

## Prévision à court terme du cours du Pétrole Brent

### التنبؤ قصير المدى بتطور سعر خام برنت

Mohamed CHEDAD<sup>1\*</sup>, Mohamed TOUITOU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université' Alger 03 (Algérie), chedadmohamed@yahoo.fr

<sup>2</sup>Université' Alger 03 (Algérie), toutoutoutou@yahoo.fr

Réception: 06/02/2018

Acceptation: 29/12/2018

Publication: 30/12/2019

#### ملخص:

يأخذ تطور سعر البترول دورا مهما في توجيه السياسة المالية السنوية في الجزائر، حيث يعتبر التنبؤ بتطوراتها، على الأقل في المدى القصير، إحدى أهم الطرق الإحصائية لترشيدهم وتوجيه مدى وأبعاد السياسة المالية. إنطلاقا من هذه الفكرة، يهدف هذا المقال إلى تطبيق أهم الطرق الإحصائية للتنبؤ بتطور سعر البترول الجزائري على المدى القصير ووضع معيار إحصائي لاختيار أمثلها. لكي تكون لهذه الدراسة أهمية دائمة يجب جعلها قاعدة قابلة للتحديث المستمر أين تستخدم لاتخاذ القرارات الصائبة في الأوقات المناسبة.

كلمات مفتاحية: التنبؤ؛ سعر البترول برنت؛ Holt-Winters؛ lissage exponentiel.

تصنيفات JEL : C0, C99.

#### Abstract :

The evolution of the Brent price take a major place in the determination of the financial politic Algerien, where the forecast of heir evolution, whenever in the shot term, may be considered one of the important method to orient the dimention of the objetif economic. To this idea, the aim of this articl is to present the principal statistical method to forcast the evolution of the Brent price in the short term and make a base scientific to choice between them.

**Key words:** Forecast, exponentiel lissage, Holt-Winters, Brent Oil price

**JEL Classification Codes:** C0, C99.

## 1-Introduction:

En partant de la réalité que la fiscalité pétrolière représente un atout majeur et important pour l'économie de l'Algérie, du fait que la croissance économique dépend largement à l'effet de la dépense publique, où l'ampleur de cette dernière est principalement déterminée par la fiscalité pétrolière réalisée<sup>1</sup>.

Annuellement, le gouvernement Algérien établit un plan financier pour toutes ses dépenses projetées. La provision financière est faite sur la base d'un prix de référence pour le baril du pétrole. Ce prix de référence doit être solidement conçu pour ne pas ni le surestimé ni le trop sous-estimé. Une surestimation conduit généralement à un endettement ou à un déficit de trésor<sup>2</sup>, et une sous-estimation conduit à une croissance potentiellement ratée .

Il est clair, vu cette conjoncture, qu'une prévision consolidée de l'évolution du prix du pétrole permet aux acteurs concernés l'élaboration d'un plan économique adapté et efficace.

### Etudes précédentes :

- 1- « Modélisation et prévision du prix au consommateur » par Ibrah M. WAHABOU, ISSEA - Ing. de Travaux Statistiques, 2010 : cette étude est focalisée sur la chronique des prix du mil dans la ville de Niamey sur la période 1991-2002 où l'objectif est varié. Ils agissent dans un premier temps d'identifier le mouvement de fond et les caractéristiques fondamentales de la série. Le deuxième objectif consiste à déterminer et représenter le processus générateur des prix du mil à Niamey et enfin de faire de la prévision.
- 2- « Analyse et prévisions à court terme des recettes fiscales » par Analet Gérard NGANGA-KOUBEMBA 2008. Cette étude résume à la fois les outils de prévision statistique à court terme et son application dans la prévision des recettes fiscales.
- 3- « Analyse et prévision des séries temporelles et financière » par tayeb Meriem FSEGN - Maitrise 2009.

### Particularité:

La particularité de cet article est de présenter à la fois les différentes méthodes de prévision à court terme et d'initier un critère de comparaison approprié à l'étude pour choisir la meilleure d'entre elles, même si toutes les méthodes exposées sont valides.

## 2-Partie Théorique:

Les méthodes de lissage consistent à modéliser le passé d'une série chronologique ( $X_t$ ) en vue de réaliser une prévision, ou plutôt faire un intervalle de prévision, généralement à court terme. Ces méthodes représentent l'avantage qu'elles sont peu coûteuses et les calculs peuvent être rendus très rapides par l'utilisation de formules de reproduction ou de mise à jour. La qualité de cette prévision est mesurée par le biais de certains critères.

