

# SPÉCULATION ET MARCHÉS DÉRIVÉS DU PÉTROLE

JULIEN CHEVALLIER \*

L'augmentation de la volatilité du prix du pétrole, particulièrement depuis 2008, soulève de nombreuses questions quant à la détermination de ce prix et au jeu complexe des interdépendances entre les marchés physiques et les marchés financiers et leurs fondamentaux respectifs. Dans ce contexte, le rapport Chevalier du groupe de travail sur la volatilité des prix du pétrole<sup>1</sup>, remis à Christine Lagarde, ministre de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi, le 9 février 2010, constate que les différentes réformes de la régulation qui sont aujourd'hui en cours d'élaboration, notamment en ce qui concerne les marchés dérivés de matières premières, ne paraissent pas de nature à réduire considérablement cette volatilité devenue croissante au fil du temps (Chevalier et *al.*, 2010).

353

---

\* Maître de conférences en sciences économiques, université Paris-Dauphine ; membre, Centre de géopolitique de l'énergie et des matières premières (CGEMP) et Laboratoire d'économie de Dauphine (LEDa) ; chercheur associé, Laboratoire ÉconomiX-CNRS et Grantham Institute for Climate Change (Imperial College London).

Les opinions exprimées dans cet article n'engagent que l'auteur, et non les institutions auxquelles il est affilié. Il reste seul responsable des éventuelles erreurs ou omissions.

L'auteur remercie les membres du groupe de travail sur la volatilité des prix du pétrole : Jean-Marie Chevalier - président -, Michel Laffitte - rapporteur -, Frédéric Baule, Frédéric Lasserre, Ivan Odonnat et Édouard Viellefond. Il remercie également tous les experts, consultés à cette occasion, des organismes suivants : Banque mondiale, CFTC (Commodity Futures Trading Commission), Commission européenne (DG MARKT, DG ECFIN, DG TREN), Congressional Research Service, CSIS (Center for Strategic and International Studies), Deutsche Bank (Washington DC, États-Unis), EIA (Energy Information Administration), Federal Reserve, FMI (Fonds monétaire international), PFC Energy, US Department of Energy, US Department of State, US Senate et US Treasury.

L'objectif de cet article est de livrer une revue de littérature aussi exhaustive que possible de la volatilité des prix des produits dérivés du pétrole. Les travaux de recherche sur le sujet ont été très nombreux au cours des dernières années et les controverses académiques qu'ils suscitent sont parfois toujours en cours. La réalisation de ces études se heurte le plus souvent à une très grande opacité concernant aussi bien les données physiques que financières. Le champ des corrélations qui peuvent être faites à partir des prix des produits pétroliers est infini et les travaux aboutissent parfois à des résultats contradictoires.

Notre intention est de mettre en évidence quelques développements récents concernant l'évolution des prix des produits dérivés du pétrole. Nous proposons d'analyser le fonctionnement récent des marchés pétroliers pour déterminer si la volatilité des prix résulte ou non d'une transformation structurelle de ces marchés qui accordent une place grandissante à la sphère financière. Ceci nécessite de se pencher sur l'évolution de ces marchés sur les dix dernières années, avant de pouvoir apprécier les risques d'une volatilité persistante dans le futur. En plus des traditionnels fondamentaux « physiques », nos résultats mettent en évidence l'émergence de nouveaux fondamentaux « financiers » liés à l'émergence d'acteurs « non commerciaux » sur les marchés dérivés du pétrole, en lien avec les réformes institutionnelles mises en place aux États-Unis dans les années 2000. Enfin, nous proposons quelques mesures de politiques publiques, afin de limiter les effets potentiellement négatifs de la volatilité sur l'économie à la lumière de ces expériences récentes.

Cet article est articulé comme suit : tout d'abord, il rappelle les fondamentaux « physiques » et examine les principaux canaux de transmission des chocs sur ces marchés ; ensuite, il apporte des éléments d'explication de la crise de juillet à août 2008 et détaille l'émergence des fondamentaux « financiers » du prix du pétrole ; enfin, il formule des suggestions de politiques publiques.

