

La causalité à court terme et à long terme entre les variables représentées sur le carré magique de Kaldor -Cas de l'Algérie pour la période (1970-2020)-

The causality in the short term and in the long term between the variables represented in Kaldor's magic square -Case of Algeria for the period (1970-2020)-

Hamid MOKRANI¹

¹ Ecole Des Hautes Études Commerciales, Tipasa , h.mokrani@hec.dz

Date de réception : 07/03/2022 ; Date d'acceptation : 17/04/2023 ; Date de publication : 30/06/2023

Résumé:

Cette recherche vise à étudier les relations causales à court terme au sens de Granger et à long terme au sens de Toda et Yamamoto, en Algérie pour la période 1970-2020, entre quatre variables macroéconomiques très importantes : la croissance économique, le taux de chômage, le taux d'inflation et la balance commerciale, ces variables sont mises en évidence graphiquement par un carré proposé par Nicolas Kaldor qui décrit la situation économique d'un pays.

Les résultats de l'étude économétrique ont montré une absence quasi-totale des relations causales à court terme à l'exception d'une causalité de la balance commerciale vers le taux de chômage, quant au long terme, nous avons enregistré deux causalités : du taux de chômage et celle du taux d'inflation vers la croissance économique. A partir de ces résultats, on peut déduire que les politiques économiques en Algérie caractérisées par un manque d'efficacité.

Mots-clés : causalité, Granger, Toda et Yamamoto, Kaldor.

Codes de classification Jel : B23, C32, O11

Abstract :

This research aims to study the Granger causality in the short term and Toda and Yamamoto causality in the long term, in Algeria during the period 1970-2020, between four very important macroeconomic variables: economic growth, the unemployment rate, the inflation rate and the trade balance, these variables are highlighted graphically by a square proposed by Nicolas Kaldor which describes the economic situation of a country.

The results of the econometric study showed an almost total absence of short-term causalities with the exception of causality from the trade balance to the unemployment rate. About long term, we recorded two causalities: from the unemployment rate and the inflation rate to economic growth. From these results, we can deduce that the economic policies in Algeria are characterized by a lack of efficiency.

Keywords: causality, Granger, Toda and Yamamoto, Kaldor.

Jel Classification Codes: B23, C32, O11.

Comment citer cet article par la méthode APA :

MOKRANI Hamid (2023), **La causalité à court terme et à long terme entre les variables représentées sur le carré magique de Kaldor -Cas de l'Algérie pour la période (1970-2020)**, *EconomicResearcherReview* Volume11 (Numéro01), Algérie, Université 20 Août 1955- Skikda. Pp254 -270

1. Introduction.

Pour d'atteindre des objectifs concernant la situation économique générale, le gouvernement ou l'Etat applique des politiques économiques en utilisant les outils et les instruments à sa disposition. (Belattaf, 2017, p. 201).

Les politiques économiques sont des mesures prises par les gouvernements pour influencer l'économie d'un pays ou d'une région. Les deux politiques les plus connues sont la politique monétaire et la politique fiscale ou budgétaire. Ces politiques sont souvent mises en œuvre simultanément et peuvent être complémentaires ou contradictoires. Elles sont généralement conçues pour atteindre des objectifs économiques, notamment des faibles taux de chômage et d'inflation, une forte croissance économique et l'équilibre de la balance des paiements, ces objectifs principaux sont représentés graphiquement sur le « carré magique » proposé par Nicolas Kaldor qui décrit la situation économique d'un pays.

Ces objectifs économiques peuvent être interdépendants et les politiques économiques mises en œuvre pour atteindre un objectif peuvent avoir des effets sur les autres objectifs. Par exemple, une politique monétaire expansionniste visant à stimuler la croissance économique peut entraîner une inflation plus élevée, ce qui peut avoir des répercussions sur la stabilité des prix.

À plus long terme d'autres objectifs souhaitables et visés tels que la répartition des revenus et des patrimoines, la protection de la terre, le développement durable, l'investissement en capital humain, l'innovation...ect.

Problématique :

La problématique de notre recherche a été formulée comme suit :

Existe-t-il des relations de causalité au sens de Granger et au sens de Toda et Yamamoto, entre les variables mise en évidence sur le carré de Kaldor, en Algérie ? Si oui, quel est le sens de ces relations de causalité existantes ?

Hypothèses :

Les hypothèses de notre recherche ont été formulées conformément à la théorie économique comme suit :

- ✓ Il existe des causalités de la croissance économique et du taux d'inflation vers le taux de chômage.
- ✓ Il ya des causalités du taux de chômage et du taux d'inflation vers la croissance économique.
- ✓ Il existe des causalités du taux d'inflation et de la croissance économique vers la balance commerciale.
- ✓ Il ya une causalité du taux de croissance économique vers le taux d'inflation.

La partie théorique au début a été consacrée à l'explication du carré de Kaldor et les techniques économétriques utilisées dans cette étude, notamment la causalité au sens de Granger et au sens de Toda et Yamamoto, tandis que la partie pratique est consacrée à l'étude économétrique pratique pour tester la causalité à court et à long terme entre ces variables en Algérie, en utilisant le logiciel Eviews9.

Etudes antérieures : plusieurs études antérieures ont essayé d'estimer les relations existantes entre ces variables et de tester la causalité entre eux. Nous citons parmi elles:

-Etude de LEMOUTI Ahmed, de 2016, qui a essayé dans sa thèse de doctorat intitulée « l'impact des réformes économiques sur le taux de chômage en Algérie » d'estimer l'effet de quelques indicateurs économiques importants sur le taux de chômage pour la période (1986-2013), les

résultats atteints ont montré qu'à long terme, l'augmentation du taux d'inflation d'une unité, génère une augmentation du taux chômage de 0.43 unité, alors que l'augmentation du taux de croissance économique d'une unité génère une augmentation du taux de chômage de 1.68 unité, ce qui est en contradiction avec la théorie économique.

