



## L'APPROCHE MACROECONOMIQUE DU TAUX DE CHANGE REEL D'EQUILIBRE : APPLICATION AU TAUX DE CHANGE ALGERIEN, MODELE NATREX

## THE MACROECONOMIC APPROACH TO THE EQUILIBRIUM REAL EXCHANGE RATE : APPLICATION TO THE ALGERIAN EXCHANGE RATE, NATREX MODEL

Chaouche Saloua Nassima <sup>1\*</sup>, Medhar Mohamed<sup>2</sup>, Toumache Rachid <sup>3</sup>

1 Laboratoire d'Economie Quantitative Appliquée au Développement (LEQAD).ENSSEA ex INPS ( Algérie )

2 Laboratoire d'Economie Quantitative Appliquée au Développement (LEQAD).ENSSEA ex INPS ( Algérie )

3 Laboratoire d'Economie Quantitative Appliquée au Développement (LEQAD).ENSSEA ex INPS ( Algérie )

Date de Réception : 03/01/2020 ; Date de révision : 28/02/2020 ; Date d'acceptation : 27/04/2020

### RESUME

Dans un passé récent, l'approche NATREX (NATural Real EXchange rate) a formulé un cadre théorique pour le taux de change réel naturel à long terme dont l'estimation est basée sur un ensemble de relations comportementales ressemblants aux équations structurelles macro économétriques standards. Cette approche met en relation le taux de change réel d'équilibre, vers lequel le taux de change réel se dirige et un ensemble de variables explicatives du taux de change. Cet article tente d'estimer le taux de change réel à long terme d'équilibre pour l'économie algérienne de 1980 à 2018 en utilisant le Taux de change réel naturel (NATREX) à l'aide d'un modèle ARDL. Le modèle est basé sur l'approche de la balance des paiements en posant comme hypothèse que le taux de change réel assure l'équilibre macroéconomique interne et externe de l'économie.

**Mots clés :** NATREX, Taux de change réel d'équilibre, Modèle ARDL, Estimation économétrique.

**Classification JEL:** C1 , C11, , C51, J28

### ABSTRACT

In the recent past, the NATREX (NATural Real EXchange rate) approach has formulated a theoretical framework for the long-term natural real exchange rate, the estimation of which is based on a set of behavioral relationships resembling standard macro-econometric structural equations. This approach relates the equilibrium real exchange rate, towards which the real exchange rate is heading, and a set of explanatory variables for the exchange rate. This article attempts to estimate the long-run equilibrium real exchange rate for the Algerian economy from 1980 to 2018 using the Natural Real Exchange Rate (NATREX) using an ARDL model. The model is based on the balance of payments approach, assuming that the real exchange rate ensures macroeconomic internal and external balance of the economy.

**Keywords :** NATREX, Real equilibrium exchange rate, ARDL model, Econometric estimation .

**Jel classification:** C1, C11, C51, J28.

---

\* Chaouche Saloua Nassima : [chaouche.saloua@hotmail.com](mailto:chaouche.saloua@hotmail.com)

## INTRODUCTION

Le présent document adopte l'approche NATREX (Stein, 1990) pour déterminer le taux de change d'équilibre réel de l'économie algérienne au cours de 1980 à 2018. L'approche NATREX offre une alternative paradigmatique, parmi d'autres approches, pour la détermination de l'équilibre du taux de change réel. Ce concept propose des équilibres internes et externes simultanés et explique le comportement de variables fondamentales qui sont les principaux moteurs de la décision d'investissement et d'épargne en l'absence de facteurs conjoncturels, mouvements de capitaux spéculatifs et mouvements de réserves internationales. Les principales caractéristiques de l'approche NATREX sont l'identification et la modélisation des fondamentaux : l'épargne, la productivité, l'intensité du capital et la dette nette envers les étrangers qui influent sur le flux du capital à long terme souhaité et fluctue l'équilibre du taux de change réel. Le produit marginal du capital augmente les investissements souhaités qui entraînent de nouveaux emprunts auprès des étrangers. Le recours aux emprunts détermine l'évolution du pays dans le temps, si la richesse et la consommation vont avoir tendance à augmenter ou à diminuer à long terme. La théorie autour du modèle NATREX propose deux résultats importants : i) Lorsque les fonds empruntés servent à financer une nouvelle consommation, à long terme, la richesse et la consommation diminueront et l'économie devra faire face à une dette nette plus élevée et à des paiements d'intérêts élevés aux étrangers. ii) Si l'emprunt auprès d'étrangers sert à financer de nouveaux investissements, la richesse et la consommation à long terme augmenteront. Le pays emprunteur peut être transformé en pays créancier. Dans notre cas, nous considérons le premier cas où l'emprunt est principalement utilisé pour financer une nouvelle consommation. Dans ce contexte, l'approche NATREX est appropriée tout en établissant l'équilibre réel de taux de change.

L'approche NATREX n'est pas un modèle unique; mais plutôt une famille de modèles NATREX qui possèdent un certain nombre d'attributs communs. De nombreuses études empiriques ont déjà adopté cette approche pour expliquer la dynamique à moyen et long terme du taux de change réel. Elle se distingue principalement des autres approches au sens de modélisation et d'examen du comportement des taux de change à l'équilibre. Par exemple, d'autres approches telles que la parité de pouvoir d'achat (PPA), etc., examinent le taux de change d'équilibre à long terme, alors que l'approche NATREX se rapproche du taux de change d'équilibre sur une trajectoire à moyen et long terme.