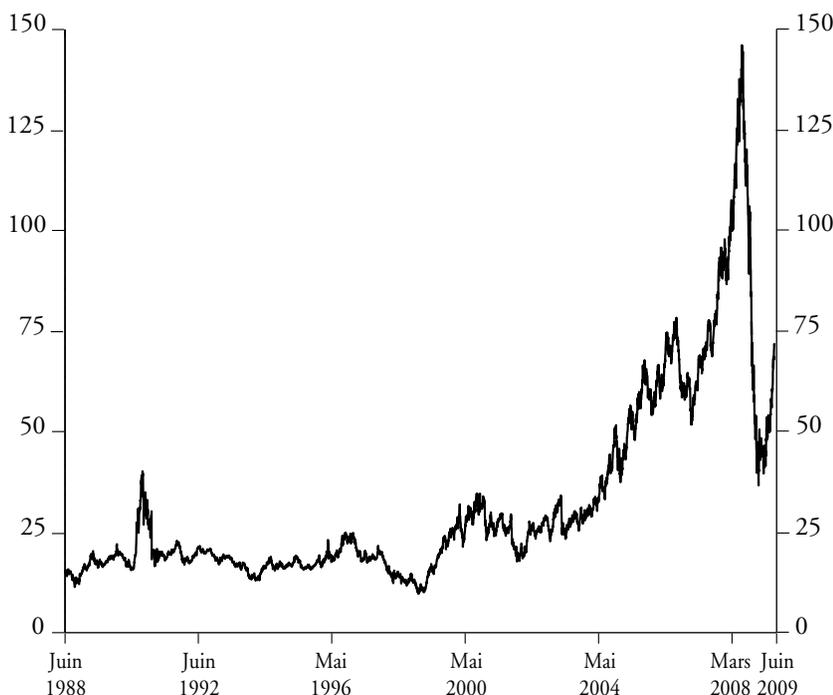
### *LES FONDAMENTAUX « PHYSIQUES » DU PRIX DU PÉTROLE ET LES PRINCIPAUX CANAUX DE TRANSMISSION DES CHOCS*

Le prix mondial du pétrole se forme à partir du prix West Texas Intermediate (WTI), coté depuis 1978 au New York Mercantile Exchange (NYMEX), et, plus marginalement, du Brent. Des marchés spots physiques existent pour différents bruts, avec en lien des cotations de gré à gré, où le risque de contrepartie est beaucoup plus important. Il est raisonnable de penser que le prix mondial du pétrole se fixe sur les plates-formes d'échanges électroniques du Chicago Mercantile Exchange (CME, dont le NYMEX est une division) et de l'Intercon-

tinental Futures Exchange (IFE) basé à Atlanta, proposant également un contrat très liquide sur le WTI, sous le contrôle réglementaire de la Commodities Futures Trading Commission (CFTC) américaine. Le déterminant principal du prix est l'anticipation que font professionnels et investisseurs de ce que seront demain les équilibres entre l'offre et la demande sur le marché du pétrole.

La série du prix du pétrole NYMEX est caractérisée par de très grandes variations, comme l'indique le graphique 1.

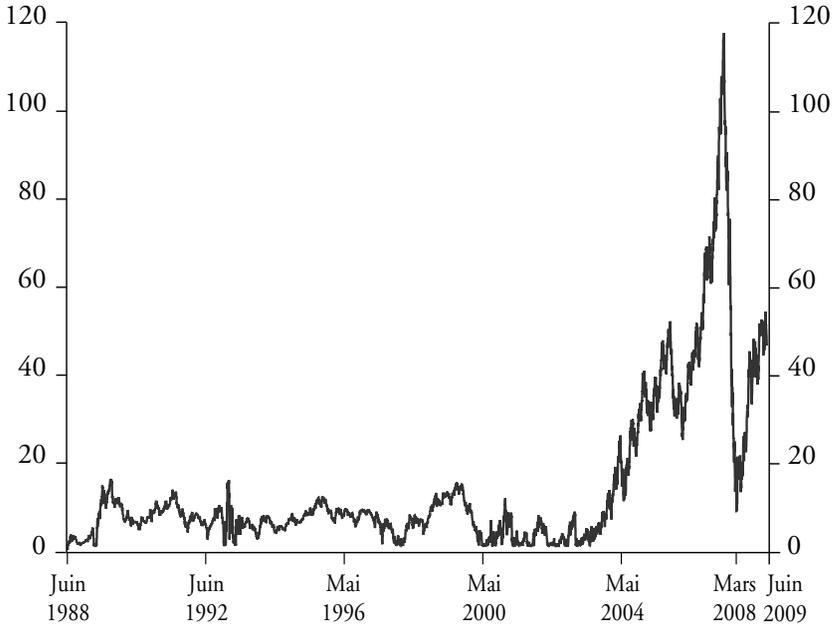
**Graphique 1**  
**Prix du pétrole NYMEX en base quotidienne**  
**du 24 juin 1988 au 12 juin 2009**  
 (en dollars par baril)



355

La valeur moyenne du baril sur la période allant de 1988 à 2009 est de 32 dollars pour la série du prix du pétrole NYMEX. Le prix du baril a ainsi atteint un maximum de 146 dollars le 3 juillet 2008, pour retomber à 30 dollars en décembre 2008 et remonter à nouveau à 70 dollars en 2009. La volatilité du prix du pétrole peut être extraite d'un modèle GARCH( $p, q$ ) en fréquence quotidienne (Bollerslev, 1986). L'estimation d'un modèle classique GARCH(1,1) sur la série WTI transformée en différences premières conduit au graphique 2 (ci-après).