On présente souvent le lissage exponentiel comme une régression pondérée d'une série  $X_t$  où elle prend la forme suivante :

$$X_t = \varphi(t) + e_t \text{ avec } t = \overline{1, T} \dots \dots (1) \text{ et } e_t \sim BB(0, \sigma_e^2)$$

est une fonction (constante, linéaire, polynômiale de degré  $p$ , sinusoïdale, exponentiel,....)  $\varphi(t)$  dont le poids ( $\gamma$ ) des coefficients varie lentement ou exponentiellement au cours du temps, et prend la forme suivante :

$$\gamma_{T-t} = \alpha(1 - \alpha)^{T-t} \text{ Avec } 0 < \alpha < 1 \text{ et } t = \overline{0, T-1}$$

## 2.1. Présentation des données:

Notre échantillon représente les cours trimestriels du pétrole brut (\$) qui s'étendent du 1er trimestre 2005 au 2ème trimestre 2017, soit 50 observations, enlevées des effets systématiques. Cet échantillon sera réparti en deux parties : la première comprenant les 44 premières observations représentant une plateforme de modélisation et de prévision, la deuxième restante, composée de 6 observations, représente une référence de comparaison entre les différentes méthodes de prévision. Une fois le modèle de prévision convenable choisi, nous nous en servons pour faire la prévision du prix du pétrole sur une période de 6 trimestres, du 3ème trimestre 2017 au 4ème trimestre 2018, tout en incluant la totalité de l'échantillon, soit 50 observations.

## 2.2. Justification du choix:

Bien que l'objectif de ce travail se limite à faire une prévision à court terme (1 an) de l'évolution du prix du pétrole, on a opté pour des données trimestrielles pour donner plus de souplesse à notre modèle et détecter des variations adjacentes non visibles sur des données annuelles et qui pourraient être désastreuses ou fallacieuses.

Le choix d'une période de comparaison entre les différents modèles de « 6 » trimestres est fait sous hypothèse que cette durée est suffisante pour prédire un changement brusque dans l'évolution du prix et va permettre au modèle optimal de se distinguer à ces changements.

## 2.3. Critère de comparaison :

Parmi les différentes méthodes de prévision utilisées par la suite, nous allons prendre celle qui minimise la valeur  $S_e$  définie par :

$$S_e = \left| \sum_{h=1}^6 (p(h) - \hat{X}_t(h)) \right| / 6 \text{ Tel que:}$$

$p(t)$ : Prix réel du trimestre ( $h$ ) de la période de test, ( $h = \overline{1; 6}$ )

$\hat{X}_t(h)$ : Prix prévu du trimestre ( $h$ ) de la période de test.

Ce choix de critère de comparaison vient du fait que nous nous intéressons dans notre étude au prix moyen annuel prévu du prix du Pétrole Brent, sur la base duquel sera élaboré le budget, sans intérêt aux erreurs de prévisions intermédiaires (trimestrielles) enregistrées, que ces soient positives ou négatives.

## 3- Méthodes et Matériels :

### 3.1. Lissage exponentiel simple:

La méthode du lissage exponentiel simple est adaptée pour des séries ( $X_t$ ) sans tendance et sans saisonnalité et fluctuant autour d'une valeur constante, dont la prévision ne dépend pas de l'amplitude  $h$  de l'horizon.

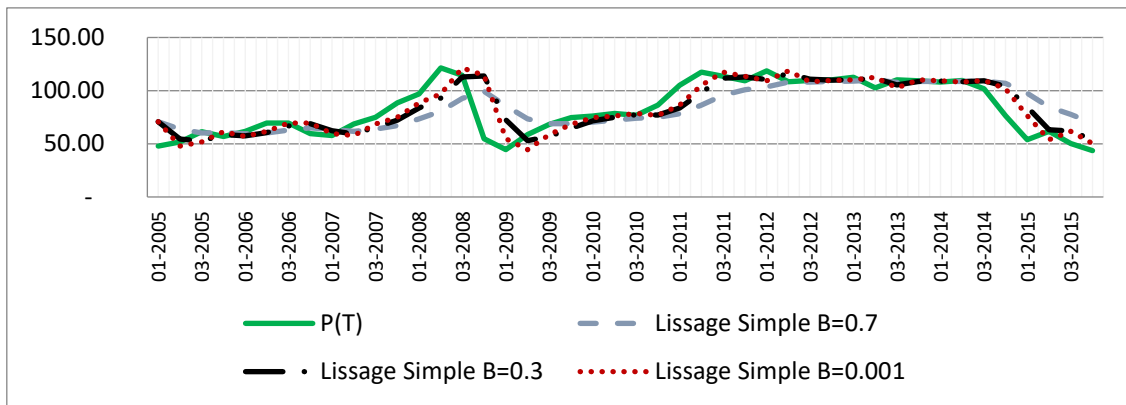
Sur la base de  $T$  observations disposées,  $X_1 \dots \dots, X_T$ , on voudrait faire la prévision, à l'horizon 1 ou à l'horizon  $h$ ,  $\hat{X}_t(h)$  donnée par :