### 1- LE MODÈLE NATREX (JEROME L.STEIN (1994,1999))

Le modèle proposé par (L.Stein (1994,1999))<sup>2</sup> est basé sur l'approche de la balance des paiements en posant comme hypothèse que le taux de change réel assure l'équilibre macroéconomique interne et externe de l'économie. Au même titre que la plupart des modèles de taux de change réel d'équilibre, le NATREX va faire jouer à l'épargne et à l'investissement un rôle clé dans la dynamique du taux de change réel, via les ajustements de la balance courante. La balance des capitaux KA représente l'équilibre externe est expliquée par l'investissement et l'épargne, selon Stein<sup>3</sup> on a : L'équation d'investissement suivante :

$$dK / dt = I(q) \quad (1)$$

$$I = I(q) + nK \quad (2)$$

$$I(K, R, i, T, u)$$

$$D'où I_k < 0, I_T > 0, I_i < 0, I_u > 0, I_R < 0$$

$$L'équation d'épargne : S = S(K, F, Z) / S_F > 0, S_K > 0 \quad (3)$$

$$KA = I - S$$

La variable I-S est déterminée par (K, F, R, i ; Z) : K représente le niveau du stock du capital par travailleur, F est le niveau de la dette étrangère réel par travailleur, R est le taux de change réel, i est le taux d'intérêt réel et Z représente les variables fondamentaux exogènes ;

Z = (T, s, u, r') avec T est le terme d'échange, s le taux d'épargne, u paramètre de productivité, r' l'intérêt mondial ou extérieur. La balance courante CA qui représente l'équilibre interne est expliquée par :

$$CA = B - r'F \quad (4)$$

La balance commerciale B est déterminée par (K, R ; Z). D'après les équations précédentes on en déduit l'équation d'équilibre de la balance de paiements suivante :

$$CA(K, F, R, I ; Z) + KA(K, F, R, i ; Z) = 0 \quad (5)$$

Stein décompose le taux de change réel en 3 parties

$$R_t = \{R_t - R [K_t, F_t; Z_t]\} + \{R [K_t, F_t; Z_t] - R [Z(t)]\} + R [Z_t] \quad (6)$$

Où Zt est un vecteur de variables des fondamentaux ; R\* [Zt] est l'équilibre de long terme NATREX ; R [ Kt , Ft ; Zt] est l'équilibre de moyen terme NATREX ; Rt le taux de change réel ; Kt est le stock de capital par travailleur (intensité du capital) ; Ft est la dette étrangère réelle par travailleur (intensité de la dette étrangère). Le premier terme du côté représente les déviations du taux de change réel de court terme, affecté par des facteurs spéculatifs, du NATREX de moyen terme. Le second terme retrace les écarts entre le NATREX de moyen terme et le NATREX de long terme, tandis que le dernier terme est le NATREX de long terme qui ne dépend que des variables fondamentales exogènes (ratio des productivités globales des économies domestique et étrangère, ratio des préférences pour le présent). Cet équilibre de long terme est atteint lorsque les effets des facteurs cycliques se sont estompés et que les fondamentaux endogènes (stock de capital physique et dette externe) ont convergé vers leur valeurs d'états stationnaires<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> Sauernheimer, K., Stein, L. 1994. "The Real Exchange Rates of Germany," CESifo Working Paper Series 68, CESifo Group Munich. Jerome L. Stein & Giovanna Paladino, 1999. "Exchange Rate Misalignments and Crises," CESifo Working Paper Series 205, CESifo Group Munich.

<sup>3</sup> Lim, G., Stein, L. (1995). The Dynamics of the Real Exchange Rate and Current Account in a Small Open Economy: Australia, in, Fundamental Determinants of Exchange Rates", CLARENDON PRESS · OXFORD, 1997.

<sup>4</sup> Stein, L. (1994). The interaction of the medium and the long run is the contribution of the NATREX model.

## L'approche macroéconomique du taux de change réel d'équilibre : Application au taux de change algérien, modèle NATREX (PP. 56-67)

Le modèle NATREX suppose que : Le taux de change réel et Les variables de long terme (Z) sont non stationnaires ; Les chocs de (Z) ont un impact permanent sur le taux de change réel ; alors que les variables de court terme sont stationnaires. Le vecteur de long terme Z est composé d'un ensemble des variables fondamentales exogènes qui sont la préférence temporelle domestique et étrangère (qui est en fait un « proxy » inverse de l'épargne), la productivité domestique et étrangère, les termes d'échanges, et le taux d'intérêt mondial. Le court terme de NATREX a une seule variable qui est le différentiel de taux d'intérêt.

Stein(1994) en utilisant le modèle NATREX pour expliquer l'évolution du taux de change réel des Etats-Unis par rapport aux pays de G-10 pour la période allant du premier mois de 1975 au quatrième mois de 1989, a trouvé que les fondamentaux de taux de change réel sont non stationnaire et intégrés. Toutes les variables sont significatives excepté celle de la préférence temporelle étrangère. Toutes choses étant égales par ailleurs, une hausse de la productivité domestique accroît R, alors qu'une hausse de productivité étrangère et préférence temporelle domestique déprécie R. les résultats de Stein (1999) sont très similaires à ceux de Stein (1994).

