



Analyse économétrique et estimation des facteurs déterminants du prix du pétrole sur le marché international en utilisant le Modèle à Correction d'Erreur

Bakrim Fadwa

La faculté des sciences économiques, juridiques et sociales-SALE

Résumé: Comme étant l'or noir est le socle fondamental de l'économie mondiale le plus cher mais le plus volatil, ce papier a comme objectif d'analyser et de modéliser le prix du pétrole. Tout en identifiant toutes les variables qui affectent sa dynamique sur le marché pétrolier international, présentant ses variables explicatives de son modèle économétrique, à partir duquel on pourrait gérer et analyser le risque auquel sont exposés les raffineurs. La première étape de ce travail consiste à faire une analyse générale du marché pétrolier pour expliciter les caractéristiques du prix du pétrole. La deuxième étape, s'agissant de la discussion du lien entre les prix du pétrole et les variables qui affectent sa dynamique. In fine, on procède à la modélisation des prix sur le marché physique et le marché à terme à l'aide des outils économétriques qui identifient la dynamique de court terme de celle de long terme entre les variables intégrées étant toutes endogènes.

Mots-clés: Prix du pétrole ; Modèle vectoriel à correction d'erreur VECM ; Modèle Vecteur Autorégressif VAR ; Stationnarité ; Séries chronologiques ; Cointégration

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.16796691>

Published in: Volume 4 Issue 4



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

1. Introduction et revue de littérature :

Le prix du pétrole constitue un paramètre clé de l'économie mondiale, ses fluctuations menacent la stabilité de l'économie et aggravent les déséquilibres macroéconomiques aussi bien à l'intérieur des États qu'au niveau mondial. En affectant les excédents des pays exportateurs de pétrole générés par l'exploitation de cette matière énergétique, et en finançant en partie les déficits de certains pays développés. Ainsi, le marché pétrolier est exposé à l'impact des facteurs économiques réels, financiers et géopolitiques. L'intersection de ces trois types de facteurs fait que le marché pétrolier soit le plus volatil qu'il pouvait exister et très exposé aux risques d'énormes effets dû à l'influence de ces facteurs sur le maintien des prix pétroliers ([4], [8], [24], [34], [35], [42]), ce qui rend les agents économiques

(gouvernements, investisseurs, ménages...etc.) très inquiets car une importante hausse des prix du pétrole pourrait avoir des effets néfastes sur l'économie mondiale. Tout en augmentant le pouvoir d'achat et l'épargne des pays pétroliers, en freinant la croissance mondiale et en créant des effets négatifs sur l'économie réelle des pays importateurs du pétrole. En outre, l'interdépendance entre les marchés physiques et financiers rend l'explication de la formation des prix plus complexe. Cependant, puisque le pétrole constitue le pilier fondamental de l'économie mondiale, la maîtrise de la formation de ses prix semble très intéressante et pertinente, ainsi qu'un enjeu stratégique surtout pour les pays importateurs du pétrole, comme est le cas du Maroc.

Dans la littérature, il existe plusieurs travaux de la modélisation du prix du pétrole. Chaque auteur choisissait un groupe de variables susceptibles d'expliquer la dynamique du prix de pétrole, des variables physiques comme : la production, la consommation, les stocks. Et des variables financières, comme le taux de change, les taux d'intérêt, les bons de trésors...etc. Ainsi, nous pouvons remarquer qu'il y a un ensemble de variables commun entre ces travaux, et d'autres qui figurent chez un auteur et pas un autre. Cette distinction du choix de variables pourrait nous montrer que la période d'effectuation de ces travaux joue un rôle important dans ce choix, puisque les déterminants de la dynamique de ce dépend de la période durant laquelle s'est élaborée cette étude, puisque à chaque moment on a l'apparition d'un nouvel phénomène qui affecte les prix du pétrole, c'est le cas du phénomène de la spéculation dans la période récente. Par exemple, dans Kaufmann (1995-2004) [25]: Ce travail conclut que l'OPEP a le rôle majeur d'influencer le prix du pétrole sur le moyen et le long terme en fonction de la vitesse de ses interventions pour ajuster les capacités de production. Dans Dees et al (2003) : Ce travail montre aussi que l'OPEP est capable d'exercer un effet sur les prix réel du pétrole, et que l'offre et la demande en dehors de l'OPEP sont inélastiques aux variations de prix de pétrole. Ce sont les décisions de l'OPEP qui ont un effet immédiat sur la dynamique des prix réel de pétrole. En outre, dans Krugman (2008), Smith (2009) [27] : les auteurs rejettent l'hypothèse de l'effet de la spéculation sur le marché pétrolier. Ils stipulent que le marché pétrolier fonctionne toujours sous la loi de l'offre et la demande et que les déterminants des prix du pétrole sont de volatilité importante, pour l'offre et la demande ces variables restent inélastiques surtout à court terme. Cependant, dans [26] et [29], on conclut qu'à court terme la variable approvisionnement est la variable la plus déterminante des prix du pétrole, à long terme les prix du pétrole sont plus affectés par la variable prix à terme, puisque les contrats et les positions sur les marchés à terme du pétrole sont, à long terme, de nature plus spéculative. Ce travail montre que l'activité de la spéculation sur le marché pétrolier a un effet indéniable sur les fluctuations des prix, elle risque d'être le seul responsable de ces fluctuations ([31],[23]).

Dans ce papier, on essaie de présenter une modélisation économétrique du prix du pétrole, en déterminant les acteurs qui interviennent sur le marché pétrolier et leurs comportements en élaborant une liste de variables susceptibles d'être des variables explicatives pour ce prix ([2], [7],[11], [18], [19]). Pour répondre à cet objectif, on va procéder à l'analyse de Cointégration et à la modélisation VECM pour détecter l'impact de ces variables sur le prix du pétrole. Le présent article est organisé comme suit : la deuxième section présente le marché pétrolier mondial par l'analyse de l'offre et la demande mondiale du pétrole, tout en mettant l'accent sur sa place dans l'économie mondiale. La troisième section présente une discussion sur les déterminants des prix du pétrole. Et la quatrième section traite une étude empirique et économétrique pour la modélisation des prix du pétrole.

2. L'analyse du marché du pétrole

2.1 L'offre mondiale du pétrole

L'offre mondiale du pétrole est assurée par deux groupes de pays, les pays de l'Organisation des Pays Exportateurs du Pétrole OPEP et les pays hors-OPEP [13]. Ces derniers ont une offre limitée, ils continuent de produire jusqu'à ce que leurs coûts marginaux soient égaux au prix mondial du pétrole, c'est-à-dire qu'ils sont des preneurs de prix ils n'ont pas le pouvoir d'agir sur la formation du prix ou son ajustement. Donc leur stratégie de production est la stratégie standard d'un producteur, qui maximise le profit sous la contrainte de minimisation des coûts. En revanche, le cartel de l'OPEP a le privilège d'agir sur les prix en ajustant sa production. La liste des membres producteurs ne risque de se limiter, car le marché pétrolier est toujours en transition et connaît toujours des nouveaux entrants puisque les réserves pétrolières prouvées dépendent largement de progrès technologique et industriel du moment, c'est ce qui explique le développement de la production du pétrole non conventionnel dont on assiste aujourd'hui qui a fait apparaître des nouveaux producteurs sur le marché mondial du pétrole ([37], [43])

A court terme, l'élasticité-prix de l'offre est très basse, ce qui implique une volatilité importante des prix et ceci a un impact sur le volet des investissements. Une hausse des prix encourage et incite les producteurs hors-OPEP à accroître leurs investissements ainsi que de détecter et de développer de nouvelles réserves. Cependant, les compagnies pétrolières sont face à un taux de rendement exigé sur leurs investissements à cause de cette contrainte de l'instabilité du prix et de l'incertitude des prix à long terme. Ce dernier risque d'avoir un effet négatif sur l'intensification des investissements des producteurs pétroliers hors-OPEP. Les élasticités-prix de l'offre hors OPEP sont estimées à 0.04 à court terme et à 0.35 à long terme. La part de l'OPEP dont l'offre totale est estimée par 42.1 % près, et demeure constante à ce niveau. Cela signifie que l'offre de l'OPEP et l'offre hors OPEP augmentent au même rythme que la demande de pétrole.

