



Munich Personal RePEc Archive

# **Analysis of Global Economic Growth and the DRC: Application of the Solow Model with Human Capita**

God's will Makuikila Mazonzika

July 2017

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/81574/>

MPRA Paper No. 81574, posted 14 August 2018 23:09 UTC

## Résumé

Ce travail a analysé les effets du capital humain sur la croissance du monde en utilisant les données en coupe instantanée de 1995 et en RDC avec les séries chronologiques de la période allant de 1970 à 1994 et aussi analyser les écarts de revenu entre les différents pays du monde et la RDC . L'analyse a été faite à travers le modèle de Solow avec capital humain développé par Mankiw, Romer et Weil (1992) et les résultats montrent que le stock de capital humain affecte positivement et significativement la croissance mondiale mais quant à la RDC cela affecte négativement la croissance mais pas d'une manière significative. Et il existe des écarts considérables de revenu entre la RDC et les pays développés mais ces écarts ne sont pas significatifs avec les pays en développement.

Mots clés : Capital humain, croissance, modèle de Solow avec capital humain, écarts de revenu, séries chronologique, coupes instantanées.

Classification JEL : J24, O40, 041, C31, C32.

## Abstract

This work analyzed the effects of human capital on world growth using snapshot data from 1995 and the DRC with the time series from 1970 to 1994 and also analyzes the income gaps between the different countries of the world And the DRC. The analysis was made using the Solow model with human capital developed by Mankiw, Romer and Weil (1992) and the results show that the stock of human capital affects positively and significantly the global growth but as for the DRC it affects negatively Growth but not in a significant way. And there are considerable income gaps between the DRC and the developed countries, but these gaps are not significant with developing countries.

Keywords: Human capital, growth, Solow model with human capital, income gaps, time series, instantaneous cuts.

JEL classification: J24, O40, 041, C31, C32.

## INTRODUCTION

La théorie de la croissance économique cherche à expliquer le comportement dynamique à long terme d'une économie. Dans le cadre de cette étude, il sera question d'analyser la croissance économique dans le monde avec un échantillon de 60 pays en cross section et pour le cas de la RDC avec les séries temporelles de 1970 à 1994.

Nous allons tester empiriquement le modèle de Solow avec capital humain formalisé par Mankiw, D. Romer et Weil (1992) pour analyser les effets du capital physique et humain sur la production (PIB) du monde et celle de la RDC. Nous essayerons de répondre à deux questions suivantes :

-l'intégration du capital humain dans la fonction de production permet d'améliorer la croissance dans le monde et en RDC ?

- Est-il un écart de revenu entre les pays du monde et la RDC ?

## I. REVUES DE LA LITTÉRATURE<sup>1</sup>

Le modèle de Solow établit qu'il existe une croissance de long terme stable, dont le rythme ne dépend que des évolutions de la population et de la technologie et non des comportements économiques. L'analyse de Solow a permis de rendre compte de la régularité des rythmes de la croissance économique durant les trente glorieuses mais depuis le milieu des années 1970, le ralentissement important et durable mais aussi variable selon les pays de la productivité ne trouve pas d'explication dans le modèle de Solow. Ce ralentissement durable des gains de productivité laisse bien supposer que le progrès technique dépend bien de valeurs économiques.

Depuis une vingtaine d'années, on assiste à un renouveau de la pensée économique concernant les théories de la croissance. En effet, le renouveau que connaissent ces théories repose sur une nouvelle façon de considérer l'origine et le rôle du progrès technique dans le processus de croissance. Le progrès technique n'est plus une variable exogène, inexplicée, mais une variable économique qui renvoie à des comportements et à des grandeurs macroéconomiques. Comprendre les mécanismes de la croissance économique, pour pouvoir les influencer, apparaît comme l'une des tâches primordiales des économistes, puisque la croissance est perçue comme étant nécessaire pour pouvoir s'acheminer vers le plein emploi. Parce qu'elles réhabilitent le rôle de l'Etat dans l'économie, et redonnent des objectifs pour atteindre une croissance saine, les théories de la croissance endogène sont un enjeu majeur des développements récents de la théorie économique.

La conception du progrès technique inhérente au modèle de Solow est relativement pauvre en ce que la nature du progrès technique n'est pas spécifiée, son rythme est déterminé hors du système économique. En effet, chez Solow, la croissance s'arrête en l'absence de progrès technique et d'augmentation de la population active, du fait de l'hypothèse de décroissance de la productivité marginale du capital, l'hypothèse centrale de la théorie de la croissance endogène est au contraire que la productivité marginale du capital ne décroît pas lorsque le stock de capital augmente. Pour les tenants de la croissance endogène, le progrès technique est le fruit des investissements effectués par des agents. En ce sens, le progrès technique et partant la croissance n'a rien de naturel, son rythme dépend du comportement des agents économiques.

Un des aspects essentiels des théories de la croissance endogène est l'hypothèse de rendement constant du capital. La première démarche théorique fut d'abandonner définitivement l'hypothèse des rendements décroissants du capital. Ce dernier est dès lors perçu comme un ensemble exhaustif de facteurs de production susceptibles d'être accumulés : capital humain, stock de connaissances. Le renouvellement de l'analyse repose sur la façon de considérer l'origine et le rôle du progrès technique, qui n'est plus inexplicé, mais bien une variable économique qui renvoie à des comportements précis. En outre, les facteurs de la croissance endogène présentent une caractéristique commune : ils

---

<sup>1</sup> Nshue Alexandre, *Cours de Modèles de croissance*, L2 UPC, Inédit, 2012.

engendrent des externalités positives. Ces dernières constituent un des fondements de la justification de l'intervention de l'Etat dans l'économie.