Stein(1995)<sup>5</sup> a utilisé le modèle NATREX pour expliquer l'évolution du taux de change réel de l'Australie par rapport à celui des Etats-Unis pour la période de 1974 :1 à 1993 :3. Il a trouvé comme résultat que les fondamentaux du taux de change réel sont non stationnaires et cointégrés. Toutes les variables sont significatives excepté le taux d'intérêt mondial. Toute chose étant égale par ailleurs, une hausse de la productivité domestique (étrangère) décroît (accroît) R (le contraire de l'hypothèse de Balassa Samuelson), une hausse des termes d'échange apprécie le R. le NATREX constitue à ce jour l'approche la plus élaborée dans les recherches macrocosmiques, et considéré comme guide utile pour l'autorité monétaire pour déterminer le taux de change réel d'équilibre.

### 2- ESTIMATION D'UN MODÈLE NATREX

On adopte une approche par modèle ARDL optimal et l'estimation d'un modèle à correction d'erreurs.

#### Les variables

Selon Stein(1994,1995), les variables du modèle NATREX qui détermine l'évolution du taux de change réel sont : la productivité domestique et étrangère, taux de préférence temporelle domestique et étrangère, les termes d'échanges et taux d'intérêt mondial.

La productivité : Selon l'approche de décomposition du taux de change réel<sup>6</sup>, la productivité est définie par la relation

$$a_t (p_t^{NE} - p_t^E) - a_t^* (p_t^{NE*} - p_t^{E*}) \quad (7)$$

Selon l'effet Balassa-Samuelson qui montre qu'une augmentation de la productivité dans le secteur des biens échangeable par rapport au secteur des biens non échangeables conduit à une augmentation rapide des prix des biens non échangeables  $p_t^{NE}$  par rapport prix des biens échangeables  $p_t^E$  ce qui conduit donc à une appréciation du taux de change réel. Lim et Stein (1995) ont calculés la productivité à partir du ratio du PIB réel par rapport au nombre de travailleurs du pays à l'étude :  $Productivité = \frac{pib \text{ réel}}{\text{nombre de travailleurs}}$ .

<sup>5</sup> Jerome L. Stein, 1995. "The Fundamental Determinants of the Real Exchange Rate of the U. S. Dollar Relative to Other G-7 Currencies," IMF Working Papers 95/81, International Monetary Fund.

<sup>6</sup> Cette décomposition vient des travaux de MacDonald (1997) telle que :

$R_t = R_t^E + a_t(p_t^{NE} - p_t^E) - a_t^*(p_t^{NE*} - p_t^{E*})$  d'où  $a_t$  et le poids des bien non échangeables,  $p_t^E$  le prix des biens échangeables,  $p_t^{NE}$  le prix des biens non échangeables et  $R_t^E$  taux de change réel des bien échangeables.

\*veut dire les pays étrangers.

## L'approche macroéconomique du taux de change réel d'équilibre : Application au taux de change algérien, modèle NATREX (PP. 56-67)

---

Dans ce travail on a calculé la productivité par le PIB réel par rapport à la population active totale comprenant les personnes âgées de 15 ans<sup>7</sup>. Empiriquement, la relation entre la productivité domestique et le taux de change réel est positive, contrairement à la productivité étrangère Stein(1994) et Croyhy-Veyrac et Saint-Marc (1995)<sup>8</sup>, contrairement aux travaux Lim et Stein (1995).

La préférence temporelle : Utilisée ici comme « proxy »<sup>9</sup> inverse de l'épargne, désigne la consommation gouvernementale et des ménages dans une certaine période. Le taux de préférence temporelle est donné par la somme de consommations des ménages et gouvernementale sur le revenu.

$$\text{taux de préférence temporelle} = \frac{\text{consommations des ménages et gouvernementale}}{\text{pib}}$$

Selon l'approche de balance des paiements, l'impact d'une augmentation du taux de préférence temporelle diffère selon l'horizon de moyen ou long terme. Dans le moyen terme l'impact d'une hausse de la consommation est une appréciation du taux de change réel contrairement au long terme. Empiriquement la relation entre le taux de préférence temporelle domestique et le taux de change réel est significativement négative, contrairement au taux de préférence temporelle étranger Stein(1994), Croyhy-Veyrac et Saint-Marc (1995) et Lim et Stein (1995).

Taux d'intérêt mondial : Les grandes économies, ont un poids dans l'économie mondiale largement suffisant pour que le comportement d'épargne et d'investissement influencent le taux d'intérêt mondial. Le taux d'intérêt mondial est considéré comme une variable exogène qui influence l'économie mondiale dans les marchés financiers. Dans cet article on utilise le taux d'intérêt réel des sept premiers partenaires commerciaux de l'Algérie. A long terme, une hausse du taux d'intérêt mondial par rapport au taux d'intérêt domestique devrait conduire à une dépréciation du taux de change réel. Empiriquement, la relation entre le taux d'intérêt mondial et le taux de change réel est significativement négative Stein(1994) et Croyhy-Veyrac et Saint-Marc (1995), contrairement à Lim et Stein (1995) chez qui cette variable n'est pas significative.