2.2 La demande mondiale du pétrole

Les changements profonds que connaissait le monde depuis le siècle passé ont généré des retombées économiques néfastes. La croissance de la population, le développement industriel, l'accélération de l'urbanisation et l'émergence des économies se traduisent par une expansion dans la demande d'énergie. En parallèle à une croissance économique qui augmente, les besoins des entreprises augmentent et la hausse des revenus qui l'accompagne entraîne une hausse de la consommation des ménages notamment pour les matières énergétiques. Etant un facteur fondamental dans la détermination du prix du marché, la qualité de l'estimation de la demande semble avoir un effet crucial sur le volet des prix. En effet, l'explosion inattendue de la demande de pétrole a été un facteur fondamental de la flambée récente des cours pétroliers, les difficultés de la prévision de l'activité économique mondiale ont une grande incidence sur les prix du pétrole. C'est ainsi le cas de l'effet de la sous-estimation de la demande pétrolière de la Chine et du phénomène des carences des réseaux d'électricité, qui ont augmenté les achats de générateurs diesel, dans la récente période.

L'évolution de la demande mondiale du pétrole, comme étant une matière énergétique principale, peut être expliquée par deux variables majeurs qui sont : la croissance économique et la croissance démographique, ces deux sortes de croissance semblent être les moteurs qui génèrent le sens et le volume de la demande mondiale du pétrole et d'énergie en général.

Ainsi, l'intensité énergétique des économies, qui représente la quantité d'énergie incorporée pour une unité supplémentaire de PIB, est aussi un indice important qui contribue dans la détermination et l'estimation de l'évolution de la demande mondiale. Cet indice dépend des changements structurels de l'économie et de ses progrès technologiques, il est ainsi influencé par les effets des prix des matières énergétiques, notamment du pétrole. C'est le cas de recul de cet indice pour les pays avancés depuis

les chocs pétroliers, où ces pays ont décidé de réduire leurs dépendances énergétiques pour ne pas subir des dégâts néfastes déduites de la forte volatilité qui caractérise les prix du pétrole. Jusqu'à 2010, l'intensité énergétique a diminué de manière significative pour atteindre des taux de l'ordre de 1.5% par an en raison notamment de sa réduction dans les pays en transition. Par ailleurs, l'augmentation du prix du pétrole de plus de 50% entre 2000 et 2020 est une incitation importante à la réduction des intensités énergétiques, estimée par 1% par an, dans les pays industrialisés et mais aussi dans les pays en développement.

Cependant, la demande du pétrole est relativement élastique au prix, à moyen terme, les entreprises et les ménages peuvent choisir leurs sources d'énergie et adapter leurs technologies et leurs équipements. Mais, elle l'est beaucoup moins élastique à court terme où les agents ne peuvent que varier à la marge les montants consommés tout en raisonnant sur leurs préférences entre leurs modes d'usage des produits pétroliers. En vu du facteur climatique qui s'impose récemment de façon cruciale, il s'avère que la demande d'énergie domestique, notamment à des fins de chauffage, est moins sensible au prix par rapport à la demande de carburants.

Les élasticité-prix et les élasticité-revenu à long terme de la demande sont différents entre les régions, puisque la demande du pétrole issue de chaque zone est différente de celle issue par une autre et dépend de l'intensité énergétique de chaque économie. Ces élasticités ont été diminuées de façon légère ces dernières décennies. Les élasticité-revenu à long terme de la demande sont estimées par un ordre de 0.4 pour la zone OCDE, 0.7 pour la Chine et 0.6 pour le reste du monde. Et, pour les élasticité-prix à long terme de la demande, la zone OCDE atteint un chiffre négatif de l'ordre de -0.6, et 0.2 pour la Chine et le reste du monde

3. Les déterminants du prix du pétrole

3.1 Les Réserves pétrolières prouvées

Le niveau des réserves pétrolières prouvées dans le monde, qui sont connues par leur forte concentration entre les mains d'un petit nombre de pays, revient aux conditions techniques et économiques du moment, et il sert bien à déterminer la tendance de la fonction d'offre du pétrole brut. Ce facteur de réserves existantes de pétrole est un déterminant important pour la fonction d'offre, sauf qu'il reste dépendant aux améliorations des techniques d'exploration et de production. Si on divise le volume des réserves par la production annuelle, on obtient un ratio (en années) qui va représenter le nombre d'années d'approvisionnement de ces réserves, sauf que cette mesure reste impuissante vue le rôle de progrès technique dans la découverte de nouvelles réserves, comme c'était le cas pour les nouvelles découvertes en mer du Nord, au Brésil, en Afrique de l'ouest, qui n'ont pas été tenu en compte auparavant dans l'estimation de ce ratio. Une amélioration similaire devrait être attendue dans le futur pour l'exploration et la production.

Les réserves peuvent donc augmenter par un effet combiné de la technologie, des prix et des investissements. Les chiffres de réserves incluent maintenant aussi les réserves de pétrole non conventionnel dont fait partie les sables bitumineux du Canada et du Venezuela, de ce fait le facteur d'investissement pour transformer toutes ces réserves en capacité d'exploitation s'impose aussi dans l'analyse. Donc, Il faut tenir en compte de l'incertitude liée à certaines réserves que l'on peut avoir à leurs propos dans ce qui concerne leurs transformations en capacité d'exploitation, ces transformations qui impliquent des investissements coûteux, massifs et longs. Le montant des investissements effectués déterminera alors l'offre disponible. Donc ce facteur de réserves pétrolières qui détermine l'offre dépend à son tour du facteur d'investissement. Or, il existe un sens de causalité entre les décisions d'investissement et le niveau du prix du pétrole actuel et anticipé vue la rationalité des agents à en déduire

le maximum de rentabilité et c'est ce qui induit par la suite le mécanisme de la volatilité du prix qui augmente, ainsi que l'incertitude sur le prix future et qui réduira alors les niveaux d'investissements. En effet, un bas prix du pétrole ralentit les investissements ce qui implique une pénurie future qui induira une hausse de prix et relancera un cycle d'investissement. En outre, les niveaux d'investissements sont déterminés par d'autres facteurs non économiques comme la volonté politique des États qui détiennent ces réserves.

3.2 La capacité de production :

La capacité de production est présentée par le volume de pétrole que tous les producteurs mondiaux peuvent produire en utilisant tous les puits opérationnels. La quantité offerte du pétrole et la capacité de production de pétrole sont deux notions différentes, puisque la capacité de production peut souvent dépasser la quantité produite lancée sur le marché de pétrole selon les décisions des producteurs, surtout l'ensemble des pays OPEP et principalement l'Arabe Saoudite, qui peut décider d'ajuster ou pas l'offre du pétrole par rapport à sa capacité de production pour impacter les prix du pétrole de façon ou d'une autre. Car, les producteurs de l'OPEP sont des Price-Maker et l'ajustement de la quantité offerte par rapport à la capacité de production constitue l'un des instruments d'intervention sur le marché pour l'OPEP pour agir sur les prix.

La capacité de production représente aussi la capacité des producteurs de mise en production les gisements de réserves pétrolières. Malgré l'existence de réserves représentant plusieurs décennies de consommation, si la capacité de production semble moins évoluée pour la mise en production des nouveaux gisements alors cela risque d'avoir une situation d'excès de la demande et un déclin de la production à cause de l'épuisement des anciens gisements. Alors, on constate l'impact de la capacité de production sur la fonction de l'offre et par suite sur la flambée des prix de pétrole ainsi que sur l'équilibre de marché pétrolier. Alors, on conclut que la capacité mondiale de la production est un facteur important dans la détermination des prix du pétrole, puisqu'elle détermine la quantité maximale à produire du pétrole, plus cette capacité est évoluée grâce au progrès technique, plus la quantité offerte maximale du pétrole sur le marché pétrolier serait importante. Le prix du pétrole va donc s'ajuster en fonction de la capacité de production comme un facteur parmi d'autres, et tout choc subi sur la capacité de production constituera un choc de l'offre et donc ce choc va se répercuter sur le niveau des prix du pétrole brut.

3.3 Les stocks mondiaux pétroliers :

Des quantités non négligeables de pétrole sont stockées, surtout par les pays non producteurs de pétrole, qui peuvent les mettre en circulation s'ils jugent que la hausse des cours est insoutenable. Les stocks mondiaux de pétrole pourraient jouer [30], [44], [48], [52], [54], [55] le rôle de faire baisser les cours du baril, la variable stock devient alors une variable d'offre et il aura une grande influence sur le prix du pétrole. Ainsi, le niveau des stocks mondiaux peut être aussi une variable de demande qui indique le niveau mondial de la demande sur le marché pétrolier. Donc, le facteur des stocks mondiaux du pétrole est une variable parmi d'autres qui affecte la demande mondiale du pétrole mais qui pourrait jouer le rôle d'une variable d'offre dans le moment où les détenteurs jugent qu'il est nécessaire de liquider leurs stocks pour agir sur les prix jugés très hauts.