## II. Présentation du modèle

Mankiw, D. Romer et Weil (1992) ont formalisé le modèle de Solow en introduisant le capital humain dans la fonction de production de Cobb-Douglas  $Y=F(K,H,AL)$  à rendements d'échelle constants où H représente le stock de capital humain, L désigne le nombre de travailleurs et K représente le stock de capital. Le progrès technique est neutre au sens d'Harrod. De manière spécifique, la fonction de production s'écrit :

$$Y = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta} \quad \text{avec } \alpha > 0, \beta > 0; \alpha + \beta < 1 \quad (1)$$

On suppose que les individus consacrent une fraction de leurs revenus  $s_k$  à l'acquisition des biens d'équipement et une fraction  $s_h$  à l'accumulation du capital humain. Il vient alors que :

$$\dot{K} = s_k Y - \delta K \quad (2)$$

$$\dot{H} = s_h Y - \delta H \quad (3)$$

Supposons que les taux de dépréciation du capital et du travail  $\delta$  sont nuls, on aura :

$$\dot{K} = s_k Y \quad (4)$$

$$\dot{H} = s_h Y \quad (5)$$

Etant donné que l'objectif du modèle n'est pas principalement celui d'expliquer la croissance mondiale mais plutôt d'expliquer les disparités internationales de niveau de vie, on supposera que le progrès technique croît à un taux exogène constant,  $g$  :

$$\frac{\dot{A}}{A} = g \quad (6)$$

La fonction de production (1) étant homogène de degré 1, on peut écrire

$$y = k^\alpha h^\beta \quad (7)$$

Où  $k = \frac{K}{AL}$ ,  $h = \frac{H}{AL}$  et  $y = \frac{Y}{AL}$

Compte tenu des définitions de k et h, on arrive à montrer que leurs évolutions dans le temps sont respectivement données par :

$$\dot{k} = s_k k^\alpha h^\beta - (n + g)k^* \quad (8)$$

$$\dot{h} = s_h k^\alpha h^\beta - (n + g)h^* \quad (9)$$

A l'état stationnaire  $\dot{k} = 0$ , l'équation (8) et (9) peuvent s'écrire:

$$s_k k^\alpha h^\beta = (n + g)k^* \quad (10)$$

$$s_h k^\alpha h^\beta = (n + g)h^* \quad (11)$$

On peut réécrire (10) et (11) sous forme logarithmique :

$$\ln S_k + \alpha \ln k^* + \beta \ln h^* = \ln(n + g) + \ln k^* \quad (12)$$

$$\ln S_h + \alpha \ln k^* + \beta \ln h^* = \ln(n + g) + \ln h^* \quad (13)$$

En résolvant ce système d'équations, on obtient:

$$\ln k^* = \frac{1 - \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln S_k + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln S_h - \frac{1}{1 - \alpha - \beta} \ln(n + g) \quad (14)$$

$$\ln h^* = \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln S_k + \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln S_h - \frac{1}{1 - \alpha - \beta} \ln(n + g) \quad (15)$$

Sous sa version log-linéaire, la relation (7) s'écrit :

$$\ln y^* = \alpha \ln k^* + \beta \ln h^* \quad (16)$$

En renvoyant (14) et (15) dans (16), on arrive à une expression de la forme :

$$\ln y^* = \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln S_k + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln S_h - \frac{\alpha - \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(n + g) \quad (17)$$

$\frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta}$  : représente l'élasticité à long terme de la production par apport à l'épargne investie pour l'acquisition du capital physique.

$\frac{\beta}{1 - \alpha - \beta}$  : représente l'élasticité à long terme de la production par apport à la part du revenu consacré à l'acquisition du capital humain.

## II.1. Estimation du modèle pour l'économie mondiale

### a. Présentation de données

Pour estimer le modèle, quatre variables (4) ont été utilisées :

- PIB réel par personne en âge de travailler pour 1995 (y) ;
- Stock de capital physique (Sk) mesuré par la part moyenne de l'investissement réel privé et public dans le PIB réel en faisant le rapport entre l'épargne intérieure brute et le PIB ;
- Stock de capital humain (Sh) mesuré par l'approche de Mankiw et al. (1992) en faisant le rapport entre la population scolarisée et la population totale ;
- Taux de croissance démographique (n) ;
- Taux de croissance du progrès technique (g) qui est constant pour tous les pays et est fixé à 1,25%<sup>2</sup> ;
- La somme de n et g (ng3).

<sup>2</sup> Nous avons choisi ce taux compte-tenu de l'évolution des économies mondiales en se basant à KOUSNETZOFF (2001).

## b. Statistique descriptive

Vu le nombre important de données, il est impérieux de déterminer la statistique descriptive des variables.

Tableau 1. Statistique descriptive

	Y	SK	SH	NG3
Mean	9304.800	0.207333	0.070677	2.816667
Median	5773.000	0.205000	0.078686	2.900000
Maximum	26977.00	0.480000	0.150535	4.750000
Minimum	31.00000	0.010000	0.013408	0.250000
Std. Dev.	8160.426	0.098392	0.030297	1.079810
Skewness	0.673859	0.491608	-0.102924	-0.071142
Kurtosis	1.918860	3.227021	2.556177	2.039424
Jarque-Bera	7.463025	2.545634	0.598380	2.357375
Probability	0.023957	0.280042	0.741419	0.307682
Sum	558288.0	12.44000	4.240631	169.0000
Sum Sq. Dev.	3.93E+09	0.571173	0.054155	68.79333
Observations	60	60	60	60

Source : Fait par l'auteur lui-même à l'aide du logiciel Eviews 7

Il ressort que le stock de capital physique, humain et la somme du taux de croissance démographique et du progrès technique sont normalement distribués.

## c. Présentation et estimation du modèle pour l'économie mondiale

Le modèle pour l'économie mondiale se présente comme suit :

$$\ln y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln S_{k_i} + \beta_2 \ln S_{h_i} + \beta_3 (n + g)_i + \varepsilon_i \quad (18)$$

Le résultat de l'estimation nous donne :

Tableau 2. Modèle pour l'économie mondiale

Variable	Coefficient	Ecart-type	t-Statistic	Prob.
C	12.77949	0.613340	20.83590	0.0000
LSK	0.514646	0.204478	2.516882	0.0147
LSH	0.804027	0.253075	3.177026	0.0024
LNG3	-1.143733	0.279830	-4.087248	0.0001
R <sup>2</sup> =0,50 LM-test=0.008654 ARCH=0.036929 Ramsey=0.470413				

Source: fait par l'auteur lui-même.