-Etude de DADANE Abdelghani, BENTADJINE Mohamed, intitulée « étude économétrique du taux de chômage en Algérie pour la période 1970-2008 », les auteurs ont essayé de voir comment le chômage CH est affecté par ses déterminants (population N, Produit Intérieur Brut PIB, salaires W, investissement I, inflation R, technologie T et prix de pétrole PP), après plusieurs essais et modèles, les auteurs ont éliminé W, T et R à cause de l'absence d'un effet réel de ces variables sur le CH. Le test de Granger de leur étude a montré l'absence de causalité individuelle du PIB et de I vers CH, et du CH vers le PIB, les variables PIB, I, N, PP causent collectivement le CH.

-Etude de SAIDJ Abdelhakim : « L'inflation et les indicateurs de la performance économique », il a essayé dans son étude de tester la causalité au sens de Granger, entre les indicateurs utilisés pour le cas de l'Algérie au cours de la période 1988-2012, il est arrivé à l'existence des causalités suivantes : de la croissance économiques vers l'inflation, de l'inflation vers les deux variables : taux de chômage et la masse monétaire

2. Le carré magique de Kaldor :

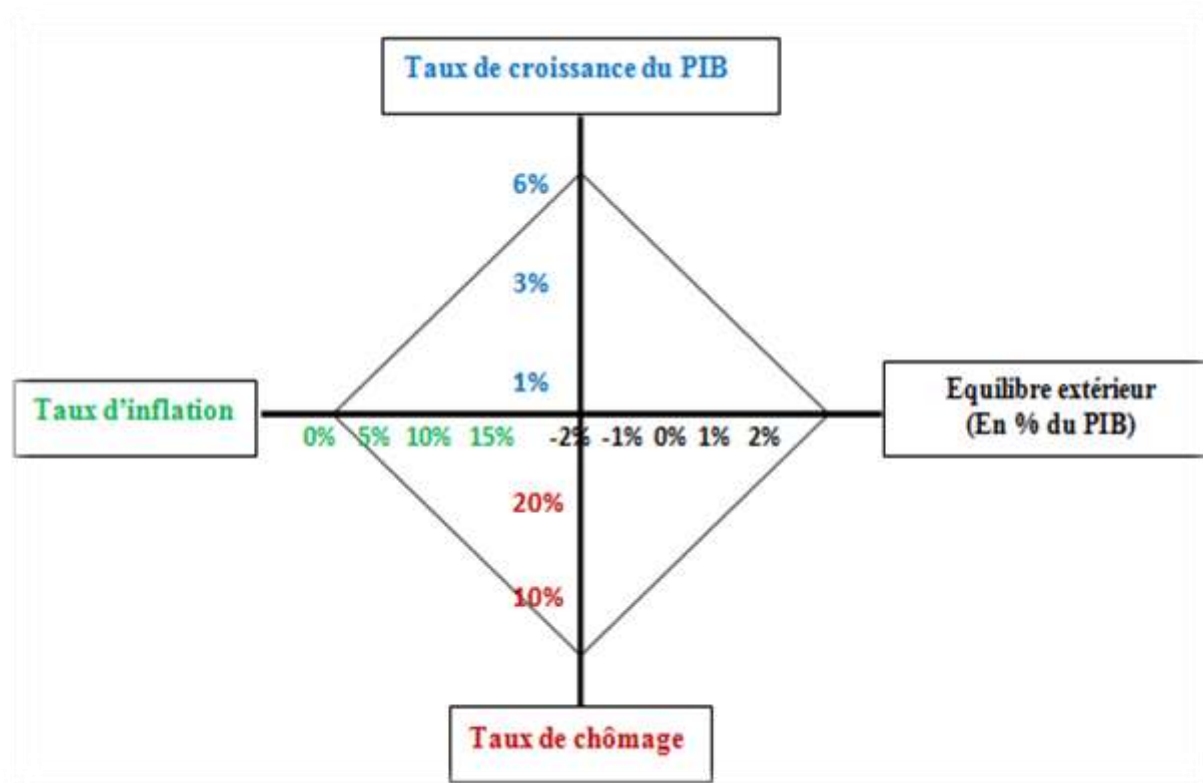
Le carré magique de Kaldor est un outil utile pour les économistes afin d'évaluer la santé générale d'une économie et pour identifier les domaines qui nécessitent une attention particulière pour maintenir l'équilibre économique, il est basé sur quatre variables économiques clés: la croissance économique, le taux de chômage, l'inflation et la balance commerciale. Selon Kaldor, ces quatre variables sont étroitement liées et doivent être analysées ensemble pour comprendre l'état de l'économie.

L'obtention d'une économie stable est équilibrée selon ce carrée, nécessite la réalisation d'un niveau élevé de la croissance économique ; des niveaux faibles pour le chômage et l'inflation et une balance commerciales équilibrée.

Ce carré magique est établi par Nicolas Kaldor (économiste britannique) au début des années 1960. (Deubl, Montoussé, Agostino, & Renouard, 2008, p. 259)

Le carré de Kaldor est appelé « magique », puisque il est difficile de réaliser les quatre objectifs au même temps, car ces variables sont liées entre eux. Par exemple l'augmentation des dépenses publiques (déficit budgétaire) stimule la demande globale et réduit le chômage, mais il peut causer une augmentation des prix et une inflation. (Drobinski, 2019, p. 139), donc ce carrée dans une économie stable en bonne santé prend une forme d'un carré, mais dans les cas réels on trouve des figures bien écartées.

Figure 1: le carré de Kaldor dans une économie en bonne santé



SOURCE محمد صلاح أهداف السياسة الاقتصادية الكلية في الجزائر حسب المربع السحري لكالدور -دراسة تحليلية تقييمية للبرامج التنموية مع إشارة للبرنامج الخماسي 2014/2010-، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية العدد 16، 2016، ص267.

Le carré de Kaldor est constitué selon la figure de deux axes perpendiculaires, chaque axe représente deux objectifs qui sont opposés. La balance commerciale et l'inflation sur l'axe horizontal, la croissance économique et le chômage sur l'axe vertical.

2.1. La croissance économique :

La croissance économique signifie une augmentation de la production de biens et de services d'un pays sur une période donnée. Elle est considérée comme un indicateur important de la santé économique d'un pays car elle reflète l'évolution de la richesse et des opportunités économiques disponibles pour les individus.