Les termes de l'échange: Ils déterminent la quantité d'importations que chaque exportation permet d'acheter.

$$\text{Les termes de l'échange} = \frac{\text{prix des exportations}}{\text{prix des importations}}$$

Lorsque les termes de l'échange augmentent, les exportations peuvent être échangées pour une plus grande quantité d'importations, cela conduit à une appréciation de taux de change réel. Empiriquement, la relation entre les termes de l'échange et le taux de change réel est généralement positive.

Méthodes de calcul : La productivité étrangère, le taux de préférence temporelle étranger et le taux d'intérêt mondial, sont calculés à l'aide une moyenne géométrique<sup>10</sup> pondérée des principaux partenaires commerciaux de l'Algérie.

$$\text{productivité étrangère} = \prod_{i=1}^n (\text{productivité}_i)^{a_i}$$

Avec  $a_i$  coefficient de pondération du pays partenaire  $i$  qu'on le calcul comme suit :

$$a_i = \frac{M_i + X_i}{\sum_{i=1}^n M_i + \sum_{i=1}^n X_i}$$

---

<sup>7</sup> Selon l'Organisation internationale du Travail «toutes les personnes qui fournissent du travail pour la production de biens et de services au cours d'une période donnée ».

<sup>8</sup> Crouhy-Veyrac et Saint-Marc (1995) the french franc and deutsch mark 1971-1990 " in Stein and al chapter 4

<sup>9</sup> En statistique, un proxy ou une variable proxy est une variable qui n'est pas significative en soi, mais qui sert en lieu et place d'une variable non observable ou non mesurable.

<sup>10</sup> La mesure mathématique de la moyenne retenue est importante car la moyenne géométrique que nous avons utilisée possède des propriétés statistiques plus satisfaisantes que la moyenne arithmétique dans la mesure où elle atténue l'influence des pays partenaires « atypiques » pour le calcul de l'indice. (Combes 2007).

L'approche macroéconomique du taux de change réel d'équilibre : Application au taux de change algérien, modèle NATREX (PP. 56-67)

---

Avec  $a_i$  Poids de pondération  $\sum_{i=1}^n a_i = 1$  ;  $M_i$  Le montant des importations de l'Algérie du pays partenaire  $i$  ;  $X_i$  Le montant des exportations de l'Algérie vers le pays partenaire  $i$ .  $\sum_{i=1}^n X_i$  le total des exportations de l'Algérie vers ses principaux partenaires commerciaux ;  $\sum_{i=1}^n M_i$  Le total des importations de l'Algérie de ses principaux partenaires commerciaux. Selon les données du Centre National des Transmissions et du Système d'Information des Douanes<sup>11</sup>, les sept principaux partenaires commerciaux sont : l'Italie, la France, l'Espagne, USA, la Chine, la Turquie, la Belgique. La même formule pour le taux de préférence temporelle étranger et le taux d'intérêt mondial a été utilisée.

Le PIB réel est donnée par le PIB nominal divisé par IPC pour l'Algérie et IPC\* pour les pays partenaires. La productivité est donnée par le PIB réel divisé par la population active et Le taux de préférence temporelle est calculé par la somme de la consommation du gouvernement et consommation des ménages divisée par le PIB nominal. Les séries d'origine ont été transformées en logarithme naturel ce qui permet, entre autres, de vérifier les caractéristiques des élasticités partielles à court terme et à long terme du modèle, sous l'hypothèse d'une fonction du taux de change exponentielle des fondamentaux de l'économie.

Analyse statistique : Il ressort de l'analyse statistique que la productivité algérienne LPDZ est plus volatile que d'autres variables, et le taux de préférence temporelle étranger est le moins volatile au regard de l'écart type (0.992613 pour LPDZ et -0.017254 pour LPTM). Aussi, l'on note que les variables sous-étude (mis a par le taux de change réel, la productivité étrangère et le taux d'intérêt mondial) sont normalement distribuées (Probability > 5%). Les moyennes de la productivité, le taux de préférence temporelle étranger et le taux d'intérêt mondial se rapprochent de leurs médianes ce qui est un signe de l'asymétrie de la distribution des données.

### 3- L'APPROCHE ARDL BOUND TESTING

L'approche ARDL Bound testing est préférée à d'autres techniques de cointégration pour plusieurs raisons : cette approche convient mieux pour des échantillons de tailles réduits Pesaran et al. (2001)<sup>12</sup>, contrairement à la technique de cointégration de Johansen qui nécessite un grand échantillon pour valider les résultats. Dans notre cas, on a un échantillon de 39 observations, d'où le recours au bond test. Cette méthodologie peut être appliquée si les variables utilisées ; sont toutes I(0), sont toutes I(1) ou sont mixtes. Alors que pour le test de Johansen les variables doivent être intégrées du même ordre. Avant d'effectuer le test de cointégration, il faut au préalable tester l'existence des racines unitaires et détecter l'ordre d'intégration. ARDL Bound Test exige que l'ordre d'intégration de chaque variable ne dépasse pas l'unité. Ayant vérifié les conditions de stationnarité et d'intégration, il est nécessaire de spécifier un modèle ARDL optimal, celui qui offre des résultats statistiquement significatifs avec le moins de paramètres ; et qui respecte les critères d'absence d'autocorrélation des erreurs, d'hétéroscédasticité, la Normalité des erreurs.