Le test de diagnostic montre que le modèle est valide car le test LM accuse une absence d'autocorrélation, le test ARCH accuse une présence homoscédasticité et les tests de Ramsey, Cusum simple et Cusum carré stipulent que le modèle est stable après un changement structurel (Annexe 1.2)

#### d. Interprétation des résultats

Les paramètres associés à LnSk et LnSh sont un mélange des différents paramètres d'où la nécessité de les déterminer.

$$\beta_1 = \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \quad (19)$$

$$\beta_2 = \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \quad (20)$$

En remplaçant chaque paramètre par sa valeur :

$$0.514646 = \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta}$$

$$0.804027 = \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta}$$

En résolvant ce système par la méthode de substitution,

$$\hat{\alpha} = 0,221957 \approx 0,222$$

$$\hat{\beta} = 0,346762 \approx 0,347$$

Ainsi nous pouvons réécrire la fonction de production du type Cobb-Douglas pour l'économie mondiale :

$$Y = K^{0,222} H^{0,347} (AL)^{0,431} \quad (21)$$

Il ressort qu'à court terme, si le stock du capital physique augmente de 10 %, la production mondiale va augmenter de 2,22 % tandis que si le stock en capital humain augmente de 10 %, la production mondiale va augmenter de 3,47 %.

A long terme, si le stock du capital physique et humain croît de 10 %, la production va augmenter respectivement de 5,15 % et 8,04%.

#### e. Détermination des écarts de revenu

Les changements modérés dans la quantité des ressources consacrées à l'accumulation du capital physique et humain peuvent expliquer les fortes disparités de revenu entre différents pays. Ainsi le tableau partiel suivant nous montre l'écart de revenu de différents pays du par rapport à la RDC (Annexe 2.2.2).

Tableau 3. Ecart de revenu entre la RDC et les Pays du monde en 1995

Pays	PIB (en milliards \$)	Ecart du revenu
Angola	1389	34.6
Congo	2554	22.7
Egypte	3829	9.04
Russie	4531	887.74
Pays bas	19876	250.41
Togo	1167	1.13
Angleterre	19302	180.26
Irlande	17390	390.28
Zambie	986	0.18
Japon	21930	348.88

Source : fait par l'auteur lui-même.

Il est clair que les résultats obtenus avec un modèle intégrant le capital humain expliquent mieux les réalités concernant les différences du revenu de pays du monde et de celui de la RDC. Nous observons de fortes variations entre les pays développés et la RDC comme l'Angleterre, le Pays-Bas, l'Irlande alors que pour les pays africains la disparité n'est pas trop grande comme le cas pour la Zambien le Togo et l'Egypte.

## II.2. Estimation pour le cas de l'économie congolaise

### a. Présentation de données

Pour estimer le modèle, quatre variables (4) ont été utilisé :

- PIB réel par personne en âge de travailler de 1970 à 1994 (PIB) ;
- Stock de capital physique mesuré par la part moyenne de l'investissement réel privé et public dans le PIB réel ( $S_k$ ) en faisant le rapport entre la somme des investissements réel privée et public et le PIB ;
- Stock de capital humain ( $S_h$ ) mesuré par l'approche de Schultz (1981) et Lucas (1998) en faisant le rapport entre la population scolarisée et la population totale ;
- Taux de croissance démographique( $n$ ) ;
- Taux de croissance du progrès technique ( $g$ ) qui est constant pour la RDC et est fixé à 1%<sup>3</sup> ;
- La somme de  $n$  et  $g$  ( $nt$ ).

### b. Statistique descriptive

<sup>3</sup> Nous avons choisi ce taux compte-tenu de l'évolution des économies africaines en se basant au travail de KOUSNETZOFF (2001).



Tableau 4. Statistique descriptive pour les données de l'économie congolaise.

	PIB	SKI	SH	NT
Mean	766.0870	0.017172	0.063569	3.851492
Median	755.0000	0.013662	0.066688	4.102349
Maximum	866.0000	0.056699	0.110159	7.217617
Minimum	566.0000	1.82E-06	0.033123	1.258287
Std. Dev.	70.05447	0.017132	0.021729	1.403734
Skewness	-0.823206	1.137226	0.331070	0.326672
Kurtosis	4.171843	3.126919	2.026161	3.893236
Jarque-Bera	3.913725	4.973020	1.329009	1.173700
Probability	0.141301	0.083200	0.514528	0.556076
Sum	17620.00	0.394959	1.462096	88.58431
Sum Sq. Dev.	107967.8	0.006457	0.010388	43.35032
Observations	23	23	23	23

Source : fait par l'auteur lui-même.

Il ressort que le PIB par tête, le stock de capital physique, le stock de capital humain et la somme du taux de croissance démographique et de progrès technique sont normalement distribués.

### c. Test de stationnarité

Le test ADF nous donne les résultats suivant :

Tableau 5. Test de racine unitaire pour les données de l'économie congolaise

Variabes	ADF	VCM 5 %	P-value	Décision
LPIB	-0.885	1.953	0.3223	ND DS
LSK	2.469	1.954	0.9952	ND DS
LSH	0.217	1.955	0.8305	ND DS
LNG	-0.137	1.956	0.6255	ND DS

Source : fait par l'auteur lui-même.

Tous les variables sont stationnaires du type DS

Après actionnarisation :

Tableau 6. Test de racine unitaire sur les variables en différence première

Variabes	ADF	VCM 5 %	P-value	Décision	I(1)
LPIB	2.45	1.956	0.0167	ND DS	I(1)
LSK	3.404	1.956	0.0016	ND DS	I(1)
LSH	6.528	1.957	0.0000	ND DS	I(1)
LNG	5.564	1.957	0.0000	ND DS	I(1)

Source : fait par l'auteur lui-même.

Il ressort que les variables sont stationnaires après première différences.

NB : Pour l'estimation on va utiliser les variables à niveau mais en logarithme en vue de retrouver facilement la fonction de production initiale.

#### d. Estimation du modèle pour le cas de la RDC

Pour l'économie congolaise le modèle se présente comme suit

$$\text{Ln}y_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Ln}S_{k_t} + \beta_2 \text{Ln}S_{h_t} + \beta_3(n + g)_t + \varepsilon_t \quad (22)$$

Avec  $\text{Ln}S_{k_t}$ ,  $\text{Ln}S_{h_t}$ ,  $(n + g)_t$  et  $\varepsilon_t$  respectivement le logarithme népérien du stock de capital physique, du de capital humaine, de la somme taux de croissance démographique et du progrès technique et le terme d'erreur.

Le tableau suivant nous l'estimation du modèle pour la RDC :

Tableau 7. Modèle pour l'économie congolaise

Variable	Coefficient	Ecart-type	t-Statistic	Prob.
C	6.640978	0.099606	66.67231	0.0000
LSK	0.043013	0.005789	7.429945	0.0000
LSH	-0.066999	0.031876	-2.101861	0.0508
LNG	0.029058	0.024160	1.202726	0.2456
AR(1)	0.591595	0.178235	3.319175	0.0041
R <sup>2</sup> =0.87 DW=1.98 LM=1.37E-05[0.99] ARCH=0.47 [0.50]				
Chow test=1.72 [0.20] JB=1.34 [0.51]				

Source : fait par l'auteur lui-même sur Eviews 7

Les valeurs entre crochet représentent les probabilités critiques.