**Graphique 2**  
**Volatilité conditionnelle du prix du pétrole NYMEX**  
**en base quotidienne du 24 juin 1988 au 12 juin 2009**  
**et estimée à partir d'un modèle GARCH(1,1)**



356

Nous observons que la période de forte variation du prix du pétrole durant l'été 2008 correspond également au pic de volatilité conditionnelle enregistré.

Cette analyse nous amène à poser la question suivante : quels sont, d'après la littérature, les principaux canaux de transmission des chocs sur le marché du pétrole ? D'après Hamilton (1983 et 1996), les chocs du prix du pétrole sont liés au contexte macroéconomique global à travers l'état des stocks, l'utilisation des capacités de production, les indicateurs macroéconomiques (inflation, taux d'intérêt et bons du Trésor) et les disruptions dans l'approvisionnement physique en pétrole. Hamilton soutient ainsi la thèse selon laquelle en présence de chocs sur le marché du pétrole (comme les guerres du Golfe entraînant des disruptions dans l'approvisionnement mondial en pétrole), la demande pour des indicateurs clés de biens de consommation et d'investissement chute et entraîne une récession.

D'après Blanchard et Gali (2007), les chocs sur le marché du pétrole des années 2000 (avant 2008) coïncident avec des chocs plus larges ayant eu lieu, par exemple, sur les autres marchés de matières premières. Les conséquences sont moins fortes sur les prix, les salaires, l'activité

économique et l'emploi que dans les années 1970 grâce à une rigidité moindre du salaire réel. Une autre cause peut être trouvée dans la crédibilité plus grande de la politique monétaire : la réponse anticipée de l'inflation aux chocs sur le marché du pétrole est beaucoup plus faible. Enfin, l'incidence moins importante de ces chocs sur l'activité économique s'explique aussi par la diminution de la part du pétrole dans la consommation et la production. Blanchard et Riggi (2009) révèlent deux autres changements dans la structure de l'économie pouvant avoir un effet probant sur la transmission des chocs du marché du pétrole : la disparition de l'indexation des salaires et l'amélioration de la crédibilité de la politique monétaire.

Hamilton (2008) distingue les facteurs explicatifs des chocs affectant le marché du pétrole sur une première période allant de 1970 à 1997 et ceux des années 2000. Durant cette première période, la faible élasticité-prix à la demande et l'offre de court terme, la vulnérabilité aux disruptions dans l'approvisionnement en pétrole et le pic de la production de pétrole américaine peuvent être avancés comme les principaux facteurs explicatifs du comportement du prix du pétrole. Dans les années 2000, un profond changement de la demande provenant des pays nouvellement industrialisés et la reconnaissance de la dimension finie de la ressource pétrole semblent offrir une explication plausible aux développements récents du prix du pétrole. D'après ce même auteur, la rente de rareté de la ressource pétrole - chère aux économistes de l'environnement - pourrait ainsi devenir un élément illustratif central des évolutions futures du prix du pétrole.

Kilian (2008b) étudie la transmission des chocs exogènes du marché du pétrole sur l'économie américaine. Contrairement à Bernanke, Gertler et Watson (1997), il identifie une forte chute du PIB réel cinq trimestres après un choc exogène sur l'offre de pétrole et un pic dans l'inflation du Consumer Price Index (CPI) trois trimestres après un autre choc. Plus que la production physique de pétrole, il souligne le rôle joué par les anticipations des agents concernant les craintes de ruptures futures d'approvisionnement en pétrole dans la formation de ces chocs. Kilian (2008a) compare les effets de chocs exogènes dans la production mondiale de pétrole sur l'activité économique et l'inflation des pays du G7. Ses résultats indiquent qu'une disruption dans l'approvisionnement en pétrole entraîne une réduction temporaire du PIB réel, l'effet étant plus fort lors de la deuxième année après le choc. Les réponses du taux d'inflation sont plus diverses et leur pic se trouve après trois ou quatre trimestres. Cet auteur montre que des chocs exogènes en approvisionnement en pétrole ne génèrent pas nécessairement une situation d'inflation ou de stagflation. Ces effets peuvent également transiter par une baisse du salaire réel, des taux d'intérêt

de court terme plus élevés et une dépréciation de la monnaie nationale par rapport au dollar.