Stationnarité des series: Selon les résultats, on note que les série LPDZ, LPM, LPTDZ, LTOT et LTCRF sont intégrées d'ordre 1 (stationnaire après la première différenciation). LINTM est intégrée d'ordre 0. On constate donc que l'ordre d'intégration de ces variables ne dépasse pas l'unité, pour cela le choix le test de cointégration aux bornes « ARDL Bounds Test » semble plus opportun (Pesaran, 2001).

---

<sup>11</sup>Ministère des Finances (Direction Générale des Douanes), « STATISTIQUES DU COMMERCE EXTERIEUR DE L'ALGERIE », Neuf premiers mois 2018.

<sup>12</sup> Pesaran and al, 2001. "A special issue in memory of John Denis Sargan: studies in empirical macroeconometrics," Journal of Applied Econometrics, John Wiley & Sons, Ltd., vol. 16(3), pages 197-202.

Spécification de modèle ARDL optimal : Dans l'estimation du modèle ARDL on va retenir le modèle qui minimise le critère d'information Akaike Information Criteria<sup>13</sup>.

Ci-dessous les résultats d'estimation du modèle ARDL optimal retenu :

**Tableau 1 :** Résultats de la spécification d'un modèle optimal « ARDL (1, 1, 1, 0, 1, 2, 0) »

Variable dépendante : LTCR				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
LTCR (-1)	0.247230	0.090893	2.720014*	0.0122
LPDZ	0.643122	0.073768	8.718187*	0.0000
LPDZ (-1)	-0.413895	0.070644	-5.858920*	0.0000
LPM	-0.877943	0.161404	-5.439400*	0.0000
LPM (-1)	0.608171	0.129941	4.680366*	0.0001
LPTDZ	0.666236	0.094873	7.022370*	0.0000
LPTM	-3.707307	1.206383	-3.073075*	0.0054
LPTM (-1)	-3.603821	1.288762	-2.796343*	0.0103
LTOT	0.005690	0.051087	0.111378	0.9123
LTOT (-1)	0.088880	0.042834	2.07501**	0.0494
LTOT (-2)	0.048130	0.035840	1.342927	0.1924
LINTM	0.012620	0.031933	0.395216	0.6963
C	3.777592	0.754814	5.004665*	0.0000
@TREND	-0.013337	0.002607	-5.115525*	0.0000
R-carré	0.995930	F-statistic	432.9501	
R-carré ajusté	0.993630	Prob (F-statistic)	0.000000	
* Significative 1%		Durbin-Watson stat	2.269946	
** Significative 5%				
*** Significative 10%				

**Source :** Par l'auteur à partir des résultats d'estimation sous Eviews 9

On constate que le ARDL (1, 1, 1, 0, 1, 2, 0) respecte les critères d'absence d'autocorrélation des erreurs, d'hétéroscédasticité, la Normalité des erreurs, et vérifie la bonne Spécification. De cela la spécification de modèle ARDL optimal est validée. En conclusion, l'ordre d'intégration des variables explicatives ne dépasse pas l'unité, ce qui donne la possibilité d'appliquer le ARDL Bound Test. Dont l'objectif est de tester l'existence d'une relation de long terme entre la variable dépendante et les variables explicatives.

**Test de Cointégration aux bornes (ARDL Bound Test) :** Le test de cointégration de Pesaran et al. (2001) exige que le modèle ARDL soit estimé au préalable. Soit la valeur F de Fisher, sera comparée aux valeurs critiques (qui forment des bornes) comme suit : Si Fisher > borne supérieure : Cointégration existe ; si Fisher > borne inférieure : Cointégration n'existe pas. Si borne inférieure < Fisher < borne supérieure : pas de conclusion.

<sup>13</sup> Le critère de maximisation du R<sup>2</sup> (coefficient de détermination) consiste à retenir le modèle dont le R<sup>2</sup> est le plus élevé. Ce critère présente l'inconvénient de ne pas arbitrer entre la perte de degrés de liberté du modèle et l'ajustement qui en résulte. C'est pourquoi on préfère utiliser les critères d'Akaike ou de Schwarz afin de comparer des modèles impliquant un nombre différents de variables explicatives.

**Tableau 2** : Résultat du test de cointégration de Pesran et al (2001)

Variables	LPDZ, LPUS, LPTDZ, LPTUS, LINTM, LTOT, LTCR	
F- stat calculée	11.66753	
Seuil critique	Borne inf	Borne sup
5%	2.63	3.62
1%	3.27	4.39

**Source** : Par l'auteur à partir des résultats d'estimation sous Eviews 9

Les résultats du test de cointégration aux bornes confirment l'existence d'une relation de cointégration entre les séries sous étude (la valeur de F-stat est supérieure à celle de la borne supérieure pour un seuil de 1%), ce qui donne la possibilité d'estimer les effets de long terme de LPDZ, LPM, LPTDZ, LPTM, LINTM, LTOT sur le LTCRF. On conclue alors qu'on peut utiliser un modèle à correction d'erreur ARDL-ECM pour estimer notre modèle NATREX, et voir la dynamique de court et long terme entre les variables et le taux de change réel.

