

*« Pétrole et Activité économique en Afrique:
Une analyse économétrique »*

**Dr. A. BENAMAR, Pr. A. BENDIABDELLAH
& Pr. M. BENBOUZIANE**
a_bendiabdallah@yahoo.fr
benamarabdelhak@yahoo.fr
mbenbouziane@yahoo.fr
ALGERIE

Résumé:

L'objectif de notre recherche est d'analyser l'impact des revenus du pétrole sur le développement macroéconomique et sur la réduction de la pauvreté. En effet, le développement macro-économique a longtemps été considéré comme l'un des moyens les plus efficaces pour réduire la pauvreté. Historiquement, l'augmentation des possibilités du marché du travail, accompagnée par une expansion économique, a aidé les pauvres plus que les riches, ce qui a conduit à un rétrécissement de la distribution des revenus et à un recul de la pauvreté (Rebecca M. Blanc et David Card, 1993).

L'importance de cette relation a poussé de nombreux chercheurs à étudier la nature de la relation entre les facteurs macro-économiques et la réduction de la pauvreté (Blank, 2000; Haverman et Schwabish, 2000, Freeman, 2001; Freeman, 2003; Agenor, Bayraktar et El Aynaoui, 2007, Rebecca M. Blanc et David Card, 1993; J. Page, 2007). Selon ces études, le chômage est le facteur le plus important affectant les taux de pauvreté. D'autres facteurs, tels que: les chocs pétroliers, des taux élevés d'inflation et les problèmes démographiques pourraient avoir une incidence sur le taux de chômage et, par conséquent, sur le taux de pauvreté.

Notre objectif est d'étudier l'impact des revenus des prix de pétrole sur la pauvreté en Afrique. Ainsi, l'étude analyse les relations entre les prix du pétrole et les variables mesurant le développement (c'est-à-dire, PIB, chômage, inflation ...) et des indicateurs sociaux ainsi que des indicateurs de pauvreté.

Statistiquement parlant, de nombreuses études qui ont examiné la relation entre les revenus du pétrole et l'activité économique, ont testé des relations (symétriques) entre les prix du pétrole et d'autres variables macroéconomiques. Dans ce contexte, nous pouvons citer les contributions de John A. Tatom (1988) et James D. Hamilton (1988). Ces derniers ont testé l'aspect symétrique de la relation entre les prix du pétrole et l'activité économique.

Récemment, l'intérêt s'est déplacé vers l'impact asymétrique des chocs pétroliers sur l'activité économique (Cuñado J. & F. Pérez de Gracia, 2005; Sandrine Lardic et Valérie Mignon, 2005; J. & F. Perez Cuñado de Gracia, 2003; BWO-Nung Huang & MJ Hwang & Hsiao - Pring, 2005).

En conséquence, la principale question est la suivante: Existe-t-il une relation asymétrique entre les variables macroéconomiques et les prix du pétrole en Afrique? Si oui, de quelle manière cette asymétrie peut affecter la relation entre la croissance macroéconomique et la pauvreté? Sinon, quelle est la contribution des revenus du pétrole à la réduction de la pauvreté en Afrique?

Un autre point qui sera soulevé dans cette recherche est le fait que la majorité des pays

Africains souffrent du « syndrome hollandais », qui se traduit par un degré élevé de corruption et de mauvaise gouvernance (infrastructure sociale). D'où l'importance d'analyser l'impact de l'infrastructure sociale sur la réduction de la pauvreté. La question est alors de savoir si l'infrastructure sociale est favorable à un développement macroéconomique? Et si elle permet une répartition équitable des revenus?

Mot Clés : *Pauvreté – développement – inégalité- genre –informalité – pétrole –institutions- Afrique*
JEL: *E26, I32, O11, O17.*

Introduction:

Le pétrole demeure une des matières premières les plus convoitées de la planète, au regard de son intérêt économique et de sa dimension géopolitique, et stratégique. L'importance de cette ressource dans le processus de développement apparaît irréversible. Cependant, dans le contexte africain, l'utilisation des revenus pétroliers par les pouvoirs publics en place suscite des interrogations croissantes en raison de leur impact sur la distribution des richesses et sur le développement.

Le marché mondial du pétrole brut a connu une tendance haussière persistante au cours des dernières années, atteignant un record de 147 dollars par baril en juillet 2008. Le prix élevé du pétrole peut être expliqué par la demande et par l'offre.

Du côté de la demande, cette augmentation des prix du pétrole est principalement tirée par la demande de pétrole en Asie orientale, notamment la Chine qui a un taux de croissance accélérée (2,5% en 2005 et 5,6% au cours de l'année 2006, et 6,8 % en 2007). En plus de la forte demande chinoise, les perturbations des pays producteurs de pétrole (comme le Nigeria), les contraintes des capacités des raffineries et le dernier conflit au Moyen-Orient, ont créé des tensions supplémentaires sur le marché du pétrole. Du côté de l'offre, les intervenants du marché ont aussi révisé leur vision concernant la réponse de l'offre face aux prix plus élevés, en raison de faibles niveaux d'investissement.

De plus, les grandes compagnies pétrolières trouvent qu'il est de plus en plus difficile de reconstituer leurs réserves. Aussi, lorsque l'OPEP a déclaré que ses réserves avaient atteint des niveaux très bas, les prix du pétrole s'envolèrent. Avec les risques géopolitiques que l'on connaît, l'offre du pétrole est devenue nettement contraignante et trop vulnérable même face à des perturbations mineures.

Cependant, si un prix élevé du pétrole représente un défi certain pour les importateurs de pétrole du fait qu'il peut ralentir leur activité économique et conduire à de plus grandes contraintes financières, il n'en constitue pas moins une bonne aubaine pour les pays producteurs de pétrole. En effet, nombreux sont les experts qui estiment que la cherté persistante du pétrole peut contribuer à accroître sensiblement le niveau de vie dans ces pays.

L'objectif principal de notre recherche est de tester l'impact de la hausse des prix du pétrole sur l'activité économique dans les pays africains (tant pour les pays importateurs de pétrole que ceux exportateurs). Bien que de nombreux travaux aient été menés dans cette région en vue d'examiner l'incidence des prix du pétrole sur les variables macro-économiques, notre étude va tenter de déterminer ce même impact de la hausse des prix du pétrole sur l'activité économique de ces mêmes pays, mais en recourant à une nouvelle approche. En clair, l'approche que nous proposons, vise à analyser l'impact asymétrique des hausses de prix du pétrole en Afrique.

1- BREVE PRESENTATION DES PAYS PETROLIERS AFRICAINS, OBJET DE NOTRE ETUDE.

Le continent africain constitue aujourd'hui un point névralgique du monde pétrolier. Il apparaît de plus en plus clair que le rôle de l'Afrique comme fournisseur des Etats- Unis et de l'Europe, se renforce.

La carte de la géopolitique pétrolière de l'Afrique présente plusieurs zones d'intérêts économiques et stratégiques. Le Nigeria, l'Algérie, la Libye, l'Angola, le Congo, le Gabon, la Guinée –Equatoriale sont les principaux producteurs. D'autres pays comme le Tchad, les îles de Sao-Tomé et Principe, la Centrafrique, la République Démocratique du Congo, la Côte d'Ivoire et la Mauritanie, s'ouvrent au monde pétrolier. Plusieurs licences d'exploration et d'exploitation sont accordées aux compagnies pétrolières au Soudan, en Ouganda, au Mozambique. Ce tableau montre que l'Afrique reste un continent pétrolier plein d'avenir, offrant une série d'avantages géostratégiques.

L'Afrique du Nord, et en particulier l'Algérie, la Libye, l'Egypte et dans une moindre mesure la Tunisie, est un fournisseur appréciable du pétrole. Les deux premiers sont d'importants exportateurs, alors que l'Egypte figure parmi les grands consommateurs. Cette réalité est lisible dans le tableau ci- dessous.

Tableau 1 : Part du pétrole dans les exportations, le PIB et le Budget de l'Etat

<i>Pays</i>	<i>Exportations</i>	<i>Part dans le PIB</i>	<i>Part dans les ressources de l'Etat</i>
Libye	98%	80%	75%
Algérie	95%	30%	60%
Egypte	40%	4%	10%

Source, Favennec, Copinschi, 2003

Le pétrole est, au regard des données du tableau ci-dessous, la principale activité économique de ces pays où il constitue le premier secteur d'exportation. Les gouvernements bénéficient des revenus du secteur pétrolier à travers les taxes, les impôts, les royalties et les bonus de signature.

Tableau 2 : Dépendance pétrolière des pays africains :

<i>Pays</i>	<i>% PIB</i>	<i>% Exportations</i>	<i>% Revenus</i>
Nigeria	40	95	83
Angola	45	90	90
Congo Brazzaville	67	94	80
Guinée-Equatoriale	85	90	61
Gabon	73	81	60
Cameroun	49	60	20

Source : Banque Mondiale, FMI, Département d'Etat Américain, 2002

Le fait de dépendre du pétrole porte atteinte au développement pour les raisons suivantes: la mentalité de boom créée par la perspective de richesses pétrolières, incitant les pouvoirs publics à établir des projets grandioses ; l'accroissement spectaculaire des dépenses publiques du fait de l'augmentation des revenus; la perte du contrôle fiscal et l'inflation ; l'accroissement de la dette extérieure... De même, l'instabilité des prix du pétrole porte atteinte à la croissance, à la distribution des ressources et à la réduction de la pauvreté. Les revenus pétroliers remplacent les impôts et affranchissent les pouvoirs publics du devoir de rendre compte de leurs dépenses au public.

2- QUELQUES SPECIFICITES ET EXPERIENCES NATIONALES

Le Nigeria

Le Nigeria occupe une place enviable par rapport aux autres pays producteurs du pétrole africain : 1er producteur de pétrole d'Afrique sub-saharienne, 5e producteur de l'OPEP après l'Arabie Saoudite, le Venezuela, l'Iran et les Emirats Arabes Unis. Les pétrodollars constituent 83 % des revenus du gouvernement fédéral, plus de 95 % des revenus d'exportation et environ 40 % du PIB. Ce pays possède approximativement 30 milliards de barils environ de réserves prouvées. Il dispose d'un grand marché intérieur de 125 millions d'habitants. La dépendance pétrolière est écrasante au Nigeria. Les richesses pétrolières ont peu fait pour améliorer la situation des plus pauvres. Plus de 70 % des Nigériens vivent avec moins d'un dollar par jour.

La mauvaise gestion et les stratégies de recherche de positions de rente sont si généralisées que le Nigeria est devenu quasi synonyme de corruption.

Pour HUMAN RIGHTS WATCH « seule une très faible partie des revenus pétroliers reversés par le gouvernement fédéral aux gouvernements locaux, est véritablement dépensée pour des projets réels de développement : il semble n'y avoir ni contrôle, ni audit digne de ce nom des dépenses faites par les autorités locales. »

La gestion de la rente pétrolière au Nigeria ne participe nullement à la réduction de la pauvreté. Le secteur pétrolier est soumis à un système fiscal spécifique pour les compagnies étrangères dénommé « *Memorandum of Understanding* ». Les revenus pétroliers se répartissent entre la recette des exportations du pétrole de la NNPC, la taxe sur les profits pétroliers (PPT), les royalties, les revenus de la vente de pétrole brut sur le marché intérieur et les revenus de la vente du gaz. Le taux de la PPT est de 85 %, celui des royalties est de 20 % pour la production terrestre. La règle de redistribution est : 48,5 % pour le Fédéral, 24 % pour les Etats et 20 % pour les gouvernements locaux. Les 7,5 % restants sont alloués à un fonds spécial. Le gouvernement fédéral a donné son accord pour que les revenus supplémentaires générés lorsque le prix du baril est supérieur à 20 dollars soient versés sur un compte spécial pour le développement, mais cette promesse, juridiquement non contraignante, n'a jamais été tenue.

L'Angola

Comme au Nigeria, la dépendance pétrolière de l'Angola est profonde. En 1960, le pétrole représentait 8% du PIB et l'agriculture 50%. En 1995, la part de l'agriculture était de 17% et celle du pétrole, de 40%. Aujourd'hui, les revenus fiscaux pétroliers représentent 80 % des revenus de l'Etat et plus de 60 % du PIB.