Une croissance économique soutenue peut avoir des effets positifs sur l'emploi, les revenus, les investissements, l'innovation et la technologie. Elle peut également contribuer à réduire la pauvreté et les inégalités économiques. Cependant, une croissance économique excessive peut également entraîner des effets négatifs tels que l'inflation, la surproduction, la dégradation de l'environnement, la surconsommation des ressources naturelles et des déséquilibres économiques.

Le PIB réel par habitant qui mesure le revenu annuel moyen par habitant ou encore, la dépenses annuelle moyenne par habitant est préférable pour le calcul du taux de croissance économique, car la population peut évoluer plus rapidement que la production. L'économiste Tomas Robert Malthus (1766-1834) explique dans son ouvrage connu « Essai sur le principe de population » que la population évolue suivant une suite géométrique tandis que la le volume de production évolue suivant une suite arithmétique, ce qui signifie que l'humanité vivra dans la misère à l'avenir.

Heureusement, les prévisions de Malthus étaient fausses et le mode de vie dans le monde a grandement évolué en moyenne, malgré que la population mondiale a grandement évolué durant ces deux derniers siècles. (Mankiw, Belzile, & Pépin, 2014, pp. 155, 156)

La stimulation de la croissance économique est souvent considérée comme l'un des objectifs clés des politiques économiques. Les mesures courantes pour stimuler la croissance économique comprennent : l'investissement dans les infrastructures ; l'encouragement des investissements privés ; la promotion de l'innovation et de la technologie ; la stimulation de la consommation et la croissance du commerce international.

La croissance économique dans ce carrée est représentée sur le coté positif de l'axe vertical. Une forte croissance qui dépasse les 5% est souhaitable pour une forte économie.

2.2. Le taux de chômage :

Le taux de chômage est un indice économique qui mesure le pourcentage de la population active qui est sans emploi mais qui recherche activement un travail.

Le taux de chômage exprime l'objectif du plein emploi, il est représenté sur le coté négatif de l'axe vertical. Le niveau critique ici avoisine les 15%. Alors que le parfait taux de chômage est 0%. Mais en réalité au plein emploi, le taux de chômage n'est pas nul mais presque nul.

2.3. La balance commerciale :

La balance commerciale est un indicateur économique qui mesure la différence entre la valeur des biens et services exportés à l'étranger et la valeur des biens et services importés de l'étranger, il est exprimé dans le carrée de Kaldor en pourcentage du PIB et représenté sur le côté positif de l'axe des abscisses.

Les gouvernements peuvent utiliser des politiques économiques pour influencer la balance commerciale d'un pays. Par exemple, ils peuvent stimuler les exportations en offrant des subventions ou en abaissant les barrières tarifaires, comme ils peuvent réduire les importations en augmentant les barrières tarifaires ou en imposant des quotas sur les produits importés.

2.4. La stabilité des prix :

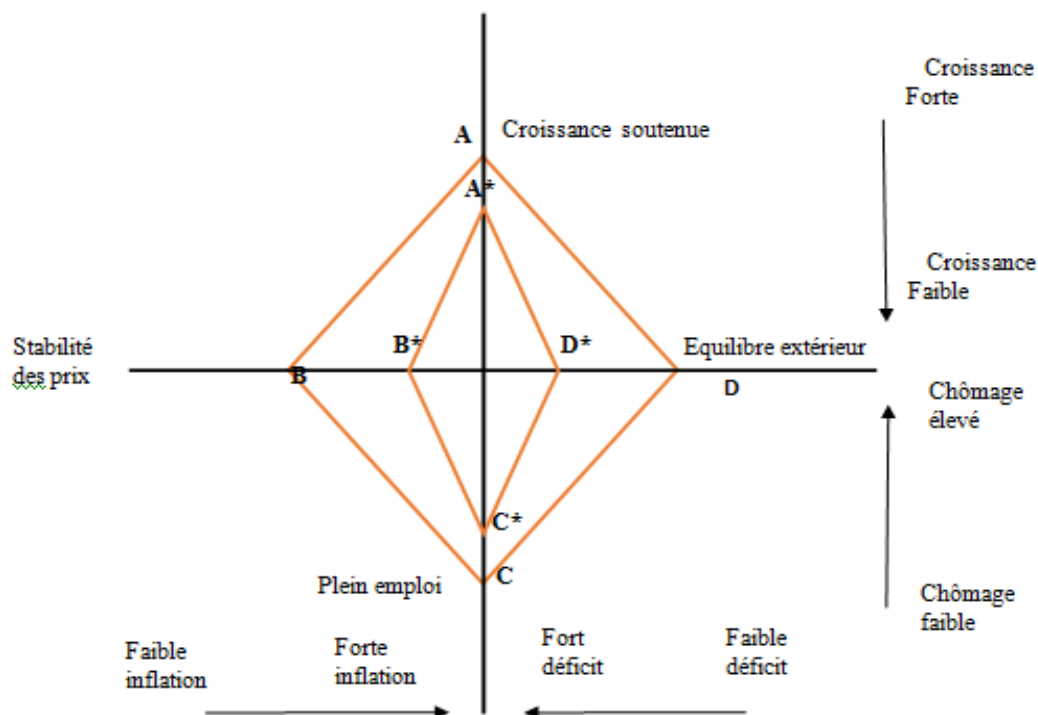
L'Etat cherche toujours à préserver et de sauver le pouvoir d'achat des agents économiques en luttant contre l'inflation et la dévaluation de la monnaie afin d'éviter tout autres effets économiques négatifs (Belattaf, 2017, p. 202).

L'inflation se réfère à l'augmentation générale et persistante des prix des biens et des services dans une économie au fil du temps. (الحجار و رزق، 2010، صفحة 306)

L'inflation peut être mesurée par différents indices, tels que l'indice des prix à la consommation (IPC), qui mesure ce que coûte durant la période courante un panier type de biens et de service que consomme habituellement une famille qui vit en milieu urbain par rapport à la valeur du même panier durant la période de référence. (Dimitri, King, & Cohen, 2000, p. 64)

L'inflation représentée sur le côté négatif de l'axe des abscisses du carré. L'inflation de 10%, provoque un affaiblissement significatif du niveau de vie et du pouvoir d'achat

Figure02 : formes du carré magique de Kaldor



Source : MOKRANI Hamid, *impact des plus importants indices macroéconomiques sur le taux de chômage*, Algerian Journal of Human and Social Sciences , volume 06/ N°02, 2022,p378.

