simple entre «  $\hat{u}_t$  et  $\hat{u}_{t-1}$  » qui représente «  $\hat{\rho}$  » :

$$r_{\hat{u}_t \hat{u}_{t-1}} = \frac{\sum \hat{u}_t \hat{u}_{t-1} / (T - 1)}{\sum \hat{u}_t^2 / T} + \frac{k}{T} = \hat{\rho}$$

Avec : k=nombre de paramètres et T=taille de l'échantillon.

- Insérer la valeur calculée de «  $\hat{\rho}$  » dans l'expression suivante :

$$C_t - \rho C_{t-1} = \pi_0(1 - \rho) + \pi_1(Y_t - \rho Y_{t-1}) + \pi_2(C_{t-1} - \rho C_{t-2}) + (u_t - \rho u_{t-1})$$

- Commenter les résultats.



### 1) Estimation par les MCO

Commande: <code>reg Ct Yt L.Ct</code>						
Source	SS	df	MS			
Model	117873.554	2	58936.7769	Number of obs =	15	
Residual	147.73338	12	12.311115	F( 2, 12) =	4787.28	
				Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9987	
				Adj R-squared =	0.9985	
				Root MSE =	3.5087	
Ct	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Yt	.328648	.0947103	3.47	0.005	.1222919	.5350041
L1.	.6082769	<b>.1449243</b>	4.20	0.001	.292514	.9240399
_cons	-.7552286	6.016684	-0.13	0.902	-13.86446	12.354

#### Statistique de Durbin-Watson et test d'autocorrélation d'ordre 1.

Commande: <code>estat durbin</code>				
Durbin's alternative test for autocorrelation				
lags(p)	chi2	df	Prob > chi2	
1	0.004	1	0.9507	
H0: no serial correlation				

Commande : <code>dwstat</code>	
Durbin-Watson d-statistic( 3, 15) =	<b>1.803214</b>

### 2) Diagnostic sur « le modèle dynamique i » estimé : Calcul de la statistique h de Durbin

Nous insistons sur le test d'autocorrélation : Pour ce faire, dans le cas de modèles dynamiques, l'on recourt à la statistique h de Durbin<sup>(1)</sup> exprimée comme suit :

$$\begin{aligned}
 h &= \left(1 - \frac{d^*}{2}\right) \sqrt{\frac{T}{1 - T[\text{var}(\hat{\pi}_2)]}} = \hat{\rho} \sqrt{\frac{T}{1 - T[\text{var}(\hat{\pi}_2)]}} \\
 &= \left(1 - \frac{1.803214}{2}\right) \sqrt{\frac{16}{1 - 16[(0.1449243)^2]}} \\
 h &= \mathbf{0.483010006}
 \end{aligned}$$

Avec :

- T : Taille de l'échantillon/nombre d'observations ;
- $\text{var}(\hat{\pi}_2)$  : variance du coefficient, associé à Ct-1, estimé ;
- d\* : statistique de Durbin-Watson calculée ( $h \sim \text{loi normale}$  pour un échantillon grande de taille) ; et

<sup>1</sup> Le test de Durbin-Watson traditionnel sous-estime le risque d'autocorrélation dans ce type de modèle : il n'est donc pas efficace.



- $\hat{\rho} = 1 - \frac{d^*}{2}$ .

Les hypothèses du test sont :

$H_0$  : absence d'autocorrélation ( $h < z$ ,  $prob > 5\%$ )

$H_1$  : Présence d'autocorrélation ( $h > z$ ,  $prob < 5\%$ )

L'on notera que sous  $H_0$ ,  $h$  est normalement distribuée ( $z$  est la valeur lue sur la table de la loi normale, pour  $\alpha = 5\%$  et  $z = \pm 1,96$ ), soit recourir au  $t$  de student.

**Conclusion** : Suivant la table de la loi normale,  $h < z$  (d'où, accepter  $H_0$  : absence d'autocorrélation de résidus au seuil de 5%).

### 3) Estimer le modèle (i) par l'approche/méthode de variables instrumentales

► 1<sup>ère</sup> Etape : Régresser  $C_t$  sur  $Y_{t-1} \rightarrow \hat{C}_t$

Commande: <code>reg Ct L.Yt</code>						
Source	SS	df	MS			
Model	117289.007	1	117289.007	Number of obs =	15	
Residual	732.279835	13	56.3292181	F( 1, 13) =	2082.21	
Total	118021.287	14	8430.09194	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9938	
				Adj R-squared =	0.9933	
				Root MSE =	7.5053	
Ct	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Yt	.8185523	.0179384	45.63	0.000	.7797987	.8573059
_cons	-1.726778	8.133361	-0.21	0.835	-19.29784	15.84428

Après avoir régressé  $C_t$  sur  $Y_{t-1}$ , faire `predict Cf, xb` pour obtenir «  $\hat{C}_t$  » (nommé « Cf »).

► 2<sup>ème</sup> Etape : Régresser  $C_t$  sur  $Y_t$  et  $\hat{C}_{t-1}$

Commande : <code>reg Ct Yt L.Cf</code>						
Source	SS	df	MS			
Model	103946.932	2	51973.4661	Number of obs =	14	
Residual	242.744132	11	22.0676483	F( 2, 11) =	2355.19	
Total	104189.676	13	8014.59048	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9977	
				Adj R-squared =	0.9972	
				Root MSE =	4.6976	
Ct	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Yt	.5311512	.0951844	5.58	0.000	.3216517	.7406506
Cf	.305554	.1460783	2.09	0.060	-.0159622	.6270702
_cons	6.427719	7.370421	0.87	0.402	-9.794469	22.64991



#### 4) Estimer le modèle (i) par l'approche/méthode de Wallis

► 1<sup>ère</sup> Etape : Régresser  $C_t$  sur  $Y_t$  et  $Y_{t-1}$ , et générer les résidus ( $\hat{u}_t$ );

Source	SS	df	MS			
Model	117744.365	2	58872.1826	Number of obs =	15	
Residual	276.921944	12	23.0768286	F( 2, 12) =	2551.14	
Total	118021.287	14	8430.09194	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9977	
				Adj R-squared =	0.9973	
				Root MSE =	4.8038	

Ct	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Yt						
--.	.5044591	.1135632	4.44	0.001	.2570262	.7518921
L1.	.2503492	.1284274	1.95	0.075	-.0294702	.5301685
_cons	12.44653	6.105837	2.04	0.064	-.8569489	25.75

► Calculer le coefficient de corrélation simple entre «  $\hat{u}_t$  et  $\hat{u}_{t-1}$  » qui représente «  $\hat{\rho}$  » :

$$r_{\hat{u}_t \hat{u}_{t-1}} = \hat{\rho} = \frac{\sum \hat{u}_t \hat{u}_{t-1} / (T - 1)}{\sum \hat{u}_t^2 / T} + \frac{k}{T} = \frac{165.7887876 / (16 - 1)}{276.921951 / 16} + \frac{2}{16} = 0.76359644$$

Avec : k=nombre de paramètres et T=taille de l'échantillon.

► Insérer la valeur calculée de «  $\hat{\rho}$  » dans l'expression suivante :

$$C_t - \rho C_{t-1} = \pi_0(1 - \rho) + \pi_1(Y_t - \rho Y_{t-1}) + \pi_2(C_{t-1} - \rho C_{t-2}) + (u_t - \rho u_{t-1})$$

Et estimer :

$$\Delta C_t = \gamma_0 + \gamma_1 \Delta Y_t + \gamma_2 \Delta C_{t-1} + \Delta u_t$$

Avec :

$$\Delta C_t = C_t - \rho C_{t-1}; \Delta Y_t = Y_t - \rho Y_{t-1}; \Delta C_{t-1} = C_{t-1} - \rho C_{t-2} \text{ et } \gamma_0 = \pi_0(1 - \rho)$$

Source	SS	df	MS			
Model	10500.8274	2	5250.41372	Number of obs =	14	
Residual	176.701514	11	16.063774	F( 2, 11) =	326.85	
Total	10677.529	13	821.348382	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.9835	
				Adj R-squared =	0.9804	
				Root MSE =	4.008	

Dc1	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
DYt	.4472641	.0942496	4.75	0.001	.2398222	.654706
Dc2	.4422425	.1544908	2.86	0.015	.1022106	.7822745
_cons	-.5953346	4.708378	-0.13	0.902	-10.9584	9.767735

#### 5) Commenter les résultats

Précisons ce qui suit :

► Les estimateurs des variables instrumentales sont asymptotiquement consistantes et efficaces sur des grands échantillons, mais biaisés sur des petits échantillons ;





- ▶ Les estimateurs de Wallis sont consistants et asymptotiquement efficaces, mais biaisés.

**Pour ce cas pratique IV, voici les commandes Stata utilisées :**

<pre> tsset annee reg Ct Yt L.Ct reg Ct L.Yt predict Cf, xb reg Ct Yt L.Cf                 </pre>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Méthode des variables instrumentales</div>
<pre> reg Ct Yt L.Yt predict e, re gen de=L.e gen ede=e*de summarize ede, detail gen e2=e^2                 </pre>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Méthode/Approche de Wallis</div>
<pre> gen dCt1=L.Ct gen dYt=L.Yt gen dCt2=L2.Ct gen DCt1=(Ct-0.76359644*dCt1) gen DYt=(Yt-0.76359644*dYt) gen DCt2=(dCt1-0.76359644*dCt2) reg DCt1 DYt DCt2                 </pre>	

## CHAP 7 : Modèles d'équations simultanées

Il s'agit d'un ensemble d'équations inter-liées formant ainsi un système. L'identifiabilité des équations et, partant, le choix de la méthode d'estimation adéquate sont les deux grandes préoccupations dans ce type de modèles. Si l'on peut trouver de solutions (valeurs) uniques ou multiples de paramètres structurels à partir de coefficients réduits, on dit que le modèle (équation) est identifié (juste ou sur-identifié). Il s'en suit que la méthode des Doubles moindres Carrés (DMC) est couramment employée pour estimer un modèle juste ou sur-identifié.

### 7.1. L'identification

#### 7.1.1. Notion

Identifier une équation structurelle, c'est en étudier la possibilité de trouver les paramètres. En effet, une équation peut être :

- Juste/exactement identifiée, si la solution est unique ;
- Sur-identifiée, si les solutions sont multiples ;
- Sous-identifiées, si l'équation n'est pas soluble.

#### 7.1.2. Procédure

Définissons :

- $K^*$  : le nombre de variables exogènes (prédéterminées) présentes dans l'équation à identifier ;
- $K^{**}$  : le nombre de variables exogènes exclues (absentes) de l'équation à identifier ;
- $K^*+K^{**}=K$  : le nombre total des variables exogènes dans le système ;





- $G^\circ$  : le nombre des variables endogènes présentes dans l'équation à identifier ;
- $G^\infty$  : le nombre des variables endogènes exclues de l'équation à identifier ;
- $G^\circ + G^\infty = G$  : le nombre total des variables endogènes dans le système.

Pour une équation, l'on tient compte de certaines restrictions sur les paramètres structurels, à savoir :

- Les restrictions d'exclusion : affecter un coefficient nul aux variables endogènes n'apparaissant pas dans d'autres équations ;
- Les restrictions linéaires : en cas de combinaison linéaire entre les variables explicatives ou le fait que deux ou plusieurs variables partagent un même paramètre (paramètre identique) ;
- La normalisation : affecter le coefficient « 1 » à la variable dépendante exprimant une équation à estimer ;
- Une équation ne peut pas contenir « G » variables endogènes et « K » variables exogènes en même temps.

Deux procédures permettent d'identifier une équation, à savoir : la condition d'ordre (nécessaire) et la condition de rang (suffisante).

#### a) L'identification par la condition d'ordre

Il est à préciser que la condition d'ordre est nécessaire, mais non suffisante pour identifier une équation. Toutefois, si « r » correspond au nombre de restrictions dans l'équation à identifier, alors les conclusions suivantes sont à tirer :

- (i)  $K - K^* > G^\circ - 1 + r$  : l'équation est sur-identifiée (ou  $K^{**} > G^\circ - 1$ , si  $r = 0$ ) ;
- (ii)  $K - K^* = G^\circ - 1 + r$  : l'équation est juste-identifiée ;
- (iii)  $K - K^* < G^\circ - 1 + r$  : l'équation est sous-identifiée.

Ces conditions peuvent être respectées sans que l'équation ne soit identifiée ; d'où, il tient de recourir à la condition d'identification suffisante : la condition de rang.

#### b) L'identification par la condition de rang

Ici, il est plutôt question de comparer le rang d'une matrice ( $\Gamma$ ) au nombre de variables endogènes dans le système moins un ( $G - 1$ ). En effet, la matrice «  $\Gamma$  » est tirée de la matrice des coefficients structurels, après avoir supprimé d'abord la ligne relative à l'équation faisant l'objet de l'identification, ensuite les colonnes des coefficients non nuls figurant sur la ligne supprimée. Ainsi, si :

- ▶  $r(\Gamma) \geq G - 1$  et que  $K^{**} = G^\circ - 1$  : l'équation est juste-identifiée (sous l'hypothèse que  $r = 0$ ) ;
- ▶  $r(\Gamma) \geq G - 1$  et que  $K^{**} > G^\circ - 1$  : l'équation est sur-identifiée (sous l'hypothèse que  $r = 0$ ) ;



- ▶  $r(\Gamma) \geq G - 1$  et que  $K^{**} < G^\circ - 1$  : l'équation est sous-identifiée (sous l'hypothèse que  $r = 0$ );

## 7.2. Méthodes d'estimation

Les méthodes d'estimation sont tributaires aux statuts (caractéristiques/natures) des équations après identification. L'on notera qu'une équation sous-identifiée n'est pas estimable, et que les MCO ne sont pas appropriées pour l'estimation des modèles multi-équationnels sous forme structurelle. Selon le statut de l'équation après identification, les méthodes d'estimation sont :

Si l'équation est juste identifiée	Si l'équation est sur-identifiée
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les Moindres Carrés Indirects (MCI) ;</li> <li>○ Les Doubles Moindres Carrés (DMC).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les DMC ;</li> <li>○ Les Triples Moindres Carrés (TMC).</li> </ul>

En outre, on distingue aussi :

- Les méthodes applicables aux équations individuelles : MCI, DMC, la méthode du Maximum de Vraisemblance à information limitée (MVIL), etc. ;
- Les méthodes applicables à l'ensemble du système : TMC, les méthodes du Maximum de vraisemblance à information Complète (MVIC), etc.