$$\hat{X}_T(h) = \alpha \sum_{j=0}^{T-1} (1 - \alpha)^j X_{T-j}$$

où  $\alpha$  est un paramètre à fixer ou à estimer.

La modélisation du prix du pétrole  $P(T)$  avec différentes valeurs de  $\beta = (1 - \alpha)^3$  est résumée dans le graphique suivant.

**Graphique (1) :** Résultat du lissage exponentiel simple avec différentes valeurs de Béta



Source: élaboré par nous-mêmes

Les résultats de prévisions sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau(1) :** prévisions par l'usage du lissage exponentiel simple

Trimestre	h	Prix réel p (h)	Prix prévu $\hat{X}_t(h)$		
			$\beta = 0.7^4$	$\beta = 0.3^5$	$\beta = 0.001^6$
01-2016	1	33,70	61,69	46,64	43,58
02-2016	2	45,52	61,69	46,64	43,58
03-2016	3	45,79	61,69	46,64	43,58
04-2016	4	49,18	61,69	46,64	43,58
01-2017	5	53,68	61,69	46,64	43,58
02-2017	6	49,65	61,69	46,64	43,58
Moyenne absolue des erreurs $S_e$			15,44	0,39 <sup>7</sup>	2,67

Source: élaboré par nous-mêmes

### 3.2. Lissage exponentiel double

Comme le lissage exponentiel simple est conçu pour des séries pouvant être ajustées à un constant à la date  $T$ , le lissage exponentiel double permet de faire ajustement par une droite. La formule devient:

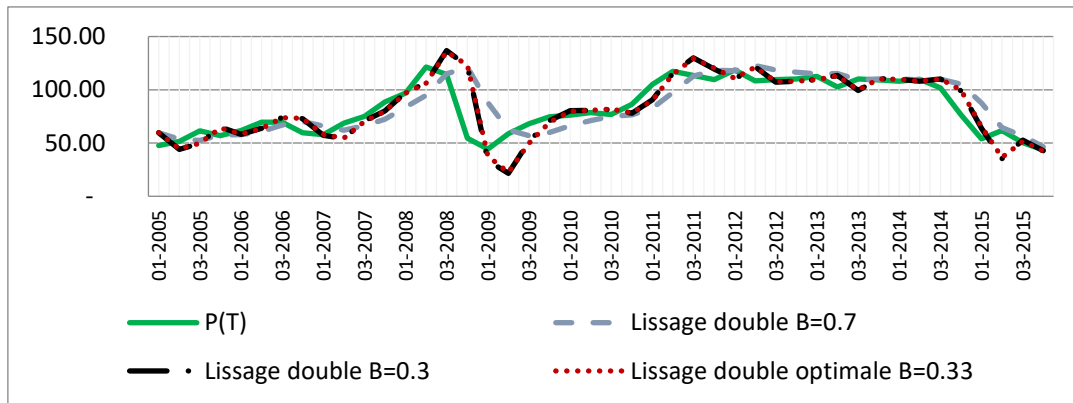
$$X_t = \alpha_1 + \alpha_2(j - T) + Z_t$$

On partant du même principe d'estimation et de prévision du lissage exponentiel simple, la formule d'optimisation pour estimer les deux coefficients  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$  devient:

$$\text{Min} \alpha \sum_{j=1}^{T-1} (1 - \alpha)^j (X_{t-j} - (\alpha_1 + \alpha_2(j - T)))^2$$

Comme la montre le graphique ci-dessous, l'évolution du prix du pétrole sur cette période ne prend pas l'allure d'une tendance, la prévision par lissage double va donner en principe des résultats fallacieux.