Kilian (2009) estime les effets dynamiques de trois types de chocs sur le prix réel du pétrole : des chocs sur l'offre de pétrole, des chocs sur la demande globale de matières premières dans l'industrie et des chocs de demande spécifiques au marché du pétrole (tels qu'une demande de précaution plus élevée liée à des craintes de raréfaction future des ressources pétrolières). Cette étude révèle des changements dans la composition des chocs affectant ce marché. Le principal résultat souligne que les accroissements du prix du pétrole (hors crise spéculative) sont surtout liés à des chocs de demande globale et non à des disruptions dans l'approvisionnement en pétrole ou à une demande de précaution non anticipée pour les ressources pétrolières. Enfin, Kilian (2010) analyse plus précisément les déterminants de la demande en essence aux États-Unis. Parmi ceux-ci, il identifie l'influence des chocs de demande positifs et répétés sur les marchés globaux de matières premières (dans la mesure où les économies développées ont connu une croissance forte et où les pays émergents s'intègrent progressivement dans l'économie globale), des chocs de demande spécifiques au marché du pétrole et ceux affectant l'offre dans le secteur américain de la raffinerie. À partir de mai 2008, le renversement des anticipations concernant les prévisions de conjoncture économique a conduit à une chute importante des prix de l'essence, suite à la forte baisse de la demande de pétrole qui a perduré en 2008. Cet auteur souligne donc essentiellement que les causes des augmentations et des chutes du prix de l'essence aux États-Unis peuvent être d'origine différente. L'explication de telles asymétries fait l'objet de recherches en cours.

358

Selon Dvir et Rogoff (2009), il apparaît important d'adopter une vision de long terme pour comprendre les effets dynamiques des chocs du marché du pétrole sur l'activité économique. De tels chocs ont des effets très différents sur le prix réel du pétrole, non en vertu de leur origine (offre ou demande), mais selon la capacité ou l'incapacité des acteurs de marchés à restreindre l'accès à l'offre de pétrole. Lorsque des restrictions existent sur l'accès aux excès d'offre, les chocs sur le marché du pétrole en génèrent sur les niveaux de prix à la fois persistants et très volatils. Sans ces restrictions, ces chocs sont rapidement absorbés et ne conduisent pas forcément à une plus grande persistance ou volatilité du prix.

Suite à cette revue de littérature des canaux de transmission des chocs au prix du pétrole, nous examinons ensuite comment ces fondamentaux « physiques » du marché du pétrole ont été remis en question par la crise de 2007-2008.

*PRINCIPAUX ÉLÉMENTS D'EXPLICATION  
DE LA CRISE DE 2007-2008  
ET ÉMERGENCE DES FONDAMENTAUX « FINANCIERS »  
DU PRIX DU PÉTROLE*

Les réformes institutionnelles des années 2000 aux États-Unis sont à l'origine d'une remise en question des fondamentaux purement « physiques » du prix du pétrole au profit de nouveaux fondamentaux provenant de la sphère financière. La CFTC (2008) définit par agent non commercial un *trader* qui n'utilise pas les contrats à terme (*futures*) de pétrole pour couvrir une position. Les agents cherchant à couvrir leur position sont typiquement des producteurs et des consommateurs de la matière première physique, qui utilisent de tels contrats pour se prémunir contre le risque de changement de prix. Les agents non commerciaux recherchent le profit en prenant des positions sur le marché de *futures* et en espérant retirer des gains des changements de prix de la matière première, mais ne sont pas intéressés par sa livraison physique.

Medlock et Jaffe (2009) rapportent que cette dernière catégorie d'agents - suspectés d'être les « spéculateurs » - a connu une augmentation beaucoup plus forte de son activité sur les marchés de *futures* du pétrole aux États-Unis<sup>2</sup> que la catégorie traditionnelle des acteurs de marchés physiques. En effet, les agents non commerciaux représentent plus de 50 % de ceux possédant une position ouverte<sup>3</sup> sur les marchés de *futures* du pétrole, contre 20 % avant 2002. L'entrée de tels agents peut ainsi expliquer le fort accroissement des positions ouvertes sur les marchés de *futures* du pétrole. Cette entrée est par ailleurs fortement corrélée avec l'accroissement des prix du pétrole. D'après ces mêmes auteurs, ces changements sont dus aux réformes institutionnelles des années 2000 aux États-Unis et, plus précisément, au Commodity Future Modernization Act (CFMA).