## 7.3. Applications (illustrations)

### *Cas I : Estimation d'un modèle à équations simultanées par la méthode de MCI*

#### a) Modèle

Soit le modèle d'équilibre sur le marché des biens et services d'une province donnée :

$$\begin{cases} Q_d = b_0 + b_1 P_t + b_2 Y_t + e_{1t} \\ Q_o = a_0 + a_1 P_t + e_{2t} \quad \dots \dots [7.1] \\ Q_d = Q_o \end{cases}$$

Avec :

- $Q_d$  : quantité demandée ;
- $Q_o$  : quantité offerte ;
- $P_t$  : prix ;
- $Y_t$  : revenu.

**NB :**

- . 1<sup>ère</sup> équation :  $K^*=2$  ;  $K^{**}=0$  ;  $G^\circ=1$  ;  $G^\infty=1$ .
- . 2<sup>ème</sup> équation :  $K^*=1$  ;  $K^{**}=1$  ;  $G^\circ=2$ .

Travail demandé :

- Identifier les équations ;
- Estimer l'équation juste identifiée par les MCI et calculer les paramètres structurels.



**b) Identification :**

Le « modèle 7.1 », qui est sous sa forme structurelle, peut également se présenter sous forme réduite (matricielle) en écrivant :

$$\begin{cases} Q_d - b_0 - b_1 P_t - b_2 Y_t = e_{1t} \\ Q_o - a_0 - a_1 P_t = e_{2t} \dots \dots \dots [7.2] \\ Q_d - Q_o = 0 \end{cases}$$

Autrement (sous forme matricielle), écrivons :

$$\begin{bmatrix} Q_d & Q_o & Q \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_d \\ Q_o \\ Q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} U & P_t & Y_t \\ -b_0 & -b_1 & -b_2 \\ -a_0 & -a_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ P_t \\ Y_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \\ 0 \end{bmatrix} \dots \dots \dots [7.3]$$

Avec :  $Q = Q_d - Q_o$ .

Etant donné « l'expression 7.3 », construisons notre tableau des paramètres structurels comme suit (utile pour vérifier la condition de rang) :

Equations	Constantes	$Q_o$	$Q_d$	$Y_t$	$P_t$
Eq.1	$-b_0$	0	1	$-b_2$	$-b_1$
Eq.2	$-a_0$	1	0	0	$-a_1$
Eq.3	0	-1	1	0	0

Après avoir barré/supprimé l'équation à identifier et les colonnes de paramètres non nuls, il en ressort la matrice carrée :

$\Gamma = \begin{bmatrix} 1 & -b_2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$  dont le rang  $r(\Gamma) = 2$ . Rappelons que, pour ce qui est de la deuxième équation (Cfr forme structurelle/modèle 7.1) :  $K^*=1$  ;  $K^{**}=1$  ;  $G^\circ=2$ . Reste à comparer le rang de notre matrice carrée ( $\Gamma$ ) au nombre de variables endogènes dans le système moins un ( $G - 1 = 2 - 1 = 1$ ).

Conclusion :  $r(\Gamma) \geq G - 1$  et que  $K^{**} = G^\circ - 1$  : la 2<sup>ème</sup> équation est juste-identifiée (sous l'hypothèse que  $r = 0$ ).

**c) Estimation et calcul de paramètres structurels**

► **Estimation :**

Parce que le marché est équilibré (c.à.d. :  $Q_d = Q_o$ ), les équations de la forme réduite s'expriment comme suit :

$$\left\{ \begin{array}{l} P_t = \left( \frac{a_0 - b_0}{b_1 - a_1} \right) - \left( \frac{b_2}{b_1 - a_1} \right) Y_t + \frac{e_{2t} - e_{1t}}{b_1 - a_1} \dots \dots \dots [7.4] \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_t = \left( \frac{a_0 b_1 - a_1 b_0}{b_1 - a_1} \right) - \left( \frac{a_1 b_2}{b_1 - a_1} \right) Y_t + \frac{b_1 e_{2t} - a_1 e_{1t}}{b_1 - a_1} \dots \dots \dots [7.5] \end{array} \right.$$

Posons :

$$\lambda_0 = \left( \frac{a_0 - b_0}{b_1 - a_1} \right) ; \lambda_1 = \left( \frac{b_2}{b_1 - a_1} \right) ; \lambda_2 = \left( \frac{a_0 b_1 - a_1 b_0}{b_1 - a_1} \right) ; \lambda_3 = \left( \frac{a_1 b_2}{b_1 - a_1} \right) ; z_{1t} = \left( \frac{e_{2t} - e_{1t}}{b_1 - a_1} \right) \text{ et}$$



$$z_{2t} = \left( \frac{b_1 e_{2t} - a_1 e_{1t}}{b_1 - a_1} \right)$$

Ainsi, les équations réduites « 7.4 et 7.5 » deviennent :

$$\begin{cases} P_t = \lambda_0 - \lambda_1 Y_t + z_{1t} \dots \dots \dots [7.4]^* \\ Q_t = \lambda_2 - \lambda_3 Y_t + z_{2t} \dots \dots \dots [7.5]^* \end{cases}$$

Estimons « 7.4\* et 7.5\* » par les MCO. Voici les résultats de nos estimations (respectivement) :

Dependent Variable: PT				
Method: Least Squares				
Date: 11/10/13 Time: 14:38				
Sample: 1980 1995				
Included observations: 16				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1814.892	119.1216	-15.23562	0.0000
YT	0.732897	0.045843	15.98697	0.0000
R-squared	0.948068	Mean dependent var	89.31250	
Adjusted R-squared	0.944359	S.D. dependent var	28.51834	
S.E. of regression	6.727032	Akaike info criterion	6.766614	
Sum squared resid	633.5415	Schwarz criterion	6.863187	
Log likelihood	-52.13291	F-statistic	255.5832	
Durbin-Watson stat	0.639244	Prob(F-statistic)	0.000000	

Dependent Variable: QT				
Method: Least Squares				
Date: 11/10/13 Time: 14:40				
Sample: 1980 1995				
Included observations: 16				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1660.204	67.00880	-24.77591	0.0000
YT	0.678508	0.025788	26.31098	0.0000
R-squared	0.980177	Mean dependent var	102.6875	
Adjusted R-squared	0.978762	S.D. dependent var	25.96592	
S.E. of regression	3.784118	Akaike info criterion	5.615971	
Sum squared resid	200.4737	Schwarz criterion	5.712545	
Log likelihood	-42.92777	F-statistic	692.2679	
Durbin-Watson stat	1.127630	Prob(F-statistic)	0.000000	

Partant, calculons les paramètres structurels de la 2<sup>ème</sup> équation ( $Q_o = a_0 + a_1 P_t + e_{2t}$ ) comme suit :

$$\hat{a}_1 = \frac{\lambda_3}{\lambda_1} = \frac{0.678508}{0.732897} = 0.925789026$$

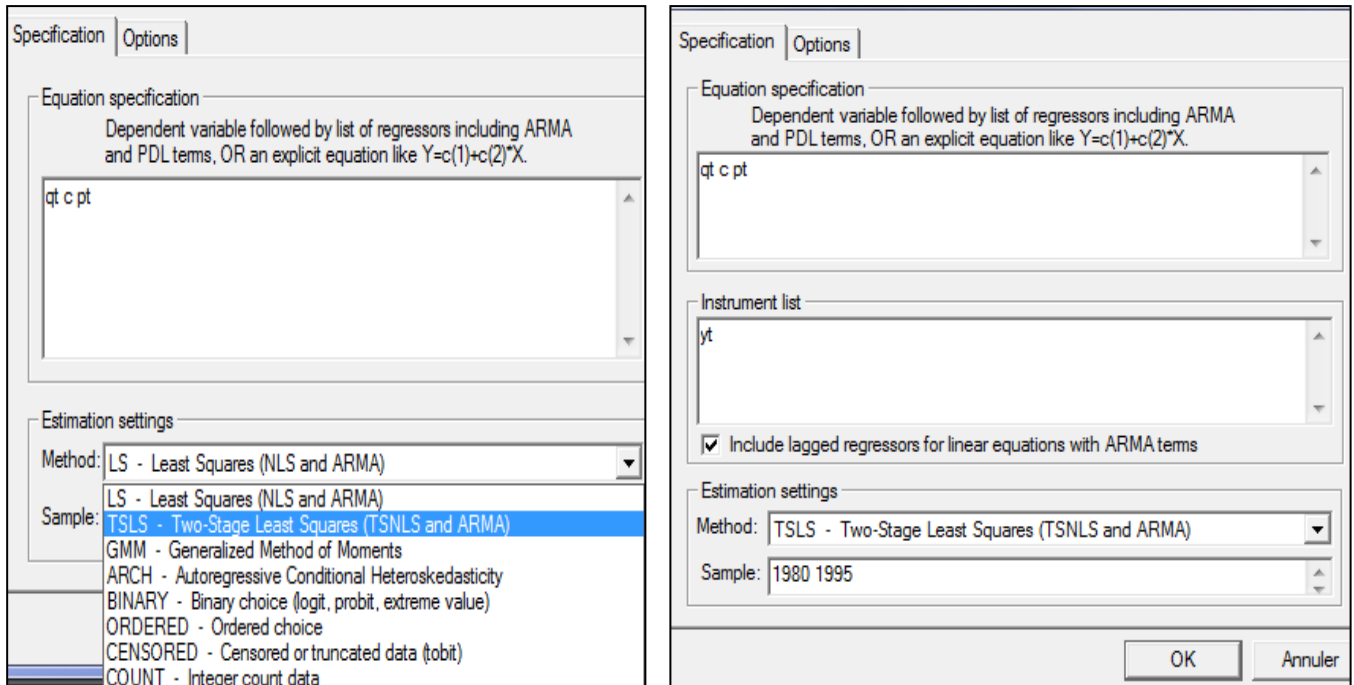
$$\hat{a}_0 = \lambda_2 - \hat{a}_1 \lambda_0 = -1660.204 - (0.925789026) * (-1814.892) = 20.00309698$$

D'où l'expression :

$$Q_o = 20.00309698 + 0.925789026 P_t \dots \dots \dots [7.6]$$



Les paramètres structurels estimés (tel qu’exprimés dans l’équation 7.6 ci-dessus) sont directement obtenus si l’on recourt à la méthode des Doubles Moindres Carrés (DMC). Pour ce faire, dans Eviews, suivre : Quick/Estimate Equation... (qt c pt)→Method : TSLS... Cfr les figures ci-dessous... cliquer sur ok (figure à droite). Soit, faire : **tsls Qt c Pt @ Yt**



Voici les résultats d’estimation du modèle d’équilibre sur le marché des biens et services d’une province donnée (**modèle 7.1**) par les doubles moindres carrés/DMC (Sur **Eviews**) :

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	20.00295	3.146997	6.356203	0.0000
PT	0.925789	0.033740	27.43881	0.0000
R-squared	0.981774	Mean dependent var	102.6875	
Adjusted R-squared	0.980472	S.D. dependent var	25.96592	
S.E. of regression	3.628578	Sum squared resid	184.3321	
F-statistic	752.8883	Durbin-Watson stat	0.535230	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Sur **Stata**, ces mêmes résultats se présentent plutôt comme suit (**estimation** du modèle d’équilibre sur le marché des biens et services d’une province donnée (**modèle 7.1**) par les doubles moindres carrés/DMC) :



```

Commande : reg3 (eq1: Qt Pt Yt) (eq2: Qt Pt), 2sls
Two-stage least-squares regression
-----
Equation      Obs   Parns      RMSE      "R-sq"      F-Stat      P
-----
eq1           16     2    2.085354    0.9944     1156.31    0.0000
eq2           16     1    3.562656    0.9824     782.80     0.0000
-----

```

		Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
eq1	Pt	.4766549	.08285	5.75	0.000	.3066609	.646649
	Yt	.3291693	.0623614	5.28	0.000	.2012143	.4571242
	_cons	-795.1272	154.8317	-5.14	0.000	-1112.816	-477.4387
eq2	Pt	.9024648	.0322555	27.98	0.000	.8362819	.9686476
	_cons	22.08612	3.015363	7.32	0.000	15.8991	28.27313

```

-----
Endogenous variables:  Qt
Exogenous variables:  Pt Yt
-----

```

## Cas II : Estimation d'un modèle à équations simultanées par la méthode de DMC

### a) **Modèle**

Soit le modèle du multiplicateur/accélérateur d'un pays donné :

$$\begin{cases} C_t = b_0 + b_1 Y_t + e_{1t} \\ I_t = a_0 + a_1(Y_t - Y_{t-1}) + e_{2t} \dots \dots [7.7] \\ Y_t = C_t + I_t + G_t \end{cases}$$

Avec :  $a_1$  = facteur de proportionnalité de l'accroissement du revenu (accélérateur).

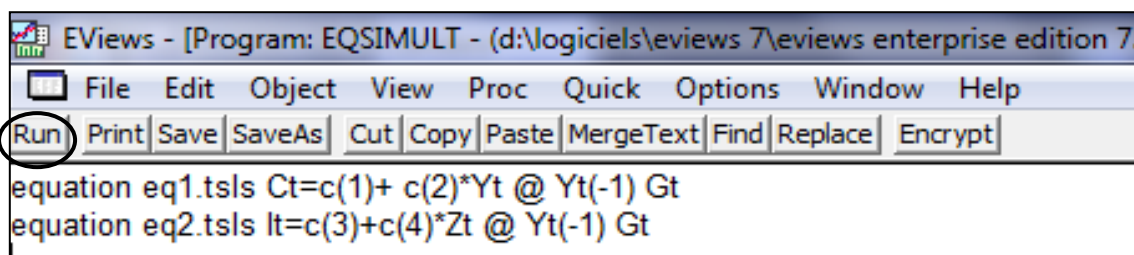
**NB** : multiplicateur (mesure de l'effet d'une variation de l'investissement sur le revenu) et accélérateur (mesure l'effet sur l'investissement de l'augmentation du revenu ou de la consommation).

### b) **Estimation**

Précisons que :

- La 1<sup>ère</sup> équation est sur-identifiée ;
- La 2<sup>ème</sup> équation est juste identifiée.