Nous avons rajouté le terme autorégressif d'ordre 1 [AR(1)] pour corriger le problème d'autocorrélation conformément à la méthode de Cochran-Orcutt.

Le diagnostic du modèle démontre qu'il y a absence d'autocorrélation, il y a homoscedasticité, les résidus sont normalement distribués et que le modèle est stable quand il y a un changement structurel.

#### e. Interprétation des résultats

Les paramètres associés à  $\text{Ln}S_k$  et  $\text{Ln}S_h$  sont un mélange des différents paramètres d'où la nécessité de les déterminer.

$$\beta_1 = \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta}$$

$$\beta_2 = \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta}$$

En remplaçant chaque paramètre par sa valeur :

$$0.043013 = \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta}$$

$$-0.066999 = \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta}$$

En résolvant ce système par la méthode de substitution,

$$\hat{\alpha} = 0.04407 \approx 0.04$$

$$\hat{\beta} = -0.0686 \approx -0.07$$

Ainsi nous pouvons réécrire la fonction de production du type Cobb-Douglas pour l'économie congolaise :

$$Y = K^{0.04}H^{-0.07}(AL)^{1.03} \quad (24)$$

Il ressort qu'à court terme, si le stock du capital physique augmente de 10 %, la production congolaise va augmenter de 0,4 % tandis que si le stock en capital humain augmente de 10 %, la production congolaise va baisser de 0,7 %.

Nous remarquons bien que le stock du capital humain en RDC affecte négativement et de manière non significative (au seuil de 5%).

## **Conclusion**

Nous voici au terme de notre travail qui a consisté à analyser la croissance économique dans le monde et en RDC en utilisant un modèle de capital humain et aussi déterminer les écarts de revenu entre les différents pays du monde et la RDC.

Le résultat de l'étude nous montre que le capital humain contribue significativement et positivement à la croissance mondiale à long terme et à court terme.

Par contre le capital humain s'est avéré négative et non significatif dans l'explication de la croissance économique en RDC suite à sa faiblesse et sa mauvaise qualité. Et il existe de grand écart de revenu entre la RDC et les pays développés contrairement avec les africains en voie de développement.

## **Bibliographie**

Mankiw, G., D. Romer, D. Weil ``A Contribution to the Empirics of Economic Growth'', Quarterly Journal of Economics, 1992, 107, 407-438.

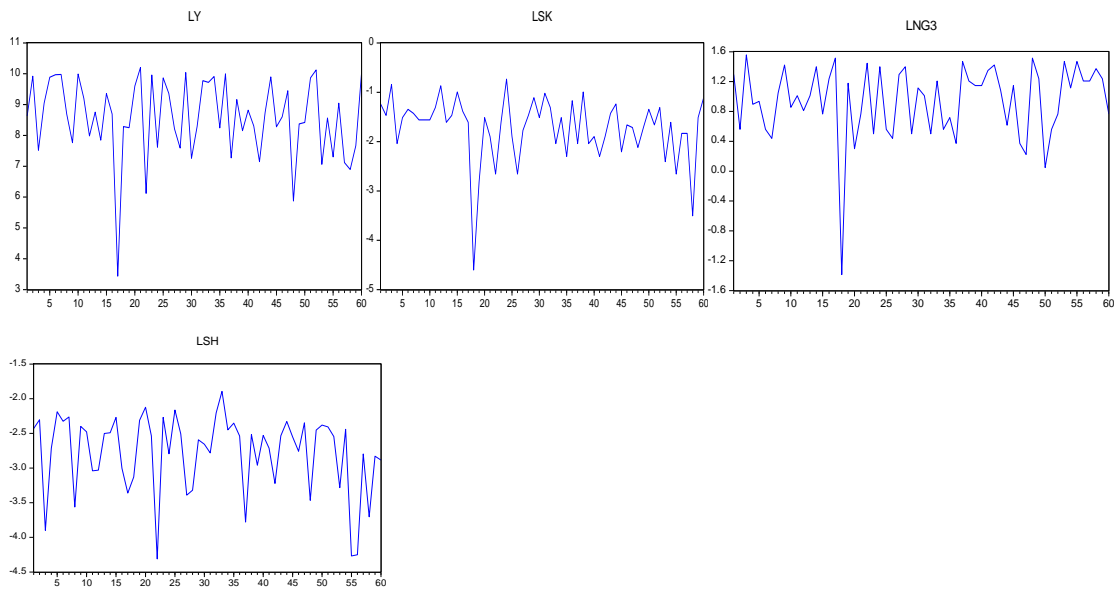
Mulumba OMONGA, Analyse de la croissance économique : une application du modèle de capital humain, Mémoire de fin d'études, UPC, 1999.

Nina KOUSNETZOFF, Croissance économique mondiale : un scénario de référence à l'horizon 2030, CEPII, Document de travail n°2001-21, 2001.

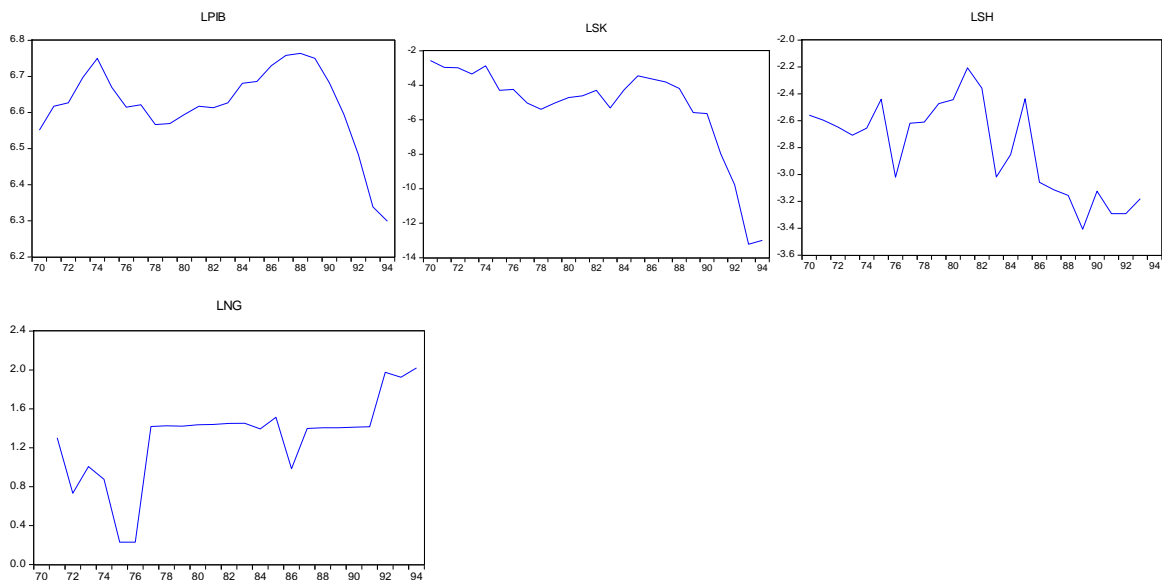
Nshue Alexandre, Cours de modèles de croissance, L2 UPC, Inédit, 2012.