#### 4- L'ESTIMATION DU MODÈLE ARDL À CORRECTION D'ERREUR

Lim et stein on utilisés l'approche d'Engle & Granger qui consiste à utiliser les résidus de l'équation d'équilibre pour estimer un modèle à correction d'erreurs. Dans notre cas on va utiliser l'ARDL-ECM en commençant par la dynamique de court terme puis la dynamique de long terme.

La dynamique de long terme: Comme on peut le lire sur le tableau 3 ci-dessous, le coefficient d'ajustement ou force de rappel U (-1) est statistiquement significatif, il est négatif et est compris entre zéro et un en valeur absolue (-0.723240), ce qui garantit un mécanisme de correction d'erreur, et donc l'existence d'une relation de long terme (cointégration) entre variables.

Tableau 3 : Résultat d'estimation de l'ARDL à correction d'erreur :

Variable dépendante : D(LTCR)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
D(LPDZ)	0.636130	0.044667	14.241602*	0.0000
D(LPM)	-0.860709	0.088401	-9.736402*	0.0000
D(LPTDZ)	0.723191	0.095199	7.596592*	0.0000
D (LPTM)	-3.713300	0.918659	-4.042086*	0.0005
D(LTOT)	0.020413	0.034716	0.587987	0.5623
D (LTOT (-1))	-0.046903	0.026666	-1.758903***	0.0919
D(LINTM)	0.022373	0.022719	0.984768	0.3350
C	3.616441	0.459635	7.868068*	0.0000
U (-1)	-0.723240	0.091718	-7.885441*	0.0000
Coefficient de long terme				
LPDZ	0.304512	0.048426	6.288244*	0.0000
LPM	-0.358373	0.133163	-2.691239*	0.0130
LPTDZ	0.885046	0.09678	9.126294*	0.0000
LPTM	-9.712299	1.771465	-5.482635*	0.0000
LTOT	0.189567	0.060110	3.153666*	0.0044
LINTM	0.016765	0.042316	0.396191	0.6956
@TREND	-0.017717	0.003028	-5.851080*	0.0000
* Significative à 1% ; ** Significative à 5% ; *** Significative à 10%				

Source : Par l'auteur à partir des résultats d'estimation sous Eviews 9

On note à long terme que les série LPDZ, LPM, LPTDZ, LPTM, LTOT sont significativement différents de zéro au seuil de 1%, et on remarque l'existence d'une tendance à la baisse significativement négative au seuil de 1% ; LINTM n'est pas significative à long terme.

On interprète les résultats de l'estimation comme suit :

**La productivité (L'effet Balassa-Samuelson) :** La productivité nationale (LPDZ) et étrangère (LPUS) sont deux déterminants significatifs dans notre modèle pour un seuil de 1%. On a trouvé que la productivité nationale (LPDZ) influence positivement le taux de change réel. Une augmentation de 1% de (LPDZ) entraînerait une appréciation du taux de change réel d'environ 0.30%. Et on a trouvé aussi que la productivité étrangère (LPUS) influence négativement le taux de change réel. Une augmentation de 1% de (LPUS) entraînerait une dépréciation de taux de change réel de 0.36%. Nos résultats sont similaires à ceux de Stein (1994) et Cr

de la productivité dans le secteur des biens échangeables apprécie le prix des biens non échangeables pour cause l'augmentation des salaires, apporté par la productivité, a tendance à se propager dans l'ensemble de l'économie. Or, dans le secteur des biens non échangeables, la hausse de la productivité ne touche pas ce secteur, les bénéfices de productivité dans ce secteur ne suffisent pas généralement pour compenser la hausse des salaires. Dès lors, les prix des biens non échangeables s'élèvent au fil du temps, contrairement aux prix des biens échangeables. En d'autres termes, si la productivité nationale augmente plus rapidement que les salaires réels, cela entraînera une baisse du coût des biens échangeables, ce qui entraînera une augmentation des investissements qui nécessite un besoin de financement qui produira une détérioration de la balance commerciale, des entrées de capitaux et une appréciation du taux de change réel d'équilibre. Alors lorsque la productivité augmente dans un pays par rapport à un autre, les prix des biens non échangeables augmentent et la devise en terme réel a tendance à s'apprécier dans le temps. Ce qui est le cas en Algérie, une augmentation de 1% de la productivité national conduira à une appréciation de 0.33% du taux de change réel d'équilibre. Contrairement pour la productivité étrangère, si elle augmente de 1%, Les prix des biens non échangeables baissent et la devise en terme réel a tendance à se déprécier dans le temps de 0.36%.