Nous estimons ces deux équations par la méthode de doubles moindres carrés/DMC (sur Eviews). Procédure : **File/New/Program..Cfr figure ci-dessous..cliquer sur « Run » :**



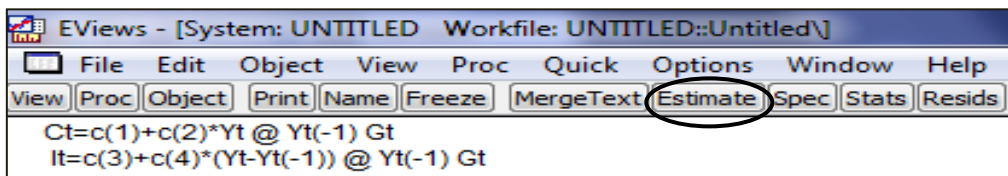


Les résultats sont les suivants :

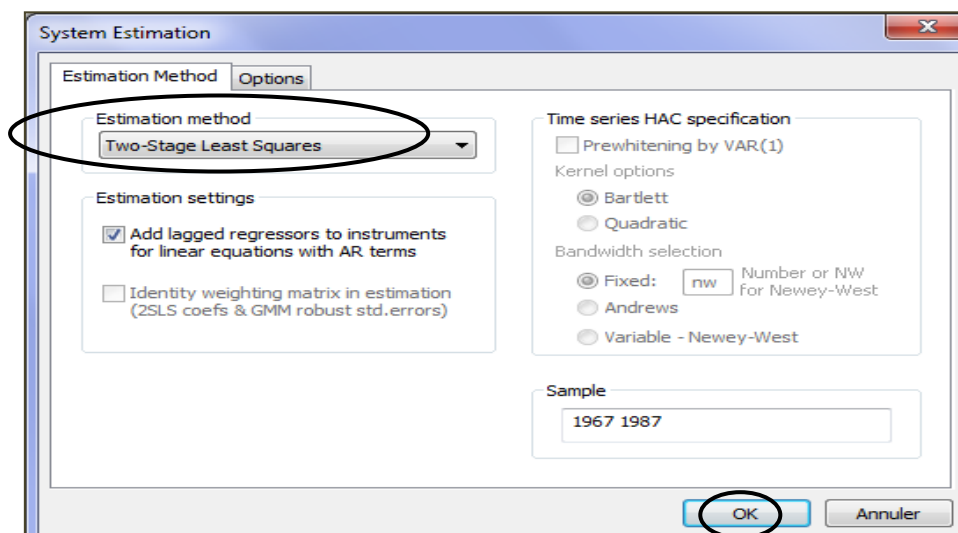
Dependent Variable: CT				
Method: Two-Stage Least Squares				
Date: 11/10/13 Time: 16:33				
Sample (adjusted): 1968 1987				
Included observations: 20 after adjustments				
CT=C(1)+ C(2)*YT				
Instrument list: YT(-1) GT				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	252.7037	1072.934	0.235526	0.8165
C(2)	0.783710	0.004367	179.4807	0.0000
R-squared	0.999446	Mean dependent var	90969.04	
Adjusted R-squared	0.999416	S.D. dependent var	175079.7	
S.E. of regression	4232.542	Sum squared resid	3.22E+08	
Durbin-Watson stat	1.982982			

Dependent Variable: IT				
Method: Two-Stage Least Squares				
Date: 11/10/13 Time: 16:33				
Sample (adjusted): 1968 1987				
Included observations: 20 after adjustments				
IT=C(3)+C(4)*ZT				
Instrument list: YT(-1) GT				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(3)	-1829.544	4127.696	-0.443236	0.6629
C(4)	0.660670	0.042965	15.37707	0.0000
R-squared	0.925561	Mean dependent var	26592.52	
Adjusted R-squared	0.921426	S.D. dependent var	58882.71	
S.E. of regression	16505.46	Sum squared resid	4.90E+09	
Durbin-Watson stat	1.940915			

Une autre façon de procéder pour estimer notre système c'est de suivre : **Object/New Object.../System** → **Ok** → **reprendre les équations comme ci-dessous** :



Ensuite, cliquer sur « **Estimate** », et choisir la méthode **TSLS** dans la boîte qui apparaît comme suit :





Cliquer sur « Ok » pour obtenir (les mêmes résultats qu'avant) :

System: UNTITLED				
Estimation Method: Two-Stage Least Squares				
Date: 09/07/14 Time: 12:55				
Sample: 1968 1987				
Included observations: 20				
Total system (balanced) observations 40				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	252.7037	1072.934	0.235526	0.8151
C(2)	0.783710	0.004367	179.4807	0.0000
C(3)	-1829.544	4127.696	-0.443236	0.6602
C(4)	0.660670	0.042965	15.37707	0.0000
Determinant residual covariance		1.70E+15		
Equation: CT=C(1)+C(2)*YT				
Instruments: YT(-1) GT C				
Observations: 20				
R-squared	0.999446	Mean dependent var	90969.04	
Adjusted R-squared	0.999416	S.D. dependent var	175079.7	
S.E. of regression	4232.542	Sum squared resid	3.22E+08	
Durbin-Watson stat	1.982982			
Equation: IT=C(3)+C(4)*(YT-YT(-1))				
Instruments: YT(-1) GT C				
Observations: 20				
R-squared	0.925561	Mean dependent var	26592.52	
Adjusted R-squared	0.921426	S.D. dependent var	58882.71	
S.E. of regression	16505.46	Sum squared resid	4.90E+09	
Durbin-Watson stat	1.940915			



**Cas III : Estimation d'un modèle à équations simultanées par la méthode de DMC et Simulation/Scénarios**

**c) Modèle**

Soit le modèle du multiplicateur/accélérateur d'un pays donné :

$$\begin{cases} C_t = b_0 + b_1 Y_t + e_{1t} \\ I_t = a_0 + a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_t + e_{2t} \dots \dots [7.8] \\ Y_t = C_t + I_t + G_t \end{cases}$$

Avec :  $a_2$  = accélérateur et  $G_t$  = dépenses gouvernementales.

**NB** : multiplicateur (mesure de l'effet d'une variation de l'investissement/ $I_t$  sur le revenu/ $Y_t$ ) et accélérateur (mesure l'effet sur l'investissement de l'augmentation du revenu ou de la consommation/ $C_t$ ).

**d) Identification** : dans le système,  $G=3$  et  $K=2$ .

Equations	Identification	Conclusion	Méthode
1 <sup>ère</sup> équation	$g'=2$ (Ct et Yt) ; $k'=0$ et $r=0$ . $(G-g')+(K-k')+r ? (g'-1)$ $(3-2)+(2-0)+0 > 2-1$ $3 > 1$	La 1 <sup>ère</sup> équation est sur-identifiée	Doubles Moindres Carrés (DMC)
2 <sup>ème</sup> équation	$g'=2$ (It et Yt) ; $k'=1$ (Yt-1) et $r=0$ . $(G-g')+(K-k')+r ? (g'-1)$ $(3-2)+(2-1)+0 > 2-1$ $2 > 1$	La 2 <sup>ème</sup> équation est sur-identifiée	Doubles Moindres Carrés/DMC

**e) Estimation :**

Nous estimons ces deux équations (séparément et on les enregistre dans le workfile) par la méthode de doubles moindres carrés/DMC. Sur EViews (6), taper :

```

create a 1967 1987
data Ct Gt It Yt
equation eq1.tsls Ct c Yt @ Yt(-1) Gt
equation eq2.tsls It c Yt Yt(-1) @ Yt(-1) Gt
    
```

Dependent Variable: CT Method: Two-Stage Least Squares Date: 09/07/14 Time: 13:10 Sample (adjusted): 1968 1987 Included observations: 20 after adjustments Instrument list: YT(-1) GT	Dependent Variable: IT Method: Two-Stage Least Squares Date: 09/07/14 Time: 13:10 Sample (adjusted): 1968 1987 Included observations: 20 after adjustments Instrument list: YT(-1) GT																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>t-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>252.7037</td> <td>1072.934</td> <td>0.235526</td> <td>0.8165</td> </tr> <tr> <td>YT</td> <td>0.783710</td> <td>0.004367</td> <td>179.4807</td> <td>0.0000</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	C	252.7037	1072.934	0.235526	0.8165	YT	0.783710	0.004367	179.4807	0.0000	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>t-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>-3178.841</td> <td>3083.016</td> <td>-1.031082</td> <td>0.3169</td> </tr> <tr> <td>YT</td> <td>0.478260</td> <td>0.078715</td> <td>6.075804</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>YT(-1)</td> <td>-0.351815</td> <td>0.126089</td> <td>-2.790207</td> <td>0.0126</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	C	-3178.841	3083.016	-1.031082	0.3169	YT	0.478260	0.078715	6.075804	0.0000	YT(-1)	-0.351815	0.126089	-2.790207	0.0126
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.																																
C	252.7037	1072.934	0.235526	0.8165																																
YT	0.783710	0.004367	179.4807	0.0000																																
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.																																
C	-3178.841	3083.016	-1.031082	0.3169																																
YT	0.478260	0.078715	6.075804	0.0000																																
YT(-1)	-0.351815	0.126089	-2.790207	0.0126																																
R-squared 0.999446 Mean dependent var 90969.04 Adjusted R-squared 0.999416 S.D. dependent var 175079.7 S.E. of regression 4232.542 Sum squared resid 3.22E+08 F-statistic 32213.32 Durbin-Watson stat 1.982982 Prob(F-statistic) 0.000000 Second-Stage SSR 5.32E+09	R-squared 0.961953 Mean dependent var 26592.52 Adjusted R-squared 0.957477 S.D. dependent var 58882.71 S.E. of regression 12142.27 Sum squared resid 2.51E+09 F-statistic 221.6616 Durbin-Watson stat 1.472678 Prob(F-statistic) 0.000000 Second-Stage SSR 5.15E+08																																			



## f) Simulations/Scénarios

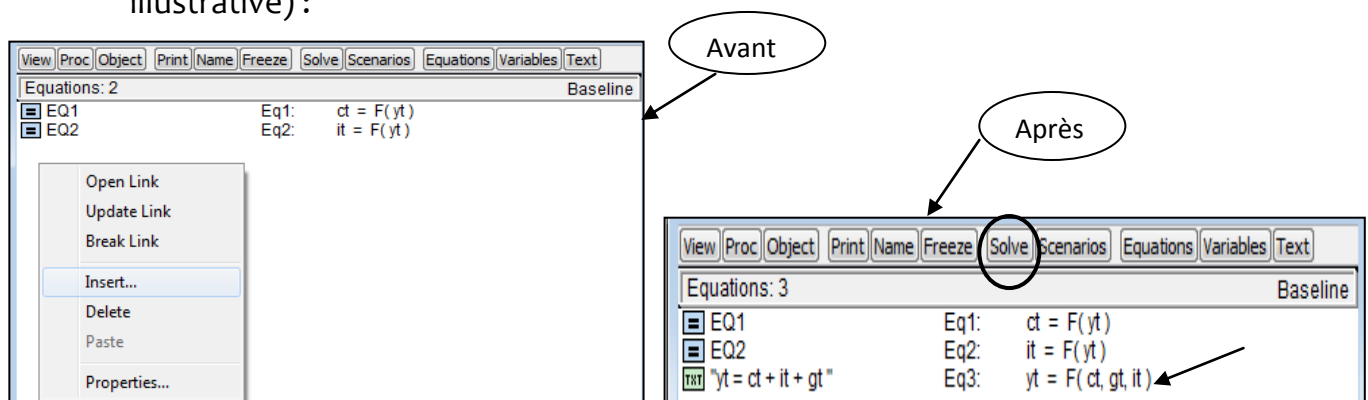
Travail demandé (les questions sont ordonnées selon les étapes à suivre pour une simulation) :

- Trouver la solution initiale du modèle statique ou Résoudre le modèle (obtenir le *Baseline* ou solution de base) ;
- Analyser ou élaborer le 1<sup>er</sup> Scénario : Si «  $G_t$  » augmente de « 1% », comment réagiront  $C_t$  et  $I_t$  ? (autrement dit, quel est l'impact dans tout le système si  $G_t$  varie de 1% positivement ?) ;
- Analyser le 2<sup>ème</sup> Scénario : Si «  $Y_{t-1}$  » augmente de « 2% », toutes choses restant égales par ailleurs (c.à.d. bloquer le modèle), comment réagira le système (tenir compte des canaux de transmission dans l'analyse) ?
- Analyser le 3<sup>ème</sup> Scénario : Si «  $G_t$  » augmente de « 1% », lever l'hypothèse « ceteris paribus » (c.à.d. ne pas bloquer le modèle), et que «  $Y_{t-1}$  » augmente en même temps de 1,5%, comment réagira le système ?
- Analyser le 4<sup>ème</sup> Scénario : Si «  $G_t$  » baisse de « 3% », toutes choses restant égales par ailleurs (c.à.d. bloquer le modèle), comment réagira le système ? Pour ce scénario, envisager une simulation hors échantillon (**sur 1 an, c.à.d. « 1988 »**).