La relation entre le niveau des prix du pétrole et les stocks est caractérisée par l'instabilité qui caractérise le marché du pétrole et qui agit de deux manières sur ces deux variables. D'une part, les consommateurs et les raffineurs ont des préférences d'avoir un niveau de stocks plus élevé quand le marché est volatil, ce qui entraîne une hausse de la demande et donc une augmentation des prix en supposant toute chose égale par ailleurs. D'autre part, la valeur de l'option d'achat détenue par les

producteurs capables d'extraire le pétrole du sous-sol pourrait augmenter. Cet effet pourrait entraîner une baisse de l'offre puisque cela réduit le coût d'opportunité de la production, les producteurs auront une préférence pour le stockage à moins que les prix au comptant augmentent suffisamment par rapport au prix à terme pour que la production et le déstockage resteraient rentables.

Donc les caractéristiques du marché pétrolier pourraient introduire la notion de préférence entre la production ou le stockage, ce que joue un rôle déterminant pour le niveau des prix. Si, c'est la demande des stocks qui augmente en détriment de la production, les prix vont augmenter à cause de la réduction de l'offre. Pourtant l'effet du facteur des stocks pourrait être passager, alors que la hausse des prix résultant de la réduction de l'offre persistera aussi longtemps que perdurera le niveau d'instabilité plus élevé.

Le marché du pétrole se compose du marché au comptant et le marché à terme, ce dernier se distingue, par rapport aux autres marchés d'actifs négociés, par l'existence d'un rendement de détention dont bénéficient les propriétaires du stock physique, mais pas au détenteur d'un contrat de livraison à terme. Donc pour le marché pétrolier, le rendement de détention peut être considéré, de manière intuitive, comme la prime que les acheteurs du produit physique sont prêts à payer pour éviter le risque de contrepartie. On conclut que, le niveau des stocks du pétrole brut est un autre facteur qui agit sur les prix de pétrole, son niveau mondial est un indicateur de prévision des prix à court terme et à moyen terme. D'une part, l'augmentation du niveau des stocks dans le monde indique de manière implicite l'augmentation de la demande de pétrole car il s'agit d'une composante de la demande effectuée pour la constitution de ces stocks. Et d'autre part, le niveau des stocks constitue le potentiel futur pour répondre à une hausse importante de la demande ou une réaction future des détenteurs des stocks face à une flambée insupportable des prix du pétrole.

3.4 Le dollar et le prix du pétrole :

La devise américaine est la monnaie de référence sur le marché pétrolier, la question du lien entre le prix du pétrole et le cours du dollar semble fondamentale dans l'étude des déterminants du prix du pétrole ([6], [15], [40],[41]). Cette question se pose encore de façon particulière en vu des fluctuations récentes du prix du pétrole. Pour illustrer ce lien entre les prix du pétrole et la valeur du dollar commençons par une analyse historique entre ces deux variables. Depuis 2002, par une abstraction de la correction à la baisse intervenue en juillet 2008, le prix du pétrole suit une tendance globalement haussière, parallèlement le dollar s'est déprécié. Donc, ces deux séries sur cette période ont évolué de façon inverse. Mais si on analyse les fluctuations de ces deux variables sur le passé, on trouve qu'ils évoluent de façon similaire dans les périodes relativement calmes, par exemple la période 1986-1997 est caractérisée par une relation positive globalement stable, et lorsque les mouvements du dollar sont plus amplifiés, le sens de la relation semble inverse, c'est le cas de l'année 1982, où le dollar était fortement apprécié et qui s'est accompagné d'une tendance baissière du prix du pétrole, une telle relation inverse est également observée sur la période récente 2002/2008 où le prix du pétrole augmente alors que le dollar tend à se déprécier donc le signe de la relation entre ces deux variables n'était pas unique mais dépend de la situation de chaque période, c'est-à-dire que la relation entre ces deux variables change selon les conjonctures. Ainsi, le sens de causalité peut être du dollar vers le prix comme il peut être du prix vers le dollar.

3.5 La croissance économique et le prix du pétrole :

La croissance est un autre facteur principal dans la détermination du volume de la demande de pétrole brut ([3],[5],[20],[28],[33]), puisque le pétrole est une matière première énergétique pour diverses productions qui peuvent enrichir et augmenter la croissance d'un pays. Le pétrole est un pilier des

économies ([45],[50],[53]) surtout celles des pays émergentes ou l'intensité énergétiques, la part de l'énergie dans la création d'une unité de PIB, reste élevée et le pétrole représente l'appui principal de la croissance économique. Pourtant, il est nécessaire de signaler que cela dépend de la politique énergétique suivie par chaque pays, et leurs tendances vers une croissance verte et plus soucieuse de l'environnement. L'effet de ce facteur s'explique par son double effet. D'une part, les entreprises ont un besoin sérieux du pétrole comme matière énergétique pour la production dans les différents domaines : électricité, transport, industrie... D'autre part, la hausse des revenus qui accompagne la croissance économique permet aux ménages de consommer plus de produits pétroliers finis, donc la consommation mondiale de pétrole brut augmente ([36],[39],[43], [38]).

Le lien qu'existe alors entre la croissance et les prix du pétrole peut être aussi envisagé en deux sens. Dans un premier lieu, un niveau des prix du pétrole soutenable par les consommateurs pousse ces derniers à produire plus, ce qui entraîne une croissance mondiale importante due au faible coût de l'énergie. Cependant, quand les prix du pétrole augmentent continuellement cela peut induire une inflation mondiale ce qui va mener les autorités monétaires à élaborer des politiques monétaires restrictives qui ralentissent la croissance mondiale, ainsi les consommateurs vont réduire leurs consommations en d'autres biens en faveur de l'énergie, ce qui ralentit toujours la croissance mondiale. Et dans un deuxième lieu, le pétrole comme matière énergétique constitue le pilier de la production et de l'industrie. Donc, plus les pays sont orientés vers une augmentation de leurs productions, comme le cas pour les pays émergents, plus la demande mondiale du pétrole sera tirée vers la hausse, ce qui va directement impacter les prix du pétrole ([9], [10],[16]).

3.6 La capacité de raffinage :

Le raffinage du pétrole est une opération de transformation du pétrole brut en produits finis. C'est le processus qui permet de profiter de l'utilité du pétrole brut, puisque le pétrole brut ne possède qu'une faible utilité s'il n'est pas raffiné en des produits finis. Le raffinage permet alors d'extraire du pétrole les produits utilisés par les ménages dans les activités de la vie courante (chauffage, transport, cuisine ...) ainsi que les produits dérivés utilisés dans l'industrie (pétrochimie, électricité,). Cette gamme de produits montre que le raffinage est une étape importante pour mettre en valeur l'utilité du pétrole pour l'économie. Les raffineries sont alors l'intermédiaire cruciale entre le pétrole brut et les produits finis mis en exploitation par les acteurs économiques.