D'après l'US Government Accountability Office (2007), cette nouvelle législation a permis aux agents financiers de s'affranchir des limites de la spéculation et a rendu la tâche de la CFTC plus difficile concernant la régulation des marchés de *futures* du pétrole. D'après la CFTC (2008), seules les positions dénommées *bona fide hedges* sont exemptes de limites de transactions. Nous détaillons les suites données à ces exemptions dans la section suivante. Le CFMA, approuvé par le Congrès américain le 15 décembre 2000 et signé par le président Clinton le 21 décembre 2000, instaure une législation plus flexible que par le passé, permettant à des agents financiers nouveaux (tels que les fonds d'index de matières premières et les agents « swappant » - échangeant - des matières premières) d'accéder aux marchés dérivés

de pétrole. Ainsi, certaines transactions sur ces marchés se sont retrouvées en dehors de la juridiction de la CFTC<sup>4</sup>. Il est important de noter également que le CFMA a retiré les transactions *swap* des limites de la spéculation établies par la CFTC et a favorisé l'émergence de « contrats de différences »<sup>5</sup>.

La connexion progressive entre les contrats *futures* de différentes maturités et le développement des *traders* financiers serait à l'origine de la crise de 2007-2008, d'après certains observateurs. Büyüksahin et al. (2008) identifient une rupture structurelle dans la relation entre les contrats *futures* du marché du pétrole de différentes maturités qu'ils associent à des changements de fondamentaux, des changements dans la structure par terme et dans la composition des *traders* opérant sur le marché de *futures*. Fondés sur une base de données unique en termes de positions des *traders* sur les marchés des options et de *futures* de pétrole, leurs résultats soulignent le rôle joué par l'accroissement de l'activité des agents « swappant » des matières premières, les *hedge funds* et d'autres *traders* financiers dans le lien entre les contrats *futures* de différentes maturités.

Büyüksahin et al. (2008) illustrent sans doute le mieux le rôle joué par les *traders* dans la formation possible d'une « bulle » spéculative entre mars et août 2008. Pour comprendre l'ampleur de cette crise, les contrats WTI de pétrole (*crude oil*) enregistraient une position ouverte de 322 Md\$ sur le NYMEX à la fin du mois d'août 2008. Ce montant correspond à une multiplication par quinze des positions ouvertes sur les marchés dérivés de pétrole (*futures* et options) entre 2000 et 2008. Cette situation peut s'expliquer par un rallongement considérable de la structure par terme des contrats *futures* (avec la connexion progressive entre contrats *futures* de différentes maturités, alors que jusqu'en 2001-2004, les contrats *futures* de pétrole étaient valorisés et échangés comme sur des marchés segmentés) et par des changements dans la composition des *traders* opérant sur les marchés du pétrole. Concernant ce dernier point, Büyüksahin et al. (2008) utilisent une base de données non publique de la CFTC enregistrant les positions individuelles quotidiennes des *traders* selon plusieurs maturités de contrats *futures* WTI et une classification par type d'activités. Parmi celles-ci, on peut distinguer les catégories suivantes : commerce « traditionnel » (producteurs, manufacturiers, intermédiaires, marchands) et commerce « non commercial » (*brokers, traders, hedge funds*, participants non enregistrés, agents « swappant » des matières premières)<sup>6</sup>.

Ainsi, les *traders* financiers (dont les *hedge funds*) ont développé les liens entre les contrats *futures* de maturité à un et deux ans, tandis que les agents « swappant » des matières premières ont assuré le lien

entre les contrats les plus proches (ce qui constitue leur cœur de métier). La participation des *traders* financiers et des agents « swappant » des matières premières sur le marché du pétrole a ainsi contribué à l'accroissement de l'activité de marché sans précédent de mars à août 2008, qui s'est ensuite effondrée suite à une baisse de la demande et une augmentation simultanée des capacités de production de réserve (*spare capacity*). Les conclusions de Büyüksahin et *al.* (2008) sont étayées par les faits suivants :

- les positions ouvertes à plus d'un an ont crû deux fois plus rapidement que les positions ouvertes sur des maturités plus courtes entre 2000 et 2008 ;
- la part de marché des agents « swappant » des matières premières a augmenté de façon exponentielle dans les années 2002-2003 sur fond de *boom* des investissements dans les index de matières premières ;
- et enfin, la part de marché des commerçants traditionnels a diminué de moitié depuis 2000, tandis que les *traders* financiers étendaient leur activité sur le marché du pétrole<sup>7</sup>.