### a) Recherche de la solution initiale (Baseline)

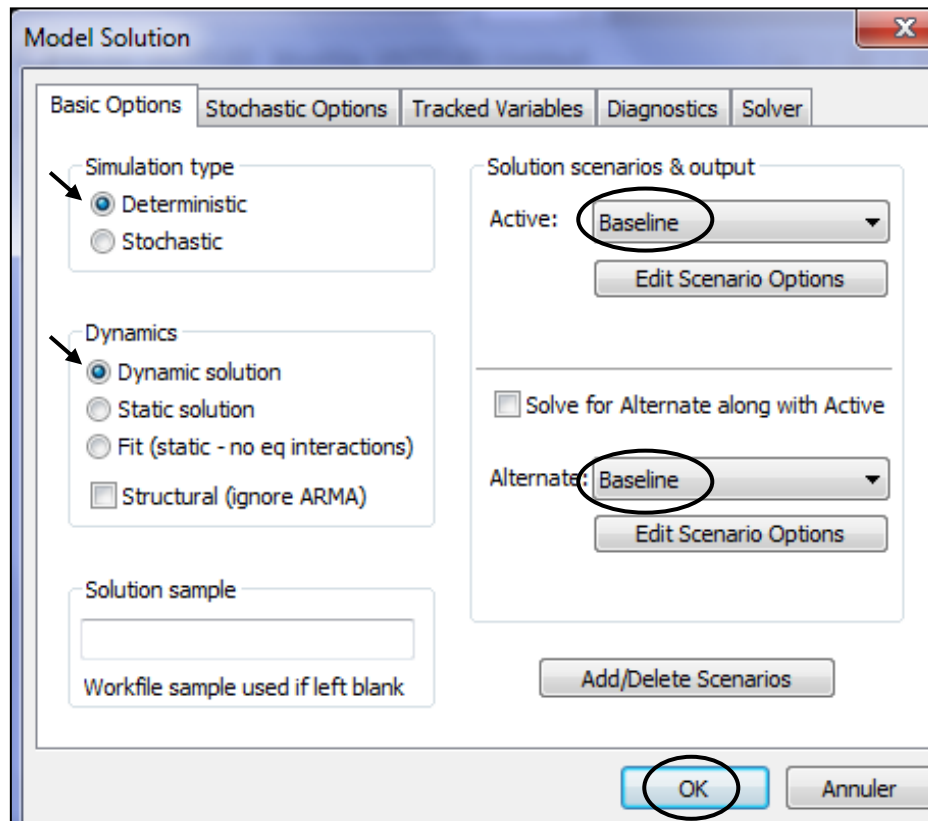
Après avoir estimé nos deux équations séparément et les avoir enregistré dans le *Workfile/fichier de travail*, procéder comme suit :

- Sélectionner les équations enregistrées dans le *Workfile* → Clic droit → Open as Model → Ok → un espace s'ouvre (nous l'appelons « **Boîte A** ») ;
- Dans l'espace « Boîte A », faire clic droit → insert (pour insérer la relation d'équilibre) :  $Y_t = C_t + I_t + G_t$  → ok (la boîte de dialogue A ci-dessous est illustrative) :

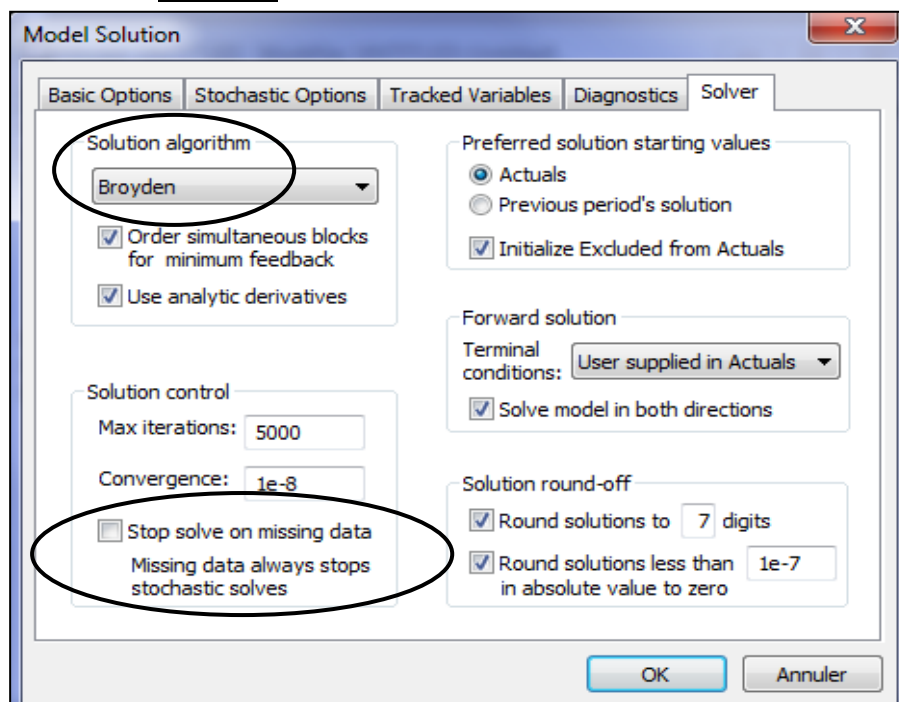


- Dans la boîte de dialogue ci-haut (à droite), cliquer sur « **Solve** » pour résoudre le modèle (simulation statique ou solution de base/Baseline) → la boîte de dialogue ci-dessous apparaît :





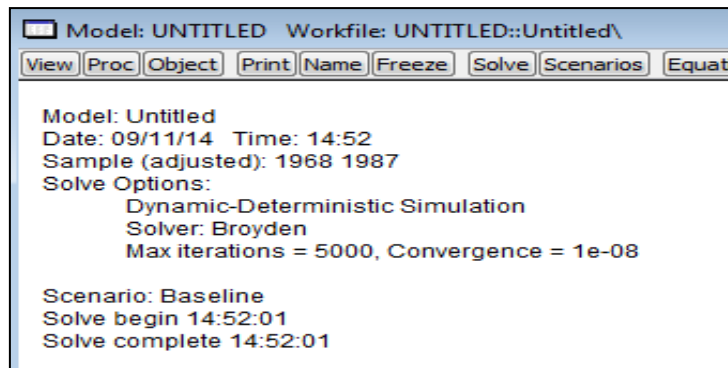
Cliquer sur l'onglet « **Solver** » pour préciser ce qui suit (**à décocher**) :



Ensuite, cliquer sur « **Ok** » pour obtenir la solution de base. En fait, les solutions de base sont des variables générées par EViews avec des indices « **\_o** » ; dans notre cas, ces variables sont : **Ct\_o** , **It\_o** et **Yt\_o**. L'on notera que le modèle est soluble (équations *juste-identifiées* ou *sur-identifiées*) s'il passe le test de convergence avec succès (*assurance pour la solution mathématique du modèle*). Donc, le message



suivant devra s'afficher (il indique le nombre d'itérations, le type de simulation et l'algorithme utilisés, aussi les dates de début et de fin d'itérations/résolution) :



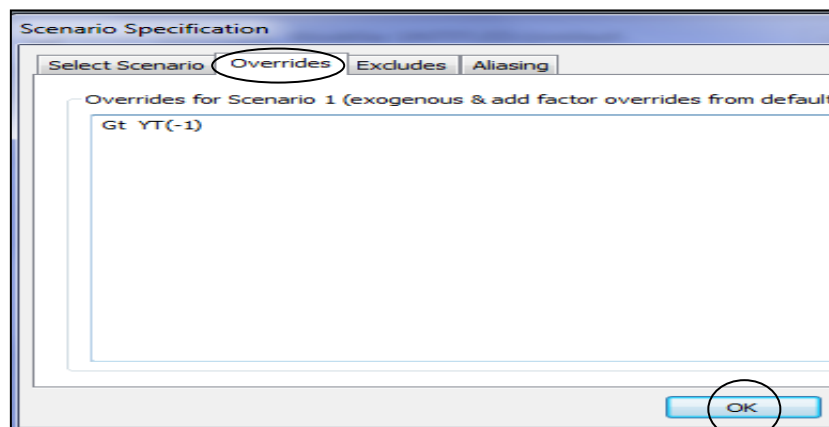
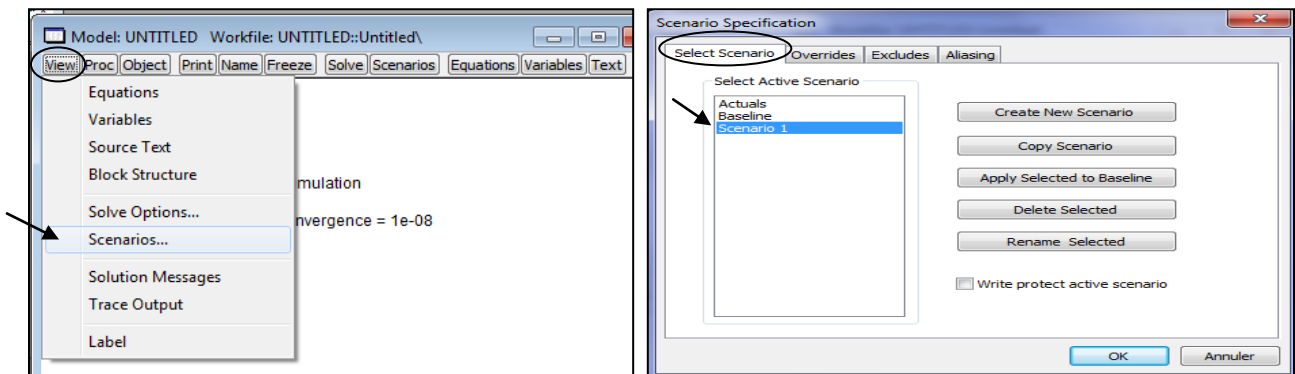
**b) Elaboration du 1<sup>er</sup> Scénario et analyses : si « Gt augmente de 1%, ceteris paribus »**

\_\_\_\_\_ **Schéma** : Selon le modèle,  $G_t \rightarrow Y_t \rightarrow C_t$  et  $G_t \rightarrow Y_t \rightarrow I_t$

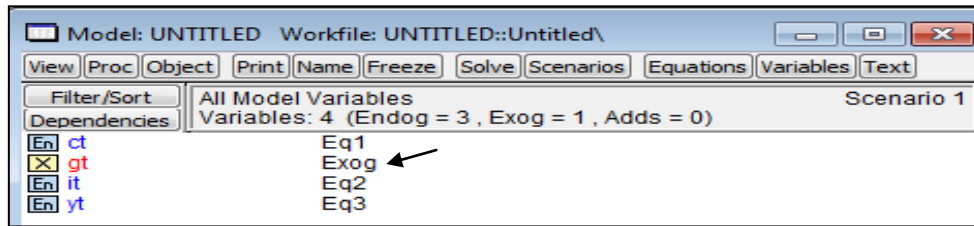
\_\_\_\_\_ **Note** : Bouger une variable exogène ( $G_t$ ), ceteris paribus signifie ignorer les effets d'autres variables exogènes ( $Y_{t-1}$ ) ou bloquer les autres variables exogènes ( $Y_{t-1}$  considérée constante dont la dérivée est nulle).

\_\_\_\_\_ **Etapes à suivre** :

- ▶ Dans « **Boîte A** », procéder comme suit (suivre) : **View/Scenarios...** → **Scenario 1** → dans « **scenario Overrides** », préciser les variables exogènes du modèle :  $G_t$  et  $Y_{t-1}$  → cliquer sur **Ok**. Les figures ci-dessous sont illustratives :



- ▶ Dans « Boîte A », cliquer sur l'onglet « Variables » pour vérifier que l'on ne s'est pas trompé dans la déclaration des variables exogènes. Les informations suivantes s'affichent :



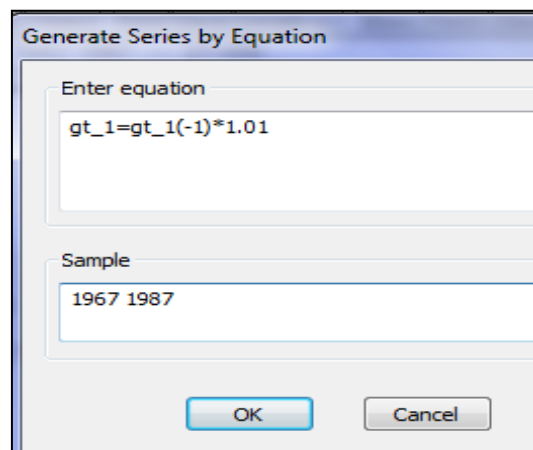
En rouge, les variables exogènes déclarées, et en bleu, les variables endogènes du modèle. Dans notre cas, « Gt » seulement apparaît comme exogène, alors que « Yt-1 » a été également déclarée exogène. L'on notera ainsi que les variables décalées n'apparaissent pas dans la boîte A, à moins de les générer sous un autre nom à des fins de simulation.

▶ **Simulation (Gt ↑ 1% en 1987) :**

- La simulation est similaire à la prévision dans l'échantillon (bloquer est nécessaire, mais l'on peut ouvrir/lever l'hypothèse ceteris paribus) comme en dehors de l'échantillon (blocage automatique, soit toujours bloquer). Ici, nous faisons une simulation dans l'échantillon (1987) ;
- L'on devra bouger « Gt » et bloquer « Yt-1 » pour voir la réaction du modèle (toutes les variables endogènes) ;
- Deux possibilités pour simuler : rester sur la barre de commande ou aller dans : Quik/Generate Series... → Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, saisir à tour de rôle (cliquer sur « ok » et reprendre le processus pour donner d'autres instructions), avec « Gt\_1 » traduisant la variable du scénario 1 :

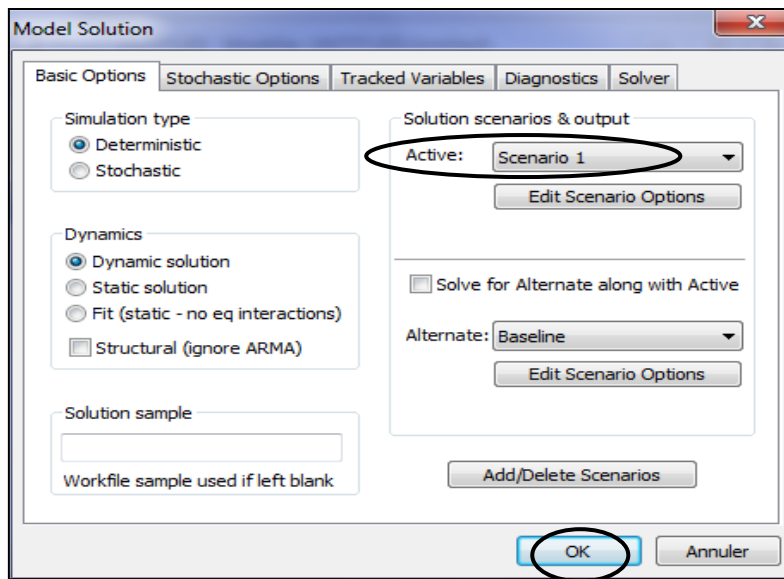
$gt\_1=gt$  → sample : 1967 1987 → ok : définir le 1<sup>er</sup> Scénario  
 $gt\_1=gt\_1(-1)*1.01$  → sample : 1987 1987 → ok : Gt ↑ 1% en 1987 (ouvrir « Gt »)  
 $ylag\_1=yt(-1)$  → sample : 1967 1987 → ok : définir le 1<sup>er</sup> Scénario (bloquer « Yt-1 »)  
 $ylag\_1=@elem(ylag\_1, 1986)$  → sample : 1987 1987 → ok : bloquer « Yt-1 »  
 (données 1986=1987 : Constance).