**Graphique (2):** présentation du résultat du lissage double avec différentes valeurs de Béta



Source: élaboré par nos soins

Les résultats de prévisions sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau (2):** résultats de prévisions par l'usage du lissage double avec différentes valeurs de Béta

Date	P(t)	h	Prix prévu $\hat{X}_t(h)$								
			$\beta = 0.7$			$\beta = 0.3$			$\beta = 0.33$		
			$\hat{\alpha}_1(T)$	$\hat{\alpha}_2(T)$	$\hat{X}_t(h)$	$\hat{\alpha}_1(T)$	$\hat{\alpha}_2(T)$	$\hat{X}_t(h)$	$\hat{\alpha}_1(T)$	$\hat{\alpha}_2(T)$	$\hat{X}_t(h)$
01-2016	33,70	1	45,00	-7,15	37,85	43,49	-7,35	36,14	43,44	-7,45	35,99
02-2016	45,52	2	45,00	-7,15	30,70	43,49	-7,35	28,78	43,44	-7,45	28,54
03-2016	45,79	3	45,00	-7,15	23,55	43,49	-7,35	21,43	43,44	-7,45	21,09
04-2016	49,18	4	45,00	-7,15	16,40	43,49	-7,35	14,08	43,44	-7,45	13,64
01-2017	53,68	5	45,00	-7,15	9,25	43,49	-7,35	6,73	43,44	-7,45	6,19
02-2017	49,65	6	45,00	-7,15	2,10	43,49	-7,35	-0,62	43,44	-7,45	-1,26
<b>Moyenne absolue des erreurs <math>S_e</math></b>					<b>26,28</b>	<b>28,50</b>			<b>28,89</b>		

Source: élaboré par nos soins

### 3.3. Méthodes de Holt-Winters

#### 3.3.1 Méthode saisonnière additive :

La série  $X_T$  peut être approché à la date  $T$  par :

où  $S_t$  est un facteur saisonnier ( $s = 4$  pour les données trimestrielles  $X_t = \alpha_1 + \alpha_2(j - T) + S_t + Z_t$

et  $s = 12$  pour les données mensuelles), la formule de mise à jour s'écrit de la manière suivante :

$$\begin{cases} \hat{\alpha}_1(T+1) = (1-\gamma)(X_{T+1} - S_{T+1-s}) + \gamma(\hat{\alpha}_1(T) + \hat{\alpha}_2(T)) \text{ où } 0 < \gamma < 1 \\ \hat{\alpha}_2(T+1) = (1-\mu)(\hat{\alpha}_1(T+1) - \hat{\alpha}_1(T)) + \mu\hat{\alpha}_2(T) \text{ où } 0 < \mu < 1 \\ \hat{S}_{T+1} = (1-\tau)(X_{T+1} - \hat{\alpha}_1(T+1)) + \tau S_{T+1-s} \text{ où } 0 < \tau < 1 \end{cases}$$

Et la prévision à l'horizon  $h$  ( $1 \leq h \leq s$ ) s'écrit :

$$\hat{X}_T(h) = \hat{\alpha}_1(T) + h\hat{\alpha}_2(T) + \hat{S}_{T+k+s}$$

Pour l'initialisation on peut prendre :

$$\begin{cases} \hat{\alpha}_1(s) = M_s(X_1, \dots, X_s) \text{ où } M_s \text{ est une moyenne pondérée} \\ \hat{\alpha}_1(s+1) = M_s(X_2, \dots, X_{s+1}) \\ \hat{\alpha}_2(s+1) = \hat{\alpha}_1(s+1) - \hat{\alpha}_1(s) \\ \hat{S}_i = X_i - \hat{\alpha}_1(i) \end{cases}$$

### 3.3.2 Méthode saisonnière multiplicative :

Ce modèle est approprié aux séries avec une tendance linéaire et une variation saisonnière multiplicative. La série  $X_T$  peut être approché à la date  $T$  par :

$$\text{Où } S_t \text{ est un facteur saisonnier. } X_t = (\alpha_1 + \alpha_2(j - T))S_t + Z_t$$

La formule de mise à jour s'écrit de la manière suivante :

$$\begin{cases} \hat{\alpha}_1(T+1) = \gamma \frac{X_t}{S_t(t-s)} + (1-\gamma)\gamma(\hat{\alpha}_1(T) + \hat{\alpha}_2(T)) \text{ où } 0 < \gamma < 1^8 \\ \hat{\alpha}_2(T+1) = \mu(\hat{\alpha}_1(T) + \hat{\alpha}_2(T)) + (1-\mu)\hat{\alpha}_2(T) \text{ où } 0 < \mu < 1 \\ \hat{S}_{T+1} = \tau \frac{X_t}{\hat{\alpha}_1(T+1)} + (1-\tau)S_{T+1-s} \text{ où } 0 < \tau < 1 \end{cases}$$