Cette analyse est partagée par d'autres études, parmi lesquelles nous pouvons citer : Hamilton (2009), Parsons (2009), Saporta, Trott et Tudela (2008) et Tang et Xiong (2009). Le rapport de Saporta, Trott et Tudela (2008) pour la Bank of England (BoE) consiste en une analyse statistique complète et récente des causes potentielles de la crise de mars à août 2008 sur le marché du pétrole. Ces auteurs utilisent les données publiques de la CFTC sur la position longue des agents non financiers pour mettre en œuvre leur propre analyse statistique (basée sur des modèles vectoriels autorégressifs) sur les échantillons de 2003-2006 et 2006-2008 du prix du pétrole. Ils concluent de façon très prudente qu'il n'est pas possible d'éliminer complètement l'hypothèse de bulle spéculative (engendrée par les agents non commerciaux) dans l'explication de la dynamique du prix du pétrole en 2008 et mettent en avant les limites inhérentes à l'utilisation des données publiques de la CFTC. Enfin, ils soulignent très clairement l'intérêt d'accéder aux données confidentielles de la CFTC<sup>8</sup> sur les positions des investisseurs, ce qui permet une identification plus précise des flux émanant des « spéculateurs », auxquelles Büyüksahin et *al.* (2008) ont eu accès pour mener l'étude détaillée précédemment.

Hamilton (2009) explore les causes et les conséquences du choc ayant impacté le marché du pétrole en 2007-2008. Il oppose les chocs historiques précédents, dus à des disruptions physiques dans l'approvisionnement en pétrole, et la forte augmentation des prix enregistrée en 2007-2008 dans un contexte de forte demande et de production mondiale stagnante. Il met l'accent sur le rôle de la spéculation dans ce choc sur le prix du pétrole, et sur la forte chute des prix qui s'ensuit.

Cet épisode ressemble à la formation d'une bulle spéculative : les investisseurs achètent du pétrole non en tant que matière première, mais en tant qu'actif financier. En prenant une position longue sur les contrats *futures* et en les revendant quelques semaines avant leur expiration, une stratégie spéculative consiste à réutiliser ces gains sur une séquence des positions longues (toujours pour des contrats *futures* proches de leur date d'expiration). Lorsque les prix des matières premières augmentent, le prix de vente est supérieur au prix d'achat, ce qui explique pourquoi cette séquence est bénéfique à l'investisseur. En effet, celui-ci accumule des positions longues synthétiques sur le marché du pétrole, sans jamais avoir à se préoccuper de la délivrance physique des contrats. Lorsque l'achat de contrats *futures* excède la revente des contrats arrivés à expiration, cette « financiarisation » du marché du pétrole conduit à la formation d'une bulle spéculative, avec un accroissement du prix *futures* et du prix spot sous-jacent.

Tang et Xiong (2009) examinent le processus de financiarisation des marchés de matières premières précipité par la croissance rapide des index d'investissement dans les matières premières depuis les années 2000. Ces auteurs mettent en évidence la relation entre la présence croissante des investisseurs sur de tels index et les chocs auxquels ont été soumis ces marchés, au premier rang desquels se trouve celui du pétrole. Les deux indices les plus populaires, le Goldman Sachs Commodity Index (GSCI) et le Dow Jones-AIG Commodity Index (DJ-AIGCI), sont caractéristiques de ces mouvements prononcés sur ces marchés. Ces mêmes auteurs révèlent que les interactions entre les marchés financiers et les marchés de matières premières deviennent de plus en plus importantes et que la crise financière récente a largement contribué à augmenter la volatilité du prix des matières premières en 2008. Cette analyse est très documentée. Par exemple, ils indiquent que la valeur totale des échanges de matières premières par l'intermédiaire des fonds d'index pour les investisseurs institutionnels est passée de 15 Md\$ en 2003 à 200 Md\$ à la mi-2008. Basés sur un modèle de régression linéaire, ces auteurs montrent tout d'abord que l'exposition d'index, tel que le GSCI, à des chocs liés aux marchés d'actions et au taux de change du dollar a significativement augmenté après 2004. Ils vérifient ensuite dans un modèle avec des régressions roulantes que l'exposition croissante de secteurs de l'énergie, tel que le pétrole, à ces mêmes chocs (marché d'actions, taux de change du dollar) est reliée de façon statistiquement significative à la présence des fonds d'index de matières premières.

Puis, ces mêmes auteurs analysent la relation entre les prix des matières premières et les flux d'investissement dans les fonds d'index. Leur analyse, basée sur un modèle vecteur autorégressif et les fonctions

d'impulsion réponse associées, démontre le pouvoir prédictif très fort des flux d'investissement dans les fonds d'index en fonction d'autres variables liées aux marchés financiers et aux marchés des matières premières. Ce dernier résultat illustre plus précisément l'intégration croissante des deux sphères. Enfin, ces auteurs s'attachent à expliquer la volatilité du prix du pétrole à partir de l'activité des fonds d'index de matières premières. Les résultats de leurs régressions soulignent de façon statistique le lien entre l'accroissement important de la volatilité sur les marchés de matières premières en 2008 (dont le prix du pétrole) et l'activité des fonds d'index, donnant lieu à des effets de contagion.