La capacité de raffinage désigne l'efficacité des raffineurs dans la production des biens pétroliers finis et donc elle détermine les flux des importations et des exportations des produits finis pour chaque pays, puisque lorsque la capacité de raffinage d'un pays dépasse la demande intérieure pour les produits pétroliers finis, ce pays bénéficiera d'une recette des exportations de ces produits, comme le cas pour le Canada. Ainsi, l'industrie d'un pays pourrait subir des changements structuraux qui se traduisent par les fermetures de plusieurs raffineries, mais cela n'implique pas une diminution de la capacité de raffinage pour ce pays, puisqu'une hausse de la capacité de raffinage des autres pour augmenter leurs efficacités et demeurer concurrentielles peut compenser ce changement. Ainsi, pour les raffineurs comme pour tous les producteurs dans les différents secteurs, la marge de profit dépend du coût des intrants et le prix des extrants. Dans le secteur de raffinage du pétrole, le coût des intrants, qu'est notamment le prix du pétrole brut, et le prix des extrants, qui sont les produits raffinés, sont très instables et soumis aux ajustements de l'offre et la demande à l'échelle mondiale et nationale. Donc, on retient que la capacité de raffinage est une variable déterminante des prix du pétrole, il constitue un choc de la demande, puisque le processus de raffinage est l'étape intermédiaire entre le brut et les produits finis mis à la consommation des ménages et des entreprises

3.7 Le facteur géopolitique :

La particularité du marché de pétrole, comme un marché de matières premières, est qu'il n'est pas affecté que par les facteurs économiques seulement, mais dépend fortement du contexte géopolitique et même des accidents climatiques, on a assisté par exemple à l'effet de l'ouragan Katrina qui avait dévasté en quelques heures la production américaine de pétrole et de gaz naturel ainsi qu'il avait détérioré les capacités de raffinage. Les guerres, les déséquilibres politiques et sociaux et les catastrophes naturelles bloquent le système d'exploration et d'approvisionnement du pétrole dans le monde ce qui revient à affecter la fonction d'offre mondiale, ceci est d'autant plus grave que cela concerne les grands pays exportateurs du pétrole comme le cas de la Lybie, l'Irak..etc.

Les tensions géopolitiques s'ajoutent pour amplifier l'incertitude sur les évolutions futures des cours pétroliers et augmente aussi leurs volatilités. Les craintes d'une rupture des approvisionnements dans d'autres pays producteurs en plus des tensions géopolitiques ont ajouté au prix du pétrole une prime de risque supplémentaire ainsi qu'une forte désorganisation des capacités d'approvisionnements. Le degré de persistance de l'incertitude du prix dépendra du fait de trouver une solution durable aux problèmes géopolitiques actuels. Si, en revanche, la situation d'incertitude actuelle perdure, un prix au comptant élevé ainsi qu'une forte instabilité pourrait bien persister.

3.8 Le coût d'extraction

Le coût d'extraction est un élément principal dans la détermination du coût de production de pétrole brut, il diffère selon la nature des gisements. En effet, les coûts d'extraction s'étalent de moins de 20 dollars le baril en Arabie Saoudite à 80 dollars pour les sables bitumineux du Canada. Ce coût dépend de prix des équipements nécessaires pour extraire le pétrole et transformer la roche mère, et de la main d'œuvre qualifiée, c'est ce qui explique son augmentation depuis 2004 qui se justifie par la hausse des prix de ces éléments. Surtout en 2009, les coûts d'extraction du pétrole ont flambé de 20%, cette envolée est liée aux équipements, aux salaires et à la réglementation qui tient compte de contraintes de sécurité et d'environnement et autres, ceci est aussi expliqué par l'apparition de nouveaux projets complexes qui demandent des coûts d'extraction énormes. L'extraction en mer à de grandes profondeurs, ou la production de pétrole non-conventionnel, plus lourd et moins fluide, nécessitent des technologies plus coûteuses que le développement que le développement de champs de pétrole classique, où le coût de production d'un baril est encore inférieur à 10 dollars. Alors, le coût d'extraction est un coût fixe pour l'activité de la production pétrolière, il constitue un élément important dans la chaîne des éléments qui interviennent dans la formation des prix, puisque le seuil de rentabilité, à partir duquel les compagnies pétrolières décident un prix de vente, dépend largement de coût d'extraction [21].

3.9 La rente de rareté

Il s'agit de la valeur économique du pétrole encore enfoui indépendamment des coûts de son extraction. La rareté de la ressource lui donne de la valeur et fait la richesse à ceux qui la possèdent par le biais de tels coûts supplémentaires, qui peuvent jouer aussi un rôle social qui sert à optimiser l'utilisation de cette ressource tout en préservant le droit des générations futures d'en bénéficier. Le prix d'une ressource rare et non renouvelable intègre donc en plus du coût d'extraction la rente de rareté qui mène légitimement à restreindre son utilisation et à la rendre plus optimale, cette rente de rareté rémunère les propriétaires des gisements pétroliers. Ainsi, il ajoute la rente non concurrentielle qui tient compte du caractère non concurrentiel de ce marché et qui bénéficie toujours ces mêmes propriétaires grâce à leur organisation en cartel et à leur pouvoir de marché

4. L'étude empirique

4.1 Préliminaire de l'étude empirique :

Dans cette partie empirique, nous allons reporter des résultats numériques pour quantifier le lien entre le prix du pétrole et les variables explicatives, en utilisant le logiciel Eviews. Nous allons modéliser les fluctuations des prix du pétrole sur le marché physique, en exploitant les séries chronologique de données ([17], [22],[12], [14], [32]) des variables susceptibles d'expliquer le prix du pétrole que nous avons analysé auparavant, qui sont :

- La capacité mondiale de raffinage, la consommation mondiale du pétrole, le taux de change effectif nominal du dollar, le niveau mondial des stocks du pétrole brut, l'offre mondiale du pétrole, le taux de croissance économique mondiale, le niveau mondial de réserves pétrolières prouvées.
- La variable d'intérêt= le prix au comptant du pétrole brut (Brent).

4.2 Analyse de corrélation et sélection du modèle optimal :

L'analyse de corrélation nous permet de gérer le choix des variables à intégrer pour éviter les problèmes économétriques. D'après le calcul de la matrice de corrélation sur Eviews, nous obtenons qu'il existe une forte corrélation des prix du pétrole avec (par ordre décroissant) :

La capacité mondiale de raffinage, le niveau mondial de réserves pétrolières prouvées, la consommation mondiale du pétrole, l'offre mondiale du pétrole, le niveau mondial des stocks du pétrole, le taux de change nominal du dollar, le taux de croissance économique mondiale.

Nous remarquons que la variable CROISSANCE est la moins corrélée avec le prix de pétrole brut, en plus qu'elle contient des valeurs négatives qui correspondent aux moments de récession économique. Ainsi, les deux variables CONSOMMATION et OFFRE sont fortement corrélées avec un taux de corrélation égale à 99.7%. Donc il suffit de retenir l'une des deux, nous allons choisir de retenir la CONSOMMATION plutôt que l'OFFRE, puisque cette dernière est exposée aux chocs exogènes des tensions géopolitiques.

Par la suite, notre objectif est de spécifier le modèle le plus adéquat qui détermine concrètement la relation suivante :

$$\text{PRIXBRUT}=(\text{RESERVEPROUVE},\text{CAPACRAFF},\text{STOCKS},\text{CONSOMMATION} \\ \text{et TXCHANGEDOLLAR}).$$

L'ensemble des variables incluses dans cette spécification sont choisies sur une base statistique et économique. En effet, nous avons le choix entre deux types de modélisation, s'il s'agit de la modélisation VAR ou VECM, si le test de cointégration, qui suspecte l'existence de l'équilibre de long terme entre les variables, est valide on procède alors à l'estimation VECM.

4.3 Analyse et interprétation de comportements des variables :

Après avoir testé le comportement des séries dans le temps, on a conclu qu'il s'agit de séries ayant un comportement divergent puisque l'une ou plusieurs de leurs propriétés statistiques (la moyenne, l'écart-type...) dépendent du facteur temps. De ce fait elles sont dites non stationnaires, et sont de type DS de constante non significatives. Puis, il vient pertinent d'aller chercher l'existence d'une relation stable à long terme entre ces séries. Car, malgré qu'elles soient non stationnaires elles peuvent aboutir à une

dynamique stable entre elles à long terme puisqu'elles sont de même ordre d'intégration. En effet, les résultats du test de Cointégration montrent que malgré le comportement divergent dans le court terme de ces variables retenues dans la modélisation ([46], [47], [51]), il existe des relations stables entre ces variables à long terme. Nous présentons ci-dessous l'estimation des relations stables de long terme confirmées par le test, il s'agit de trois relations possibles :

$$\text{LPRIXBRUT} = 0.87 \text{LRESERVPROUVE} + 16.29 \text{LSTOCKS} + 7.32 \text{LTXCHANGEDOLLAR}$$

$$\text{LCAPACRAFF} = 0.31 \text{LRESERVPROUVE} + 0.86 \text{LSTOCKS} + 0.67 \text{LTXCHANGEDOLLAR}$$

$$\text{LCONSOMMATION} = 0.84 \text{LRESERVPROUVE} - 0.16 \text{LSTOCKS} + 0.84 \text{LTXCHANGEDOLLAR}$$

Nous retenons alors qu'à long terme le prix de pétrole brut est influencé par le niveau de réserves pétrolières prouvées dans le monde, par la capacité de stockage du pétrole brut et de la valeur du dollar.