La figure ABCD représente le carré idéal de Kaldor pour une économie d'un pays en bonne santé. La figure interne $A^*B^*C^*D^*$ est le carré représentatif des résultats réalisés par une économie nationale ; il montre l'état comparatif de cette économie par rapport au carré idéal de Kaldor. Cette nation correspondante au quadrilatère $A^*B^*C^*D^*$ caractérisée par : une croissance forte (A^*) qui peut assurer un taux de chômage faible et préserve le plein emploi (C^*) mais qui cause une inflation forte (B^*) et un déséquilibre dans les échanges extérieurs (D^*).

3. La causalité à court et à long terme :

Le sens de la causalité en économie joue un rôle primordiale pour mettre en œuvre une politique économique ou pour faire des prédictions. (Kiminou, 2010, p. 42)

3.1. La causalité à court terme au sens de (Granger 1969) :

La causalité au sens du Granger est un concept développé par le statisticien britannique Clive Granger. Cette approche s'intéresse à la capacité de prédiction d'une variable sur une autre, en utilisant l'historique de ces variables.

Plus précisément, la causalité au sens du Granger suppose que si une variable X est capable de prédire significativement les valeurs futures d'une autre variable Y, alors X est considérée comme causal pour Y.

L'idée générale qui préside au test de causalité de Granger c'est que les événements passés peuvent être la cause d'aujourd'hui, les futurs ne le peuvent pas. L'économetre François Diebold opte pour le terme de causalité de prédiction. Il écrit « l'affirmation X cause Y n'est que l'abréviation de celle plus précise mais plus longue, X contient des informations utiles pour prédire Y (dans le sens linéaire des moindres carrés) en plus du passé historique des autres variables du

système, pour économiser de la place, nous disons simplement que X cause Y ». (Gujarati & Damodar, 2004, p. 691)

Donc on dit que X_t cause Y_t , si les résultats de prédiction pour les valeurs de Y_t basés sur la connaissance du passé des variables X_t et Y_t sont meilleurs que les résultats de prédiction basés sur la connaissance du passé de la variable Y_t seulement. (رشاد، 2011، صفحة 270)

Pour tester la causalité au sens de Granger entre deux variables X_t et Y_t , le modèle suivant doit être estimé : (مقراني، 2020، صفحة 171):

$$\begin{bmatrix} Y_t \\ X_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_0 \\ b_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_1^1 & b_1^1 \\ a_1^2 & b_1^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ X_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2^1 & b_2^1 \\ a_2^2 & b_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-2} \\ X_{t-2} \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} a_p^1 & b_p^1 \\ a_p^2 & b_p^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{t-p} \\ X_{t-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \dots (1)$$

Tel que : X_t , Y_t deux séries stationnaires et « P » le nombre de retard qui nous donne la valeur minimum des critères AIC et SC*.

Dans ce cas le test de Granger sera :

- $H_0: b_1^1 = b_2^1 = \dots = b_p^1 = 0$, ou $(\sum_{i=1}^p b_i^1 = 0)$ X_t ne cause pas Y_t
- $H_0: a_1^1 = a_2^1 = \dots = a_p^1 = 0$ ou $(\sum_{i=1}^p a_i^1 = 0)$ Y_t ne cause pas X_t

Lorsque les deux hypothèses sont rejetées, on dit qu'il y'a une causalité dans les deux sens, c'est-à-dire, X_t cause Y_t et Y_t cause X_t .

3.2. La causalité au sens de Toda and Yamamoto (causalité à long terme)

La causalité au sens de Toda-Yamamoto (T.Y) est une approche développée par les économistes Japonais Toda et Yamamoto en 1995 pour étudier la causalité entre deux variables. Cette approche utilise des tests de causalité basés sur des modèles de régression vectorielle autorégressive (VAR) en utilisant les séries originales pour éviter les inconvénients de transformation des séries non stationnaires en séries stationnaires, notamment la perte des propriétés des séries à long terme.

Le test de Toda et Yamamoto passe par les trois étapes suivantes :(Kuma, 2018, p. 11)

- Etape01 : l'étude de la stationnarité des séries sous études pour déterminer leur ordre d'intégration maximal (dmax) ;
- Etape02 : détermination du nombre de retard (lag) optimal du vecteur autorégressif (VAR) en niveau sous étude (P) ou polynôme autorégressif (AR) qui minimise les critères d'information (AIC, SC et HQ**) ;
- Etape03 : estimation d'un VAR en niveau élargi d'ordre (p+dmax).

Donc pour tester la causalité au sens de T.Y entre deux séries X_t et Y_t , le modèle VAR(P+dmax) suivant, doit être estimé :

$$Y_t = C_1 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} Y_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{p+d_{max}} \alpha_{2j} Y_{t-j} + \sum_{i=1}^p \alpha_{3i} X_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{p+d_{max}} \alpha_{4j} X_{t-j} + \varepsilon_{1t} \dots (2)$$

$$X_t = C_1 + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} X_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{p+d_{max}} \beta_{2j} X_{t-j} + \sum_{i=1}^p \beta_{3i} Y_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{p+d_{max}} \beta_{4j} Y_{t-j} + \varepsilon_{2t} \dots (3)$$

* AIC : "Akaike information criterion" et SC : "Schwarz information criterion".

** HQ: "Hannan-Quinn information criterion"

Le test de causalité de Toda et Yamaomto dans ce modèle du vecteur autorégressif consiste à tester la signification des « P » premiers coefficients, alors que les autres coefficients (de P+1 jusqu'à P+d_{max}) traduisent une cointégration probable entre les séries, donc ils sont considérés nuls.