Nous pouvons aussi signaler un manque de transparence concernant les échanges de produits dérivés hors places de marché et le contrôle des *swaps dealers*. Parsons (2009) fournit des statistiques détaillées sur la position ouverte en contrats *futures* de pétrole sur le NYMEX, qui confirment l'analyse de Büyüksahin et al. (2008). De plus, il précise que l'activité des *swaps traders* de matières premières ne passe pas forcément par des places de marché telle que le NYMEX et n'est pas systématiquement enregistrée par la CFTC, ce qui conduit à sous-estimer la taille réelle de la position ouverte sur les marchés de *futures* du pétrole. Cependant, ses estimations, étayées par celles de la Banque des règlements internationaux (BRI, 2009), ne permettent pas de fournir des informations plus précises. Par ailleurs, le rapport de la CFTC (2008) n'a pas été rendu public. Parsons (2009) rapporte que la CFTC n'a pas fixé de limites aux *swap traders* quant à leur position ouverte sur les marchés de *futures* du pétrole<sup>9</sup>. À partir de l'étude de Büyüksahin et al. (2008), cet auteur estime que la position ouverte moyenne des agents commerciaux a augmenté de 63 % au cours des huit dernières années, tandis que celle des agents non commerciaux (*swap dealers*, *hedge funds*...) a crû de près de 600 %. Toujours à partir de cette même étude, il estime que la position ouverte des agents commerciaux sur les contrats de maturité longue (trois années ou plus) a augmenté de 72 % au cours des huit dernières années, tandis que celle des agents non commerciaux a crû de plus de 1 200 %. Enfin, il remarque que les agents non commerciaux représentent plus de 90 % des positions ouvertes sur les marchés de *futures* du pétrole en 2008 (dont 59 % pour les *swap dealers* et 24 % pour les *hedge funds*).

Discutons à présent du succès croissant des index de matières premières. En s'appuyant sur la méthodologie de Masters et White (2008), Parsons (2009) estime que 130 Md\$ (soit 64 %) des positions ouvertes sur les marchés de *futures* du pétrole (NYMEX et ICE - Intercontinental Exchange) auraient transité par les index

de matières premières GSCI et DJ-AIGCI à la mi-2008<sup>10</sup>. La CFTC (2008) fournit des estimations beaucoup plus faibles (51 Md\$ pour le seul NYMEX), mais ne documente ni sa méthodologie, ni les données utilisées. D'après les rapports des index de matières premières, Parsons (2009) note que ces index ont également décalé leur exposition sur les marchés de *futures* du pétrole vers des maturités de contrats plus longues.

Ces éléments d'analyse nous conduisent à la proposition selon laquelle les agents non commerciaux seraient au cœur de la hausse du prix du pétrole. D'après Medlock et Jaffe (2009), la position ouverte de ces agents a atteint 55 % du total des positions ouvertes à son maximum en 2008, ce qui a coïncidé avec le pic du prix du pétrole. Leur activité est notamment caractérisée par l'échange d'écarts de prix entre différents contrats (*spread trading*). Ces auteurs rapportent qu'entre 2006 et 2008, la position ouverte des agents non commerciaux est devenue un indicateur *leader* de la formation du prix. Cette situation a pu conduire à une « prophétie autoréalisatrice » d'une hausse continue du prix du pétrole, au moins sur une période courte. Enfin, leur position ouverte concorde de façon remarquable avec l'évolution du prix du pétrole lui-même. Ces mêmes auteurs soulignent que la CFTC ne prend en compte ni les changements de composition des *traders* opérant sur le marché, ni les changements d'anticipations agrégées des agents pour déterminer les variations anormales du prix du pétrole ou si le comportement d'un groupe particulier de *traders* peut s'avérer problématique. Ils concluent qu'il est impossible d'ignorer les tendances dans les positions ouvertes des agents non commerciaux et la variabilité du prix du pétrole, qui ont atteint des niveaux records depuis les réformes institutionnelles du CFMA.

364

Au vu de ces éléments, pouvons-nous conclure à une déconnexion entre les flux financiers et la réalité physique du marché du pétrole ? Les échanges de contrats *futures* sur le NYMEX correspondent à 600 millions de barils, soit sept fois plus que le volume quotidien de demandes en pétrole (Medlock et Jaffe, 2009). En 2007, les positions ouvertes sur les contrats *futures* de pétrole (NYMEX et ICE) correspondaient à environ 5 % de la production totale annuelle de pétrole, 5 % des réserves américaines prouvées et un dixième de pourcentage des réserves totales prouvées (Parsons, 2009). L'extension de cette analyse à l'épisode de mars-août 2008 est rendue difficile par l'opacité concernant l'état des réserves (leur définition même) et la capacité des agents financiers, tels que les *swap dealers*, à manipuler les prix des matières premières<sup>11</sup>.