La guerre et la dette ont transformé l'Angola en un pays ruiné. 68 % des Angolais vivent en dessous du seuil de pauvreté et 66 % n'ont pas d'accès à l'eau potable. La fin de la guerre présente

une occasion sans précédent de rediriger les revenus pétroliers pour les allouer à l'aide humanitaire et au développement.

L'histoire de l'Angola en matière de corruption et de transparence laisse la plupart des observateurs sceptiques sur les chances d'une telle évolution. En 2002, l'Angola était le 3^e Etat le plus corrompu parmi les 102 pays étudiés par Transparency International. Le Département d'Etat américain a même affirmé que : « *La richesse du pays demeure concentrée dans les mains d'une petite élite qui utilise ses positions gouvernementales pour s'enrichir personnellement et massivement, et la corruption continue à tous les niveaux... On estime que 50 % des dépenses de l'Etat n'apparaissent pas dans le budget officiel* »

Le Congo Brazzaville

Le Congo – Brazzaville est au 3^e rang des pays producteurs après le Nigeria et l'Angola. Les recettes d'exportations pétrolières ont grimpé de 820 millions de dollars en 1994 à 2,5 milliards de dollars en 2001, avec une production pétrolière de 283.000 b/j (estimations de 2000). La compagnie française Elf contrôle les 2/3 de cette production et le 1/3 restant est partagé entre les sociétés italiennes Agip (actuelle ENI) et américaine Amoco. L'or noir représente 80% des recettes d'exportation. La gestion opaque des recettes s'accompagne de l'expansion de la corruption. Avec des finances et un endettement non maîtrisés, le pays ne cesse de réclamer un statut à part de *Pays Pauvre Très Endetté* (PPTTE). Les revenus pétroliers devraient fournir une base suffisante pour le développement d'un pays d'à peine 3 millions d'habitants. Mais la faiblesse des institutions et la dépendance de l'Etat à l'égard des pétrodollars, ne l'ont pas mis en situation de bien négocier ses contrats pétroliers. Ces revenus comprennent les recettes de la vente de la partie de la production de pétrole qui lui revient de droit, les royalties et le paiement de bonus de signature lors de l'attribution des permis d'exploration. Comme dans tout CPP, les bénéfices pétroliers sont partagés entre le gouvernement et les compagnies selon les clauses du contrat. Les termes de ces contrats sont encore très favorables aux compagnies pétrolières.

Dans un rapport publié en 2003, Global Witness accuse Elf d'avoir institutionnalisé l'opacité, favorisant des gouvernements qui ne répondent pas de leur gestion, avec comme conséquence, un endettement massif et une instabilité chronique. L'ONG explique comment le Congo avec 3 millions d'habitants est devenu le pays le plus endetté du monde, per capita avec 6,4 milliards de dollars à rembourser aux créanciers étrangers. Par ailleurs, plus de 70 % de la population congolaise vivent avec moins d'un dollar par jour. Alors que les dépenses militaires augmentent, les infrastructures sanitaires et scolaires se délabrent pour cause de déficits budgétaires.

3 : CADRE CONCEPTUEL DE LA RECHERCHE

L'objectif de notre recherche est de tester l'impact des prix du pétrole sur l'activité économique dans les pays africains. L'objectif est de tester les relations entre la hausse du prix du pétrole et d'autres variables macroéconomiques (inflation, taux de change réels, le PIB, le chômage, la production industrielle ...). La contribution supplémentaire de ce travail est de tester l'impact asymétrique des prix du pétrole sur l'activité économique. En effet, plusieurs études récentes ont validé cet aspect asymétrique, et cela du fait que les relations entre les variables se sont révélées être non linéaires. MORK (1989) a été le premier à tester l'asymétrie des chocs des prix du pétrole sur les activités économiques. MORK et OLSON (1994) a de nouveau vérifié qu'il y avait une relation négative et significative entre l'augmentation du prix du pétrole et la production nationale dans certains pays industrialisés. LEE et RATTI (1995) ont estimé les chocs pétroliers en utilisant le modèle (GARCH). FERDERER (1996) a étudié l'impact des chocs pétroliers positifs et négatifs sur

les activités économiques. Il conclue également que les chocs positifs ont un effet statistiquement significatif sur les activités économiques, alors que les chocs négatifs n'ont pas de tels effets. De la même façon, SADORSKY (1999) constate que les changements de prix du pétrole (hausse des prix) ont un impact plus important sur l'activité économique et sont mieux en mesure d'expliquer la variance de l'erreur de prévision des rendements réels des actions que ne le sont les variations de prix négatives.. En outre, SADORSKY (1999) a étudié la relation asymétrique entre les variations des prix du pétrole et l'activité économique en utilisant un modèle à deux régimes. Selon lui, l'impact d'une évolution positive des prix du pétrole suit une évolution décalée et elle n'est pas immédiate. De nombreuses études antérieures ont indiqué qu'une augmentation du prix du pétrole est la principale raison de l'inflation. Lorsque rien n'est fait, une inflation galopante peut être préjudiciable à l'économie. Au contraire, une réduction des prix du pétrole, en général, n'aura aucune incidence sur le niveau des prix de manière positive et en tant que telle, ne peut pas porter préjudice à l'économie. En d'autres termes, il semble y avoir une relation non linéaire entre la variation du prix du pétrole (ou sa volatilité) et l'activité économique (production, rendements boursiers et taux d'intérêt). Les études ci-dessus sont les arguments qui nous ont poussés à essayer d'utiliser une enquête similaire. À cet égard, nous allons recourir à un modèle de seuil multivarié pour étudier l'impact asymétrique des prix du pétrole sur l'activité économique en Afrique.

4. RESULTATS DES TESTS ECONOMETRIQUES

Les résultats seront divisés en deux parties. La première portera sur l'impact des prix du pétrole sur certaines variables macro-économiques en Afrique (à savoir, le PIB, la monnaie, l'inflation et les taux d'intérêt), alors que la deuxième partie traitera de la relation entre les prix du pétrole et la corruption (avec quelques indicateurs de gouvernance).

4-1. Prix du pétrole et variables macroéconomiques

L'objectif de notre étude est d'analyser l'impact des variations des prix du pétrole (ou de la volatilité des prix) sur les variables macro-économiques des pays africains. Nous notons dans ce contexte que plusieurs études ont utilisé des modèles VAR, l'analyse d'impulsion et de la décomposition de la variance. Il s'agit par exemple de RAFIQ S. et al. (2008), LEDUC S. et K. SILL (2004), PAPAPETROU E. (2001). En effet, les modèles VAR sont un outil approprié dans l'analyse des relations entre les variables.

Les résultats des tests de stationnarité sont présentés dans le tableau (3). D'après ce tableau, il apparaît qu'un grand nombre de séries pour de nombreux pays n'ont pas assez d'informations sur la stationnarité. En effet, les résultats de la PP et les tests KPSS sont contradictoires dans le cas de ces séries. On a également noté que la variable *Monnaie* est la variable la plus touchée par ce manque d'information. Cela concerne, par exemple, l'Algérie, l'Angola, le Botswana, l'Égypte, le Nigéria ... Dans ces pays, la variable *Monnaie* ne contient pas suffisamment d'informations sur la stationnarité. Pour résoudre le problème, nous avons utilisé la plus grande probabilité et les valeurs critiques. Par exemple, dans le cas où l'hypothèse de racine unitaire est acceptée par un test PP avec une faible probabilité, tandis que l'hypothèse de stationnarité est acceptée par un test KPSS avec une valeur critique élevée, nous allons utiliser le résultat du test KPSS, alors que la série est stationnaire.

Les résultats sont résumés dans le tableau (4). D'après ce tableau, à l'exception du Tchad, la variable *Monnaie* est intégrée d'ordre 1 dans tous les pays étudiés. À l'exception du Bénin et de l'Ouganda, le taux d'intérêt est également intégré d'ordre 1 pour tous les pays étudiés. Pour la Libye, le taux d'intérêt ne perm et pas de tester la stationnarité. En ce qui concerne le taux d'inflation, nous

avons trouvé deux groupes de pays. Un groupe avec une inflation intégrée d'ordre 1 (Algérie, Angola, Botswana, Cameroun, Egypte, Guinée Bissau, Lesotho, Libye, Madagascar, Mozambique, Namibie, Sierra Leone, Afrique du Sud, Tunisie, Zambie et Zimbabwe), et un second groupe avec une inflation stationnaire (le reste des pays africains).

Après des tests de racines unitaires, nous nous sommes trouvés confrontés au problème de l'utilisation des séries non stationnaires dans le modèle VAR. Il devint donc nécessaire d'étudier les relations de Co-intégration (ENGLE RF et GRANGER CW, 1987) entre des variables non-stationnaires. Pour cela, nous avons utilisé la méthode de JOHANSEN, S. & K. JUSELIUS (1990). Les résultats des tests de racines unitaires et Co-intégration déterminent la forme de variables qui entrent dans le modèle VAR. Dans le cas de la présence d'un vecteur de Co-intégration, un terme de correction d'erreur doit être inclus dans le modèle.

Les résultats des tests de Co-intégration sont présentés dans le tableau (5). Les résultats du tableau (5) montrent qu'il existe trois relations de Co-intégration dans le cas de l'Algérie : une relation entre inflation, taux d'intérêt et Monnaie, une seconde relation entre l'inflation, la monnaie et les prix du pétrole, et une troisième relation entre le taux d'intérêt, la monnaie et les prix du pétrole.

Dans le cas de l'Egypte, il existe deux relations de Co-intégration. La première est entre inflation, taux d'intérêt, et monnaie et la seconde entre taux d'intérêt, monnaie et prix du pétrole.

Pour la Gambie, et le Maroc, nous pouvons détecter une relation de Co-intégration entre l'inflation et la monnaie.

Pour le Ghana, le Kenya, le Nigeria, le Sénégal, le Swaziland et l'Ouganda, nous détectons une relation de Co-intégration entre la monnaie et les prix du pétrole. Pour le reste des pays aucune relation de Co-intégration n'est détectée (dans le sens de JOHANSEN) entre les variables de l'étude.

On peut facilement noter, d'après ces résultats, que le prix du pétrole a un effet de long terme sur la variable monnaie dans les pays suivants: Algérie, Égypte, Ghana, Kenya, Nigeria, Sénégal, Swaziland et Ouganda. Trois de ces pays sont des exportateurs de pétrole. Les autres sont des importateurs de pétrole.

La Co-intégration et les résultats des tests de stationnarité nous permettent de connaître la forme de variables à inclure dans le modèle VAR.

Dans le cas de l'Algérie et de l'Egypte, les variables seront utilisées (avec les niveaux) avec correction d'erreur.

Dans le cas du Maroc et de la Gambie, le taux d'intérêt et la monnaie seront utilisés avec un niveau de correction d'erreur terme, tandis que l'inflation et les prix du pétrole seront utilisés dans une première différence.

Dans le cas du Ghana, le Kenya, le Nigeria, le Sénégal et le Swaziland, la masse monétaire et les prix du pétrole seront utilisés avec un niveau de correction d'erreur terme, le niveau d'inflation et les taux d'intérêt de première différence.

Dans le cas de l'Ouganda, toutes les variables sont utilisées avec un niveau de correction d'erreur entre la monnaie et les prix du pétrole.

Pour les autres pays, chaque variable sera utilisée pour selon son niveau de stationnarité.

Pour tester l'impact de la volatilité des prix du pétrole, nous devons estimer cette volatilité.

Pour ce faire, nous allons adopter l'approche de SADORSKY (1999) en estimant le résidu d'un modèle standard GARCH (1,1) comme suit:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 h_{t-1}$$

Avec I_{t-1} , l'information à la période $t - 1$. L'erreur résiduel standard est estimé comme:

$\hat{\varepsilon}_t = \varepsilon_t / h_t^{1/2}$, avec h_t la variance conditionnel dans le temps t . On note que $\hat{\varepsilon}_t$ représente la volatilité des changes du prix du pétrole. Les résultats de cette estimation sont présents dans le tableau (6).