A titre illustratif, observons la boîte de dialogue ci-dessous :

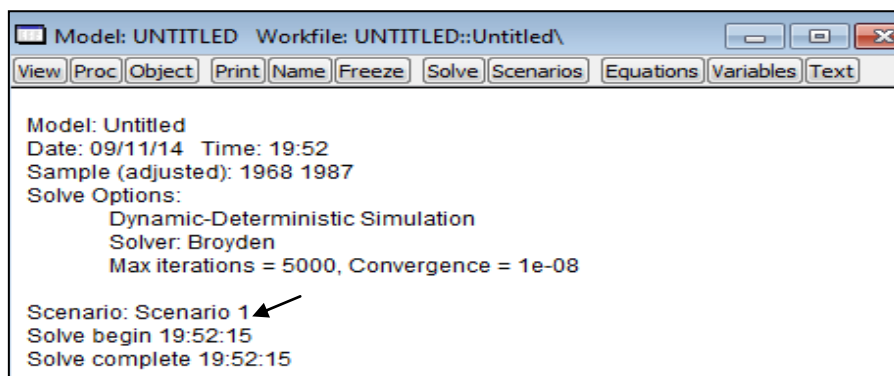




- Revenir à la « Boîte A », cliquer sur l'onglet « **Solve** » → [Active : **Scenario 1**], la boîte de dialogue ci-après complète la procédure<sup>1</sup> :



\_\_\_\_\_ **Résultats** : Après avoir cliqué sur « Ok » (Cfr figure ci-dessus), le message suivant s'affiche (indiquant que la simulation a réussi)



Et nous pouvons observer ce qui suit (Cfr données sur Workfile) :

Période	Gt_1	Yt_1	It_1	Ct_1
1986	38.600	7.398.695	1.561.413	5.798.683
1987	38.986	9.798.528	2.080.087	7.679.455
%	1%	32.4%	33.2%	32.4%

\_\_\_\_\_ **Analyses** :

<sup>1</sup> La simulation est différente du Scénario du fait que celui-ci cherche à saisir l'évolution d'une variable compatible avec une trajectoire imposée à d'autres variables.





c) **Elaboration du 2<sup>ème</sup> Scénario et Analyses : « Yt-1 » augmente de « 2% », ceteris paribus**

**Schéma** : Selon le modèle,  $Y_{t-1} \rightarrow I_t \rightarrow Y_t \rightarrow C_t \rightarrow Y_t \rightarrow I_t$

**Note** : Cette fois ci, on va bouger  $Y_{t-1}$  et bloquer  $G_t$ .

**Etapes à suivre** :

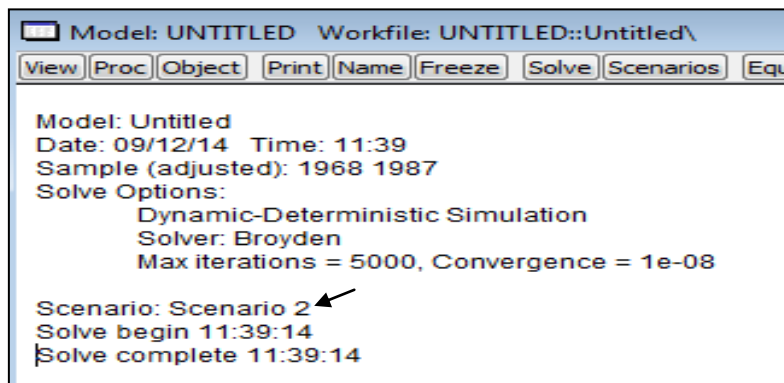
▶ Dans « **Boîte A** », pour créer un nouveau scénario, procéder comme suit (suivre) : View/Scenarios... → Create New Scenario → Sélectionner « **Scenario 2** ».

▶ **Simulation ( $Y_{t-1} \uparrow 2\%$  en 1987)** :

- Ici, nous faisons une simulation dans l'échantillon (1987) ;
- L'on devra bouger «  $Y_{t-1}$  » et bloquer «  $G_t$  » pour voir la réaction du modèle (toutes les variables endogènes) ;
- Suivre : Quik/Generate Series... → Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, saisir à tour de rôle, avec «  $YLAG_2$  » traduisant la variable du scénario 2 :

$ylag_2 = yt(-1) \rightarrow$  sample : 1967 1987 → ok : définir le 2<sup>ème</sup> Scénario  
 $ylag_2 = ylag_2(-1) * 1.02 \rightarrow$  sample : 1987 1987 → ok :  $Y_{t-1} \uparrow 2\%$  en 1987  
 $gt_2 = gt \rightarrow$  sample : 1967 1987 → ok : bloquer «  $G_t$  »  
 $gt_2 = @elem(gt_2, 1986) \rightarrow$  sample : 1987 1987 → ok : bloquer «  $G_t$  » pour 1987.

- Revenir à la « Boîte A », cliquer sur l'onglet « **Solve** » → [Active : **Scenario 2**] → Ok, le message suivant s'affiche (indiquant que la simulation a réussi) :



Et nous pouvons observer ce qui suit (Cfr données sur Workfile) :

Période	Ylag_2	Yt_2	It_2	Ct_2
1986	358.800	7.398.695	1.561.413	5.798.683
1987	365.976	9.621.355	1.995.352	7.540.603
%	2%	30.04%	27.79%	30.04%

**Analyses** :



**d) Elaboration du 3<sup>ème</sup> Scénario et Analyses : « Gt » augmente de « 1% » et « Yt-1 » augmente en même temps de 1,5% (en 1987)**

**Schéma :** Pour rappel, selon le modèle :  $Y_{t-1} \rightarrow I_t \rightarrow Y_t \rightarrow C_t$  et  $G_t \rightarrow Y_t \rightarrow I_t$

**Note :** Cette fois ci, on va bouger  $Y_{t-1}$  et  $G_t$  en même temps.

**Etapes à suivre :**

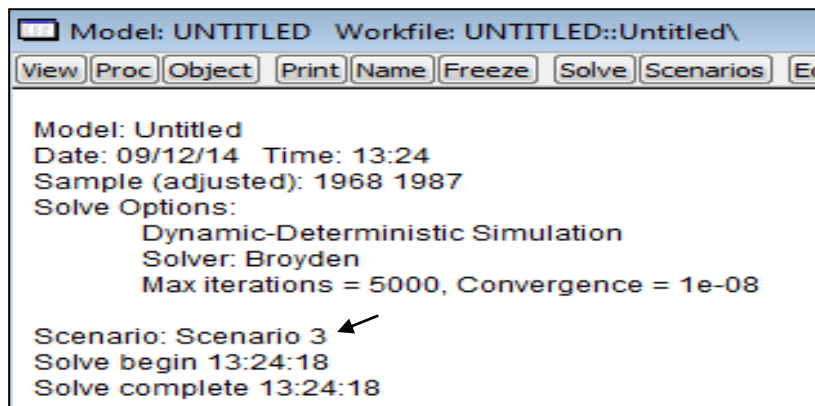
▶ Dans « **Boîte A** », procéder comme suit (suivre) : View/Scenarios... → Create New Scenario → Sélectionner « **Scenario 3** ».

▶ **Simulation ( $Y_{t-1} \uparrow 1,5\%$  et  $G_t 1\%$  en 1987) :**

- Ici, nous faisons une simulation dans l'échantillon (1987) ;
- L'on devra bouger, en même temps, «  $Y_{t-1}$  » et «  $G_t$  » pour voir la réaction du modèle (toutes les variables endogènes) ;
- Suivre : Quik/Generate Series... → Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, saisir à tour de rôle, avec «  $YLAG_3$  » et «  $Gt_3$  » traduisant les variables du scénario 3 :

$ylag_3 = yt(-1) \rightarrow$  sample : 1967 1987 → ok : définir le 3<sup>ème</sup> Scénario sur «  $Y_{t-1}$  »  
 $ylag_3 = ylag_3(-1) * 1.015 \rightarrow$  sample : 1987 1987 → ok :  $Y_{t-1} \uparrow 1,5\%$  en 1987  
 $gt_3 = gt \rightarrow$  sample : 1967 1987 → ok : définir le 3<sup>ème</sup> Scénario sur «  $G_t$  »  
 $gt_3 = gt(-1) * 1.01 \rightarrow$  sample : 1987 1987 → ok :  $G_t \uparrow 1\%$  en 1987.

- Revenir à la « Boîte A », cliquer sur l'onglet « **Solve** » → [Active : **Scenario 3**] → Ok, le message suivant s'affiche (indiquant que la simulation a réussi) :



Et nous pouvons observer ce qui suit (Cfr données sur Workfile) :

Période	Gt_3	Ylag_3	Yt_3	It_3	Ct_3
1986	38.600	358.800	7.398.695	1.561.413	5.798.683
1987	38.986	364.182	9.621.355	1.995.352	7.540.603
%	1%	1.5%	30.04%	27.79%	30.04%

**Analyses :**



**e) Elaboration du 4<sup>ème</sup> Scénario et Analyses : « Gt » baisse de « 3% », ceteris paribus, mais prévision/simulation hors échantillon (en 1988)**

**Schéma :** Pour rappel, selon le modèle :  $G_t \rightarrow Y_t \rightarrow I_t$  et  $G_t \rightarrow Y_t \rightarrow C_t$

**Note :** on bouge «  $G_t$  », «  $Y_{t-1}$  » reste constante (bloquée).

**Etapes à suivre :**

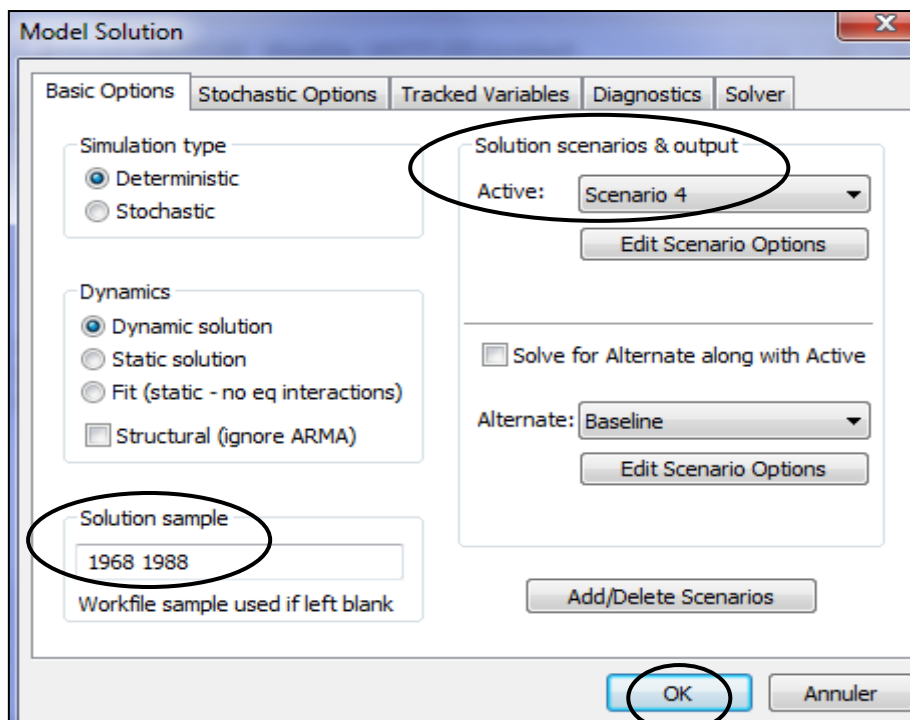
▶ Dans « **Boîte A** », procéder comme suit (suivre) : View/Scenarios... → Create New Scenario → Sélectionner « **Scenario 4** ».

▶ **Simulation (Gt ↓ 3% en 1988, ceteris paribus) :**

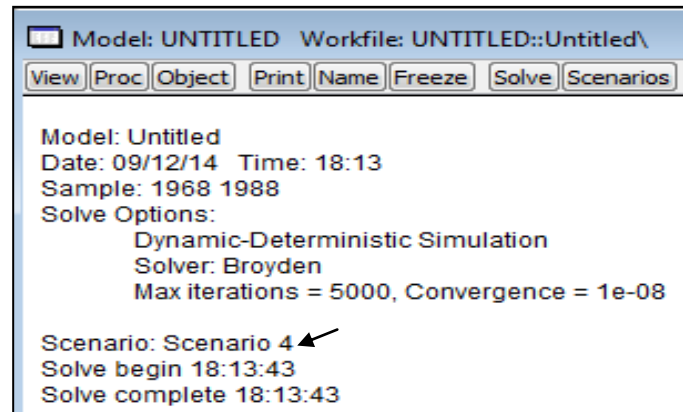
- Ici, nous faisons une simulation **hors échantillon** (1988) ;
- L'on devra bouger seulement «  $G_t$  » pour voir la réaction du modèle (toutes les variables endogènes) en dehors de l'échantillon ;
- Suivre :
  - Cfr Workfile : Proc → Structure/Resize Current Page... → dans « End date », indiquer « 1988 » → Ok → Yes : Elargir l'horison temporel jusqu'à 1988 ;
  - Cfr Barre des menus : Quik/Generate Series... → Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, saisir à tour de rôle, avec «  $G_{t\_4}$  » traduisant la variable du scénario 4 :

$ylag\_4=yt(-1) \rightarrow$  sample : 1967 **1988** → ok : bloquer «  $Y_{t-1}$  »  
 $ylag\_4=@elem(ylag\_4, 1987) \rightarrow$  sample : **1988 1988** → ok : bloquer "Yt-1" en 1988  
 $gt\_4=gt \rightarrow$  sample : 1967 **1988** → ok : définir le 4<sup>ème</sup> Scénario  
 $gt\_4=gt\_4(-1)*0.97 \rightarrow$  sample : **1988 1988** → ok : Gt ↓ 3% en 1988

- Revenir à la « **Boîte A** », cliquer sur l'onglet « **Solve** » → [Active : **Scenario 4**] → ... la boîte de dialogue ci-dessous complète la procédure :



→ Cliquer sur « Ok », le message suivant s'affiche (indiquant que la simulation a réussi) :



Et nous pouvons observer ce qui suit (Cfr données sur Workfile) :

Période	Gt_4	Yt_4	It_4	Ct_4
1987	85.400	9.621.355	1.995.352	7.540.603
1988	82.838	12.616.090	2.645.645	9.887.602
%	-3%	31.13%	32.59%	31.12%

### Analyses :

#### Exportation des « résultats/simulations/projections » d'EViews vers Excel :

Dans EViews, sélectionner les variables à transférer et suivre : *File/Export/Write Text-Lotus-Excel* → Choisir le nom du fichier Excel « *simulation result* » et son emplacement, et préciser le type de fichier de sortie (« *Excel* ») → dans « *Series to export* », vérifier que toutes les variables sélectionnées apparaissent dans la boîte de dialogue qui s'affiche → Ok.