Le test de Toda et Yamaomto est basé sur la statistique ajustée de wald (W), cette statistique est distribuée suivant un Khi-deux χ^2 à (n) degré de liberté ; où (n), représente le nombre de paramètres (بلغيث و صواليلي، 2019، صفحة 127)،

Pour tester la causalité entre les variables X_t et Y_t dans ce modèle, nous devons tester les hypothèses suivantes:

$$H_0: \sum_{i=1}^P \alpha_{3i} = 0 \quad (\chi_c^2 < \chi_t^2; p - value \chi^2 > 5\%) \quad X_t \text{ ne cause pas } Y_t$$

$$H_0: \sum_{i=1}^P \beta_{3i} = 0 \quad (\chi_c^2 < \chi_t^2; p - value \chi^2 > 5\%) \quad Y_t \text{ ne cause pas } X_t$$

L'on veillera à ce que l'ordre d'intégration maximale «dmax » ne dépasse pas le (lag) optimal « P » du polynôme AR du VAR pour appliquer ce test. (Kuma, 2018, p. 11)

4. Etude économétrique :

Il est utile, avant d'entamer l'étude économétrique, de présenter dans le tableau suivant les définitions des différentes variables que nous allons utiliser.

Tableau 1 : représentation des variables utilisées dans cette recherche

Nom de la variable	Source	Signification et definition
BC	La banque mondiale	Balance Commerciale = La différence entre les exportations et les importations, exprimée en % du PIB.
T.CHOM	L'office national des statistiques et la banque mondiale	Taux de chômage (en %) = nombre de chômeurs divisé sur la population active
T.INF	La banque mondiale	Taux d'inflation (en %)= le taux de variation du niveau générale des prix.
TCE	La banque mondiale	Taux de croissance économique(en %) = Taux de variation annuel du PIB réel par habitant.
DT.CHOM	Calculé par l'auteur a partir des données de T.CHOM	Première différenciation de la série T.CHOM = T.CHOM _t - T.CHOM _{t-1}
DT.INF	Calculé par l'auteur a partir des données de T.INF	Première différenciation de la série T.INF = T.INF _t - T.INF _{t-1}

Source : réalisé par l'auteur

4.1. La stationnarité des séries utilisées :

L'étude de la stationnarité des séries utilisées dans cette étude, à été faite par l'utilisation des deux célèbres tests : ADF « Augmented Dickey Fuller » et PP « Phillips Perron ».

Une procédure à trois étapes à été suivie afin de déterminer l'ordre d'intégration de chaque série :

L'étape01 : l'estimation du modèle global à terme constant et tendance ;

En cas d'une tendance non significative on passé à l'étape02.

L'étape02 : l'estimation du modèle à terme constant :

En cas de non signification du terme constant, on passe à l'étape 03.

L'étape03 : l'estimation du modèle sans terme constant et sans tendance.

Tel-que le modèle global s'écrit : $\Delta y_t = c + bt + \gamma y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \phi_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t$

Tableau 2 : Résultats d'étude de la stationnarité des séries :

Les series	ADF test Pr()	PP test Pr()	Decision	La première différentiation	ADF test Pr()	PP test Pr()	Decision
T.CHOM	Pr=0.294	Pr=0.306	T.CHOM non stationnaire	DT.CHOM	Pr=0.000	Pr=0.000	T.CHOM I(1)
TCE	Pr=0.000	Pr=0.000	TCE I(0)	/	/	/	/
T.INF	Pr=0.131	Pr=0.127	T.INF non stationnaire	DT.INF	Pr=0.000	Pr=0.000	T.INF I(1)
BC	Pr=0.020	Pr=0.023	BC I(0)	/	/	/	/

Source : réalisé par l'auteur a l'aide de logiciel EvIEWS9

Nous remarquons a partir du tableau ci-dessus que les probabilités des deux tests sont inférieures à 5% (inférieures à 0.05) pour les séries BC et TCE, ce qui veut dire que ces deux série sont stationnaires et intégrées d'ordre (0), alors que les probabilités pour les deux autres séries T.CHOM et T.INF sont supérieures à 5%, ce qui montre que ces séries ne sont pas stationnaires, et une première différenciation est nécessaire pour les rendre stationnaires, puisque se sont de type DS (Differency Stationnary).

Après la première différenciation sur les séries non stationnaires, nous remarquons que les probabilités des tests ADF et PP sont devenues strictement inférieurs à 5%, ce qui montre que ces deux nouvelles séries DT.CHOM, DT.INF sont stationnaires et les séries T.CHOM et T.INF intégrées d'ordres (1).

4.2. Étude de la causalité à court terme au sens de Granger :

Pour tester la causalité par exemple entre T.CHOM et TCE, on utilise les séries stationnaires et on estime le modèle VAR(P) suivant :

$$\begin{bmatrix} TCE_t \\ DT.CHOM_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_0 \\ b_0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_1^1 & b_1^1 \\ a_1^2 & b_1^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} TCE_{t-1} \\ DT.CHOM_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_2^1 & b_2^1 \\ a_2^2 & b_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} TCE_{t-2} \\ DT.CHOM_{t-2} \end{bmatrix} \\ + \dots \begin{bmatrix} a_p^1 & b_p^1 \\ a_p^2 & b_p^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} TCE_{t-p} \\ DT.CHOM_{t-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \dots (4)$$

Le nombre de retard sélectionné en utilisant le logiciel EvIEWS9, qui minimise les critères AIC et SC est P=1 (voir annexe I).

Les hypothèses nulles Pour tester la causalité entre ces deux variables dans les deux sens, sont les suivantes :

- $H_0: b_1^1 = 0$, T.CHOM_t ne cause pas TCE_t
- $H_0: a_1^1 = 0$, TCE_t ne cause pas T.CHOM_t

Pour tester les causalités entre les autres variables nous suivrons les mêmes étapes.