Selon les résultats du tableau (6), il semble que le modèle GARCH (1,1) a de bons estimateurs. En effet, les paramètres sont significatifs à 5% et les statistiques de DURBIN-WATSON et de LJUNG-BOX montrent qu'il n'y a pas d'autocorrélation. En outre, le coefficient de corrélation entre les premières différences de prix du pétrole et la volatilité de ces prix est 0,7217. Par conséquent, nous ne pouvons pas introduire ces deux variables à la fois dans le même modèle. Donc, nous estimons deux modèles VAR, le premier en utilisant le prix du pétrole, et le second avec la volatilité de ces prix.

Le modèle VAR estimé va nous permettre de faire une décomposition de la variance, et estimer les fonctions de réponse. La décomposition de la variance permet de calculer les pourcentages de l'impact de la variation de chaque variable sur la modification d'autres variables. Les fonctions de réponse nous permettent de connaître les signes de changement, et des périodes de chocs. Les résultats de la décomposition de la variance sont présentés dans le tableau (7).

Le tableau (7) indique les proportions de l'impact causé par les prix du pétrole en termes de décomposition de la variance (VDC). Par exemple, dans le cas du Botswana, Les prix du pétrole expliquent 13,85 % de l'évolution de l'inflation. La monnaie vient en deuxième position, en expliquant 7,73% de ces changements. Enfin, le taux d'intérêt contribue également à la variation de l'inflation à un faible pourcentage de 2,29%. En ce qui concerne le taux d'intérêt, nous pouvons voir que la monnaie explique en grande partie le changement avec un pourcentage de 3,93%, l'inflation est en deuxième position, en expliquant 2,56% de ces changements. Enfin, les prix du pétrole avec le plus faible pourcentage à 2,06%. Les résultats du deuxième modèle (avec la volatilité des prix du pétrole) ne semblent pas si différents de ceux du premier. En effet, il reste que la volatilité des prix du pétrole explique la plupart des changements de l'inflation (13,41%), la monnaie à 6,29%, puis le taux d'intérêt à 3,26%. Dans le cas des taux d'intérêt, une petite modification apparaît, le changement peut être expliqué par la volatilité des prix du pétrole avec 3,41% lesquels prennent la seconde place après la monnaie (3,81%). L'inflation reste en dernière position, en expliquant 2,43% de l'évolution des taux d'intérêt. Dans le cas de la monnaie, aucun impact significatif ne peut être attribué, que ce soit sur les prix du pétrole ou sur volatilité, ni même sur l'inflation ou les taux d'intérêt. En conséquence, le pouvoir explicatif des prix du pétrole ou de la volatilité de ces prix sur l'inflation, est plus forte que d'autres variables telles que la monnaie et les taux d'intérêt. Plus encore, le pouvoir explicatif est plus faible que celui de la monnaie sur les taux d'intérêt. En outre, les prix du pétrole et la volatilité de ces prix n'ont aucun pouvoir explicatif sur la monnaie.

Selon les résultats du tableau (7), aucun impact significatif ne pourrait être attribué aux prix du pétrole et à la volatilité de ces prix dans le cas de l'Algérie, l'Angola, la Sierra Leone, le Kenya et le Nigeria. En conséquence, les prix du pétrole et la volatilité de ces prix n'ont pas de pouvoir explicatif sur l'inflation, les taux d'intérêt et la valeur de l'argent dans ces pays.

Dans le cas du Mozambique, Ouganda, Swaziland, Sénégal et Ghana, les prix du pétrole n'ont

pas d'impact significatif sur d'autres variables. Toutefois, la volatilité des prix du pétrole a un impact significatif sur les taux d'intérêt. Dans le cas du Sénégal, cet impact (1,29%) est accompagné par d'autres impacts, celui de l'inflation (0,31%) et celui de la monnaie (0,34%). Dans le cas de l'Ouganda, le Swaziland et le Ghana, l'inflation a un impact plus fort que la volatilité des prix du pétrole sur les taux d'intérêt. Dans le cas du Mozambique, l'impact de la volatilité des prix du pétrole (2,02%) n'est pas accompagné par d'autres répercussions. Par conséquent, il est à noter que les prix du pétrole n'ont aucun pouvoir explicatif sur d'autres variables dans ces pays. Toutefois, la volatilité de ces prix a un pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt dans ces même pays.

En ce qui concerne le Togo, les résultats du tableau (7) montrent que les prix du pétrole et la volatilité de ces prix ont un impact significatif sur les taux d'intérêt. En outre, l'impact de la volatilité des prix du pétrole (1,25%) est plus élevé que l'impact des prix du pétrole (0,49%). Par conséquent, la volatilité des prix du pétrole a un pouvoir explicatif supérieur à celui des prix du pétrole sur les taux d'intérêt.

Dans le cas du Lesotho, du Burkina Faso et Côte-d'Ivoire, les prix du pétrole et la volatilité des prix du pétrole ont un impact significatif sur les taux d'intérêt. Cet impact est accompagné par un important effet de l'inflation et de la monnaie. Toutefois, il est noté que l'impact de la volatilité des prix du pétrole est plus élevé que les prix du pétrole et l'impact de ces deux est plus grand que celui de l'inflation et d'argent. Ainsi, la volatilité des prix du pétrole a le plus grand pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt.

Dans le cas du Cameroun, République du Congo, Guinée équatoriale, Éthiopie, Malawi, Mali, Maurice, et au Tchad, nous voyons que les prix du pétrole et la volatilité des prix du pétrole ont un impact significatif sur les taux d'intérêt. Cet impact est accompagné à la fois par un important effet de l'inflation et de la monnaie (Cameroun, République du Congo, Ethiopie, Tchad), et par un important effet de l'inflation sur le taux d'intérêt (Malawi, Mali). En outre, il est noté que l'inflation a le plus grand pouvoir explicatif sur le taux d'intérêt et le pouvoir explicatif de la volatilité des prix du pétrole est supérieur au prix du pétrole.

Dans le cas du Rwanda et du Gabon, l'impact significatif sur le taux d'intérêt est du aux prix du pétrole, la volatilité des prix du pétrole, l'inflation et la monnaie. Pour le Rwanda, la monnaie a le plus grand pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt. Pour le Gabon, c'est l'inflation qui a le plus grand pouvoir explicatif sur le taux d'intérêt. En outre, le pouvoir explicatif de la volatilité des prix du pétrole sur le taux d'intérêt est supérieur au prix du pétrole.

Dans le cas de Madagascar, le Cap-Vert, les Seychelles, la Tanzanie et le Bénin, le tableau (7) montre que, même si les prix du pétrole n'ont pas le plus grand pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt, ils ont néanmoins un pouvoir explicatif supérieur à celui de la volatilité des prix du pétrole. Il a également été noté que pour la Tanzanie et Madagascar, c'est la monnaie qui a le plus grand pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt, tandis que pour le Cap-Vert, les Seychelles et le Bénin, l'inflation a le plus grand pouvoir explicative sur les taux d'intérêt.

Dans le cas du Niger, du Gabon et du Zimbabwe, un impact important est du aux prix du pétrole sur les taux d'intérêt et la monnaie. Un impact significatif est dû à la volatilité des prix du pétrole sur les taux d'intérêt. En outre, il est à noter que l'inflation a le plus grand pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt dans ces pays, et que le pouvoir explicatif de la volatilité des prix du pétrole sur le taux d'intérêt est supérieur au prix du pétrole. Enfin, la volatilité des prix du pétrole n'a pas de pouvoir explicatif sur la monnaie dans ces pays.

Dans le cas de la République centrafricaine, nous constatons que l'inflation a le plus grand

pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt avec 9,26% et la monnaie avec 5,76%. En outre, la monnaie a un pouvoir explicatif sur le taux d'intérêt de 1,91%. Il y a aussi des impacts significatifs de 0,51% et 2,76% qui peuvent être attribués aux prix du pétrole sur les taux d'intérêt et la monnaie. En outre, la volatilité des prix du pétrole a un impact significatif de 1,37% sur les taux d'intérêt et 2,66% sur la monnaie. Ainsi donc, les prix du pétrole et la volatilité de ces prix ont plus de pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt et de la monnaie, sauf que le pouvoir explicatif de la volatilité des prix du pétrole est plus élevé que les prix du pétrole.

Dans le cas de la Zambie et l'Afrique du Sud, les résultats du tableau (7) montrent qu'un impact significatif sur l'inflation est attribuable aux prix du pétrole et à la volatilité des prix du pétrole. En outre, dans le cas de la Zambie, la volatilité des prix du pétrole a un pouvoir explicatif (3,30%) plus élevé que le prix du pétrole (2,73%) sur l'inflation. Dans le cas de l'Afrique du Sud, les prix du pétrole ont un pouvoir explicatif (1,99%) sur l'inflation plus élevé que la volatilité de ces prix (1,69%). Les résultats montrent également que dans le cas de ces deux pays, les prix du pétrole n'ont pas un pouvoir explicatif sur le taux d'intérêt, mais, par contre la volatilité des prix du pétrole a un pouvoir explicatif sur le taux d'intérêt de 3,43% à 0,78% en Zambie et en Afrique du Sud respectivement.

Dans le cas de la Tunisie et de la Namibie, nous constatons que le pouvoir explicatif de la volatilité des prix du pétrole sur l'inflation est plus élevé que le prix du pétrole. Plus encore, la volatilité des prix du pétrole a un pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt, plus élevé que le prix du pétrole en Tunisie. Pour la Namibie, les prix du pétrole ont un pouvoir explicatif de 2,49% sur les taux d'intérêt, tandis que la volatilité de ces prix n'a pas de pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt.

Dans le cas de l'Egypte, un impact significatif sur l'inflation est attribuable aux prix du pétrole (11,51%), tandis qu'un impact significatif sur les taux d'intérêt est dû à la volatilité des prix du pétrole (0,55%). Par conséquent, il est à noter que les prix du pétrole ont un pouvoir explicatif sur l'inflation, tandis que la volatilité des prix du pétrole a un pouvoir explicatif sur les taux d'intérêt.

4.2-Fonctions de réponse impulsionnelle:

Dans le cas de l'Algérie, le graphe (1) montre clairement que toutes les variables ont une réponse aux chocs des prix du pétrole et à la volatilité de ces prix. Pour les prix du pétrole, on observe une réponse initiale négative de l'indice des prix qui dure une seule période. Pour les taux d'intérêt, on observe une réponse initiale positive qui augmente jusqu'à la troisième période. Cette réponse tend à diminuer sans retour vers l'équilibre. Dans le cas de la masse monétaire, on assiste à une réponse initiale positive qui tend à augmenter jusqu'à la deuxième période puis diminue jusqu'à la quatrième période pour augmenter sans retour à l'équilibre.

La réponse de ces variables aux chocs de la volatilité des prix du pétrole est différente. En effet, l'inflation a une réponse initiale positive à la volatilité des prix du pétrole. Cette réponse tend à augmenter jusqu'à la deuxième période, puis diminue pour être négative à la troisième période, et reste stable jusqu'à la quatrième période, puis regagne l'équilibre vers la cinquième période. De même, la réponse des taux d'intérêt est aussi différente. Le graphe (1) montre une réponse initiale positive qui tend à augmenter jusqu'à la troisième période pour s'équilibrer vers la quatrième période. Pour la masse monétaire, on assiste à une réponse initiale positive qui tend à augmenter jusqu'à la troisième période, puis diminue pour s'équilibrer vers la sixième période.

Selon le graphe (1), on note que les réponses des variables face aux chocs des prix du pétrole sont similaires à celles face aux chocs de la volatilité des prix du pétrole à l'exception des

pays suivants : Algérie, Egypte, Nigeria, Sénégal, Ghana, Kenya, Swaziland, et Ouganda.