# ANNEXES

## Plot de données utilisées pour l'économie mondiale



## Plot de données utilisées pour l'économie congolaise



## Annexe 1. Estimation du modèle de Solow avec capital humain pour l'économie mondiale

Dependent Variable: LY  
 Method: Least Squares  
 Date: 07/16/17 Time: 15:40  
 Sample: 1 60  
 Included observations: 60

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	12.77949	0.613340	20.83590	0.0000
LSK	0.514646	0.204478	2.516882	0.0147

LSH	0.804027	0.253075	3.177026	0.0024
LNG3	-1.143733	0.279830	-4.087248	0.0001
R-squared	0.527105	Mean dependent var	8.585864	
Adjusted R-squared	0.501772	S.D. dependent var	1.282765	
S.E. of regression	0.905444	Akaike info criterion	2.703557	
Sum squared resid	45.91038	Schwarz criterion	2.843180	
Log likelihood	-77.10671	Hannan-Quinn criter.	2.758171	
F-statistic	20.80652	Durbin-Watson stat	1.957735	
Prob(F-statistic)	0.000000			

## Annexe 1.2. Test de diagnostic

### Test d'autocorrélation

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.008654	Prob. F(1,55)	0.9262
Obs*R-squared	0.009439	Prob. Chi-Square(1)	0.9226

Test Equation:

Dependent Variable: RESID

Method: Least Squares

Date: 07/16/17 Time: 15:42

Sample: 1 60

Included observations: 60

Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.006732	0.623059	0.010804	0.9914
LSK	-0.006671	0.218421	-0.030543	0.9757
LSH	0.002409	0.256655	0.009385	0.9925
LNG3	-0.012009	0.310454	-0.038683	0.9693
RESID(-1)	0.015882	0.170725	0.093025	0.9262
R-squared	0.000157	Mean dependent var	1.53E-15	
Adjusted R-squared	-0.072559	S.D. dependent var	0.882124	
S.E. of regression	0.913566	Akaike info criterion	2.736733	
Sum squared resid	45.90316	Schwarz criterion	2.911262	
Log likelihood	-77.10199	Hannan-Quinn criter.	2.805001	
F-statistic	0.002163	Durbin-Watson stat	1.979881	
Prob(F-statistic)	0.999990			

### Test d'hétéscédasticité



Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.036929	Prob. F(1,57)	0.8483
Obs*R-squared	0.038200	Prob. Chi-Square(1)	0.8450

Test Equation:

Dependent Variable: RESID<sup>2</sup>

Method: Least Squares

Date: 07/16/17 Time: 15:45

Sample (adjusted): 2 60

Included observations: 59 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.758710	0.309158	2.454121	0.0172
RESID <sup>2</sup> (-1)	0.025422	0.132291	0.192169	0.8483
R-squared	0.000647	Mean dependent var	0.778051	
Adjusted R-squared	-0.016885	S.D. dependent var	2.226616	
S.E. of regression	2.245335	Akaike info criterion	4.488897	
Sum squared resid	287.3672	Schwarz criterion	4.559322	
Log likelihood	-130.4225	Hannan-Quinn criter.	4.516388	
F-statistic	0.036929	Durbin-Watson stat	1.998437	
Prob(F-statistic)	0.848293			

**Test de stabilité**

Ramsey RESET Test

Equation: UNTITLED

Specification: LY C LSK LSH LNG3

Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	df	Probability
t-statistic	0.470413	55	0.6399
F-statistic	0.221288	(1, 55)	0.6399
Likelihood ratio	0.240921	1	0.6235

F-test summary:

	Sum of Sq.	df	Mean Squares
Test SSR	0.183976	1	0.183976
Restricted SSR	45.91038	56	0.819828
Unrestricted SSR	45.72641	55	0.831389
Unrestricted SSR	45.72641	55	0.831389

LR test summary:

	Value	df
Restricted LogL	-77.10671	56
Unrestricted LogL	-76.98625	55

Unrestricted Test Equation:

Dependent Variable: LY

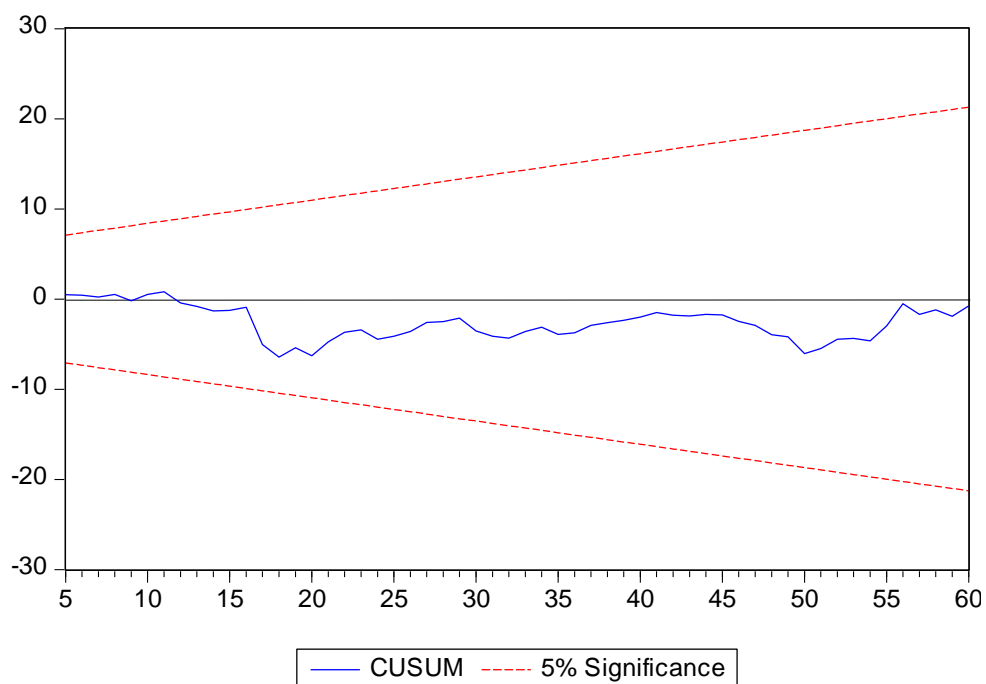
Method: Least Squares

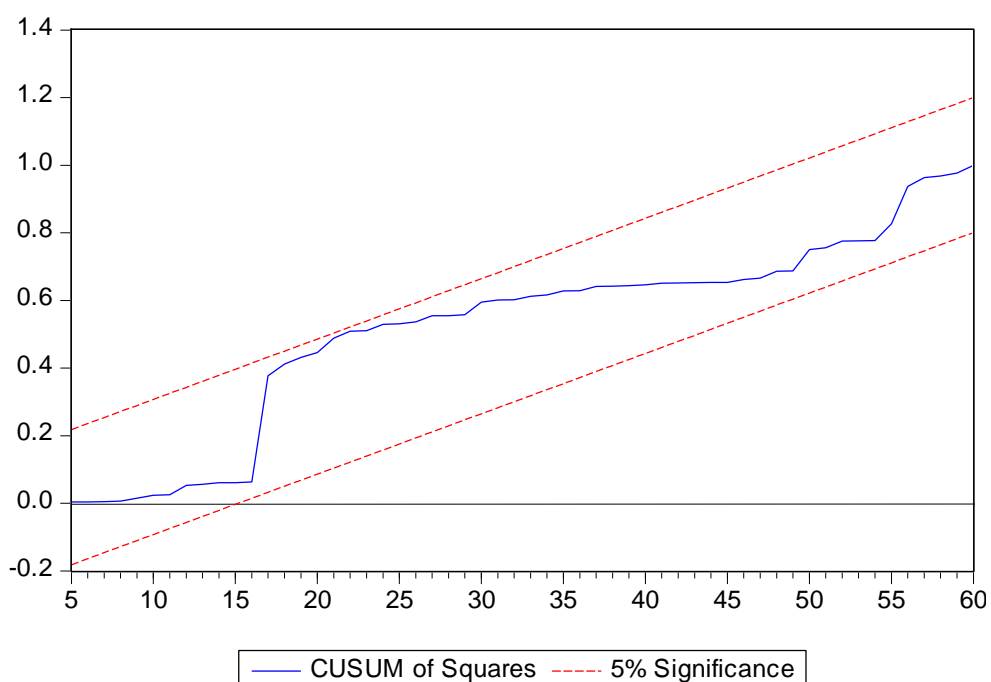
Date: 07/16/17 Time: 15:52

Sample: 1 60

Included observations: 60

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.779532	19.14202	0.197447	0.8442
LSK	-0.023338	1.162033	-0.020084	0.9840
LSH	0.016404	1.693608	0.009686	0.9923
LNG3	0.114684	2.689937	0.042635	0.9661
FITTED^2	0.063080	0.134095	0.470413	0.6399
R-squared	0.529000	Mean dependent var		8.585864
Adjusted R-squared	0.494746	S.D. dependent var		1.282765
S.E. of regression	0.911805	Akaike info criterion		2.732875
Sum squared resid	45.72641	Schwarz criterion		2.907404
Log likelihood	-76.98625	Hannan-Quinn criter.		2.801143
F-statistic	15.44322	Durbin-Watson stat		1.998769
Prob(F-statistic)	0.000000			





## Annexe 2. Estimation pour le cas de l'économie congolaise

### Annexe 2.1. Test de stationnarité

#### PIB par habitant

Null Hypothesis: LPIB has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.885179	0.3223
Test critical values: 1% level	-2.664853	
5% level	-1.955681	
10% level	-1.608793	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPIB)

Method: Least Squares

Date: 07/16/17 Time: 16:04

Sample (adjusted): 1971 1994

Included observations: 24 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
----------	-------------	------------	-------------	-------

LPIB(-1)	-0.001571	0.001775	-0.885179	0.3852
R-squared	-0.000542	Mean dependent var	-0.010505	
Adjusted R-squared	-0.000542	S.D. dependent var	0.057669	
S.E. of regression	0.057685	Akaike info criterion	-2.826867	
Sum squared resid	0.076534	Schwarz criterion	-2.777781	
Log likelihood	34.92240	Hannan-Quinn criter.	-2.813844	
Durbin-Watson stat	0.792921			

Null Hypothesis: D(LPIB) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.451422	0.0167
Test critical values: 1% level	-2.669359	
5% level	-1.956406	
10% level	-1.608495	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPIB,2)

Method: Least Squares

Date: 07/16/17 Time: 16:04

Sample (adjusted): 1972 1994

Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPIB(-1))	-0.410033	0.167263	-2.451422	0.0226

R-squared	0.208192	Mean dependent var	0.004607
Adjusted R-squared	0.208192	S.D. dependent var	0.052352
S.E. of regression	0.046585	Akaike info criterion	-3.252574
Sum squared resid	0.047743	Schwarz criterion	-3.203204
Log likelihood	38.40460	Hannan-Quinn criter.	-3.240157
Durbin-Watson stat	1.906052		

### Stock de capital physique

Null Hypothesis: LSK has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	2.469225	0.9952
Test critical values: 1% level	-2.664853	
5% level	-1.955681	
10% level	-1.608793	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LSK)

Method: Least Squares

Date: 07/16/17 Time: 16:05

Sample (adjusted): 1971 1994

Included observations: 24 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LSK(-1)	0.092064	0.037284	2.469225	0.0214
R-squared	0.064500	Mean dependent var	-0.434418	
Adjusted R-squared	0.064500	S.D. dependent var	1.035956	
S.E. of regression	1.001989	Akaike info criterion	2.882626	
Sum squared resid	23.09161	Schwarz criterion	2.931711	
Log likelihood	-33.59151	Hannan-Quinn criter.	2.895648	
Durbin-Watson stat	1.904406			