En effet, Le marché pétrolier est un marché exposé aux chocs de plusieurs facteurs, des facteurs qui sont de la sphère économique et d'autres qui sont de la sphère financière. Chacune de ces deux sphères présente un impact indéniable sur l'évolution de ces facteurs. Donc, le marché pétrolier est soumis à des facteurs qui sont difficiles à estimer et à prévoir sous l'effet de l'intersection de ces deux sphères à la fois, dont chacune présente de large changements et risques. De ce fait, ces facteurs sont sous l'effet des politiques d'ajustement de ces deux sphères avant qu'ils ne soient des variables déterminantes pour le prix du pétrole. Par exemple, le taux de change nominal de dollar est un facteur soumis à la politique monétaire fédérale et aux effets cycliques de l'économie américaine avant qu'il ne soit un facteur déterminant pour le prix de pétrole et que le dollar soit une monnaie de référence pour le marché pétrolier. Ainsi, la consommation mondiale du pétrole est largement dépendante de la politique économique suivie par chaque pays, selon le degré d'indépendance énergétique que la politique décide, et selon le volet auquel appartient ce pays, s'il s'agit d'un pays émergent ou industrialisé. En outre, certaines de nos variables retenues sont ainsi largement dépendantes du progrès technique et de l'évolution technologique et industrielle. Alors, sous l'effet de tous ces éléments nous pourrions bien confirmer la non stationnarité de ces variables dépendantes du progrès technique et industriel comme : la variable qui représente la capacité des raffineurs de traiter le pétrole brut pour le mettre en valeur et en disposition à la consommation finale malgré les dures propriétés chimiques que ce pétrole pourrait y avoir, la variable qui représente la capacité de stockage du pétrole brut et le niveau de réserves pétrolières prouvées, qui détermine une projection future de la disponibilité du pétrole à l'exploitation. Alors, nous concluons que nous sommes face à des variables qui ayant des fluctuations importantes dans le temps, et qui sont soumises elles-mêmes à plusieurs facteurs économiques, financiers et technologiques, ce qui laisse confirmer le résultat du test de la non-stationnarité de variables sur la période d'étude qui s'étale de 1980 jusqu'à 2014. Cependant, on conclut que malgré ce comportement divergent de ces variables, il existe bien une relation stable entre elles à long terme. Donc, l'explication des fluctuations des cours pétroliers devrait être à l'aide d'un modèle adéquat aux propriétés statistiques de ces variables.

4.4 La modélisation VECM du prix de pétrole :

La modélisation VECM permet de modéliser conjointement la dynamique de court terme et de long terme ([1], [49]), qui lient les prix du pétrole brut sur le marché physique pétrolier aux variables explicatives.

Cette propriété s'avère très intéressante car elle peut nous permettre de voir comment réagissent les prix du pétrole face à des fluctuations économiques et financières conjoncturelles, et de voir quelles sont les variables significatives du modèle qui sont susceptibles d'affecter les prix à long terme. Les résultats obtenus à la fin seront confrontés à ce que stipule la théorie économique, pour comparer les résultats du modèle à la théorie économique, tout en tenant compte du caractère limité de ce présent travail qui due aux contraintes de disponibilité de données, et de la nature du marché pétrolier qu'est exposé à un impact très important de facteur géopolitique qui peut tous bouleverser, considéré comme étant un choc exogène dans notre modèle.

Premièrement, nous allons déterminer le nombre de retard qu'il faudrait intégrer dans le modèle. On procède alors à des tests emboîtés fondés sur la statistique du ratio de vraisemblance, notamment à l'aide du critère AIC. Cette approche nous conduit à retenir un modèle à 2 retards. Les séries introduites dans le modèle étant non stationnaires en niveau, l'analyse de cointégration montre l'existence de 3 relations de long terme. La question du nombre de relations de cointégration à intégrer dans le modèle est fondamentale dans l'analyse puisque lorsqu'on a plus d'une relation de cointégration on obtient un système d'équations qui, pour être estimé, nécessite au préalable d'être identifié. Ainsi, on conclut que le système des variables choisies doit être modélisé sous la forme d'un VECM composé de cinq variables, deux retards, et trois relations de cointégration.

Nous procédons par la suite à l'estimation du modèle VECM spécifié. D'après les résultats d'estimation, nous vérifions si les coefficients de la force de rappel sont négatifs et significativement différents de 0. Nous trouvons qu'on a une seule relation de cointégration où cette condition sur le terme de rappel est vérifiée. Puis nous effectuons le test d'auto corrélation des résidus issus de chaque équation à l'aide d'un test de Ljung-Box. Nous trouvons que pour l'équation dont la variable d'intérêt est le prix du pétrole, ses résidus ont tous des p-value de Q-statistique supérieures à 0.05 et nous retenons alors que les résidus sont des bruits blancs, ce qui nous permet de valider la spécification de notre modèle VECM. La condition de signe négatif du coefficient de la force de rappel peut être interprétée par le fait qu'il y a un retour de la variable d'intérêt, le prix du pétrole brut, à sa valeur d'équilibre de long terme. On retient alors le modèle suivant :

$$\begin{aligned} D(LPRIXBRUT) = & -0.18 \times (LPRIXBRUT(-1)) + 23.82 \times LCAPACRAFF(-1) \\ & - 18.47 \times LCONSOMMATION(-1) + 5.07431520637 \times LRESERVEPROUVE(-1) \\ & - 31.75 \times LSTOCKS(-1) - 7.81 \times LTXCHANGEDOLLAR(-1) + 246.59 + 0.12 \times \\ & D(LPRIXBRUT(-1)) + 0.04 \times D(LPRIXBRUT(-2)) + 6.11 \times D(LCAPACRAFF(-1)) \\ & + 7.71 \times D(LCAPACRAFF(-2)) - 1.37 \times D(LCONSOMMATION(-1)) - 9.77 \times \\ & D(LCONSOMMATION(-2)) + 1.13 \times D(LRESERVEPROUVE(-1)) + 1.65 \times \\ & D(LRESERVEPROUVE(-2)) - 3.24 \times D(LSTOCKS(-1)) - 0.96 \times D(LSTOCKS(-2)) \\ & - 1.31 \times D(LTXCHANGEDOLLAR(-1)) + 0.97 \times D(LTXCHANGEDOLLAR(-2)). \end{aligned}$$

Ainsi, nous pouvons procéder par la spécification VAR, où toutes les variables devront être intégrées en format stationnaire, c'est-à-dire en différence première. Puis, nous appliquons le même test de Ljung-Box pour l'équation ayant comme variable d'intérêt le prix du pétrole, cette dernière spécification serait pertinente dans la partie de l'analyse impulsionnelle des chocs sur les prix du pétrole.

L'équation ci-dessus représente une estimation du modèle VECM. D'après les résultats des estimations des coefficients, on trouve que les variables ayant des coefficients significativement différents de 0 dans le bloc qui explique la dynamique du prix de pétrole dans le court terme sont :

La capacité de raffinage, la consommation mondiale du pétrole décalée de deux périodes, le niveau de réserves pétrolières prouvées décalés de deux périodes et le niveau mondial de stocks du pétrole décalé d'une seule période. Pour pouvoir bien interpréter l'équation obtenue de la modélisation du prix de pétrole, on présente ci-dessous les tableaux suivants :

Tableau 1: La dynamique de long terme entre les variables

LPRIXBRUT(-1)	1.000000
LCAPACRAFF(-1)	23.82434 (4.70761) [5.06081]
LCONSOMMATION(-1)	-18.47856 (3.75777) [-4.91743]
LRESERVEPROUVE(-1)	5.074315 (1.98136) [2.56103]
LSTOCKS(-1)	-31.75941 (4.22226) [-7.52190]
LTXCHANGEDOLLAR(-1)	-7.813636 (1.87535) [-4.16649]

Tableau 2: La dynamique de court terme entre les variables

D (LPRIXBRUT(-1))	0.126494 (0.19688) [0.64251]
D(LPRIXBRUT(-2))	0.040898 (0.20590) [0.19863]
D(LCAPACRAFF(-1))	6.119974 (2.39580) [2.55445]
D(LCAPACRAFF(-2))	7.718021 (2.58133) [2.98994]