Parmi ces pays, on note que, à l'exception de l'Algérie et de l'Egypte, les variables n'ont pas de réponse aux chocs des prix du pétrole, mais elles répondent aux chocs de la volatilité de ces prix. Pour l'Algérie et l'Egypte, on remarque une réponse aux chocs des prix du pétrole différente de celle aux chocs de la volatilité des prix du pétrole. Dans le cas de l'Egypte, l'inflation a une réponse initiale négative aux chocs des prix du pétrole qui tend à diminuer pour rejoindre un nouveau niveau d'équilibre vers la quatrième période. Cependant, elle a une réponse initiale positive face aux chocs de la volatilité des prix du pétrole qui augmente pour une période puis diminue jusqu'à la cinquième période puis remonte une deuxième fois pour s'annuler vers la septième période puis elle regagne un nouveau niveau d'équilibre négative. Pour le taux d'intérêt, on assiste à une réponse initiale négative face aux chocs des prix du pétrole et à la volatilité de ces prix, sauf que les chocs des prix de pétrole tend à augmenter pour devenir positive vers la quatrième période et regagne un niveau d'équilibre positive, tandis que celui de la volatilité des prix du pétrole regagne un niveau d'équilibre négative. En ce qui concerne la masse monétaire, elle est affectée par un choc positif des prix du pétrole qui va diminuer pour devenir négatif après la troisième période puis augmente après la quatrième période pour devenir positif sans retour vers l'équilibre (s'annuler). Un choc presque similaire à la volatilité des prix du pétrole sauf qu'il s'annule vers la neuvième période.

Selon les résultats du graphe (1), on note que l'inflation a une faible réponse initiale négative aux chocs de la volatilité des prix du pétrole dans le cas de Nigeria, Sénégal, et Kenya. Dans le cas du Ghana, la réponse de l'inflation aux chocs de la volatilité des prix du pétrole est presque nulle. Pour les taux d'intérêt, on assiste à une réponse initiale positive qui tend à s'annuler vers la sixième période dans le cas du Nigeria et du Sénégal. Dans le cas de Swaziland, Ghana, et Kenya, on assiste à une réponse initiale négative qui devient positive vers la troisième période pour s'annuler vers la huitième période. Pour l'Ouganda, la réponse de l'inflation aux chocs de la volatilité des prix du pétrole est négative et tend à s'équilibrer après la quatrième période sans s'annuler. Pour la masse monétaire, on assiste à une réponse initiale positive qui tend à s'annuler vers la huitième période dans le cas de l'Ouganda. Dans le cas du Sénégal, Swaziland, Ghana, et Kenya, la masse monétaire a une réponse initiale négative qui tend à s'annuler vers la huitième période.

Pour le reste des pays, on note que les réponses aux chocs des prix du pétrole sont similaires à celle aux chocs de la volatilité de ces prix. Selon les réponses, on peut classer ces pays en six groupes. Un premier groupe comportant le Benin, Tchad, Angola, Guinée-Bissau, Zimbabwe et Burkina-Faso, se caractérise par une réponse initiale négative de l'inflation, une réponse initiale positive du taux d'intérêt, et finalement une réponse initiale négative de la masse monétaire. Le deuxième groupe se compose du Botswana, Namibie, Afrique du Sud, Malawi, République Centre Africaine, et République du Congo. Ce groupe se caractérise par une réponse initiale positive de l'inflation, une réponse initiale négative du taux d'intérêt, et une réponse initiale positive de la masse monétaire. Un troisième groupe avec le Cameroun, Tunisie, Ethiopie, Gabon, et Seychelles avec un choc initiale négatif pour toutes les variables. Et un quatrième groupe avec le Togo et la Zambie avec une réponse initiale positive pour toutes les variables. On note que pour ces quatre groupes, l'inflation et la masse monétaire répondent de la même direction aux chocs des prix du pétrole et de la volatilité de ces prix.

Deux autres groupes apparaissent selon les fonctions de réponses. Un cinquième groupe avec une réponse initiale négative de l'inflation et du taux d'intérêt, et une réponse initiale positive de la masse monétaire. Ce cinquième groupe se compose de la Guinée Equatoriale, Rwanda, Tanzanie, et Mozambique. Le dernier groupe se comporte de Madagascar, Sierra Leone, Mali, et Cote d'Ivoire. Ce

groupe se caractérise par une réponse initiale positive de l'inflation et du taux d'intérêt, et une réponse initiale négative de la masse monétaire. Pour ces deux derniers groupes, il apparaît clairement que la masse monétaire et l'inflation réagissent différemment aux chocs des prix du pétrole ou aux chocs de la volatilité de ces prix.

En ce qui concerne la durée de vie de ces réponses, il apparaît clairement que dans la plupart des pays, les chocs s'annulent après la huitième période pour toutes les variables et pour tous les groupes.

Il est à noter que les résultats des fonctions de réponses et de la décomposition de la variance sont un peu paradoxaux et difficiles à interpréter. Par exemple, en termes de pays importateurs ou exportateurs du pétrole, on n'a pas pu trouver une différence entre les deux groupes. Ainsi, il y a un comportement des chocs tout à fait différent entre les pays exportateurs ou importateurs, d'autre part, il y a un comportement similaire entre certains pays importateurs et d'autres qui sont exportateurs.

Un autre point qui mérite d'être souligné, c'est que les résultats sont dans beaucoup de cas paradoxaux ; par exemple dans plusieurs pays l'inflation répond de la même façon que la masse monétaire et les taux d'intérêt. L'incapacité de trouver des explications pour ces remarques nous a poussés à réfléchir à d'autres alternatives. Premièrement, la forme du modèle choisie. En effet, on a utilisé un modèle VAR pour estimer les fonctions de réponses et la décomposition de la variance, or les études précédentes étaient en faveur d'une relation asymétrique entre les prix du pétrole (ou la volatilité de ces prix) et les autres variables macroéconomiques. De ce fait, on a opté pour un test de non linéarité entre les variables en utilisant un modèle MVTAR.

Une deuxième source possible de ces anomalies est le fait de ne pas prendre en compte, dans le modèle, plusieurs facteurs qui peuvent être déterminants dans notre étude. En effet, l'environnement social, sécuritaire et l'infrastructure sociale des pays de l'Afrique ont une grande influence dans la croissance de ces pays. De plus des études récentes ont montré que l'infrastructure sociale peut être le facteur essentiel dans l'explication du développement et de la croissance.

4.3- Impact Asymétrique des prix du pétrole

Dans ce qui suit, on va présenter les modèles MVTAR et les résultats du test de linéarité basé sur ces modèles.

Les modèles MVTAR

Les modèles MVTAR sont des modèles qui se comportent de plusieurs régimes. Chaque régime peut être représenté par un modèle VAR. Or, le changement de régime est gouverné par une variable de transition dont le franchissement d'un seuil déclenche le changement de régime. Ces modèles sont présentés par TSAY (1998) sous la forme suivante :

$$Y_t = \begin{cases} f_1(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots; \varepsilon_{1t} | \theta_1) & \text{if } Z_{t-d} \leq r \\ f_2(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots; \varepsilon_{2t} | \theta_2) & \text{if } Z_{t-d} > r \end{cases} \quad (1)$$

Avec $Y_t = (\text{money, inflation, interest rate, oil price})'$, $f_i(\cdot)$ est une fonction définie de façon que $f_i(\cdot) \neq f_j(\cdot)$ si $i \neq j$, θ_i sont des paramètres à dimension finie, d est un nombre entier positif représentant le retard de la variable de transition Z_{t-d} qui doit être stationnaire

(HANSEN, 1996) (Dans notre cas, cette variable représente les prix du pétrole¹).

Dans ses travaux, TSAY (1998) se base sur un modèle linéaire dépendant sur un vecteur de variables endogènes Y_t et un v -dimension vecteur de variables exogènes $X_t = (X_{1t}, \dots, X_{vt})'$, avec $r \in \Gamma = [\underline{r}, \bar{r}]$, Γ est un intervalle (habituellement équilibré) des valeurs possibles du seuil. Dans ces conditions, TSAY (1998) note que Y_t suit un modèle MVTAR avec une variable de transition z_t retardée de d période, s'il satisfait la forme suivante :

$$Y_t = c_j + \sum_{i=1}^p \phi_i^{(j)} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \beta_i^{(j)} X_{t-i} + \varepsilon_t^{(j)} \text{ if } r_{j-1} \leq z_{t-d} \leq r_j \quad (2)$$

Avec $j = 1, \dots, s$, c_j des vecteurs de constantes, et p et q des nombres entiers non négatifs. Les innovations satisfaites $\varepsilon_t^{(j)} = \sum_j^{1/2} a_t$, et $\sum_j^{1/2}$ des matrices symétriques positives et définies, $\{a_t\}$ une séquence de vecteurs aléatoires non auto-corrélés avec une moyenne 0 et une matrice de covariance I (la matrice identique). La variable de transition est stationnaire avec une distribution continue. Ce modèle avec s régimes est considéré linéaire dans l'espace du seuil z_{t-d} , mais non linéaire dans le temps quand $s > 1$.

Pour l'estimation du modèle (2), TSAY (1998) adopte une généralisation des résultats de CHAN (1993) et HANSEN (1996) du cas univarié. Pour une simplification, le modèle s'écrit sous la forme :

$$Y_t = \begin{cases} X_t' \Phi_1 + \sum_1^{1/2} a_t & \text{if } z_{t-d} \leq r_1 \\ X_t' \Phi_2 + \sum_2^{1/2} a_t & \text{if } z_{t-d} > r_1 \end{cases} \quad (3)$$

Avec $a_t = (a_{1t}, \dots, a_{kt})'$, z_{t-d} est stationnaire et continu avec une fonction de densité $f(r)$ sur un sous ensemble délimité de la ligne réelle $R_0 \subset R$, $d \in \{1, \dots, d_0\}$, d_0 est un entier positif fixe. Pour l'estimation des paramètres du modèle (3) $(\Phi_1, \Phi_2, \sum_1, \sum_2, r_1, d)$, TSAY (1998) utilise les moindres carrés conditionnelles en deux étapes. Premièrement, en se basant sur des valeurs données de d et r , le modèle (3) est séparé en deux régressions linéaires multivariés dont les estimateurs des moindres carrés de Φ_i et \sum_i (avec $i = 1, 2$) sont :

$$\hat{\Phi}_i(r_1, d) = \left(\sum_t^{(i)} X_t X_t' \right)^{-1} \left(\sum_t^{(i)} X_t Y_t' \right)$$

¹ Le choix des prix du pétrole comme variable de transition est inspiré d'une part des travaux de : Huang, Fwanj et Peng (2005) ; Sadorsky (1999) ; et Ferderer (1996), et d'autre part du rôle important des revenus pétrolières dans les économies des pays du GCC.

Et

$$\widehat{\Sigma}_i(\tau_1, d) = \frac{\sum_t^{(i)} (y_t - x_t' \widehat{\Phi}_i^*)(y_t - x_t' \widehat{\Phi}_i^*)'}{n_i - k} \quad (4)$$

Avec $\sum_t^{(i)}$ la somme de toutes les observations dans le régime i , $\widehat{\Phi}_i^* = \widehat{\Phi}_i(\tau_1, d)$, n_i le nombre de observations dans le régime i , et k la dimension de X_t ($k < n_i$ for $i = 1, 2$). La somme des carrés des erreurs est notée par :

$$S(\tau_1, d) = S_1(\tau_1, d) + S_2(\tau_1, d)$$

Avec $S_i(\tau_1, d)$ la trace de $(n_i - k)\widehat{\Sigma}_i(\tau_1, d)$. Deuxièmement, les estimateurs des moindres carrés conditionnelles de τ_1 et d sont obtenus par :

$$(\hat{\tau}_1, \hat{d}) = \operatorname{argmin} S(\tau_1, d)$$

Avec $1 \leq d \leq d_0$ et $\tau_1 \in R_0$. Les résultats des estimateurs des moindres carrés de (4) sont :

$$\widehat{\Phi}_i = \widehat{\Phi}_i(\hat{\tau}_1, \hat{d})$$

Et

$$\widehat{\Sigma}_i = \widehat{\Sigma}_i(\hat{\tau}_1, \hat{d})$$

Pour établir les propriétés asymptotiques de ces estimateurs, TSAY (1998) adopte la même approche de CHAN (1993) et HANSEN (1996).