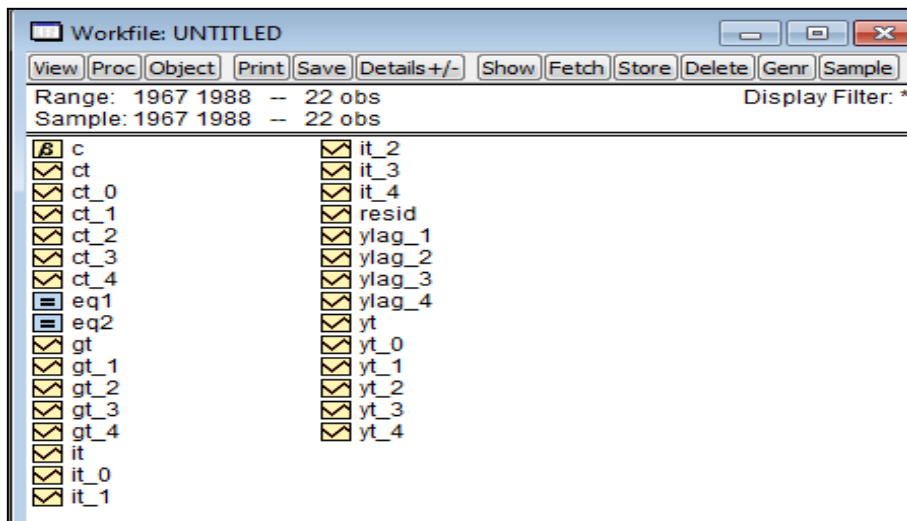
#### Mise à jour du modèle :

- Plusieurs raisons justifient la mise à jour d'un modèle macro-économétrique, entre autres :
  - Le renouvellement des données par *an/trimestre/mois* : cela implique ré-estimation avec l'ajout des nouvelles données ;
  - Les mutations économiques → l'augmentation des équations de comportement → prise en compte des chocs ou nouveaux enjeux économiques. L'on notera que, pour les modèles annuels par exemple, ils sont mis à jour au moins une fois par an.
- Etapes à suivre : dans EViews, après avoir introduit toutes les nouvelles données quantitatives et/ou qualitatives, suivre (Cfr « Boîte A ») : *Proc/Links/Update All Links-Recompile Model*. Après, résoudre/simuler/projeter les politiques économiques ou sociales.

\*\*\*\*\*



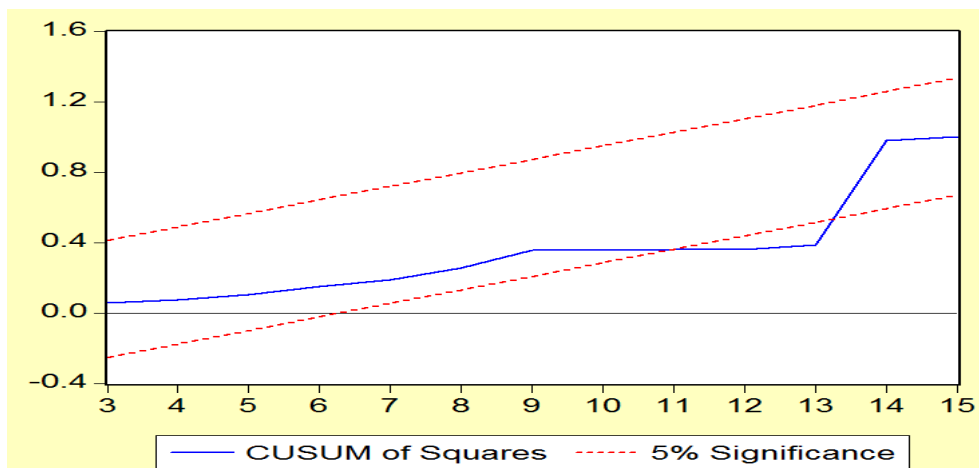
**Annexe : Paysage relatif à notre Workfile**

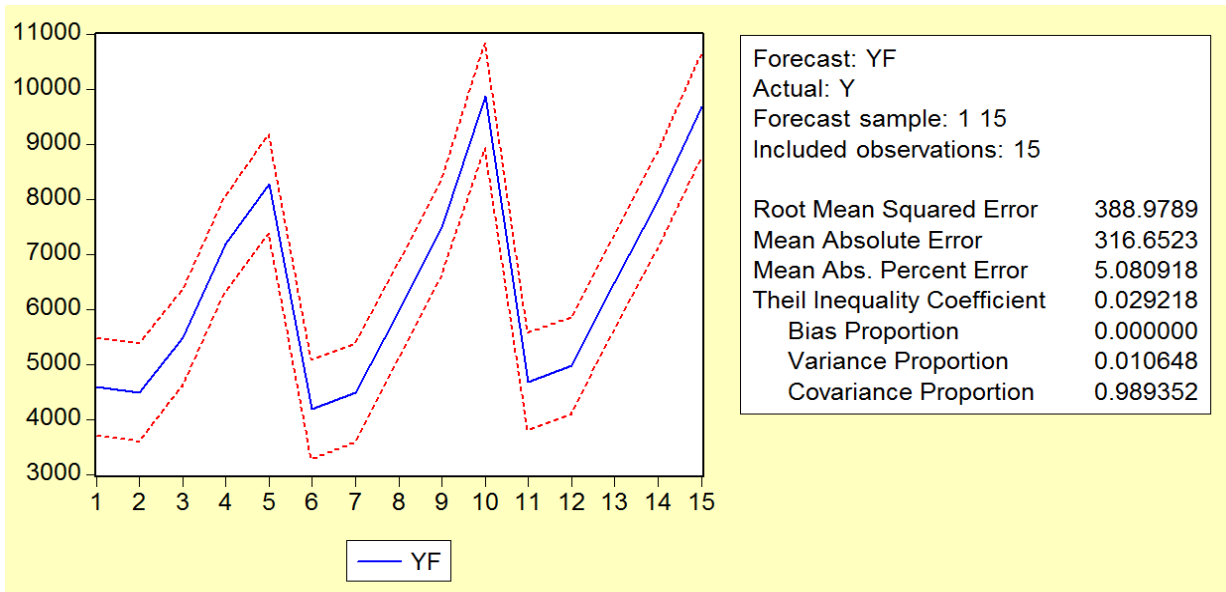


**Annexe**

Modèle de départ (coût – production) estimé et problème posé :

Dependent Variable: Y					
Method: Least Squares					
Date: 10/27/13 Time: 19:08					
Sample: 1 15					
Included observations: 15					
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	
C	1983.075	276.5384	7.171065	0.0000	
X	99.87273	5.778212	17.28437	0.0000	
R-squared	0.958300	Mean dependent var	6384.133		
Adjusted R-squared	0.955092	S.D. dependent var	1971.691		
S.E. of regression	417.8304	Akaike info criterion	15.03159		
Sum squared resid	2269569.	Schwarz criterion	15.12600		
Log likelihood	-110.7370	F-statistic	298.7493		
Durbin-Watson stat	2.327887	Prob(F-statistic)	0.000000		





Transformation logarithmique (modèle estimé et correction du problème de stabilité)

```

Estimation Command:
=====
LS LY C LX

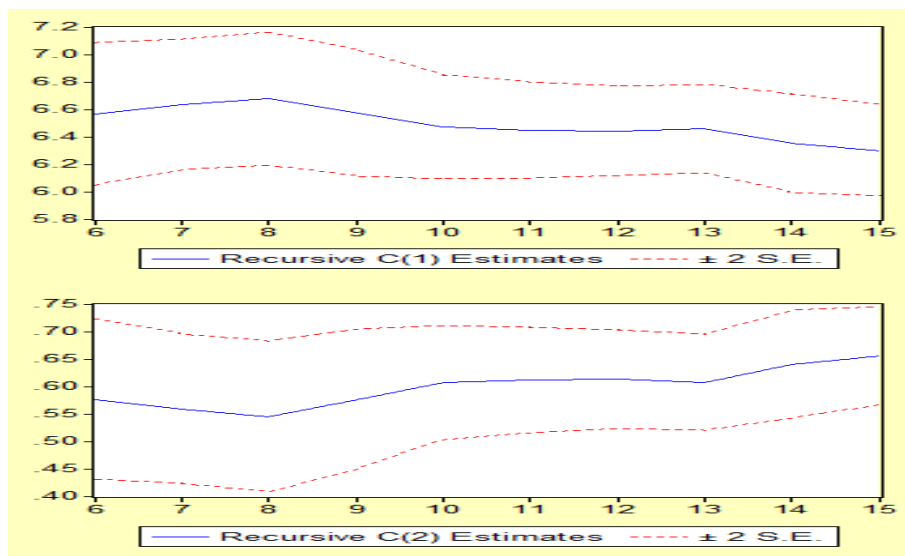
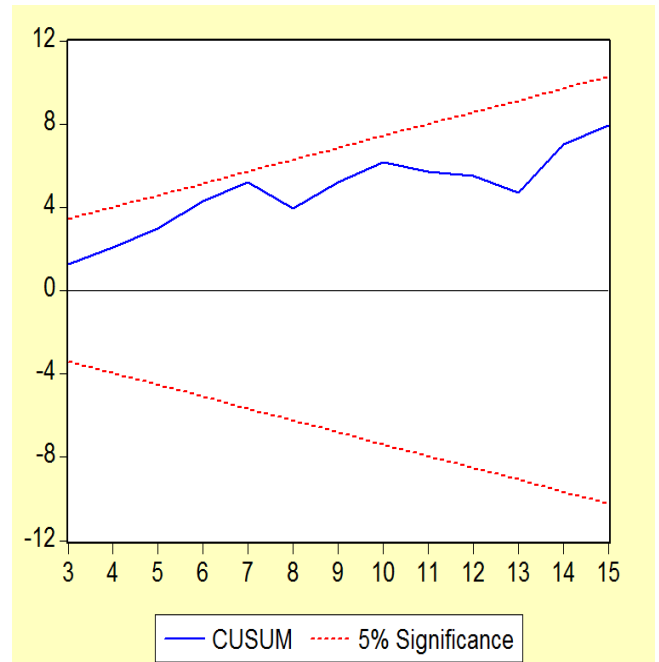
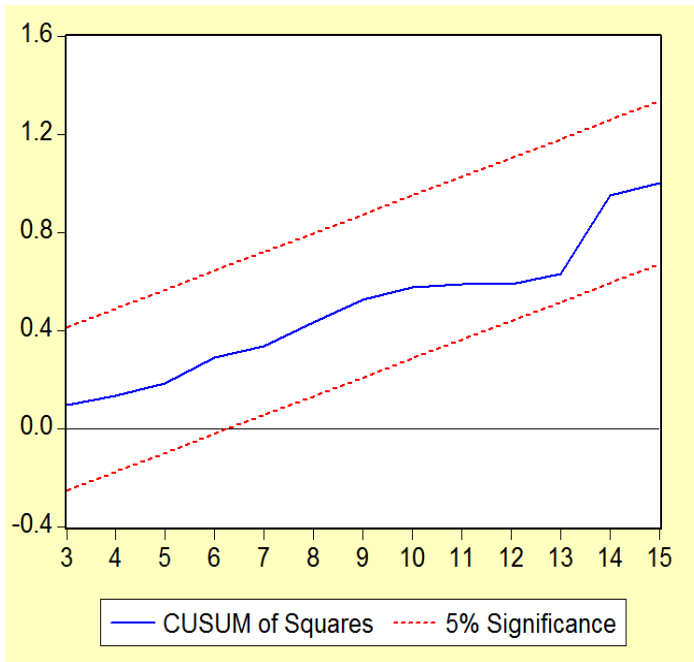
Estimation Equation:
=====
LY = C(1) + C(2)*LX

Substituted Coefficients:
=====
LY = 6.296353681 + 0.6555841585*LX
    
```

Dependent Variable: LY				
Method: Least Squares				
Date: 10/27/13 Time: 19:13				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.296354	0.164473	38.28190	0.0000
LX	0.655584	0.044208	14.82944	0.0000
R-squared	0.944185	Mean dependent var	8.719573	
Adjusted R-squared	0.939892	S.D. dependent var	0.295522	
S.E. of regression	0.072453	Akaike info criterion	-2.288184	
Sum squared resid	0.068243	Schwarz criterion	-2.193777	
Log likelihood	19.16138	F-statistic	219.9122	
Durbin-Watson stat	2.160183	Prob(F-statistic)	0.000000	



Stabilité de paramètres estimés dans l'échantillon (View/stability test/Recursive Estimate (OLS only...)/Recursive coefficient) :



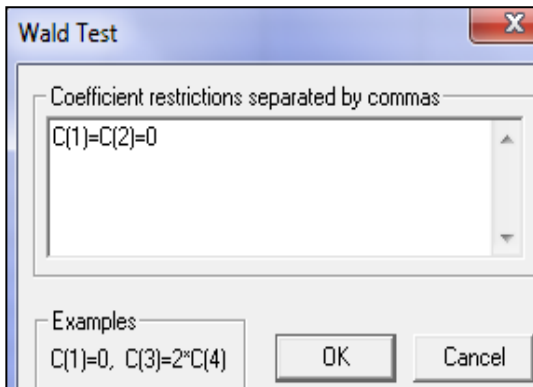
Matrice de variances-covariances

		C	LX
		C	LX
C	C	0.027051	-0.007224
LX	LX	-0.007224	0.001954

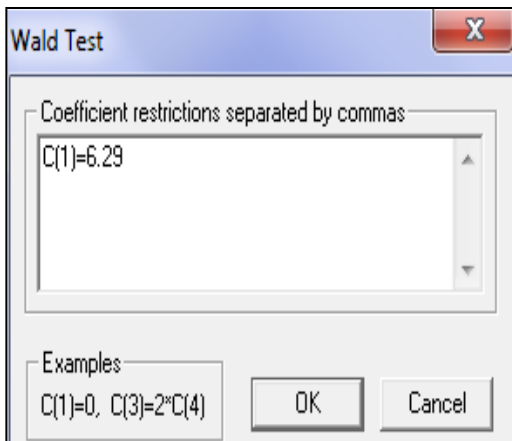




*Test de restriction sur les paramètres (test de Fisher et celui de Wald) :*



Wald Test: Equation: Untitled			
Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	108736.4	(2, 13)	0.0000
Chi-square	217472.8	2	0.0000
Null Hypothesis Summary:			
Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.	
C(1)	6.296354	0.164473	
C(2)	0.655584	0.044208	
Restrictions are linear in coefficients.			