D(LCONSOMMATION(-1))	-1.373499 (3.73661) [-0.36758]
D(LCONSOMMATION(-2))	-9.774845 (3.35953) [-2.90959]
D(LRESERVEPROUVE(-1))	1.133197 (0.82640) [1.37125]
D(LRESERVEPROUVE(-2))	1.654413 (0.77233) [2.14209]
D(LSTOCKS(-1))	-3.245318 (1.61896) [-2.00456]
D(LSTOCKS(-2))	-0.966279 (1.19588) [-0.80801]
D(LTXCHANGEDOLLAR(-1))	-1.318500 (0.85174) [-1.54800]
D(LTXCHANGEDOLLAR(-2))	0.972882 (0.79049) [1.23073]

Interprétations :

D'après les résultats d'estimation dans le Tableau 1, on retient que la totalité des variables intégrées dans le modèle sont très significatives et fortement corrélées avec les prix de pétrole à long terme, à savoir : la capacité mondiale de raffinage, le niveau des réserves pétrolières, le niveau mondial des stocks de pétrole, la consommation mondiale du pétrole et la valeur du dollar mesurée par le taux de change effectif nominal. D'après les résultats de ce tableau, on constate que les signes de l'estimation de la plupart de ces variables sont conformes aux signes attendus de liens économiques qui existent entre ces variables et les prix du pétrole :

Une hausse de niveau de la capacité de raffinage dans le monde par 1% entraîne une baisse des prix du pétrole de 23.82%. En effet, l'augmentation de la capacité de raffinage implique une large possibilité supplémentaire pour les raffineurs d'extraire plus de produits finis à partir d'une quantité de brut, ceci fait diminuer la demande mondiale du pétrole brut donc la courbe de demande subit un choc de la part de ce paramètre, et ceci engendre à la fin une baisse des prix.

De même, une hausse de 1% du niveau des stocks pétroliers implique une hausse de 31.75% des prix du pétrole. En effet, l'augmentation du niveau des stocks du pétrole représente une augmentation de la demande. Et inversement, quand le niveau de stocks diminue cela fait chuter les prix car dans ce cas les stocks représentent une marge d'offre supplémentaire sur le marché quand les consommateurs jugent que le niveau des prix est insoutenable.

Ainsi, une augmentation de 1 % du niveau de réserves prouvées du pétrole dans le monde implique une diminution de 5% du niveau des prix pétroliers. En effet, un choc sur le niveau de réserves constitue un choc de l'offre, si le niveau de réserves prouvées augmente cela constitue une marge supplémentaire pour augmenter l'offre mondiale du pétrole, et si l'offre augmente alors les prix diminuent.

Pour la valeur de dollar, on voit qu'une dépréciation de dollar par un pourcentage de 1% implique la hausse des prix pétroliers par 8%. En effet, la dépréciation de dollar diminue les recettes pétrolières des pays producteurs, puisque le dollar devient moins rentable. Donc, suite à ce changement les producteurs diminuent leur offre pour optimiser selon le seuil de rentabilité, cette diminution de l'offre entraîne une hausse du prix d'équilibre. Ceci est dit pour une relation qui pourrait lier les prix du pétrole à ces dites variables dans le long terme.

Ainsi, le tableau 2 représente La relation de court terme dans le modèle et nous renseigne sur la significativité des coefficients estimés de toutes les variables endogènes jusqu'à deux retards. Dans le modèle, les seules variables significatives des coefficients estimés de toutes les variables endogènes jusqu'à deux retards des relations de court terme sont :

Les deux variables retardées de la capacité de raffinage dans le monde, les variables décalées par deux retards de la consommation mondiale du pétrole et du niveau des réserves pétrolières prouvées dans le monde et la variable stocks décalées d'une seule période. Tandis que, la variable taux de change effectif nominal de dollar n'est pas significatif dans la relation de court terme.

Donc, à court terme qu'à long terme, l'impact des variables : la capacité mondiale de raffinage, le niveau mondial des stocks du pétrole, la consommation mondiale de pétrole, le niveau de réserves prouvées de pétrole brut, semble être significatif et explicatif pour les fluctuations des prix du pétrole brut. Pour encore mieux visualiser l'impact de ces facteurs sur le prix du pétrole on procède par la suite à une analyse impulsionnelle qui met en évidence la transmission des chocs subis par ces variables au prix du pétrole.

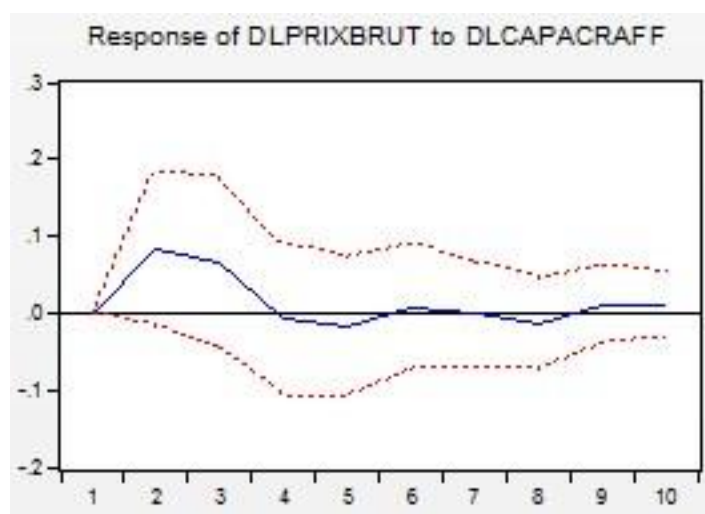
4.5 L'analyse de réponses impulsionnelles :

Dans ce paragraphe, on va élaborer une analyse sur les fonctions de réponses impulsionnelles (Impulse Response Functions). Pour calculer la valeur de la réponse impulsionnelle il faudrait déterminer l'ordre des variables car il est très important dans cette étape, plusieurs méthodes sont données pour maintenir cet ordre, on choisit celle de Cholesky dof adjusted donnée sur Eviews. Cette réaction serait vérifiée sur les 10 périodes futures.

i. La réponse du prix de pétrole brut à une variation au niveau de la variable DLCAPACRAFF :

La courbe ci-dessous reporte la fonction de réponse du prix de pétrole brut face à un choc impactant l'innovation de la variable DLCAPACRAFF.

Figure 1 : réponse du prix de pétrole à une innovation au niveau de la variable DLCAPACRAFF

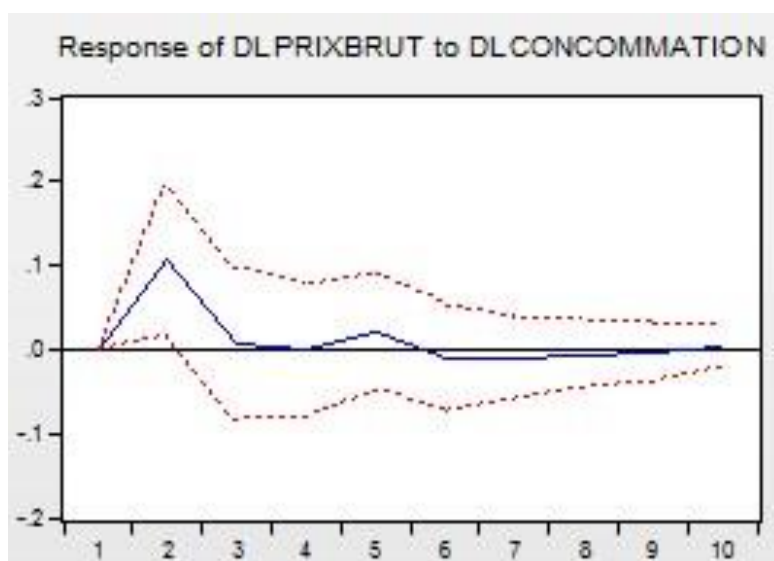


Donc si un choc impacte le résidu de l'équation dont la variable DLCAPACRAFF est la variable d'intérêt, ce choc sera transféré à la variable DLPRIXBUT puisque la variable impactée DLCAPACRAFF est une variable explicative dans l'équation où le DLPRIXBUT est la variable d'intérêt. Ainsi, un choc qui mène le niveau de capacité de raffinage à la hausse va se répercuter sur les prix du pétrole vers une hausse de 8% durant la seconde période. Puis, cet impact commence de se réduire dès la troisième période pour devenir amorti au bout de 10 périodes.

ii. La réponse du prix de pétrole brut à une variation au niveau de la variable DLCONSOMMATION :

La courbe en milieu désigne la trajectoire des variations de la variable DLPRIXBRUT suite à un choc au niveau de DLCONSOMMATION. Il est clair que si les perspectives des consommateurs vis-à-vis de l'économie sont optimistes alors le chômage décélère dans le premier mois suivant le choc pour retrouver son rythme normal.