4.3. Étude de la causalité à long terme au sens de Toda et Yamamoto :

Pour tester la causalité à long terme entre nos variables on doit estimer le modèle VAR(P+dmax), en utilisant les séries originales, suivant :

$$\begin{aligned} T.CHOM_t = C_1 + \sum_{i=1}^P \alpha_{1i} T.CHOM_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \alpha_{2j} T.CHOM_{t-j} + \sum_{i=1}^P \alpha_{3i} BC_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \alpha_{4j} BC_{t-j} + \sum_{i=1}^P \alpha_{5i} T.INF_{t-i} \\ + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \alpha_{6j} T.INF_{t-j} + \sum_{i=1}^P \alpha_{7i} TCE_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \alpha_{8j} TCE_{t-j} + \varepsilon_{1t} \dots (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BC_t = C_4 + \sum_{i=1}^P \lambda_{1i} BC_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \lambda_{2j} BC_{t-j} + \sum_{i=1}^P \lambda_{3i} T.CHOM_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \lambda_{4j} T.CHOM_{t-j} + \sum_{i=1}^P \lambda_{5i} T.INF_{t-i} \\ + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \lambda_{6j} T.INF_{t-j} + \sum_{i=1}^P \lambda_{7i} TCE_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \lambda_{8j} TCE_{t-j} + \varepsilon_{4t} \dots (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T.INF_t = C_2 + \sum_{i=1}^P \beta_{1i} T.INF_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \beta_{2j} T.INF_{t-j} + \sum_{i=1}^P \beta_{3i} T.CHOM_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \beta_{4j} T.CHOM_{t-j} \\ + \sum_{i=1}^P \beta_{5i} BC_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \beta_{6j} BC_{t-j} + \sum_{i=1}^P \beta_{7i} TCE_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \beta_{8j} TCE_{t-j} + \varepsilon_{2t} \dots (7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TCE_t = C_3 + \sum_{i=1}^P \gamma_{1i} TCE_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \gamma_{2j} TCE_{t-j} + \sum_{i=1}^P \gamma_{3i} T.CHOM_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \gamma_{4j} T.CHOM_{t-j} + \sum_{i=1}^P \gamma_{5i} BC_{t-i} \\ + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \gamma_{6j} BC_{t-j} + \sum_{i=1}^P \gamma_{7i} T.INF_{t-i} + \sum_{j=p+1}^{P+d_{max}} \gamma_{8j} T.INF_{t-j} + \varepsilon_{3t} \dots (8) \end{aligned}$$

L'ordre d'intégration le plus grand, selon les tests de la stationnarité effectués au début sur nos séries est (1), donc $d_{max}=1$; alors que le nombre de retard « P » qui minimise les critères (SC et HQ) est P=1 (voir annexe II).

Donc le modèle augmenté VAR(2) est estimé afin de tester les relations causales à long terme.

5. Résultats et discussion :

À l'aide du logiciel Eviews9 nous avons trouvé les résultats cités dans les deux points suivants :

5.1. Résultats de la causalité au sens de Granger :

Les résultats du test de causalité de Granger sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Résultats du test de causalité au sens de Granger

L'hypothèse nulle H_0	Statistique F et la Prob(.)	Décision
-DTINF ne cause pas DTCHOM	0.135 (0.577)	-accepter H_0
- DTCHOM ne cause pas DTINF	1.978 (0.166)	-accepter H_0
- TCE ne cause pas DTCHOM	1.362 (0.249)	-accepter H_0
- DTCHOM ne cause pas TCE	1.289 (0.262)	-accepter H_0
-BC ne cause pas DTCHOM	3.019 (0.089)	- rejeter H_0
- DTCHOM ne cause pas BC	0.605 (0.440)	-accepter H_0
- TCE ne cause pas DT.INF	0.121 (0.729)	-accepter H_0
- DT.INF ne cause pas TCE	0.054 (0.816)	-accepter H_0
- BC ne cause pas DT.INF	0.008 (0.925)	-accepter H_0
- DT.INF ne cause pas BC	0.081 (0.776)	-accepter H_0
- BC ne cause pas TCE	0.224 (0.637)	-accepter H_0
- TCE ne cause pas BC	0.082 (0.774)	-accepter H_0

Source : réalisé par l'auteur suite aux résultats affichés par logiciel Eviews9

Nous constatons à partir des résultats affichés sur la table ci-dessus une absence presque totale des relations causales à court terme en Algérie au cours de la période d'étude (1970-2020) entre les variables constituant le carré de Kaldor, à l'exception d'une relation causale significative au seuil de 10%, de la balance commerciale BC vers le taux de chômage T.CHOM. Ce qui signifie que les résultats de prédiction pour les valeurs de T.CHOM basés sur la connaissance du passé des variables T.CHOM et BC sont meilleurs que les résultats de prédiction basés sur la connaissance du passé de la variable T.CHOM seulement.

5.2. Résultats de la causalité au sens de Toda et Ymamamoto :

Les résultats de ce test sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : résultats du test de Toda et Yamamoto

Variables Exogènes	Variables Endogènes			
	T.CHOM	BC	T.INF	TCE
T.CHOM	////////	2.706 (0.258)	1.489 (0.474)	10.175 (0.006)***
BC	1.878 (0.390)	////////	2.431 (0.296)	2.906 (0.233)
T.INF	1.495 (0.473)	0.533 (0.765)	////////	5.616 (0.060)*
TCE	4.418 (0.109)	2.195 (0.333)	2.610 (0.271)	////////
Toutes les variables	11.023 (0.08)*	6.765 (0.343)	4.769 (0.573)	14.310 (0.026)**

Source : réalisé par l'auteur à partir des résultats trouvés par logiciel Eviews9,

NB : (.) probabilité du test, ***, **, * indiquent la signification au seuil 1%, 5%, et 10% respectivement, les valeurs hors parenthèses représentent les statistiques de χ^2

A partir des résultats affichés dans la table ci-dessus, nous déduisons ce qui suit :

- Les variables BC, T.INF, TCE ne causent pas individuellement le T.CHOM mais collectivement il existe une causalité au seuil de 10%.

- Absence de causalité à long terme des variables T.CHOM, T.INF, TCE vers la BC
- Absence aussi de causalité des variables T.CHOM, BC, TCE vers T.INF
- Existence d'une causalité de T.CHOM au seuil de 1%, et d'une autre de T.INF au seuil de 10% vers TCE,
- Les trois variables T.CHOM, BC, T.INF causent collectivement le TCE au seuil de 5%.

6. Conclusion.

Nous avons essayé dans cette recherche d'étudier les causalités à court et à long terme au sens de Granger et de Toda et Yamamoto respectivement en Algérie pour la période 1970-2020, entre quatre variables considérées comme des indicateurs macroéconomiques très importants qui sont : le taux de chômage, la croissance économique, la balance commerciales en pourcentage du PIB et la stabilité des prix (représentée par le taux d'inflation). Ces derniers qui sont mises en évidence dans un graphe appelé « le carré magique de kaldor » qui décrit la situation économique d'un pays.