Null Hypothesis: D(LSK) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.404363	0.0016
Test critical values: 1% level	-2.669359	
5% level	-1.956406	
10% level	-1.608495	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LSK,2)

Method: Least Squares

Date: 07/16/17 Time: 16:06

Sample (adjusted): 1972 1994  
 Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LSK(-1))	-0.688229	0.202161	-3.404363	0.0025
R-squared	0.344761	Mean dependent var	0.027087	
Adjusted R-squared	0.344761	S.D. dependent var	1.348674	
S.E. of regression	1.091709	Akaike info criterion	3.055870	
Sum squared resid	26.22023	Schwarz criterion	3.105240	
Log likelihood	-34.14251	Hannan-Quinn criter.	3.068287	
Durbin-Watson stat	2.144881			

### Stock de capital humain

Null Hypothesis: LSH has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.216675	0.7401
Test critical values: 1% level	-2.669359	
5% level	-1.956406	
10% level	-1.608495	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LSH)  
 Method: Least Squares  
 Date: 07/16/17 Time: 23:30  
 Sample (adjusted): 1971 1993  
 Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LSH(-1)	0.004686	0.021626	0.216675	0.8305
R-squared	-0.006919	Mean dependent var	-0.027014	
Adjusted R-squared	-0.006919	S.D. dependent var	0.290056	
S.E. of regression	0.291058	Akaike info criterion	0.411916	
Sum squared resid	1.863724	Schwarz criterion	0.461285	
Log likelihood	-3.737034	Hannan-Quinn criter.	0.424332	
Durbin-Watson stat	2.691794			

Null Hypothesis: D(LSH) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.528421	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.674290	
5% level	-1.957204	
10% level	-1.608175	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LSH,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 07/16/17 Time: 23:31  
 Sample (adjusted): 1972 1993  
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LSH(-1))	-1.342788	0.205683	-6.528421	0.0000
R-squared	0.669849	Mean dependent var		0.006819
Adjusted R-squared	0.669849	S.D. dependent var		0.487577
S.E. of regression	0.280156	Akaike info criterion		0.337446
Sum squared resid	1.648230	Schwarz criterion		0.387039
Log likelihood	-2.711903	Hannan-Quinn criter.		0.349128
Durbin-Watson stat	2.255007			

### Somme de n et g

Null Hypothesis: LNG has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.137143	0.6255
Test critical values: 1% level	-2.669359	
5% level	-1.956406	
10% level	-1.608495	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LNG)  
 Method: Least Squares  
 Date: 07/16/17 Time: 16:08  
 Sample (adjusted): 1972 1994  
 Included observations: 23 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNG(-1)	-0.007937	0.057871	-0.137143	0.8922
R-squared	-0.006567	Mean dependent var	0.031234	
Adjusted R-squared	-0.006567	S.D. dependent var	0.370554	
S.E. of regression	0.371768	Akaike info criterion	0.901413	
Sum squared resid	3.040657	Schwarz criterion	0.950782	
Log likelihood	-9.366250	Hannan-Quinn criter.	0.913829	
Durbin-Watson stat	2.147249			

Null Hypothesis: D(LNG) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=0)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.564391	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.674290	
5% level	-1.957204	
10% level	-1.608175	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LNG,2)  
 Method: Least Squares  
 Date: 07/16/17 Time: 16:08  
 Sample (adjusted): 1973 1994  
 Included observations: 22 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LNG(-1))	-1.137110	0.204355	-5.564391	0.0000
R-squared	0.594616	Mean dependent var	0.030324	
Adjusted R-squared	0.594616	S.D. dependent var	0.559055	
S.E. of regression	0.355949	Akaike info criterion	0.816329	
Sum squared resid	2.660690	Schwarz criterion	0.865922	
Log likelihood	-7.979623	Hannan-Quinn criter.	0.828012	
Durbin-Watson stat	1.980776			



---

---

## Annexe 2.2. Estimation du modèle pour l'économie congolaise

Dependent Variable: LPIB  
Method: Least Squares  
Date: 07/16/17 Time: 14:55  
Sample (adjusted): 1972 1993  
Included observations: 22 after adjustments  
Convergence achieved after 15 iterations

---

---

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.640978	0.099606	66.67231	0.0000
LSK	0.043013	0.005789	7.429945	0.0000
LSH	-0.066999	0.031876	-2.101861	0.0508
LNG	0.029058	0.024160	1.202726	0.2456
AR(1)	0.591595	0.178235	3.319175	0.0041

---

---

R-squared	0.895960	Mean dependent var	6.637912
Adjusted R-squared	0.871480	S.D. dependent var	0.098471
S.E. of regression	0.035302	Akaike info criterion	-3.653060
Sum squared resid	0.021185	Schwarz criterion	-3.405096
Log likelihood	45.18367	Hannan-Quinn criter.	-3.594648
F-statistic	36.59963	Durbin-Watson stat	1.977024
Prob(F-statistic)	0.000000		

---

---

Inverted AR Roots	.59
-------------------	-----

---

---

### Annexe 2.2.1. Validité du modèle

#### Test d'autocorrélation

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

---

---

F-statistic	1.37E-05	Prob. F(1,16)	0.9971
Obs*R-squared	1.88E-05	Prob. Chi-Square(1)	0.9965

---

---

Test Equation:

Dependent Variable: RESID  
Method: Least Squares  
Date: 07/16/17 Time: 16:11  
Sample: 1972 1993  
Included observations: 22  
Presample missing value lagged residuals set to zero.

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000193	0.116104	-0.001665	0.9987
LSK	-1.10E-05	0.006601	-0.001668	0.9987
LSH	-1.36E-05	0.033162	-0.000409	0.9997
LNG	5.00E-05	0.028532	0.001754	0.9986
AR(1)	-0.000897	0.303966	-0.002952	0.9977
RESID(-1)	0.001717	0.464223	0.003700	0.9971
R-squared	0.000001	Mean dependent var	8.85E-11	
Adjusted R-squared	-0.312499	S.D. dependent var	0.031762	
S.E. of regression	0.036388	Akaike info criterion	-3.562152	
Sum squared resid	0.021185	Schwarz criterion	-3.264595	
Log likelihood	45.18367	Hannan-Quinn criter.	-3.492057	
F-statistic	2.74E-06	Durbin-Watson stat	1.978696	
Prob(F-statistic)	1.000000			

### Test d'hétéroscédasticité

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.469645	Prob. F(1,19)	0.5014
Obs*R-squared	0.506560	Prob. Chi-Square(1)	0.4766