Wald Test: Equation: Untitled			
Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	0.001492	(1, 13)	0.9698
Chi-square	0.001492	1	0.9692
Null Hypothesis Summary:			
Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.	
-6.29 + C(1)	0.006354	0.164473	
Restrictions are linear in coefficients.			

*Corrélogramme :*

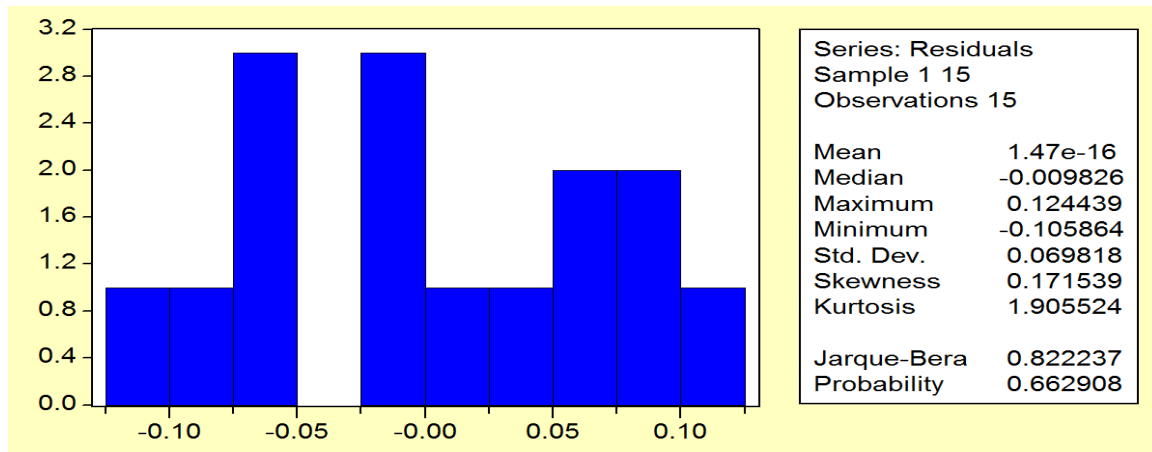
Date: 10/27/13 Time: 19:17 Sample: 1 15 Included observations: 15						
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.227	-0.227	0.9363	0.333
		2	-0.156	-0.219	1.4139	0.493
		3	-0.049	-0.157	1.4648	0.690
		4	0.066	-0.029	1.5669	0.815
		5	0.083	0.067	1.7443	0.883
		6	-0.195	-0.165	2.8208	0.831
		7	0.102	0.046	3.1543	0.870
		8	0.000	-0.018	3.1543	0.924
		9	0.000	-0.011	3.1543	0.958
		10	0.000	0.016	3.1543	0.978
		11	0.000	0.024	3.1543	0.989
		12	0.000	-0.032	3.1543	0.994



Date: 10/27/13 Time: 19:18  
 Sample: 1 15  
 Included observations: 15

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.118	0.118	0.2547	0.614
		2	0.003	-0.012	0.2548	0.880
		3	-0.172	-0.173	0.8830	0.830
		4	-0.032	0.009	0.9070	0.924
		5	0.125	0.136	1.3054	0.934
		6	-0.062	-0.130	1.4157	0.965
		7	-0.005	0.009	1.4164	0.985
		8	0.000	0.057	1.4164	0.994
		9	0.000	-0.040	1.4164	0.998
		10	0.000	-0.022	1.4164	0.999
		11	0.000	0.045	1.4164	1.000
		12	0.000	-0.019	1.4164	1.000

Normalité



Autocorrélation :

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.886288	Probability	0.439671
Obs*R-squared	2.081698	Probability	0.353155

Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID  
 Method: Least Squares  
 Date: 10/27/13 Time: 19:23  
 Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.054091	0.170962	0.316393	0.7576
LX	-0.016299	0.046293	-0.352078	0.7314
RESID(-1)	-0.253924	0.301230	-0.842959	0.4172
RESID(-2)	-0.448059	0.361043	-1.241010	0.2404

R-squared	0.138780	Mean dependent var	1.47E-16
Adjusted R-squared	-0.096098	S.D. dependent var	0.069818
S.E. of regression	0.073095	Akaike info criterion	-2.170922
Sum squared resid	0.058772	Schwarz criterion	-1.982109
Log likelihood	20.28192	F-statistic	0.590859
Durbin-Watson stat	1.951619	Prob(F-statistic)	0.633709



ARCH Test:				
F-statistic	0.026452	Probability	0.873509	
Obs*R-squared	0.030792	Probability	0.860705	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 10/27/13 Time: 19:24				
Sample (adjusted): 2 15				
Included observations: 14 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.004343	0.001875	2.316478	0.0390
RESID^2(-1)	0.047200	0.290213	0.162639	0.8735
R-squared	0.002199	Mean dependent var	0.004564	
Adjusted R-squared	-0.080951	S.D. dependent var	0.004650	
S.E. of regression	0.004835	Akaike info criterion	-7.694469	
Sum squared resid	0.000280	Schwarz criterion	-7.603175	
Log likelihood	55.86128	F-statistic	0.026452	
Durbin-Watson stat	1.959328	Prob(F-statistic)	0.873509	

White (no cross terms) :

White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	0.381901	Probability	0.690569	
Obs*R-squared	0.897619	Probability	0.638388	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 10/27/13 Time: 19:26				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.089660	0.122473	-0.732076	0.4782
LX	0.052233	0.066409	0.786534	0.4468
LX^2	-0.007142	0.008903	-0.802232	0.4380
R-squared	0.059841	Mean dependent var	0.004550	
Adjusted R-squared	-0.096852	S.D. dependent var	0.004481	
S.E. of regression	0.004693	Akaike info criterion	-7.708526	
Sum squared resid	0.000264	Schwarz criterion	-7.566916	
Log likelihood	60.81395	F-statistic	0.381901	
Durbin-Watson stat	1.834697	Prob(F-statistic)	0.690569	

(white avec cross terms) :

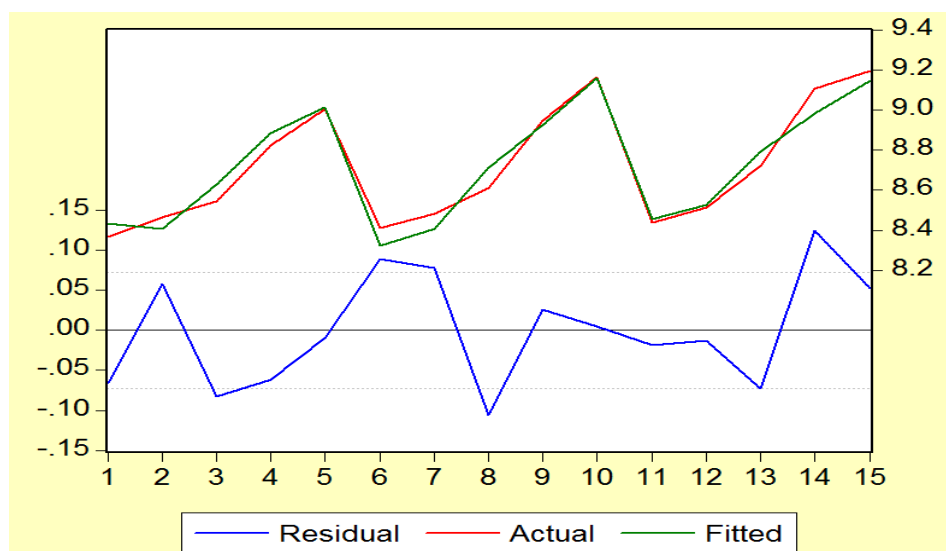
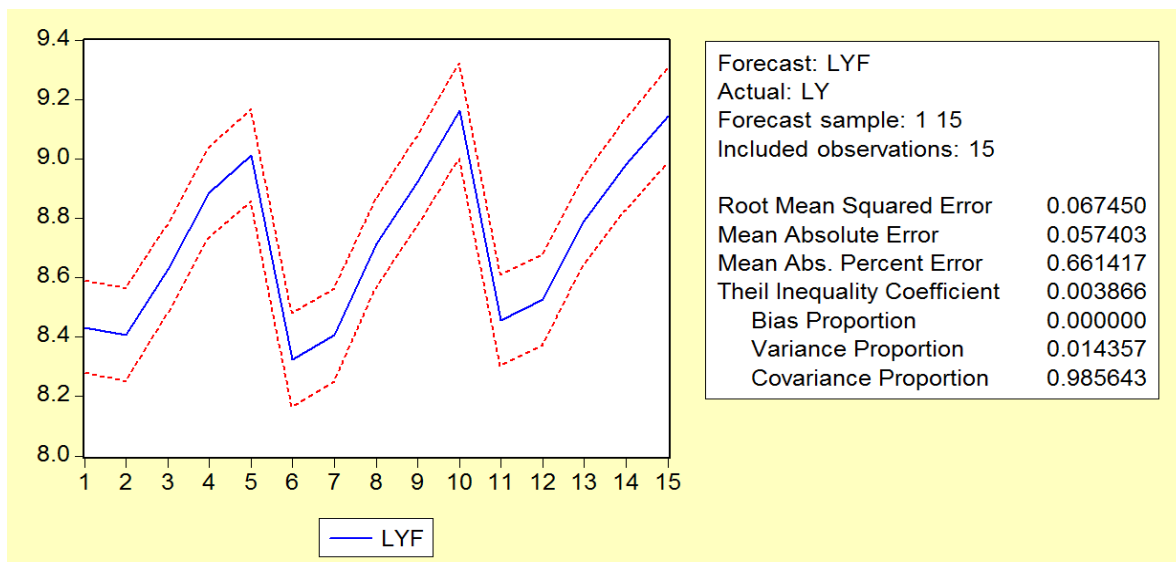
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	0.381901	Probability	0.690569	
Obs*R-squared	0.897619	Probability	0.638388	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 10/27/13 Time: 19:26				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.089660	0.122473	-0.732076	0.4782
LX	0.052233	0.066409	0.786534	0.4468
LX^2	-0.007142	0.008903	-0.802232	0.4380
R-squared	0.059841	Mean dependent var	0.004550	
Adjusted R-squared	-0.096852	S.D. dependent var	0.004481	
S.E. of regression	0.004693	Akaike info criterion	-7.708526	
Sum squared resid	0.000264	Schwarz criterion	-7.566916	
Log likelihood	60.81395	F-statistic	0.381901	
Durbin-Watson stat	1.834697	Prob(F-statistic)	0.690569	



**Bonne spécification (Ramsey-Reset) :**

Ramsey RESET Test:				
F-statistic	6.600463	Probability	0.013079	
Log likelihood ratio	11.82743	Probability	0.002702	
Test Equation:				
Dependent Variable: LY				
Method: Least Squares				
Date: 10/27/13 Time: 19:30				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1640.250	792.9030	-2.068664	0.0629
LX	-322.1676	153.8089	-2.094597	0.0602
FITTED^2	55.55050	26.79803	2.072932	0.0625
FITTED^3	-2.087365	1.019841	-2.046755	0.0653
R-squared	0.974631	Mean dependent var	8.719573	
Adjusted R-squared	0.967712	S.D. dependent var	0.295522	
S.E. of regression	0.053102	Akaike info criterion	-2.810013	
Sum squared resid	0.031018	Schwarz criterion	-2.621200	
Log likelihood	25.07510	F-statistic	140.8639	
Durbin-Watson stat	2.346071	Prob(F-statistic)	0.000000	

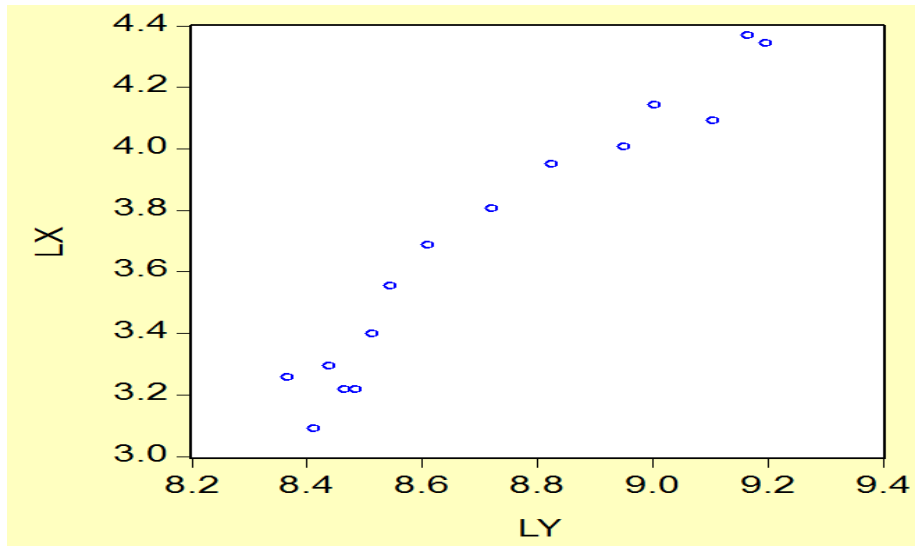
**Forecast :**



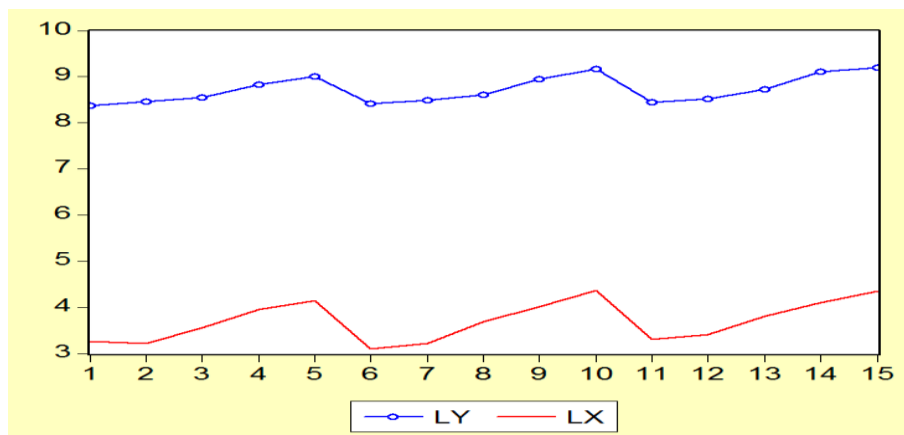
obs	Actual	Fitted	Residual	Residual Plot
1	8.36637	8.43231	-0.06594	
2	8.46379	8.40660	0.05719	
3	8.54481	8.62718	-0.08238	
4	8.82468	8.88673	-0.06205	
5	9.00270	9.01253	-0.00983	
6	8.41183	8.32279	0.08904	
7	8.48467	8.40660	0.07807	
8	8.60886	8.71472	-0.10586	
9	8.94898	8.92350	0.02548	
10	9.16513	9.16089	0.00424	
11	8.43815	8.45705	-0.01890	
12	8.51319	8.52612	-0.01294	
13	8.71932	8.79194	-0.07262	
14	9.10498	8.98054	0.12444	
15	9.19614	9.14408	0.05206	