Pour tester la non linéarité du modèle (i.e. tester la significativité du modèle MVTAR contre le modèle VAR), HANSEN (1996) propose un test de Wald. Dans ce test, l'hypothèse nulle est : $\Phi_1 = \Phi_2$, ce qui veut dire que les coefficients sont égaux pour les deux régimes (l'hypothèse alternative de non linéarité est : $\Phi_1 \neq \Phi_2$). Or, la difficulté de ce test réside dans l'existence des paramètres de nuisances². En effet, le seuil τ_1 n'est pas défini sous l'hypothèse nulle. Dans ces conditions, quand les erreurs sont *iid*, la statistique qui a plus de puissance est la statistique F comme suit :

$$F = \sup_{\tau_1 \in R} F(\tau_1)$$

Du fait que τ_1 n'est pas identifié, cette statistique ne suit pas une distribution chi-deux. Pour résoudre ce problème, HANSEN (1996) propose une approximation avec la procédure du bootstrap.

Les résultats du test de linéarité sont présentés dans le tableau (8). On note que ce tableau est composé de deux parties. Une partie avec un modèle avec les prix du pétrole comme variable de

² Le problème des paramètres de nuisance non identifiés sous l'hypothèse nulle, est traité par Ploberger (1994), Hansen (1996), et Stinchcombe et White (1998).

transition, et une autre partie avec un modèle qui utilise la volatilité des prix du pétrole comme variable de transition.

Le tableau (8) montre qu'à l'exception de l'Algérie, Benin, Botswana, République Centre Africaine, Tanzanie, Gambie, Guinée-Bissau et Namibie, l'hypothèse de non linéarité est rejetée pour tous les autres pays. Pour l'Algérie, Botswana, et Namibie, l'hypothèse de non linéarité est acceptée dans le cas de l'utilisation des prix du pétrole comme variable de transition, cependant, elle est rejetée dans le cas de l'utilisation de la volatilité des prix du pétrole comme variable de transition. Dans le cas de République Centre Africaine, Tanzanie, Gambie, Guinée - Bissau, et Mauritius, l'hypothèse de non linéarité est rejetée pour le modèle avec les prix du pétrole comme variable de transition, tandis qu'elle est acceptée en utilisant un modèle avec la volatilité de ces prix comme variable de transition. De plus, dans le cas de Gambie et Benin, l'hypothèse de non linéarité est acceptée pour les deux modèles.

Donc, le test de non linéarité fournit un argument convaincant concernant la mauvaise spécification des modèles VAR utilisés dans le cas de l'Algérie, Benin, Botswana, République Centre Africaine, Tanzanie, Gambie, Guinée-Bissau et Namibie. De ce fait, dans le cas de ces pays, on va se baser sur les modèles MVTAR. D'une part, on va essayer d'explorer si les chocs positifs des prix du pétrole (ou de la volatilité de ces prix) ont un effet différent des chocs négatifs. Et d'autre part, si les chocs durant les périodes des prix élevés du pétrole sont différents des chocs durant les périodes à bas prix du pétrole. Pour cela, on utilise les fonctions de réponse généralisée proposé par KOOP, PESARAN et POTTER (1996). En effet, ces fonctions peuvent être utilisées pour examiner l'effet des chocs dans les modèles non linéaires. La différence entre la réponse d'une variable après un choc et la ligne de base (pas de chocs) représente la valeur de la fonction de réponse généralisée :

$$GI_y(k, \varepsilon_t, \Omega_{t-1}) = E[Y_{t+k} | \varepsilon_t, \Omega_{t-1}] - E[Y_{t+k} | \Omega_{t-1}] \quad (5)$$

Avec k l'horizon de prévision, ε_t le choc, et Ω_{t-1} les valeurs initiales des variables du modèle. Les fonctions de réponses généralisées GI doivent être calculées en simulant le modèle. De plus, on assume que le modèle non linéaire qui produit les variables Y est connu. Le choc de la $i^{\text{ème}}$ variable de Y se produit dans la période 0. Les réponses sont calculées pour les L périodes qui suivent. Pour le calcul, l'algorithme de ATANASOVA (2003) est utilisé en utilisant le même nombre de répliques adoptés par KOOP, PESARAN ET POTTER (1996) ($R = 500$).

Les résultats des fonctions de réponse généralisée sont présentés dans le graphe (8).

5- PETROLE, CORRUPTION ET STABILITE POLITIQUE:

Dans ce travail, nous allons nous concentrer uniquement sur deux aspects de l'infrastructure sociale: la corruption et l'instabilité politique. En effet, les pays africains exportateurs de pétrole sont parmi les pays les plus corrompus au monde, et ces pays souffrent d'une instabilité politique, de la violence et de la guerre civile.

La corruption se réfère à l'utilisation de la position officielle d'enrichissement personnel. Ce qui différencie la corruption dans les économies africaines et son impact relatif sur la croissance économique et des coalitions politiques. On observe des niveaux élevés de corruption en corrélation

avec de faibles niveaux de libertés politiques, d'où le lien entre la corruption, les revenus provenant du pétrole et la stabilité politique

La corruption est souvent le « ciment » par lequel un dictateur récompense les partisans et les bénéficiaires d'un régime qui se lie à la structure de leadership. Faciliter la corruption est une pratique qui finit par hypothéquer l'avenir par des emprunts auprès de compagnies pétrolières internationales qui jouissent d'un net avantage dans leur accès à l'information et aux capitaux par rapport à la pauvreté des Etats africains (NANKANI 1979). Toutefois, les compagnies pétrolières face à certains risques, « doivent faire des investissements de capitaux importants avant qu'ils ne puissent espérer tirer des profits. Ces montants en investissements sont une sorte de prise d'otage » (Bray, 2003).

Les citoyens de nombreuses économies africaines vivent dans des conditions de pauvreté telle que cela contraste tragiquement avec la richesse pétrolière dont bénéficie leur pays. À la seule exception du Gabon, l'ensemble des pays exportateurs de pétrole d'Afrique sont pauvres, et leurs économies se caractérisent par de faibles taux de croissance du PIB, un faible revenu par habitant, de mauvaises performances dans les secteurs non pétroliers, et dans de nombreux cas, la violence des guerres civiles. Les statistiques sur la corruption de certaines économies africaines sont éloquentes: l'Angola, le Cameroun et le Nigéria sont parmi les pays les plus corrompus dans le monde avec des classements respectifs de 124, 126 et 132 (sur 133). L'Algérie se classe au 88^{ème} rang ! Ces statistiques suggèrent une forte corrélation entre ces pétro-économies et la corruption.

Les Tableaux (7, 8) montrent les indices de la corruption et l'instabilité politique dans les pays africains. Pour mettre en évidence la relation entre les prix du pétrole, d'une part, et la corruption et la stabilité politique, d'autre part, nous présentons certains essais de corrélation dans les tableaux (9, 10). D'après ces tableaux, nous constatons que les corrélations sont plus élevées dans le cas des pays exportateurs de pétrole. Par exemple, dans le cas de l'Algérie, une corrélation significative de 0,941 existe entre les prix du pétrole et la corruption, et une autre corrélation significative de 0,928 entre la stabilité politique et les prix du pétrole. Dans le cas du Nigéria, une corrélation significative entre -0,7307 des prix du pétrole et l'instabilité politique. Dans le cas de la Côte d'Ivoire, une corrélation significative de -0,7604 a été détectée entre les prix du pétrole et la corruption, et une corrélation significative de -0,7366 a été détectée entre les prix du pétrole et l'instabilité politique.

Par conséquent, plus un pays a des ressources importantes, plus il souffre de la corruption et de l'instabilité politique.

Conclusion :

Le principal objectif de notre recherche était de tester l'impact des prix du pétrole ou de la volatilité de ces prix sur les variables macro-économiques dans les pays africains.

Les résultats se présentent comme suit: premièrement, on note l'absence de relations de Co-intégration entre les prix du pétrole et la volatilité des prix dans la plupart des pays. Deuxièmement, la décomposition de la variance fondée sur des modèles VAR montre que le taux d'intérêt est la variable qui s'explique par les prix du pétrole ou de la volatilité de ces prix.

Cependant, en termes de comparaison entre les pays exportateurs de pétrole et les pays importateurs de pétrole, nous n'avons pas trouvé de différence significative. Nous avons également noté que l'impact de la volatilité des prix du pétrole était plus grand que l'effet des prix du pétrole. Toutefois, vu la présence de plusieurs contradictions, en particulier les fonctions de réponse (dans de nombreux cas il y a, par exemple, un comportement de l'inflation similaire à celle de l'argent), il était

difficile de donner des explications convaincantes. Par conséquent, nous avons étendu notre étude en testant l'asymétrie de la relation entre les prix du pétrole (et de la volatilité de ces prix) et une autre variable, parce que les études précédentes plaidaient en faveur d'une relation asymétrique dans les pays développés. Toutefois, les tests de linéarité dans la forme du modèle MVTAR, étaient en faveur d'une relation linéaire dans la plupart des pays. En outre, même les résultats de certains pays ayant une relation asymétrique n'étaient pas très encourageants, ni dans la différenciation entre pays exportateurs de pétrole et pays importateurs de pétrole, ni dans l'explication de la contradiction dans l'utilisation de modèles VAR.

Cela nous a incité à explorer d'autres voies de recherche pour trouver des explications à ce phénomène. Dans cette perspective, nous avons inclus les travaux de DOUGLAS NORTH (1990), et ceux de JEAN et de HALLS (1999) sur l'importance des infrastructures sociales dans l'explication de la croissance. En effet, l'environnement social, la sécurité et les infrastructures sociales des pays africains, ont une grande influence sur la croissance de ces pays. Nos principaux résultats, montrent qu'il existe une forte corrélation entre corruption et pays exportateurs de pétrole ainsi qu'avec la stabilité politique de ces pays.

Parmi les principales recommandations que nous préconisons, notons l'importance de :

- La participation de la société civile dans tous les processus de décision, notamment la diffusion d'informations relatives au pétrole et autres ressources, et les consultations des groupes organisés lors de l'élaboration des contrats.
- La promotion de la transparence, de la responsabilisation des élites et de la démocratie comme conditions préalables pour une gestion équitable des revenus pétroliers.
- L'obligation pour les gouvernements africains de prendre des engagements fermes en vue d'une gestion transparente des revenus pétroliers et d'une réduction de la pauvreté ciblées;
- L'impératif du respect des normes universelles en matière de droits humains tel que défini dans la Déclaration universelle des droits de l'homme, particulièrement en ce qui concerne la sécurité des installations pétrolières, le traitement des travailleurs et des populations locales, et la protection de l'environnement;
- Le Soutien par des efforts internationaux en vue d'une plus grande transparence des paiements des compagnies pétrolières dans les pays en développement ;
- La levée des obstacles légaux et extra-légaux à la transparence et la surveillance du secteur pétrolier, et l'abrogation des clauses de confidentialité figurant dans les contrats de partage de production;
- L'attribution des revenus pétroliers aux secteurs sociaux prioritaires, et plus particulièrement à ceux de l'éducation et de la santé, et le développement d'institutions publiques agissant en tant que facteurs clefs de la bonne gouvernance.