Nous avons commencé notre étude économétrique par les tests célèbres « ADF & PP » de la stationnarité des séries en utilisant le logiciel EvIEWS09, ces tests ont montré que les séries de la balance commerciale et du taux de croissance économique sont stationnaires au niveau, c'est-à-dire sont $I(0)$, tandis que les séries du taux de chômage et du taux d'inflation étaient stationnaires après la première différenciation, donc elles sont $I(1)$.

Sur la base de cette première étape, le test de causalité au sens de Granger a été effectué à partir du modèle VAR(1) constitué des séries stationnaires DT.CHOM, DT.INF, TCE et BC, ce test a montré une seule relation causale significative au seuil de 10%, de la BC vers T.CHOM, quant au test de Toda et Yamamoto pour les relations causales à long terme, il a été effectué à partir du modèle VAR(2) constitué de séries originales T.CHOM, T.INF, TCE et BC. Ce test a montré l'existence de deux relations causales individuelles seulement, du T.CHOM et du T.INF vers TCE, tandis que les autres causalités : du TCE et du T.INF vers le T.CHOM, du T.INF et du TCE vers BC, du TCE vers T.INF étaient absentes. Ce qui confirme, à long terme, la deuxième hypothèse et infirme les autres. Cette absence est non conforme à la théorie économique et indique une absence d'influence des variables entre eux et un manque d'efficacité des politiques économiques.

Pour améliorer l'efficacité des politiques économiques en Algérie, nous proposons quelques recommandations à l'Etat Algérien :

- Réorienter ses dépenses publiques vers les secteurs et les domaines les plus rentables et les plus efficaces ;
- Développer mieux les infrastructures de base ;
- Encourager les investissements privés et améliorer le climat des affaires ;
- Luter contre la bureaucratie et la corruption.

Références :

- 1- Belattaf, M. (2017). *économie générale*. Alger: office des publications universitaires.
- 2- Deubl, P., Montoussé, M., Agostino, S. d., & Renouard, G. (2008). *dictionnaire de sciences économiques et sociales*. Paris: Bréal.
- 3- Dimitri, S., King, H., & Cohen, A. (2000). *introduction à la macroéconomie moderne - renouvellement pédagogique*- (éd. 2). Quebec.
- 4- Drobinski, V. (2019). *l'économie en fiches*. Paris: ellipses.
- 5- Gujarati, & Damodar. (2004). *économétrie, traduction de la 4ème édition par bernier*. bruxelles: boeck université.
- 6- Kiminou, R. (2010). *économie et droit des affaires de la caraïbe et de la guyane*. paris: publibook.
- 7- Kuma, J. K. (2018). *Modélisation ARDL, Test de cointégration aux bornes et Approche de Toda-Yamamoto, éléments de théorie et pratiques sur logiciels*. kinchasa.
- 8- Mankiw, G., Belzile, G., & Pépin, B. (2014). *principe de macroéconomie*. montréal: modulo.
- 9- Dilek, T. Cigdem, K. (2020). *the relationship between the internet and foreign direct investments in Turkey: the Toda-Yamamoto causality Approach*. universal journal of management, 8(4). 175-180
- 10- (2020, 04 21). Consulté le 02 22, 2022, sur <https://drawmyeconomy.com/le-carre-magique-de-kaldor/>

- 11- بسام الحجار، و عبد الله رزق. (2010). *الاقتصاد الكلي*. بيروت: دار المنهل.
- 12- بشير بلغيث، و صدر الدين صوالي. (2019). *استهلاك الطاقات المتجددة وغير المتجددة والناتج الداخلي الخام في الجزائر-12* دراسة باستعمال الانحدار الذاتي للنفجوات الزمنية الموزعة قيم ARDL واختبار السببية لـ Toda et Yamamoto. *revue des sciences commerciales*, 18 (2), 115-131.
- 13- حميد مقراني. (2020). *العلاقة بين الانفاق العام ومؤشرات الأداء الاقتصادي-حالة الجزائر للفترة الممتدة من 1970 إلى 2018*. كلية العلوم الاقتصادية، التجارية وعلوم التسيير، بومرداس.
- 14- ندوى خزعل رشاد. (2011). *استخدام اختبار جرانجر في تحليل السلاسل الزمنية المستقرة*. المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (19).

Traduction des références en Anglais:

1. Belattaf. M, (2017), **general economy**, Algiers, university publications office.
2. Deubl. P, Montoussé.M, Agostino. S & Renouard. G, (2008), **dictionary of economics and social sciences**, Paris: Breal.
3. Dimitri, S., King, H., & Cohen, A. (2000). **introduction to modern macroeconomics - educational renewal-** (ed. 2). Quebec
4. Drobinski, V. (2019). **The economy in sheets**. Paris: ellipsis.
5. Gujarati, & Damodar. (2004). **econometrics**, translation of the 4th edition by bernier. Brussels: boeck university.
6. Kiminou, R. (2010). **Economics and business law of the caribbean and guyana**. Paris: publibook.
7. Kuma, j. k. (2018). **ARDL modelling, bound cointegration test and Toda-Yamamoto approach, elements of theory and practice on software**. Kinchasa.
8. Mankiw, G., Belzile, G., & Pépin, B. (2014). **principle of macroeconomics**. Montreal: modulo.
9. Dilek, T. Cigdem, K. (2020). **the relationship between the internet and foreign direct investments in Turkey: the Toda-Yamamoto causality Approach**. universal journal of management, 8(4). 175-180

10. <https://drawmyeconomy.com/le-carre-magique-de-kaldor/>.(2020). consulted on February 22, 2022
11. Bassam Al-Hajjar, and Abdullah Rizk. (2010). **macroeconomics**. Beirut: Dar Al-Manhal.
12. Bashir Balghith, Ssadreddine Soualili. (2019), **consumption of renewable and non-renewable energy and gross domestic product in algeria: a study using ardl and Toda Yamamoto causality**, journal of business sciences '18 (2) '115-131
13. Hamid Mokrani (2020), **the relationship between public expenditures and the macroeconomic indicators, - case of Algeria for the period 1970-2018-** Faculty of Economics, Commercial and Management Sciences, Boumerdes.
14. Nadwa Khazal Rashad. (2011). the use of the Granger test in the analysis of stable time series. Iraqi Journal of Statistical Sciences.