Et la prévision à l'horizon  $h$  ( $1 \leq h \leq s$ ) s'écrit :

$$\hat{X}_T(h) = (\hat{\alpha}_1(T) + h\hat{\alpha}_2(T))\hat{S}_{T+k+s}$$

### 3.3.3 Méthodes de Holt-Winters non saisonnière:<sup>9</sup>

L'ajustement se fait de la même manière que le lissage exponentiel double au voisinage  $T$  par une fonction linéaire. La différence réside dans la formule de mise à jour qui devient :

$$\begin{cases} \hat{\alpha}_1(T+1) = (1-\gamma)X_{T+1} + \gamma(\hat{\alpha}_1(T) + \hat{\alpha}_2(T)) \text{ où } 0 < \gamma < 1 \\ \hat{\alpha}_2(T+1) = (1-\mu)(\hat{\alpha}_1(T+1) - \hat{\alpha}_1(T)) + \mu\hat{\alpha}_2(T) \text{ où } 0 < \mu < 1 \end{cases}$$

Le but est de donner plus de souplesse au lissage exponentiel dans la mesure où l'ajustement dépend de deux paramètres  $\gamma$  et  $\mu$  au lieu d'un seul paramètre  $\alpha$ , avec le cas particulier de  $\gamma = (1-\alpha)^2$  et  $\mu = 1 - \frac{\alpha}{2-\alpha}$ <sup>10</sup> où les deux méthodes deviennent identiques.

On remarque que plus  $\gamma$  et  $\mu$  sont grandes plus en tient en compte du passé lointain ( $\alpha$  est petite)

La relation précédente ne peut pas être utilisée qu'après initialisation, qu'on la fera souvent de la manière suivante :

$$\begin{cases} \hat{\alpha}_1(2) = X_2 \\ \hat{\alpha}_2(2) = X_2 - X_1 \end{cases}$$

La prévision à la date T pour l'horizon « h » est donnée par :

$$\hat{X}_T(h) = \hat{\alpha}_1(T) + h\hat{\alpha}_2(T)$$

**Tableau (3):** résultats de prévisions par l'usage de la méthode de Holt-Winters non saisonnière

Date	P(t)	h	Prix prévu $\hat{X}_t(h)$								
			$\alpha = 0,7$ et $\beta = 0,7$			$\alpha = 0,3$ et $\beta = 0,3$			$\alpha = 0$ et $\beta = 1$		
			$\hat{\alpha}_1(T)$	$\hat{\alpha}_2(T)$	$\hat{X}_t(h)$	$\hat{\alpha}_1(T)$	$\hat{\alpha}_2(T)$	$\hat{X}_t(h)$	$\hat{\alpha}_1(T)$	$\hat{\alpha}_2(T)$	$\hat{X}_t(h)$
01-2016	33,70	1	42,98	-5,83	37,15	46,68	-10,01	36,57	43,57	1,32	44,89
02-2016	45,52	2	42,98	-5,83	31,32	46,68	-10,01	26,56	43,57	1,32	46,21
03-2016	45,79	3	42,98	-5,83	25,49	46,68	-10,01	16,55	43,57	1,32	47,53
04-2016	49,18	4	42,98	-5,83	16,99	46,68	-10,01	6,54	43,57	1,32	48,85
01-2017	53,68	5	42,98	-5,83	13,83	46,68	-10,01	-3,47	43,57	1,32	50,17
02-2017	49,65	6	42,98	-5,83	8,00	46,68	-10,01	-13,48	43,57	1,32	51,49
Moyenne	46,25				22,75			11,54			48,19
<b>Moyenne absolue des erreurs <math>S_e</math></b>					<b>24,12</b>	<b>34,71</b>			<b>1,94</b>		

#### 4-Résultats et discussion:

##### 4.1 Comparaison entre les trois méthodes:

Le tableau suivant résume les résultats de prévision optimaux des trois méthodes suivant le critère choisi,

**Tableau (4) :** comparaison des résultats

Méthode de prevision	$S_e$	caractéristique
Lissage Exponentiel simple	<b>0,39</b>	$\beta = 0.3$
Lissage Exponentiel double	<b>26,28</b>	$\beta = 0.7$
Holt-Winters non saisonnière	<b>1,94</b>	$\alpha = 0$ et $\beta = 1$

**Source:** élaboré par nos soins

Il est clair que la méthode du lissage exponentiel simple, avec un coefficient de lissage  $\beta = 0.3$ , est celle qui minimise le critère de comparaison  $S_e$  sur l'échantillon considéré.