Figure 2 : réponse du prix de pétrole à une innovation au niveau de la variable DLCONSOMMATION

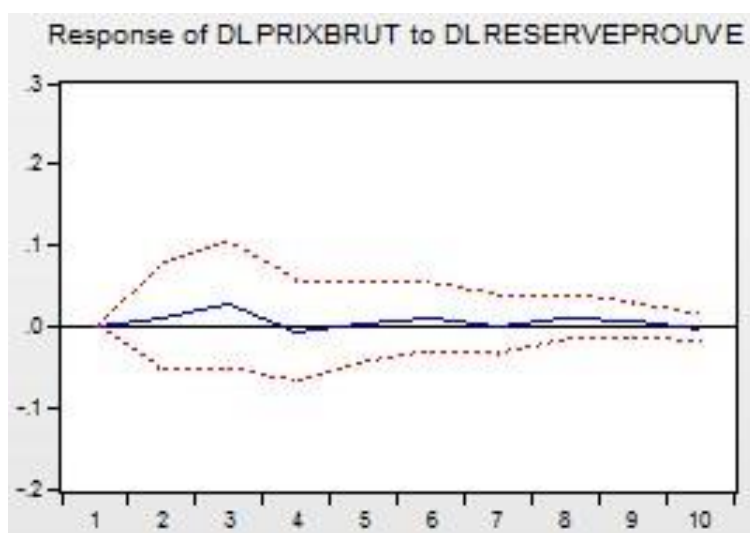


Quand la consommation mondiale du pétrole reçoit un choc positif, les prix du pétrole brut ne seront affectés, de façon importante avec un taux de variation de 10%, qu'à la seconde période puis cet impact commence de décroître. Donc un choc sur le niveau de consommation du pétrole entraîne une hausse conjoncturelle sur les prix du pétrole aussi.

iii. La réponse du prix de pétrole brut à une variation au niveau de la variable DLRESERVEPROUVE:

La courbe ci-dessous reporte la fonction de réponse du prix du pétrole face à une innovation au niveau du niveau des réserves pétrolières.

Figure 3 : réponse du prix de pétrole à une innovation au niveau de la variable DLRESERVEPROUVE

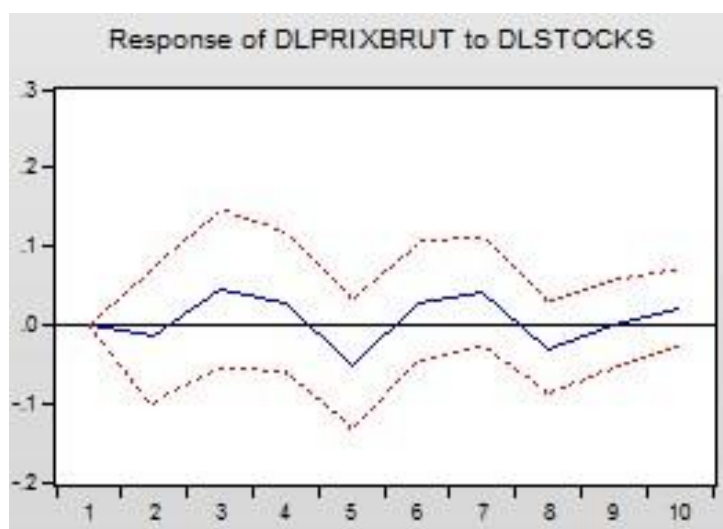


Encore une fois, le choc implique une réaction à la hausse pour les prix du pétrole qui atteint dans son maximum une variation à l'ordre de 2% et ceci est au cours de la troisième période du choc.

iv. La réponse du prix de pétrole brut à une variation au niveau de la variable DLSTOCKS:

La figure suivante trace l'évolution du prix du pétrole en réponse à un choc sur le niveau des stocks du pétrole dans le monde.

Figure 4 : réponse du prix de pétrole à une innovation au niveau de la variable DLSTOCKS

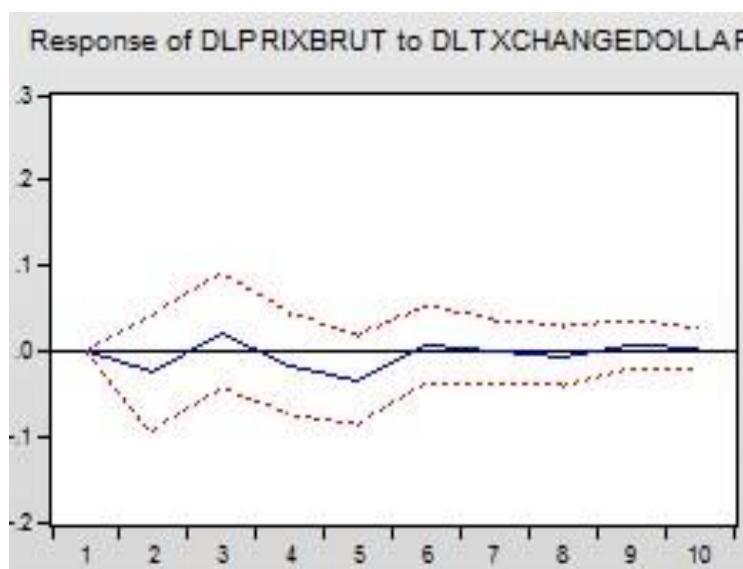


Dans ce cas de figure, un choc sur le niveau des stocks implique une diminution peu légère des prix du pétrole sur la seconde période, puis le choc sur les prix devient positif au bout de la troisième où il commence d'osciller entre des valeurs positives et négatives. Alors, il semble qu'un choc sur le niveau des stocks perturbe les prix pétroliers en augmentant leur volatilité.

v. La réponse du prix de pétrole brut à une variation au niveau de la variable DLTXCHANGEDOLLAR:

La courbe ci-dessous reporte la fonction de réponse du prix du pétrole face à une innovation au niveau de la valeur de dollar

Figure 5 : réponse du prix de pétrole à une innovation au niveau de la variable DLTXCHANGEDOLLAR



Suite à un choc sur la valeur du dollar, Les prix du pétrole devront reculer de l'ordre de 0.02% pendant la seconde période, puis augmenter de même ordre dans la troisième et reculer encore sur la quatrième et la cinquième puis le choc disparaît.

5. Conclusion

L'objectif de ce papier était la détermination des variables qui affectent la formation des prix de pétrole, en essayant de mettre en évidence un modèle économétrique des cours pétroliers. En commençant par une analyse du marché pétrolier et de ses fondamentaux, en traitant le lien qui lie le prix du pétrole aux différents facteurs réels, financiers et géopolitiques, et en entamant à la fin une étude empirique pour quantifier l'impact de chaque variable explicative sur la variable d'intérêt.

D'après les résultats d'estimation, on a conclu que les prix du pétrole sont liés au niveau de réserves mondiales du pétrole, à la capacité mondiale de raffinage, au niveau des stocks mondiaux de pétrole, à la valeur de Dollar et à la consommation du pétrole dans le monde, l'impact de certaines de ces variables ne figurent qu'à long terme et d'autres sur le court terme aussi. Ceci, est dit tout en mettant à l'esprit les limites de cette étude face à un choc qui survient du facteur géopolitique considéré comme un facteur exogène dans cette étude.