RÉFÉRENCES :

- Abeyasinghe Tilak (2001), "Estimation of direct and indirect impact of oil price on growth", *Economic Letters* 73, 147-153.
- Andrew Feltenstein (1992), "Oil and rural migration: the Dutch disease goes South", *Journal of international money and finance*, 11, pp. 273-291.
- Bai J. & Lumsdaine R. L. & Stock J. H. (1998), "Testing for and dating common breaks in multivariate time series", *Review of economic studies* 65, pp. 395-432.
- Bai J. & Perron P. (1998), "Estimating and testing linear models with multiple structural changes", *Econometrica* 66 (1), pp. 74-78.
- Bhandari Jagdeep S. (1981), "The simple macroeconomics of an oil-dependent economy", *European economic review* 16, pp. 333-354.
- Blake N.S. & Fomby T.B. (1997), "Threshold cointegration", *International Economic Review* 38, 627-645.
- Bwo-Nung Huang & M.J. Hwang & Hsiao-Ping Peng (2005), "The asymmetry of the impact of oil price shocks on economic activities: An application of the multivariate threshold model", *Energy Economics* 27, 455-476.
- Byung Rhae Lee & Kiseok Lee & Ronald A. Ratti (2001), "Monetary policy, oil price shocks, and the Japanese economy", *Japan and the world economy* 13, pp. 321-349.
- Chow G. (1960), "tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions", *Econometrica* 20 (3), pp. 591-605.
- Cunado J. & F. Perez de Gracia (2003), "Do oil price shocks matter? Evidence for some European countries", *Energy Economics* 25, 137-154.
- Cunado J. & F. Perez de Gracia (2005), "Oil prices, economic activity and inflation: evidence for some Asian countries", *The Quarterly Review of Economics and Finance* 45, 65-83.
- Davis Steven J. & John Haltiwanger (2001), "Sectoral job creation and destruction responses to oil price changes", *Journal of monetary economics* 48, pp. 465-512.
- Dibooglu Sel & Eisa Aleisa (2004), "Oil prices, terms of trade shocks, and macroeconomic fluctuations in Saudi Arabia", *Contemporary economic policy*, Vol. 22, N° 1, pp. 50-62.
- Dickey D. A. & Fuller W. A. (1979), "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root", *J. Am. Assoc.* 74, pp. 427-31.
- Eltony M. N. & Al-Awadi M. (2001), "Oil price fluctuations and their impact on the macroeconomic variables of Kuwait: a case study using a VAR model", *Int. J. Energy Res.*, 25, (11), 939-959.
- Enders W. & Dibooglu D. (2001), "Long-run purchasing power parity with asymmetric adjustment", *Southern Economic Journal* 68 (2), 433-445.
- Enders W. & Siklos P.L. (2001), "Cointegration and threshold adjustment", *Journal of Business and Economic Statistics* 19, 166-176.
- Engle, R.F. & Granger, C.W. (1987), "Cointegration and error correction: representation, estimation, and testing", *Econometrica*, March, 251-276.
- Farzin Y. H. (2001), "The impact of oil price on additions to US proven reserves", *Resource and energy economics* 23, pp. 271-291.
- Gideon Fishelson (1982), "The price of oil and economic activity", *Energy economics, Volume 4, Issue 1, Page 2-6*.
- Gideon Fishelson (1983), "Hotelling rule, economic responses and oil prices", *Energy economics, Volume 5, Issue 3, Page 153-156*.
- Goel Rajeev K. & Mathew J. Morey (1993), "Effect of the 1973 oil price embargo: A non-parametric analysis", *Energy economics, Volume 15, Issue 1, Page 39-48*.

- Hakan Berument & Hakan Tasci (2002), "Inflationary effect of crude oil prices in Turkey", *Physica A* 316, pp. 568-580.
- Hakan Berument & Nildag Basak Ceylan (2005), "The impact of oil price shocks on the economic growth of the selected MENA countries", *Economic research forum*, 12th annual conference, 19th-21st December, Grand Hyatt Cairo, Egypt.
- Hamilton James D. (1988), "Are the macroeconomic effects of oil-price changes symmetric? A comment", *Carnegie-Rochester conference series on public policy* 28, pp. 369-378.
- Hamilton James D. (1988), "Are the macroeconomic effects of oil-price changes symmetric? A comment", *Carnegie-Rochester conference series on public policy* 28, pp. 369-378.
- Hamilton James D. (1996), "This is what happened to the oil price-macroeconomic relationship", *Journal of monetary economics* 38, pp. 215-220
- Hamilton, J.D. (1983), "Oil and the macroeconomy since World War II", *Journal of Political Economy* 91 (2), 228-248.
- Hansen B. (1991), "Parameter instability in linear models", *Journal of policy modelling* 14(4), pp. 517-533.
- Hillard G. Huntington (2004), "Shares, gaps and the economy's response to oil disruption", *Energy economics* 26, pp. 415-424.
- Hoag John H. & Mark Wheeler (1996), "Oil price shocks and employment: the case of Ohio coal mining", *Energy Economics* 18, 211-220.
- Hooker Mark A. (1996a), "What happened to the oil price-macroeconomy relationship? ", *Journal of monetary economics* 38, pp. 195-213
- Hooker Mark A. (1996b), "This is what happened to the oil price-macroeconomic relationship: Reply", *Journal of monetary economics* 38, pp. 221-222
- Hutchison Michael M. (1993), "Structural change and the macroeconomic effects of oil shocks : empirical evidence from the United State and Japan", *Journal of international money and finance*, 12, pp. 587-606.
- Hylleberg S. & Engle R.F. & Granger C.W.J. & Yoo B.S. (1990), "Seasonal integration and cointegration", *Journal of Econometrics* 44, 215- 238.
- Im K. S. & Pesaran M. H. & Shin Y. (2003), "Testing for unit roots in heterogeneous panels", *Journal of Econometrics*, 115, 53-74.
- Johansen, S. & Juselius, K. (1990), "Maximum likelihood estimation and inference on cointegration: with applications to the demand for money", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 52 (2), 169-210.
- Kwiatkowski D. & Phillips & C.B. & Schmidt, P. & Shin, Y. (1992), "Testing the null hypothesis of stationary against the alternative of a unit root", *Journal of Econometrics* 54, 159 -178.
- Lardic Sandrine & Valérie Mignon (2005), "The impact of oil prices on GDP in European countries: An empirical investigation based on asymmetric cointegration", *Energy Policy*, forthcoming.
- Looney Robert E. (1991), "Diversification in a small oil exporting economy: The impact of the Dutch Disease on Kuwait's industrialization", *Resources policy, Volume 17, Issue 1, Page 31-41/*
- Metwally M. M. & Perera N. (1995), "The effect of the downturn In oil prices on the relative efficiency of government expenditure in the GCC countries", *Int. J. Energy Research*, 19 (7), pp. 639-643
- Mork K., Olsen O. & Mysen H. T. (1994), "Macroeconomic responses to oil price increases and decreases in seven OECD countries", *Energy Journal* 15, 15-38.
- Perron P. (1989), "The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis", *Econometrica* 57, pp. 1361-1401.

- Peter Ferderer J. (1996), "Oil Price Volatility and the Macroeconomy", *Journal of Macroeconomics*, Vol. 18, No. 1, pp. 1-26.
- Phillips, P.C.B. & Perron, P. (1988), "Testing for a unit root in time series regression", *Biometrika* 75 (2), 335-346.
- Schorderet Y. (2004), "Asymmetric cointegration", *working paper*, Department of Econometrics, University of Geneva.
- Shams M. (1989), "The impact of oil revenues on the OPEC economy", *ENERGY ECONOMICS*, vol 11, Issue 4, PP 242.
- Sheehan Richard G. & Neil Kelly (1983), « Oil Prices and World Inflation », *Journal of economics and business*, Volume 35, Issue 2, Page 235-238.
- Tatom John A. (1988), "Are the macroeconomic effects of oil-price changes symmetric?", *Carnegie-Rochester conference series on public policy* 28, pp. 325-368.
- Tatom John A. (1988), "Are the macroeconomic effects of oil-price changes symmetric?", *Carnegie-Rochester conference series on public policy* 28, pp. 325-368.
- Thoresen Per E. (1982), "Oil price and inflation", *Energy economics*, Volume 4, Issue 2, Page 121-126.
- Tsay Ruey S. (1998), "Testing and modeling multivariate threshold models", *journal of the american statistical association*, vol. 93, N°. 443, pp. 1188-1202.
- Westoby Richard (1986), "Effect of oil price increases on developing countries - a comment", *Energy Economics*, vol. 8, issue 1, pp. 46-47.
- Ying Huang & Feng Guo (2006), "The role of oil price shocks on china's real exchange rate", *China economic review*, forthcoming.
- Youngho Chang & Joon Fong Wong (2003), "Oil price fluctuations and Singapore economy", *Energy policy* 31, pp. 1151-1165.
- Zivot, E. & Andrews D.W.K. (1992), "Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis", *Journal of Business and Economic Statistics* 10 (3), 251-270.

Table (3) : Stationarity test results

	Inflation				Interest rate				money			
	Level		1 st difference		level		1 st difference		Level		1 st difference	
	PP	KPSS	PP	KPSS	PP	KPSS	PP	KPSS	PP	KPSS	PP	KPSS
Algeria	-1.7633 [0.7203]	1.9982	-16.9317 [0.0000]	0.4973	-0.5932 [0.9784]	0.9951	-17.7200 [0.0000]	0.3896	3.8944 [1.0000]	1.6709	-18.2790 [0.0000]	1.9129
Angola	-1.3045 [0.8822]	1.1863	-14.585 [0.1346]	0.9729	-2.5364 [0.3104]	0.5052	-32.7644 [0.0001]	0.4453	4.6751 [1.0000]	1.0695	-13.0085 [0.0000]	1.1465
Benin	-2.813 [0.1883]	0.4327	-10.9271 [0.0000]	0.0537	-2.4491 [0.0143]	0.9923	-	0.2491	-0.9386 [0.7738]	1.4378	-14.3511 [0.0000]	0.0426
Botswana	-1.6726 [0.7580]	0.1646	-11.3340 [0.0000]	-	-1.0048 [0.2816]	0.4217	-12.1841 [0.0000]	0.1134	-0.2879 [0.9225]	1.3918	-14.8463 [0.0000]	0.1734
Burkinafaso	-4.7835 [0.0000]	0.6202	-	0.0132	-1.6398 [0.4612]	1.5489	-20.0018 [0.0000]	0.0729	-0.1349 [0.9434]	2.1794	-18.7448 [0.0000]	0.0981
Cameroon	-0.5101 [0.8860]	2.1037	-15.9870 [0.0000]	0.0536	-0.6611 [0.8533]	1.5826	-18.5211 [0.0000]	0.1792	-0.9684 [0.9455]	1.4107	-21.8904 [0.0000]	0.2320
Cape Verde	-1.9737 [0.0466]	0.7562	-	0.0831	-1.9536 [0.6216]	0.6022	-12.8903 [0.0000]	0.2298	-1.7050 [0.7448]	1.5619	-12.3038 [0.0000]	0.3434
Central African republic	-3.5866 [0.0326]	0.0911	-	-	-0.9410 [0.7742]	1.6758	-17.4732 [0.0000]	0.0750	-1.9028 [0.6506]	1.6576	-18.0557 [0.0000]	0.0770
Chad	-3.5400 [0.0372]	0.0693	-	-	-2.0437 [0.5743]	0.3274	-17.1225 [0.0000]	-	-3.7129 [0.0231]	0.0992	-	-
Congo Republic	-2.9252 [0.1569]	0.2225	-14.3638 [0.0000]	-	-2.1313 [0.5247]	1.3330	-13.9625 [0.0000]	0.0649	-0.8078 [0.9623]	1.4951	-17.0565 [0.0000]	0.3615
Cote d'Ivoire	-1.1401 [0.0000]	0.9151	-	0.0183	-1.6398 [0.4612]	1.5489	-20.0018 [0.0000]	0.0729	-0.9291 [0.7785]	2.0459	-13.4516 [0.0000]	0.0399
Egypt	-1.8466 [0.0618]	1.4284	-22.7951 [0.0000]	0.0228	-1.7034 [0.7477]	1.3170	-18.6326 [0.0000]	0.9473	-0.9056 [0.9529]	2.0635	-16.7508 [0.0000]	0.4657
Equatorial Guinea	-3.8912 [0.0145]	0.1362	-	-	-1.8132 [0.6940]	1.0797	-12.7625 [0.0000]	0.1109	0.2673 [0.9983]	1.2553	-13.1398 [0.0000]	0.7568
Ethiopia	-2.8684 [0.1756]	0.1469	-10.6155 [0.0000]	-	-1.7443 [0.7269]	1.4384	-11.5974 [0.0000]	0.1108	1.9521 [1.0000]	1.4292	-12.9275 [0.0000]	1.0868
Gabon	-2.5825 [0.2888]	0.1273	-9.8801 [0.0000]	-	-2.0649 [0.5614]	1.2652	-13.5244 [0.0000]	0.0688	-2.1937 [0.4898]	1.6436	-15.7410 [0.0000]	0.2294
Gambia	-3.2272 [0.0808]	0.3893	-	-	-2.2392 [0.4658]	0.8905	-18.3279 [0.0000]	0.0815	1.2638 [1.0000]	1.4597	-16.2750 [0.0000]	1.2117