##### 4.2 Prévision par l'usage du lissage Exponentiel simple avec ( $\beta = 0.3$ ):

En utilisant les différentes formules du lissage exponentiel simple nécessaires, nous synthétisons dans le tableau suivant les résultats de prévision du cours du Pétrole Brent pour un (01) an, soit (4) trimestres, allant du troisième trimestre 2017 au premier deuxième trimestre 2018 :

**Tableau (5) :** résultat de prévision du cours du Pétrole Brent

Trimestre	h	Prix prévu $\hat{X}_t(h)$	$\sigma_h^2$	$\sigma_h$	Intervalle de Confiance
		$\beta = 0.3$			
03-2017	1	50,34	3,00	1,73	[46,95 ; 53,73]
04-2017	2	50,34	4,79	2,19	[46,05 ; 54,63]
01-2018	3	50,34	7,20	2,68	[45,09 ; 55,59]
02-2018	4	50,34	10,23	3,20	[44,07 ; 56,61]
Moyenne		<b>50,34</b>			[45,54 ; 55,14]

Source: élaboré par nossoins

## 5- Conclusion:

Sur la période de prévision, du troisième trimestre 2017 au deuxième trimestre 2018, le prix du Pétrole Brent Algérien, en moyenne, est estimé à 50,34\$ pour le baril, se variant dans une fourchette allant de 45,54\$ à 55,14\$.

Pour une politique économique prudente, le budget annuel est à élaborer pour un prix référence du Pétrole Brent en bas de la fourchette prévue. Et pour une politique moins prudente, il faut se prévenir contre une surestimation du prix du Pétrole Brent par d'autres moyens de financement.

Le lissage exponentiel simple est choisi pour être la méthode optimale à modéliser l'évolution du cours du Pétrole Brent Algérien sur cette période d'étude, néanmoins, une méthode de reproduction évolutive et comparative est nécessaire pour mettre en place une prévision flexible à toutes différentes formes d'évolution.

## 6-Bibliographiques :

### En Français :

- Arthur, C. (2000). *cours des séries temporelles-théorie et application*-. Paris France: Université DAUPHINE Paris.
- ANTOINE, G. (2017). *Analyse descriptive des séries chronologiques*. France: INSA-ROUEN.
- CATHERINE, P. (2013). *Prévision à court terme*. France: Université DAUPHINE Paris.
- VIANO, M.-C. (2004). *Cours de séries temporelles*. Lille France: Université des sciences et technologie.
- R. Bourbonnais et J.-C. Usunier, *La prévision des ventes*, Economica, 2017, 6<sup>e</sup> édition

### En Anglais :

- Charles C. Holt, « *Forecasting Trends and Seasonals by Exponentially Weighted Averages* », Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh Office of Naval Research 1957.
- Nau, Robert. "Averaging and Exponential Smoothing Models". July 2010.

## 7-Références:



<sup>1</sup>Les exportations d'hydrocarbure représentent plus de 95% des exportations totales et la fiscalité pétrolière représente plus de 60% de recette budgétaires.

<sup>2</sup>Le déficit du trésor public est estimé à (-17%) en 2015.

<sup>3</sup>Rappelons que le paramètre  $\beta$  est choisi à la place d'Alpha juste pour s'adapter à l'Eviews.

<sup>4</sup>Avec d'importance au passé lointain (les 20 dernières observations ont une influence importante).

<sup>5</sup>Avec plus d'importance au passé récent (les 7 dernières observations ont une influence importante).

<sup>6</sup>Qui minimise l'erreur de prévision

<sup>7</sup>On peut choisir  $\beta$  d'une façon à réduire l'erreur moyenne de prévision sur l'échantillon de test ( $\beta = 0.29$ )

<sup>8</sup>Dans Eviews, les paramètres  $\gamma, \mu, \tau$  sont représentés successivement par Alpha, Beta et Gamma

<sup>9</sup>Nous excluons les deux méthodes, saisonnière additive et multiplicative par examen visuel du graphique (1)