Annexes

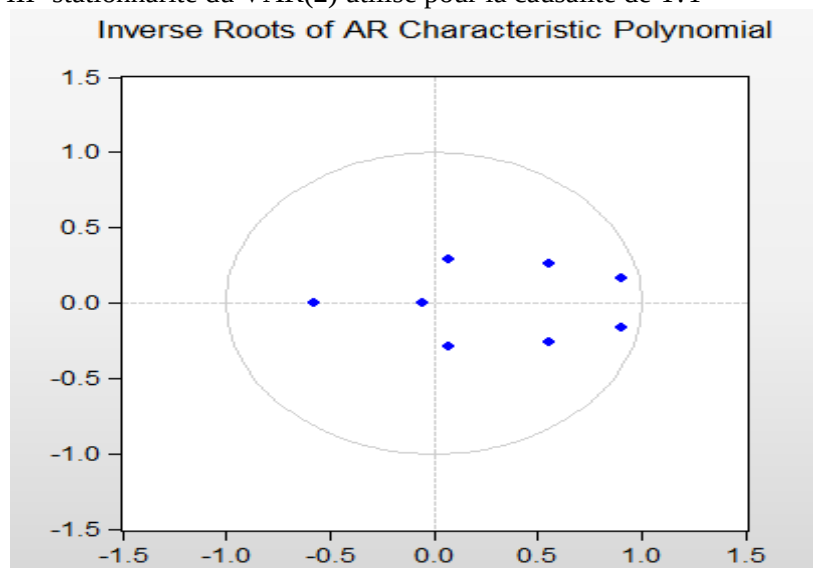
I- Sélection du nombre de retard de VAR(p) utilisé pour le test de Granger

VAR Lag Order Selection Criteria Endogenous variables: DTCHOM TCE Exogenous variables: C Date: 02/27/22 Time: 11:37 Sample: 1970 2020 Included observations: 46						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-204.5234	NA	27.20869	8.979277	9.058783	9.009060
1	-195.6059	16.67170*	21.97911*	8.765476*	9.003994*	8.854826*
2	-194.7683	1.493216	25.25286	8.902969	9.300500	9.051886
3	-194.4108	0.606199	29.67631	9.061338	9.617881	9.269823
4	-192.3910	3.249208	32.52154	9.147435	9.862990	9.415486
* indicates lag order selected by the criterion LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level) FPE: Final prediction error AIC: Akaike information criterion SC: Schwarz information criterion HQ: Hannan-Quinn information criterion						

II- Sélection du nombre de retard de VAR(p) utilisé pour le test de Toda et Yamamoto

VAR Lag Order Selection Criteria Endogenous variables: BC T_CHOM T_INF TCE Exogenous variables: C Date: 02/27/22 Time: 12:04 Sample: 1970 2020 Included observations: 47						
Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-597.9591	NA	1565629.	25.61528	25.77274	25.67453
1	-481.0420	208.9583	21432.40*	21.32093	22.10823*	21.61720*
2	-467.8242	21.37344	24513.18	21.43933	22.85646	21.97260
3	-447.8314	28.92577*	21527.41	21.26942*	23.31639	22.03971
4	-432.1685	19.99513	23609.03	21.28377	23.96058	22.29107
* indicates lag order selected by the criterion						

III- stationnarité du VAR(2) utilisé pour la causalité de T.Y



IV- Résultats du test de causalité de Granger à court terme

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 02/26/22 Time: 12:25			
Sample: 1970 2020			
Lags: 1			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
DTINF does not Granger Cause DTCHOM	49	0.31528	0.5772
DTCHOM does not Granger Cause DTINF		1.97876	0.1662
TCE does not Granger Cause DTCHOM	49	1.36255	0.2491
DTCHOM does not Granger Cause TCE		1.28987	0.2620
BC does not Granger Cause DTCHOM	49	3.01949	0.0890
DTCHOM does not Granger Cause BC		0.60527	0.4406
TCE does not Granger Cause DTINF	49	0.12154	0.7290
DTINF does not Granger Cause TCE		0.05456	0.8164
BC does not Granger Cause DTINF	49	0.00897	0.9250
DTINF does not Granger Cause BC		0.08143	0.7766
BC does not Granger Cause TCE	50	0.22456	0.6378
TCE does not Granger Cause BC		0.08269	0.7749

V- Résultats de test de Causalité au sens de T.Y

Dependent variable: T_INF

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
BC	2.431392	2	0.2965
T_CHOM	1.489926	2	0.4748
TCE	2.610651	2	0.2711
All	4.769365	6	0.5737

Dependent variable: TCE

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
BC	2.906626	2	0.2338
T_CHOM	10.17524	2	0.0062
T_INF	5.616592	2	0.0603
All	14.31076	6	0.0264

Dependent variable: BC

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
T_CHOM	2.706151	2	0.2584
T_INF	0.533839	2	0.7657
TCE	2.195416	2	0.3336
All	6.765532	6	0.3431

Dependent variable: T_CHOM

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
BC	1.878922	2	0.3908
T_INF	1.495191	2	0.4735
TCE	4.418975	2	0.1098
All	11.02371	6	0.0876

VI- liste des abréviations :

Abbreviation	Signification
PIB	Produit Intérieur Brut
BC	Balance commercial
T.CHOM	Taux de chômage
T.INF	Taux d'inflation
TCE	Taux de croissance économique
DT.CHOM	Première différenciation de la série T.CHOM
DT.INF	Première différenciation de la série T.INF
AIC	Akaike information criterion
SC	Schwarz information criterion
HQ	Hannan-Quinn information criterion
ADF	Augmented Dickey Fuller
PP	Phillips Perron
AR	Autorégressif
VAR	Vecteur Autorégressif
T.Y	Toda and Yamamoto
χ^2	Statistiques de Khi-deux