Table (3) : (Continued)

	Inflation				Interest rate				money			
	Level		1 st difference		level		1 st difference		Level		1 st difference	
	PP	KPSS	PP	KPSS	PP	KPSS	PP	KPSS	PP	KPSS	PP	KPSS
Ghana	-2.4810 [0.0129]	0.8936	-	0.0238	-1.1163 [0.9239]	1.3710	-18.8889 [0.0000]	0.2375	4.7390 [1.0000]	1.3568	-17.8841 [0.0000]	1.7074
Guinea Bissau	-1.9246 [0.3205]	1.3499	-15.3665 [0.0000]	0.0324	-1.7402 [0.4095]	1.0791	-14.7880 [0.0000]	0.0795	-1.5070 [0.5283]	1.4746	-14.2614 [0.0000]	0.0558
Kenya	-2.9756 [0.1408]	0.1131	-17.6995 [0.0000]	-	-1.5127 [0.1221]	1.4423	-12.0835 [0.0000]	0.0255	0.6033 [0.9997]	1.7389	-22.0557 [0.0000]	1.4532
Lesotho	-1.4357 [0.8385]	0.6744	-6.7257 [0.0000]	0.1732	-2.1491 [0.5070]	0.6640	-8.8296 [0.0000]	0.1025	0.0135 [0.9553]	0.8862	-7.4730 [0.0000]	0.5000
Libya	-1.7872 [0.6873]	0.4641	-6.3302 [0.0001]	0.1321	-	-	-	-	-0.5345 [0.8714]	0.7050	-6.0490 [0.0000]	0.0958
Madagascar	-2.3297 [0.4153]	0.3279	-9.6522 [0.0000]	-	-1.4966 [0.8272]	0.7819	-13.5624 [0.0000]	0.1718	1.9588 [0.9999]	1.6559	-11.4725 [0.0000]	0.4948
Malawi	-3.0200 [0.1284]	0.2402	-15.1326 [0.0000]	-	-1.9142 [0.6442]	1.5047	-18.0545 [0.0000]	0.1056	3.8691 [1.0000]	1.5122	-11.7980 [0.0000]	1.6932
Mali	-2.7119 [0.2329]	0.1128	-13.7811 [0.0000]	-	-1.5863 [0.5863]	1.3362	-14.4927 [0.0000]	0.0526	-2.3063 [0.4283]	1.7037	-15.9413 [0.0000]	0.1471
Mauritius	-3.1480 [0.0976]	0.2048	-12.8274 [0.0000]	-	-2.3290 [0.4163]	1.1084	-15.7688 [0.0000]	0.0823	-0.1827 [0.9931]	1.6099	-17.0950 [0.0000]	0.6926
Morocco	-1.8339 [0.0636]	0.7608	-13.4508 [0.0000]	0.3031	-2.3648 [0.3964]	1.4348	-12.0856 [0.0000]	0.1560	0.9376 [0.9999]	1.4218	-11.3263 [0.0000]	1.2961
Mozambique	-1.6001 [0.7885]	0.7116	-12.8809 [0.0000]	0.1565	-2.0328 [0.2726]	0.7741	-12.2882 [0.0000]	0.0482	-0.6638 [0.9733]	1.4101	-11.6593 [0.0000]	0.6063
Namibia	-1.5772 [0.7847]	0.5236	-5.1746 [0.0001]	0.5266	-1.1743 [0.9026]	0.5984	-5.6120 [0.0000]	0.1867	0.3246 [0.9769]	0.8124	-5.5476 [0.0003]	0.1183
Niger	-3.8045 [0.0172]	0.3936	-	-	-1.6398 [0.4612]	1.5489	-20.0018 [0.0000]	0.0729	-0.7508 [0.9678]	1.5013	-23.7080 [0.0000]	0.2630
Nigeria	-3.0997 [0.1078]	0.1684	-16.1190 [0.0000]	-	-0.4160 [0.5330]	1.7745	-19.1896 [0.0000]	0.0722	4.0871 [1.0000]	1.6153	-24.6259 [0.0000]	1.7679
Rwanda	-2.9948 [0.1376]	0.3737	-11.1355 [0.0000]	-	-0.0979 [0.6481]	0.2239	-11.0248 [0.0000]	-	0.9583 [0.9999]	1.2385	-11.9475 [0.0000]	0.6554
Senegal	-3.9322 [0.117]	0.6853	-	0.0178	-1.6398 [0.4612]	1.5489	-20.0018 [0.0000]	0.0729	0.9913 [0.9999]	1.8371	-17.0399 [0.0000]	0.7916

Table (3) : (Continued)

	Inflation				Interest rate				money			
	Level		1 st difference		level		1 st difference		Level		1 st difference	
	PP	KPSS	PP	KPSS	PP	KPS S	PP	KPSS	PP	KPSS	PP	KPSS
Seychelles	-4.4192 [0.0024]	0.2338	-	-	-1.5663 [0.8040]	1.590 0	-17.6722 [0.0000]	0.3690	-1.1603 [0.9157]	1.6534	-17.3643 [0.0000]	0.5213
Sierra Leone	-2.5299 [0.1097]	1.2716	-14.1139 [0.0000]	0.0324	-1.8060 [0.6989]	0.779 9	-16.4920 [0.0000]	0.0990	2.9721 [1.0000]	1.7582	-13.7174 [0.0000]	1.8830
South Africa	-1.6671 [0.4471]	1.6198	-16.2262 [0.0000]	0.0661	-2.0099 [0.5933]	0.319 6	-16.7937 [0.0000]	-	-2.1066 [0.5398]	2.0406	-20.3369 [0.0000]	0.1841
Swaziland	-2.4559 [0.0138]	1.1039	-	0.0283	-0.9122 [0.3206]	0.164 1	-16.9405 [0.0000]	-	2.8889 [1.0000]	1.9865	-22.5740 [0.0000]	1.3291
Tanzania	-5.1037 [0.0002]	1.1205	-	0.4766	-1.7913 [0.7038]	0.954 6	-9.6118 [0.0000]	0.3367	-0.5360 [0.9807]	1.3321	-10.2112 [0.0000]	0.6454
Togo	-4.4421 [0.0021]	0.2856	-	-	-1.6398 [0.4612]	1.548 9	-20.0018 [0.0000]	0.0729	-0.5838 [0.8710]	2.0036	-24.5506 [0.0000]	0.0709
Tunisia	-1.3832 [0.5883]	0.8697	-10.2784 [0.0000]	0.0508	-1.2343 [0.8982]	0.377 5	-10.5937 [0.0000]	-	0.1020 [0.9646]	1.1853	-14.3893 [0.0000]	0.2008
Uganda	-5.3386 [0.0000]	0.5214	-	0.2678	-3.8819 [0.0001]	0.677 8	-	0.4122	-0.2217 [0.9921]	1.5438	-16.0695 [0.0000]	0.8208
Zambia	-1.7271 [0.4159]	0.9705	-7.7391 [0.0000]	0.0408	-1.6679 [0.4452]	0.743 0	-8.9854 [0.0000]	0.1623	-1.3289 [0.8765]	1.3521	-12.4556 [0.0000]	0.4318
Zimbabwe	0.2255 [0.9981]	1.2947	-13.4684 [0.0000]	0.4173	-2.6399 [0.2630]	1.264 4	-11.7266 [0.0000]	0.0643	20.2072 [1.0000]	1.1994	-10.2612 [0.0000]	0.8576

Table (3) : (Continued)

	level		1st difference	
	PP	KPSS	PP	KPSS
oil	0.1190 [0.9974]	0.7441	-12.7862 [0.0000]	0.2536
v	-12.0635	0.2487	-	-

Values between brackets are probabilities.

KPSS critical values for 1%, 5% and 10% are 0.739, 0.463 and 0.347 respectively

Table (4) : Summary of stationarity tests

	inf	I	M
Algeria	I(1)	I(1)	I(1)
Angola	I(1)	I(1)	I(1)
Benin	I(0)	I(0)	I(1)
Botswana	I(1)	I(1)	I(1)
Burkinafaso	I(0)	I(1)	I(1)
Cameroon	I(1)	I(1)	I(1)
Cape Verde	I(0)	I(1)	I(1)
Central African Republic	I(0)	I(1)	I(1)
Chad	I(0)	I(1)	I(0)
Congo republic	I(0)	I(1)	I(1)
Cote d'ivoire	I(0)	I(1)	I(1)
Egypt	I(1)	I(1)	I(1)
Equatorial Guinea	I(0)	I(1)	I(1)
Ethiopia	I(0)	I(1)	I(1)
Gabon	I(0)	I(1)	I(1)
Gambia	I(0)	I(1)	I(1)
Ghana	I(0)	I(1)	I(1)
Guinea bisseau	I(1)	I(1)	I(1)
Kenya	I(0)	I(1)	I(1)
Lesotho	I(1)	I(1)	I(1)
Libya	I(1)	-	I(1)
Madagascar	I(1)	I(1)	I(1)
Malawi	I(0)	I(1)	I(1)
Mali	I(0)	I(1)	I(1)
Mauritius	I(0)	I(1)	I(1)
Morocco	I(0)	I(1)	I(1)
Mozambique	I(1)	I(1)	I(1)
Namibia	I(1)	I(1)	I(1)
Niger	I(0)	I(1)	I(1)
Nigeria	I(0)	I(1)	I(1)
Rwanda	I(0)	I(1)	I(1)
Senegal	I(0)	I(1)	I(1)
Seychelles	I(0)	I(1)	I(1)
Sierra Leone	I(1)	I(1)	I(1)
South Africa	I(1)	I(1)	I(1)
Swaziland	I(0)	I(1)	I(1)
Tanzania	I(0)	I(1)	I(1)
Togo	I(0)	I(1)	I(1)
Tunisia	I(1)	I(1)	I(1)
Uganda	I(0)	I(0)	I(1)
Zambia	I(1)	I(1)	I(1)
Zimbabwe	I(1)	I(1)	I(1)

Table (5) : Cointegration test results

		CPI, I, M, oil	CPI, I, M	CPI, I, oil	CPI, M, oil	I, M, oil
Algeria	R=0	103.3678 [0.0000]	47.6543 [0.0014]	42.3401 [0.0570]	70.2629 [0.0000]	66.3116 [0.0001]
	R≤1	53.9857 [0.0028]	10.6669 [0.4184]	-	23.0822 [0.1070]	24.0557 [0.0827]
	R≤2	27.1462 [0.0336]	-	-	-	-
	R≤3	7.8508 [0.2641]	-	-	-	-
Angola	R=0	56.8056 [0.1704]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Botswana	R=0	42.9350 [0.7388]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Cameroon	R=0	46.6433 [0.0647]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Egypt	R=0	80.5126 [0.0011]	26.6233 [0.0391]	22.8305 [0.1183]	22.8062 [0.1191]	26.2722 [0.0086]
	R≤1	48.3202 [0.0132]	17.3932 [0.0952]	-	-	9.9725 [0.2137]
	R≤2	23.8942 [0.0864]	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Guinea bisseäu	R=0	51.4325 [0.3524]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Lesotho	R=0	40.9220 [0.1912]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Madagascar	R=0	43.2423 [0.7258]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Mozambique	R=0	31.6338 [0.0572]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Namibia	R=0	46.8794 [0.0616]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-

Table (5) (Continued)

	CPI, I, M, oil	CPI, I, M	CPI, I, oil	CPI, M, oil	I, M, oil	
Sierra Leone	R=0	46.8794 [0.0616]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
South Africa	R=0	51.9075 [0.3331]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Tunisia	R=0	56.83374 [0.1697]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Zambia	R=0	53.3492 [0.2780]	-	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-	-
	R≤3	-	-	-	-	-
Zimbabwe	R=0	81.2912 [0.0001]	-	-	-	-
	R≤1	39.7930 [0.0143]	-	-	-	-
	R≤2	20.4300 [0.0257]	-	-	-	-
	R≤3	8.2865 [0.0040]	-	-	-	-