**Le taux de préférence temporelle :** Les résultats du tableau 3 indiquent qu'à long terme, le taux de préférence temporelle algérien (LPTDZ) et étranger (LPTM) sont deux déterminants significatifs dans notre modèle au seuil de 1%. LPTDZ influence positivement le taux de change réel d'équilibre. Une augmentation de 1% de (LPTDZ) entraînerait une appréciation du taux de change réel d'environ 0.89%. LPTM influence négativement le taux de change réel d'équilibre. Une augmentation de 1% de (LPTM) entraînerait une dépréciation du taux de change réel d'équilibre d'environ 9.71%. Théoriquement, selon l'approche de la balance des paiements, on a vu que le taux de change réel d'équilibre assure simultanément l'équilibre interne et externe de l'économie à l'étude ( $CA+KA=0$ ). En moyen terme, une hausse du taux de préférence temporelle (ou la consommation) fait diminuer l'épargne (alors une augmentation de  $I-S$ ). Cette baisse va entraîner une augmentation de taux d'intérêt domestique suivie d'entrées de capitaux qui conduiront à une appréciation du taux change réelle d'équilibre. Cette hausse détériore le solde de la balance courante par la détérioration de la balance commerciale, et générera une hausse de la dette externe qui détériorera le compte courant du fait du poids des paiements des intérêts, qui contrebalance par la suite le solde des flux de capitaux. Cette appréciation de taux de change réel de moyen terme ne peut pas se maintenir à long terme car elle entraînerait un accroissement continu de la dette de l'étranger. Cette augmentation de la dette extérieure entraînerait une diminution de la richesse nette du gouvernement et des ménages ce qui les poussent à réduire leur consommation et à épargner. Alors les capitaux commencent à sortir, ce qui déprécie le taux de change réel et redresse progressivement le solde courant jusqu'à ce que l'équilibre interne et externe soit assuré. Le contraire pour une hausse dans le taux de préférence étranger. Ce qui n'est pas le cas dans l'Algérie, les résultats montrent que l'augmentation de la consommation à long terme de 1% conduira à une appréciation de taux de change réel de 0.59%. Ces résultats sont similaires aux résultats de Croyhy-Veyrac et Saint-Marc (1995) et Lim et Stein (1995) pour une moyenne et petit économie, admettent qu'une hausse du taux d'épargne a des effets directs et indirects sur le prix relatif des biens non échangeables. Selon ces auteurs, une hausse du taux d'épargne diminue la demande de consommation des biens non échangeables, ce qui provoque une diminution de leurs prix. Alors, l'effet direct de cette hausse d'épargne serait une dépréciation du taux de change réel. En revanche, une hausse de l'épargne aurait des effets indirects, dans le sens inverse sur le prix relatif des biens non échangeables, c'est-à-dire sur le taux de change réel. Lim et Stein (1995) indiquent que l'effet indirect d'une hausse d'épargne à long terme conduit à une dette  $F$  moins importante et à un niveau de capital  $k$  plus important. Un niveau de capital  $k$  plus élevé et un niveau de dette plus bas accroissent la richesse ( $k-F$ ) des consommateurs, ce qui va accroître la consommation des biens non échangeables ainsi que leur niveau des prix.

Dans ce cas, les effets indirects d'une hausse d'épargne apprécient le taux de change réel en augmentant le prix relatif des biens non échangeables. Lim et Stein (1995) constatent que les effets indirects d'une hausse d'épargne dominent l'effet direct et que l'augmentation du ratio d'épargne aboutira à une appréciation du taux de change réel. Cependant, nos résultats montrent que, pour l'économie Algérienne, c'est l'effet indirect qui est dominant et, par conséquent, une hausse de l'épargne domestique de long terme va conduire à une appréciation de taux de change réel d'équilibre. Et une hausse de l'épargne étrangère déprécie le taux de change réel d'équilibre.

**Les termes de l'échange :** Selon nos résultats, les termes de l'échange sont significatifs dans au seuil de 1% ; et influencent négativement le taux de change réel. Une augmentation de 1% de (LTOT) entraînera une appréciation du taux de change réel d'équilibre d'environ 0.19%. Ces résultats sont similaires à ceux de Lim et Stein (1995). Théoriquement, Les mouvements relatifs des termes de l'échange affectent les fluctuations du taux de change réel par le biais des effets de revenu<sup>14</sup> et de substitution<sup>15</sup>. En cas d'amélioration des termes de l'échange, l'augmentation du revenu disponible dans le pays entraîne une augmentation de la demande de biens échangeables (dont les prix sont déterminés sur les marchés mondiaux) et de biens non échangeables. Pour les biens non échangeables, une demande croissante exercera une pression à la hausse sur leurs prix, menant à une augmentation du taux de change réel. Dans le cas où l'amélioration des termes de l'échange n'est peut-être due qu'à la baisse des prix à l'importation. Or, si l'effet revenu (ce qui entraîne une demande accrue pour tous les biens) est supérieur à l'effet de substitution (ce qui entraîne une demande accrue pour les biens échangeables) alors le prix des biens non échangeables augmente ce qui conduit à une augmentation du taux de change réel d'équilibre. Mais si l'effet de substitution est supérieur à l'effet revenu alors le prix des biens non échangeables baisse et conduit à une dépréciation du taux de change réel.

Dans le cas où l'amélioration des termes de l'échange n'est peut-être due qu'à l'augmentation des prix à l'exportation, c'est alors l'effet du revenu domine et il n'y a aucune trace de substitution qui conduit à une appréciation du taux de change réel. Selon nos résultats l'amélioration des termes de l'échange à long terme conduira à une appréciation du taux de change réel d'équilibre. On explique ce résultat par le fait qu'en Algérie, c'est bien l'effet de revenu qui domine, par la baisse des prix à l'importation ou par l'augmentation des prix à l'exportation (les prix des hydrocarbures). Cela conduit à une appréciation de taux de change réel à long terme.