On note que, pour les prix du pétrole il y a une multitude de scénarios possibles qui essaient d'expliquer la formation des prix pétroliers, ces scénarios sont parfois même contradictoires entre eux selon les convictions de chaque auteur et la période de l'étude, cette dernière joue un rôle important dans la mesure où selon chaque période il apparaît des nouvelles variables et phénomènes qu'on s'est pas rendu compte auparavant et qui constituent un nouveau choc pétrolier, par exemple la spéculation et la production de pétrole de schiste ne figuraient pas avec assez d'importance dans l'explication des chocs pétroliers des années 70 et 80 au contrario dans les explications d'aujourd'hui.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Ahmed Hammadache, Modélisation de prix de pétrole : analyse avec un Modèle Vectoriel à Correction d'Erreur, Centre d'Economie de l'Université Paris Nord, N° 2011-15
- [2] Emmanuel HACHE, Frédéric LANTZ, Analyse économique et modélisation de la spéculation sur les marchés financiers du pétrole, IFP Energies nouvelles, 228 avenue Napoléon Bonaparte – 92852 Rueil-Malmaison Contrat de recherche avec le Conseil Français de l'Energie n°66
- [3] Perspectives économiques de l'OCDE, évolution des prix du pétrole : moteurs, conséquences économiques et ajustement des politiques, no 76
- [4] Artus P., d'Autumne A., Chalmin P. et Chevalier J.M., 2010, « Les effets d'un prix du pétrole élevé et volatil » Conseil d'Analyse Economique (CAE), rapport n° 93.
- [5] OCDE 2011, "Les effets de la hausse des prix du pétrole sur l'activité économique et l'inflation", Département des affaires économiques de l'OCDE, Notes de politique économique, No. 4.
- [6] Valérie Mignon, les liens entre les fluctuations du prix du pétrole et du taux de change du dollar, EconomiX-CNRS, université Paris Ouest - Nanterre La Défense ; CEPII.
- [7] Patrick Artus, Paul Beaumont, Sylvain Broyer, Nick Brown, les déterminants du prix du pétrole, Recherche Economique, 7 mai 2013, n° 359
- [8] International Energy Agency, Market Analysis and Forecasts to 2019, Oil Medium-term market report 2014.
- [9] www.imf.org, Rabah Arezki et Olivier Blanchard, Sept questions sur la chute récente des cours du pétrole, 22 décembre 2014.
- [10] www.banquemondiale.org, hausse des charges d'emprunt et faiblesse des prix du pétrole et des matières premières : la transition sera difficile pour les pays en développement en 2015, 10 juin 2015.
- [11] Régis Bourbonnais, Économétrie, 6e édition, manuel et exercices corrigés, DUNOD.
- [12] <http://donnees.banquemondiale.org/theme/energie-et-mines>
- [13] <http://www.opec.org/>
- [14] Agence Internationale d'Energie www.iea.org
- [15] Amano, A and S. van Norden (1998) "Oil Prices and the Rise and Fall of the U.S. Real Exchange Rate", Journal of International Money and Finance, 17, 299
- [16] Bailey, W. and K. C. Chan (1993). Macroeconomic influences and the variability of the commodity futures basis, Journal of Finance, 48(2): 555-73
- [17] BP Statistical Review of World Energy (rapports 2009 ET 2010)
- [18] Dées S, Karadeloglou P, Kaufmann R, Sánchez M (2007) "Modelling the World Oil Market: Assessment of a Quarterly Econometric Model" Energy policy, 35, 178-191.
- [19] FAMA E.F., FRENCH K.R., 1987: « Commodity futures prices: some evidence of forecast power, premiums, and the theory of storage », The Journal of Business, vol. 60, n°1.
- [20] FAMA E.F., FRENCH K.R., 1988: « Business Cycles and the Behavior of Metal Prices », the Journal of Finance, vol. XLIII, n°5
- [21] Fattouh, B (2009), "basis variation and the role of inventories: evidence from the crude oil market", Oxford Institute for Energy Studies wpm 38.

- [22] International Energy Agency Medium Term Oil Market Report Juin 2009 Edition.
- [23] KALDOR N., 1939(a): « Speculation and economic stability », Review of Economic Studies, vol. VIII, n°1, October.
- [24] KALDOR N., 1939(b) : « A note on the theory of the forward market », Review of Economic Studies, vol. VIII, n°1, October.
- [25] Kaufmann R.K (1995) “A model of the world oil market for projection LINK: integrating economics, geology, and politics” Economics modeling, 12, 165 178.
- [26] Kaufmann R.K. (2004) “Does OPEC matter? An econometric analysis of oil prices”. The energy journal, 25, 67 91.
- [27] Krugman, Paul (2008). The Oil Nonbubble, The New York Times Opinion, http://www.nytimes.com/2008/05/12/opinion/12krugman.html?_r=2&th&emc=th&oref=sl&oref=slogin
- [28] La Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED)
- [29] Longo C., Manera M., Markandya A. and Scarpa E. (2007.), “Evaluating the empirical performance of alternative econometric models for oil price forecasting”
- [30] LONG D., 1996 : « Oil Stocks », Oxford Energy Forum, November
- [31] L.K.Stevans et D. N.Session. “Speculation, Future Prices, and the U.S Real of Crude Oil” American journal of Social and Management Sciences 1.1(2010):13 23
- [32] Medium Term, Oil Market Report juin 2009, International Energy Agency.
- [33] Rapport de la direction de la prévision et de l’analyse économique, N° 53, novembre 2004
- [34] Rapport du groupe de travail sur la volatilité des prix de pétrole, sous la présidence de JM Chevalier, février 2010.
- [35] Victoria Saporta., Matt Trott., Merxe Tudela, Research and analysis what can be said about the rise and fall in oil prices? Bank of England, Quarterly Bulletin 2009 Q3
- [36] Smith, J. L. (2009). World oil: market or mayhem? Journal of Economic Perspectives, 23(3), 145 164
- [37] OCDE (2008) : « Conséquences pour la politique économique des incertitudes du côté de l’offre », Chapitre 3 in Perspectives économiques de l’OCDE, vol. 83.
- [38] Rasche R. et J. Tatom (1977) : « Energy Resources and Potential GNP », Federal Reserve Bank of Saint-Louis Review, vol. 59, juin.
- [39] Scarpetta S., A. Bassanini, D. Pilat et P. Schreyer (2000) : « Economic Growth in OECD Area : Recent Trends at the Aggregate and Sectoral Level », Document de Travail de l’OCDE n° 248.
- [40] Lalanne G. et O. Simon (2009) : « Prix du pétrole, cours de l’euro et croissance » in L’économie française, INSEE Références.
- [41] Le Barbanchon T. (2007) : « The Changing Response to Oil Price Shocks in France: A DSGE Type Approach », Document de Travail de l’INSEE/DESE, n° G2007/07.
- [42] Hamilton J.D. (2008) : « Understanding Crude Oil Prices », NBER Working Paper, n° 14492.
- [43] Mohamed El Hedi Arouri, Christophe Rault. Les effets des fluctuations du prix du pétrole sur les marchés boursiers dans les pays du Golfe.. 2010. fihal-00507825
- [44] Aloui, C. et Jammazi, R., 2009, The effects of crude oil shocks on stock market shifts behaviour: A regime switching approach. Energy Economics 31, 789–799
- [45] Balaz, P., et Londarev, A., 2006. Oil and its position in the process of globalization of the world economy. Politicka Ekonomie 54 (4), 508-528
- [46] Baltagi, B. H., et Kao, C., 2000, Nonstationary Panels, Cointegration in Panels and. Dynamic Panels: A Survey, Advances in Econometrics, 15, 7-51.
- [47] Banerjee, A. et Carrion-i-Silvestre, J. 2006. Cointegration in Panel Data with Breaks and Cross-section Dependence, European Central Bank, Working Paper 591, February.
- [48] Basher, S. A. et P. Sadorsky, 2006. Oil Price Risk and Emerging Stock Markets, Global Finance Journal, 17, 224-251
- [49] Cologni, A. et M. Manera, 2008. Oil prices, inflation and interest rates in a structural cointegrated VAR model for the G-7 countries. Energy Economics, 30, 856-88.

- [50] Cunado, J., et Perez de Garcia, F., 2005. Oil prices, economic activity and inflation: evidence for some Asian countries. *The Quarterly Review of Economics and Finance* 45 (1), 65-83.
- [51] Gengenbach C., Palm F.C. et Urbain J-P. (2006). Cointegration Testing in Panels with Common Factors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68, 683-719.
- [52] Kilian, L. et Park, C., 2009, The impact of oil price shocks on the US stock market. *International Economic Review* 50, 1267-1287.
- [53] Lardic, S. et Mignon, V., 2008, Oil prices and economic activity: An asymmetric cointegration approach, *Energy Economics*, vol. 30(3), 847-855.
- [54] Miller J.I. et Ratti R.A. 2009, Crude oil and stock markets: Stability, instability, and bubbles. *Energy Economics* 31, 559–568.
- [55] Sadorsky, P., 1999. Oil Price Shocks and Stock Market Activity, *Energy Economics*, vol. 2, pp. 449-469.