Test Equation:

Dependent Variable: RESID<sup>2</sup>

Method: Least Squares

Date: 07/16/17 Time: 16:13

Sample (adjusted): 1973 1993

Included observations: 21 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001146	0.000382	2.999386	0.0074
RESID <sup>2</sup> (-1)	-0.156540	0.228424	-0.685307	0.5014
R-squared	0.024122	Mean dependent var	0.000988	
Adjusted R-squared	-0.027240	S.D. dependent var	0.001380	
S.E. of regression	0.001398	Akaike info criterion	-10.21677	
Sum squared resid	3.71E-05	Schwarz criterion	-10.11729	
Log likelihood	109.2761	Hannan-Quinn criter.	-10.19518	
F-statistic	0.469645	Durbin-Watson stat	1.899033	
Prob(F-statistic)	0.501427			

## Test de stabilité

Chow Breakpoint Test: 1983

Null Hypothesis: No breaks at specified breakpoints

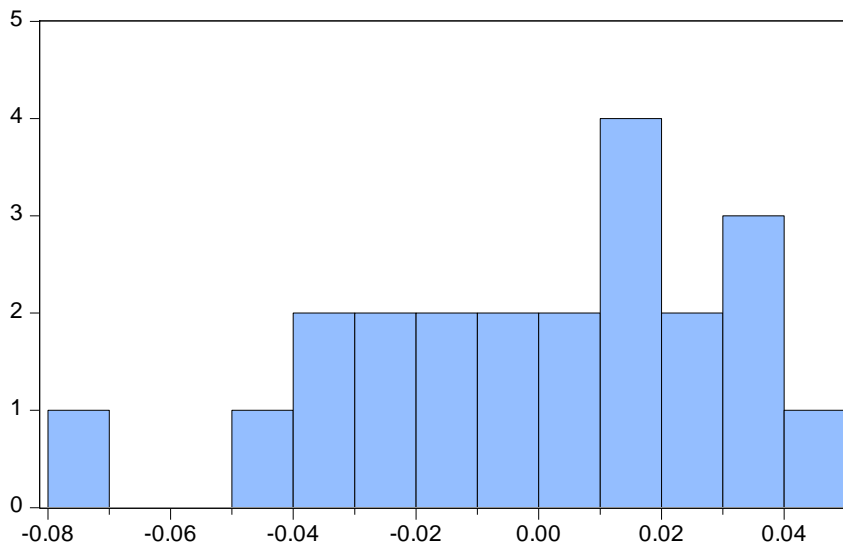
Equation Sample: 1972 1993

---

F-statistic                      1.721289                      Prob. F(5,12)                      0.2042

---

## Test de normalité



Series: Residuals	
Sample 1972 1993	
Observations 22	
Mean	8.85e-11
Median	0.007986
Maximum	0.049980
Minimum	-0.078287
Std. Dev.	0.031762
Skewness	-0.602643
Kurtosis	2.880628
Jarque-Bera	1.344715
Probability	0.510504

## Annexe 2.2.2. Ecart de revenu

Numéro	Pays	LnYi	LnYi- LnRDC	ECREV
1	Algérie	8,707148	1,539063	34,59896
2	Allemagne	9,531038	2,362953	230,6498
3	Angola	7,427526	0,259441	1,81736
4	Argentine	8,523761	1,355676	22,68172
5	Australie	9,170399	2,002314	100,5342
6	Autriche	9,576289	2,408204	255,9788
7	Belgique	9,724161	2,556076	359,8123
8	Brésil	7,913986	0,745901	5,570587
9	Cameroun	8,419525	1,25144	17,84185
10	Canada	9,007492	1,839407	69,0887
11	Chili	8,503733	1,335648	21,65948
12	Chine	8,969151	1,801066	63,2508
13	Colombie	8,783048	1,614963	41,20624

14	Rép. Congo	8,420088	1,252003	17,865
15	Corée du sud	9,568247	2,400162	251,2824
16	Costa Rica	8,234312	1,066227	11,64735
17	Cote d'Ivoire	7,515387	0,347302	2,224856
18	Croatie	9,478725	2,31064	204,4749
19	Egypte	8,124062	0,955977	9,036016
20	Espagne	9,950502	2,782417	605,9224
21	USA	8,887571	1,719486	52,41867
22	Ethiopie	6,289122	-0,87896	0,132141
23	France	9,553434	2,385349	242,8561
24	Gabon	8,554235	1,38615	24,33044
25	Angleterre	9,423977	2,255892	180,2569
26	Grèce	8,893182	1,725097	53,1003
27	Guatemala	7,660618	0,492533	3,108372
28	Honduras	7,753481	0,585396	3,849426
29	Hongkong	9,551728	2,383643	241,904
30	Inde	8,588884	1,420799	26,35112
31	Indonésie	8,859775	1,69169	49,16884
32	Irlande	9,759464	2,591379	390,2824
33	Israël	8,824299	1,656214	45,31208
34	Italie	9,390668	2,222583	166,9487
35	Jamaïque	8,88297	1,714885	51,86627
36	Japon	9,710764	2,542679	348,8824
37	Kenya	7,009053	-0,15903	0,693375
38	Malaisie	8,860966	1,692881	49,30387
39	Maroc	8,037994	0,869909	7,411549
40	Mexique	8,45709	1,289005	19,45382
41	Namibie	7,871943	0,703858	5,056593
42	Nigéria	7,584271	0,416186	2,60727
43	Panama	8,770443	1,602358	40,02746
44	Pays Bas	9,566735	2,39865	250,409
45	Pérou	8,279344	1,111259	12,9199
46	Pologne	9,281585	2,1135	129,8674
47	Portugal	9,754532	2,586447	385,8753
48	RDC	7,168085	0	1
49	RSA	8,50922	1,341135	21,93487
50	Russie	10,11637	2,948285	887,7384
51	Suède	9,349551	2,181466	151,8679
52	Suisse	9,18302	2,014935	103,4987
53	Togo	7,219652	0,051567	1,126074
54	Tunisie	8,713802	1,545717	35,13314

55	Tunisie	6,297114	-0,87097	0,134595
56	Venezuela	7,035504	-0,13258	0,736918
57	Vietnam	8,204763	1,036678	10,88123
58	Zambie	6,42593	-0,74216	0,181069
59	Zimbabwe	8,308891	1,140806	13,82948
60	Singapour	9,013227	1,845142	70,00709