**Graphiques :**

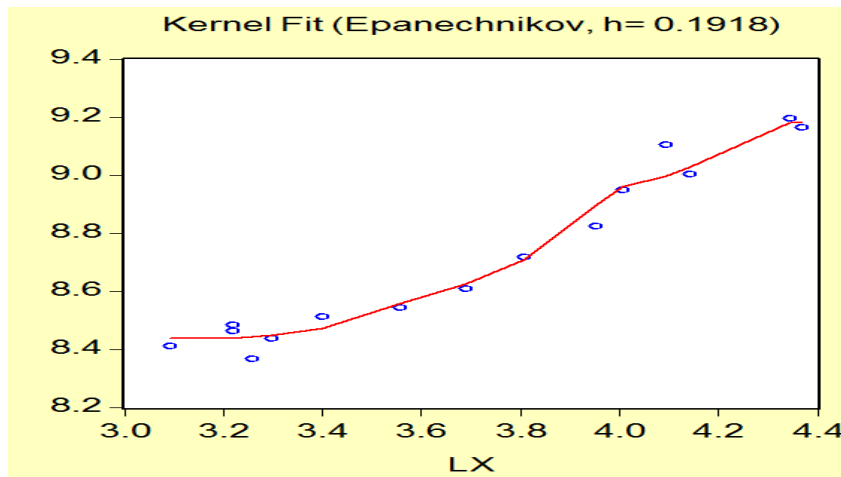
Scat LY LX



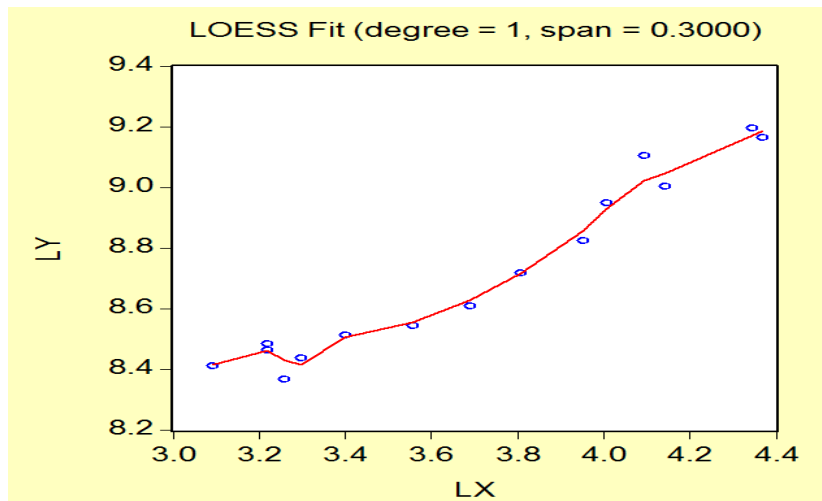
Sélectionner LY et LX/clic droit/open/view/Graph/Line :



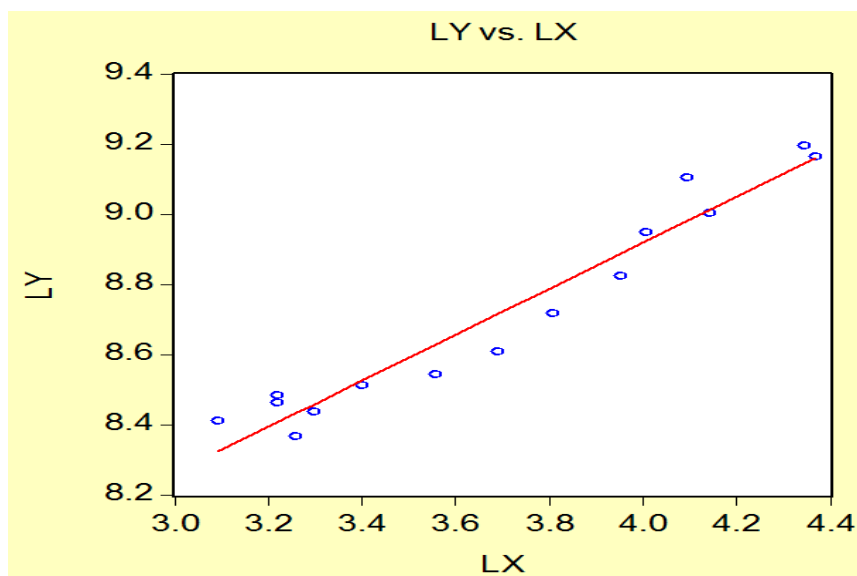
Sélectionner LY et LX/clic droit/open/view/Graph/Scatter/Scatter with Kernel Fit... :



Sélectionner LY et LX/clic droit/open/view/Graph/Scatter/Scatter with Nearest Neighbor Fit... :



Sélectionner LY et LX/clic droit/open/view/Graph/Scatter/Scatter with Regression :



Dans l'output, aller dans **Forecast** pour sauver la variable dépendante prévue.

Et tester :

$H_0: \beta_2 = 0$  ( $|t_c| < |t_t|, prob > 5\%$ ) : rejeter le modèle 5.2

$H_1: \beta_2 \neq 0$  ( $|t_c| > |t_t|, prob < 5\%$ ) : retenir le modèle 5.2

\*\*\*

## Références bibliographiques

**Antoine Terracol (2008)**, « *Stata par la pratique : statistiques, graphiques et éléments de programmation par Eric Cahuzac et Christophe Bontemps* », the Stata Journal 8, Number 4, pp. 574-578.

**Baltagi Badi H. (2005)**, « *Econometric Analysis of Panel Data* », 3<sup>e</sup> édition, JW edition, Angleterre, 316 p.

**Benchimol Jonathan**, « *Formation EViews 7 : Introduction* », 95 p.

**Bocquier Philippe (1996)**, « *L'analyse des enquêtes biographiques à l'aide du logiciel STATA* », Documents et Manuels du CEPED n°4, Paris, 224 p.

**Bontemps Christophe (2002)**, « *Stata par la pratique – Partie II : les graphiques de Stata* », 20 p.

**Bourbonnais R. (2015)**, « *Econométrie : cours et exercices corrigés* », 9<sup>e</sup> édition, éd. DUNOD, Paris, 392 p.

\_\_\_\_\_ (2009), « *Logiciel Eviews* », Université de Paris-Dauphine, 31 p.

**Bourbonnais, R. et Terraza, M. (2016)**, « *Analyse des séries temporelles – Applications à l'économie et à la gestion : Cours et exercices corrigés* », éd. Dunod, 4<sup>e</sup> édition, Paris, 354 p.

**Bozio Antoine (2005)**, « *Introduction au logiciel STATA* », Paris, 18 p.

**Cadoret I. et al. (2009)**, « *Econométrie appliquée : Méthodes – Applications – Corrigés* », éd. de boeck, 2<sup>e</sup> édition, Bruxelles, 462 p.

**Cadot Olivier (2012)**, « *Stata pour les nuls* », 65 p.

**Casin Philippe (2009)**, « *Econométrie : Méthodes et applications avec EViews* », éd. Technip, Paris, 224 p.

**Charpentier Arthur**, « *Cours de séries temporelles : Théories et applications – Volume 2* », 141 p.





**Christopher Baum F. (2001)**, « *Stata: the language of choice for time series analysis* », in *The Stata Journal* 1, number 1, pp. 1-16.

**Couderc Nicolas**, « *Econométrie appliquée avec Stata* », Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 22 p.

**Deniu C., Fiori G. et Mathis A. (2015)**, « *Sélection du nombre de retards dans un modèle VAR: Conséquences éventuelles du choix des critères* », in *Economie et prévision*, n° 106, 1992-5. Développements récents de la macro-économie, pp. 61-69. (lien : [http://www.persee.fr/doc/ecop\\_0249-4744\\_1992\\_num\\_106\\_5\\_5315](http://www.persee.fr/doc/ecop_0249-4744_1992_num_106_5_5315)).

**Desjardins Julie (2005)**, « *L'analyse de régression logistique* », Tutorial in *Quantitative Methods for Psychology*, vol. 1(1), pp. 35-41.

**Doucoure Fodiye B. (2008)**, « *Méthodes économétriques: cours et travaux pratiques* », éd. ARIMA, 5<sup>e</sup> édition, Dakar, 511 p.

**Goaied M. et Sassi S. (2012)**, « *Econométrie de données de Panel sous Stata* », 1<sup>ère</sup> édition, I.H.E.C/LEFA, 45 p.

**Gosse, J-B. et Guillaumin, C. (2011)**, « *Christopher A. Sims et la représentation VAR* », 15 p.

**Hurlin Christophe**, « *Econométrie des variables qualitatives: Modèles à variable dépendante limitée (Modèles Tobit simples et Tobit Généralisés)* », 52 p.

\_\_\_\_\_ (2003), « *Econométrie des variables qualitatives: Modèles Dichotomiques Univariés (Modèles Probit, Logit et Semi-Paramétriques)* », 57 p.

\_\_\_\_\_ (2003), « *Econométrie des variables qualitatives: Modèles Multinomiaux (Modèles Logit Multinomiaux Ordonnés et non Ordonnés)* », 32 p.

\_\_\_\_\_, « *L'Econométrie des Données de Panel: Modèles Linéaires Simples* », 68 p.

\_\_\_\_\_ (2007), « *Modèles ARCH-GARCH: Application à la VaR* », Université d'Orléans, 78 p.

**Hurlin, C. et Mignon, V. (2006)**, « *Une synthèse des Tests de Cointégration sur Données de Panel* », 33 p.

**I Gusti Ngurah A. (2009)**, « *Time Series Data Analysis Using Eviews* », édition John Wiley and Sons, 635 p.



**Kenneth Simons L. (2013)**, « *Useful Stata Commands (for Stata version 12)* », 47 p.

**Kintambu Mafuku E.G. (2004)**, « *Principes d'Econométrie* », Presses de l'Université Kongo, 4<sup>e</sup> édition, 285 p.

**Kpodar Kangni (2007)**, « *Manuel d'initiation à Stata (version 8)* », CERDI, Clermont-Ferrand, 97 p.

**Lubrano Michel (2008)**, « *Modélisation Multivariée et Cointégration* », 32 p.

\_\_\_\_\_ (2008), « *Tests de Racine Unitaire* », 46 p.

**Luyinduladio Menga E. (2009)**, « *Manuel d'initiation à EViews* », inédit, Septembre, 79 p.

**Michée Sendula**, « *Guide d'utilisation Stata 9* », inédit, 44p.

**Mignon Valérie (2008)**, « *Econométrie : Théorie et Applications* », éd. ECONOMICA, 236 p.

**Nicholas L., Hébert B-P et Laplante B. (2007)**, « *introduction à Stata* », 46 p.

**Ouellet Estelle (2005)**, « *Guide d'économétrie appliquée pour Stata pour ECN 3950 et FAS 3900* », Université de Montréal.

**Park Hun Myoung (2008)**, « *Univariate Analysis and Normality Test Using SAS, Stata, and SPSS* », Working Paper, The University Information Technology Services (UITS) Center for Statistical and Mathematical Computing, Indiana University, 41 p.

**Pellier K. (2007)**, « *Travaux Dirigés d'Econométrie – M1 : Guide d'utilisation d'EViews* », 14 p.

**Pétry F. et Gélinau F.**, « *Guide pratique d'introduction à la régression en sciences sociales – Deuxième édition revue et augmentée* », 42 p.

**Quantitative Micro Software/QMS (2004)**, « *EViews 7 Command and Programming Reference* », USA, Avril, 580 p.

**Quantitative Micro Software/QMS (2004)**, « *EViews 7 Object Reference* », USA, Novembre, 764 p.

**Rabe-Hesketh S. et Everitt B.S. (2004)**, « *A Handbook of Statistical Analyses using Stata* », 3<sup>e</sup> édition, éd. CHAPMAN and HALL/CRC, Londres, 304 p.



**Ricardo Perez-Truglia (2009)**, « *Applied Econometrics using Stata* », Harvard University, 170 p.

**Robert Alan Y. (2007)**, « *Robust Regression Modeling with STATA – lecture notes* », 93 p.

\_\_\_\_\_ (2007), « *Stata 10 (Time Series and Forecasting)* », in *Journal of Statistical Software*, volume 23, Software Review 1, december, 18 p.

**Robert de Jong (2003)**, « *Eviews mini manual* », 6 p.

**Robert Dixon**, « *Simulation of the Klein–Goldberger Model using Eviews* », 6 p.

**Rous Philippe**, « *Modèles Estimés sur Données de Panel* », cours d’Econométrie des données de panel – Master « Economie et Finance », Université de Limoges, 76 p.

**Tombola Muke C. (2012)**, « *Séminaire d’Economie Mathématique I-avec initiation aux logiciels EViews, STATA et MATLAB/modules 1 & 2* », Laréq, Décembre, 37 p. ([www.lareq.com](http://www.lareq.com)).

**Tsasa Vangu K. JP. (2012)**, « *Introduction à la programmation à l’aide du logiciel EViews – avec 11 programmes exécutables sur EViews : illustrations + commentaires* », Laréq, Décembre, 19 p. ([www.lareq.com](http://www.lareq.com)).

**Vescovo Aude**, « *Cours sur le logiciel Stata* », IRD-AFRISTAT, 40 p.

-----