Table (5) (Continued)

		I, M, oil	I, M	I, oil	M, oil
Burkinafaso	R=0	14.2819 [0.5137]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Cape Verde	R=0	24.8228 [0.1678]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Central African Republic	R=0	10.2821 [0.8352]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Congo Republic	R=0	36.8356 [0.1774]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Cote d'ivoire	R=0	32.6668 [0.3533]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Equatorial guinea	R=0	30.9672 [0.4459]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Ethiopia	R=0	34.4860 [0.2668]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Gabon	R=0	37.9600 [0.1434]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Gambia	R=0	45.2278 [0.0283]	28.9220 [0.0202]	10.0813 [0.9215]	24.9761 [0.0643]
	R≤1	17.5079 [0.3780]	5.9208 [0.4704]	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Ghana	R=0	68.3112 [0.0000]	56.5783 [0.0000]	16.3654 [0.4636]	52.5137 [0.0000]
	R≤1	18.8649 [0.2889]	12.7307 [0.0461]	-	6.5071 [0.3987]
	R≤2	-	-	-	-
Kenya	R=0	67.2169 [0.0000]	55.1797 [0.0000]	8.8897 [0.1756]	39.8912 [0.0005]
	R≤1	23.9911 [0.0842]	15.5552 [0.0151]	-	4.8345 [0.6202]
	R≤2	-	-	-	-
Malawi	R=0	39.9983 [0.0951]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Mali	R=0	29.8133 [0.5133]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-

Table (5) (Continued)

		I, M, oil	I, M	I, oil	M, oil
Mauritius	R=0	41.1821 [0.0738]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Morocco	R=0	54.9009 [0.0021]	38.8688 [0.0007]	19.2229 [0.2678]	8.5853 [0.6227]
	R≤1	19.7446 [0.2391]	7.8776 [0.2618]	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Niger	R=0	31.4255 [0.4200]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Nigeria	R=0	69.4651 [0.0000]	62.7363 [0.0000]	16.0487 [0.4887]	53.8653 [0.0000]
	R≤1	21.9644 [0.1421]	15.8275 [0.0135]	-	5.9396 [0.4680]
	R≤2	-	-	-	-
Rwanda	R=0	31.2035 [0.4324]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Senegal	R=0	44.1665 [0.0373]	17.5700 [0.3736]	17.2397 [0.3973]	27.7842 [0.0286]
	R≤1	20.5313 [0.2002]	-	-	4.3723 [0.6878]
	R≤2	-	-	-	-
Seychelles	R=0	31.8191 [0.3983]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Swaziland	R=0	59.2183 [0.0006]	44.2362 [0.0001]	19.7331 [0.2397]	41.3978 [0.0003]
	R≤1	24.6359 [0.0707]	12.5905 [0.0486]	-	7.0110 [0.3434]
	R≤2	-	-	-	-
Tanzania	R=0	30.1653 [0.4925]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-
Togo	R=0	34.4376 [0.2689]	-	-	-
	R≤1	-	-	-	-
	R≤2	-	-	-	-

Table (9) - control of corruption index

	1996	1998	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Algeria	-0,37	-0,81	-0,76	-0,76	-0,62	-0,65	-0,49	-0,48	-0,47
Angola	-1,06	-1,37	-1,49	-1,19	-1,18	-1,3	-1,24	-1,21	-1,12
Benin		-0,75	-0,61	-0,83	-0,63	-0,54	-0,88	-0,59	-0,49
Botswana	0,38	0,75	0,74	0,69	1,1	0,91	1,08	0,86	0,9
Burkinafaso	-0,33	-0,03	0	0,03	0,07	-0,18	-0,2	-0,4	-0,4
Cameroon	-1,15	-1,23	-1,09	-1,07	-0,79	-1,05	-1,15	-1	-0,93
Cape Verde		-0,32	0,18	0,36	0,32	0,35	0,38	0,6	0,76
Central African Republic		-1,18	-1,3	1,09	-1,15	-1,26	-1,17	-1	-0,9
Chad		-1	-0,88	-0,93	-1,13	-1,17	-1,33	-1,2	-1,22
Comoros		-1,23	-1,1	-0,81	-0,83	-0,84	-0,84	-0,65	-0,69
Congo	-0,87	-1,23	-1,01	-0,98	-0,97	-0,95	-1,04	-1,08	-1,04
Congo Democratique Republic	-2,09	-1,73	-1,6	-1,46	-1,43	-1,39	-1,41	-1,44	-1,27
Cote d'Ivoire	0,38	-0,38	-0,52	-0,83	-1	-1,18	-1,27	-1,22	-1,09
Egypt	0,06	-0,27	-0,38	-0,33	-0,43	-0,45	-0,46	-0,54	-0,58
Gabon	-1,27	-0,73	-0,59	-0,53	-0,5	-0,68	-0,66	-0,9	-0,85
Gambia	0,37	-0,54	-0,4	-0,48	-0,36	-0,6	-0,71	-0,71	-0,78
Ghana	-0,5	-0,35	-0,25	-0,38	-0,31	-0,32	-0,36	-0,1	-0,17
Guinea	0,37	-0,83	-0,79	-0,66	-0,8	-0,91	-0,86	-1	-1,33
Guinea Bisseau	-1,04	-1,12	-0,88	-0,88	-1,04	-1,16	-1,07	-0,99	-1,11
Kenya	-1,11	-1,11	-0,98	-1,01	-0,87	-0,85	-0,99	-0,89	-0,94
Libya	-0,97	-0,78	-0,83	-0,82	-0,82	-0,84	-0,87	-0,87	-0,83
Madagascar	0,37	-0,4	-0,06	0,11	0,12	-0,13	-0,01	-0,24	-0,16
Malawi	-0,5	-0,39	-0,44	-0,96	-0,83	-0,8	-0,82	-0,72	-0,74
Mali	-0,33	-0,61	-0,64	-0,38	-0,48	-0,47	-0,38	-0,42	-0,43
Mauritania		-0,14	-0,19	0,26	0,31	-0,17	-0,21	-0,6	-0,5
Mauritius		0,44	0,43	0,47	0,39	0,3	0,33	0,36	0,41
Morocco	0,22	0,13	0,06	-0,07	-0,09	-0,07	-0,17	-0,25	-0,24
Mozambic	-0,39	-0,72	-0,69	-0,72	-0,68	-0,71	-0,65	-0,65	-0,59
Namibia	0,7	0,67	0,55	0,03	0,05	-0,04	0,04	0,14	0,19
Niger	-0,33	-1,04	-0,97	-1,07	-1,02	-0,85	-0,8	-0,95	-0,89
Nigeria	-1,25	-1,12	-1,17	-1,38	-1,26	-1,32	-1,21	-1,14	-1,01
Senegal	-0,42	-0,31	-0,27	-0,13	-0,35	-0,25	-0,23	-0,45	-0,51
Seychelles		0,47	0,61	0,42	0,28	0,2	0,12	0,07	0,04
Sierra Leone	-1,74	-0,94	-0,93	-0,79	-0,89	-0,87	-1,03	-1,1	-1,02
Somalia	-1,74	-1,72	-1,75	-1,13	-1,72	-1,77	-1,66	-1,82	-1,87
South Africa	0,62	0,64	0,56	0,35	0,35	0,44	0,54	0,44	0,32
Sudan	-1,13	-1	-0,9	-1,01	-1,26	-1,31	-1,37	-1,15	-1,25
Togo	-1,04	-0,61	-0,64	-0,65	-0,76	-0,9	-0,85	-1,09	-0,98
Tunisia	-0,1	0,14	0,14	0,47	0,42	0,28	-0,04	0,02	0,08
Uganda	-0,55	-0,88	-0,97	-0,98	-0,78	-0,75	-0,81	-0,73	-0,76
Zambia	-1,04	-0,88	-0,9	-0,95	-0,86	-0,82	-0,75	-0,71	-0,6
Zimbabwe	-0,17	-0,38	-0,96	-1,2	-1,19	-1,29	-1,28	-1,32	-1,25

Source : World Bank Data

Table (11) : correlation between oil price and corruption index

	0.941	[0.000]	Gabon	-0.6955	[0.055]	Namibia	-0.4214	[0.298]
Angola	0.5579	[0.151]	Gambia	-0.8238	[0.012]	Niger	0.6514	[0.080]
Benin	0.3887	[0.341]	Ghana	0.7092	[0.049]	Nigeria	0.4936	[0.214]
Botswana	0.3795	[0.354]	Guinea	-0.8035	[0.016]	Senegal	-0.645	[0.084]
Burkinafaso	-0.9145	[0.001]	Guinea Bisseau	-0.2126	[0.613]	Seychelles	-0.8623	[0.006]
Cameroon	0.3217	[0.437]	Kenya	0.4592	[0.252]	Sierra Leone	-0.7415	[0.035]
Cape Verde	0.8634	[0.006]	Libya	-0.7372	[0.037]	Somalia	-0.4443	[0.270]
Central African Republic	-0.1778	[0.674]	Madagascar	-0.0784	[0.854]	South Africa	-0.4109	[0.312]
Chad	-0.7402	[0.036]	Malawi	-0.3205	[0.439]	Sudan	-0.5579	[0.151]
Comoros	0.7881	[0.020]	Mali	0.575	[0.136]	Togo	-0.9037	[0.002]
Congo	0.1502	[0.722]	Mauritania	-0.7349	[0.038]	Tunisia	-0.5926	[0.122]
Congo Democratique Republic	0.7708	[0.025]	Mauritius	-0.4492	[0.264]	Uganda	0.6572	[0.077]
Cote d'Ivoire	-0.7604	[0.028]	Morocco	-0.9132	[0.002]	Zambia	0.9292	[0.001]
Egypt	-0.9527	[0.000]	Mozambique	0.9007	[0.002]	Zimbabwe	-0.673	[0.067]

Table (12) : correlation between oil price and political stability

Algeria	0.9289	[0.000]	Gabon	0.4195	[0.261]	Namibia	0.5986	[0.089]
Angola	0.8545	[0.003]	Gambia	-0.7961	[0.010]	Niger	-0.4398	[0.236]
Benin	-0.5055	[0.165]	Ghana	0.8555	[0.003]	Nigeria	-0.7307	[0.025]
Botswana	0.4035	[0.281]	Guinea	-0.5940	[0.092]	Senegal	0.6506	[0.058]
Burkinafaso	0.3419	[0.368]	Guinea Bisseau	0.6019	[0.086]	Seychelles	0.2868	[0.454]
Cameroon	0.6962	[0.037]	Kenya	-0.2078	[0.592]	Sierra Leone	0.8103	[0.008]
Cape Verde	-0.0728	[0.852]	Libya	0.8373	[0.005]	somalia	-0.9285	[0.000]
Central African Republic	-0.5090	[0.162]	Madagascar	-0.1641	[0.673]	South Africa	0.8522	[0.004]
Chad	-0.2936	[0.443]	Malawi	0.5938	[0.092]	Sudan	0.0677	[0.863]
Comoros	-0.5954	[0.091]	Mali	-0.6751	[0.046]	Togo	-0.3816	[0.511]
Congo	0.4571	[0.173]	Mauritania	-0.7648	[0.016]	Tunisia	-0.1351	[0.720]
Congo Democratique Republic	0.2154	[0.578]	Mauritius	-0.3094	[0.418]	Uganda	0.4865	[0.184]
Cote d'Ivoire	-0.7366	[0.024]	Morocco	-0.4629	[0.210]	Zambia	0.7949	[0.010]
Egypt	-0.3609	[0.340]	Mozambique	0.5950	[0.091]	Zimbabwe	-0.1666	[0.668]

Values between brackets are probabilities

Parameter	Estimate	Standard error
B_0	-0.0148	0.0230
B_1	0.4542	0.0598
a_0	0.0122	0.0032
a_1	0.4885	0.0444
a_2	0.6712	0.0217

$R_2 = 0.1052$; $SSE = 1.4865$; $DW = 2.0073$; $Q(6)=0.245$; $Q(12)=0.233$; $Q(24)=0.106$