**Le taux d'intérêt mondial :** Le taux d'intérêt mondial (LINTM) est non significatif dans l'équation. Ce résultat est similaire à celui obtenu par Lim et Stein (1995).

**La dynamique de court terme:** Selon les résultats du tableau 3 la productivité nationale de court terme est significative au seuil de 1%. Une augmentation de D(LPDZ) de 1% apprécie le taux de change réel à court terme d'environ 0.63%. La productivité étrangère de court terme D(LPM) est significative au seuil de 1%. Une augmentation de D(LPDZ) de 1% déprécie le taux de change réel à court terme d'environ 0.86%. Le de taux de préférence temporelle national de court terme est significatif pour un seuil de 1%. Une augmentation de D(LPTDZ) de 1% apprécie le taux de change réel à court terme d'environ 0.72%. Le taux de préférence temporelle étranger de court terme D (LPTM) déprécie le taux de change réel de 3.71%. Les termes d'échanges (DTOT) ne sont pas significatifs à court terme mais une fois la variable retardée d'une période elle devient

---

<sup>14</sup> L'effet revenu est lorsque le revenu intérieur augmente, l'amélioration des termes de l'échange va accroître la demande pour les biens non échangeables, en provoquant une nouvelle augmentation des prix afin de rétablir l'équilibre du marché Guillaumont et Hua (2003).

<sup>15</sup> L'effet de substitution est lorsque les importations deviennent moins chères que les non-échangeables, la consommation des biens non-échangeables décroît et le prix des biens NE baisse pour absorber l'offre excédentaire des biens non échangeables, en conséquence le TCRE se déprécie.

significativement négative au seuil de 10%, une augmentation de D (LTOT (-1)) de 1% déprécie le taux de change réel à court terme d'environ 0.046%. Le taux d'intérêt mondial est non significatif dans le court terme *ni* dans le long terme alors on considère que dans ce cas d'étude cette variable n'a aucun effet sur le taux de change réel algérien.

## CONCLUSION

La condition à toute politique de change judicieuse est de savoir définir un taux de change réel qui est proche de sa valeur d'équilibre et qui ne manifeste pas des déviations majeures. Un taux de change qui assure un équilibre interne et externe de l'économie. Seulement cette valeur d'équilibre n'est pas observable, cela a renouvelé l'engouement des théoriciens pour la détermination de ce niveau d'équilibre en utilisant des variables qui affectent l'équilibre interne et externe. Ces déterminants sont appelés fondamentaux du TCRE. La productivité domestique et La productivité étrangère sont deux déterminants importants du TCRE du dinar Algérien, une hausse de la productivité domestique appréciera le TCRE à long terme et une hausse de la productivité étrangère le dépréciera. Ces résultats sont expliqués théoriquement par l'effet de Balassa-Samuelson. Le taux de préférence temporelle domestique et Le taux de préférence temporelle étranger aussi sont deux déterminants importants du TCRE du dinar Algérien. Mais leurs impacts sur le TCRE restent ambigus pour le cas de notre pays. Où on a trouvé dans le NATREX que l'effet indirect de l'épargne qui domine donc une hausse taux de préférence temporelle domestique appréciera le TCRE et une hausse du taux étranger le dépréciera. Les termes de l'échange est une variable déterminante du TCRE du dinar Algérien, une hausse des termes de l'échange appréciera le TCRE à long terme. Ce résultat indique que dans notre pays l'effet de Revenu est dominant. La position extérieure est une variable déterminante du TCRE du dinar Algérien, hausse de La position extérieure dépréciera le TCRE à long terme. Pour Le taux d'intérêt mondial on a trouvé qu'il n'a pas un impact sur le TCRE du dinar Algérien selon les résultats du NATREX mais une hausse le différentiel du taux d'intérêt appréciera le TCRE à long terme.

## Références

- 1- Chaouche, S., Toumache, R., Benameur, I. (2018). *Natural Resources from Curse to a Blessing : conjuring the curse*. International Institute of Social and Economic Sciences.
- 2- Guay, C., Stein, L. (1995). *The Dynamics of the Real Exchange Rate and Current Account in a Small Open Economy: Australia*. CESifo Working Paper, Series 69, CESifo Group Munich.
- 3- Pesaran and al. (2001). *A special issue in memory of John Denis Sargan: studies in empirical macroeconometrics*. Journal of Applied Econometrics, John Wiley & Sons, Ltd., vol. 16(3), pages 197-202.
- 4- Reynolds, P. (1995). *The Economic and Policy Implications of The NATREX Approach*. Oxford University Press.
- 5- Stein, L. (1995). *The Fundamental Determinants of the Real Exchange Rate of the U. S. Dollar Relative to Other Currencies*. IMF Working Papers 95/81, International Monetary Fund.
- 6- Stein, L. (1997). *Fundamental Determinants of Exchange Rates*. CLARENDON PRESS · OXFORD.
- 7- Stein, L., Paladino, G. (1999). *Exchange Rate Misalignments and Crises*. CESifo Working Paper, Series 205, CESifo Group Munich.
- 8- Sauernheimer, K., Stein, L. (1994). *The Real Exchange Rates of Germany*. CESifo Working Paper Series 68, CESifo Group Mu