Nous pouvons à présent nous interroger sur la question de savoir qui

souffre de la spéculation. Hamilton (2009) établit que dans un contexte de hausse des prix de l'essence et de chute du pouvoir d'achat, la crise sur le marché du pétrole a profondément impacté l'économie américaine avec, par exemple, 125 000 demandeurs d'emplois supplémentaires enregistrés dans le secteur automobile entre les mois de juillet 2007 et août 2008<sup>12</sup>. Rogoff (2006) précise que les économies en voie de développement souffrent particulièrement des chocs sur le marché du pétrole, tandis que les économies développées telles que les États-Unis en pâtissent de façon indirecte par le creusement de leur déficit courant qui pose de sérieux problèmes de vulnérabilité de long terme. Cet auteur ajoute que les économies actuelles sont moins sensibles aux chocs sur le marché du pétrole qu'auparavant grâce à une meilleure efficacité énergétique, une plus grande concentration de la consommation de pétrole sur la demande finale, une politique monétaire mieux ancrée, des marchés financiers plus développés (plus profonds) et des marchés du travail plus flexibles. Il note que la volatilité du prix du pétrole à court et à long terme constitue un problème important pour les pays producteurs. Tandis que la volatilité de court terme peut être partiellement neutralisée en utilisant des stocks « tampon » de pétrole plus grands, la volatilité de long terme peut être réduite par une plus grande transparence de l'industrie pétrolière et une flexibilité plus grande des taux de change dans les pays touchés par la volatilité du prix du pétrole.

Concernant l'épisode de mars-août 2008, pouvons-nous finalement conclure à l'éclatement d'une bulle spéculative ? Il convient d'apporter une réponse nuancée à cette question. Caballero, Farhi et Gourinchas (2008) placent la présence d'une bulle spéculative sur les marchés des matières premières (pas uniquement le pétrole) dans le contexte global de la crise financière de l'été 2008, qui a particulièrement freiné la croissance économique mondiale. Ce ralentissement de l'économie permettrait d'expliquer le retournement de la situation sur les marchés des matières premières, détruisant *in fine* la possible « bulle » sur ces marchés.

En référence aux analyses développées précédemment, la participation de nombreux acteurs non professionnels, donc spéculatifs, donne au marché la liquidité nécessaire pour qu'à chaque instant, un producteur/négociant/consommateur puisse trouver la contrepartie nécessaire au bouclage/débouclage d'une opération. La présence spéculative est donc nécessaire pour donner au marché la profondeur nécessaire. Pour considérer l'efficience d'un marché à terme, un ratio physique susceptible d'être arbitré/papier de 5 est un minimum à considérer. Il faut cependant remarquer que l'arrivée massive des agents non financiers sur les marchés de *futures* du pétrole suite aux réformes

institutionnelles des années 2000 aux États-Unis a profondément changé la donne et laisse à penser que la spéculation doit être encadrée.

Les analyses de Büyükşahin *et al.* (2008) et de Parsons (2009) révèlent que de fortes présomptions (taille des positions ouvertes, allongement des maturités des contrats *futures*, influence prépondérante des agents non financiers - *swap dealers*, *hedge funds* -, lacunes de régulation par la CFTC, manque de transparence des échanges hors places de marché, déconnexion apparente avec la production physique) existent pour caractériser l'épisode de mars-août 2008. Hamilton (2009), lui, conclut que l'élasticité-prix peu importante de la demande en essence de l'économie américaine et l'incapacité de la production physique de pétrole à augmenter dans un contexte de forte demande constituent deux pistes d'explication plus cohérentes que la spéculation. Dans un article antérieur, Hamilton (2008) reconnaissait que parmi les principales explications possibles de cet épisode (spéculation sur les marchés de matières premières, forte demande mondiale, limitations temporelles ou géologiques à l'accroissement de la production, détermination monopolistique du prix par l'Opep, rôle croissant de la rente de rareté de la ressource pétrole), il faut reconnaître un élément de vérité à chacune d'entre elles, plutôt que de chercher à en mettre une en avant plutôt qu'une autre.

366

Ainsi, la faible élasticité de la demande, la forte croissance de la demande en provenance de la Chine, du Moyen-Orient et des pays nouvellement industrialisés et l'incapacité à accroître la production globale seraient les principales causes<sup>13</sup>, derrière la pression à la hausse du prix du pétrole, qui ont ensuite favorisé l'émergence d'une spéculation plus large sur les marchés de matières premières. Dans des analyses économétriques récentes, Kaufmann et Ullman (2009) identifient que la relation de long terme entre les prix spot et *futures* du pétrole a changé après septembre 2004. Ils suggèrent que les fondamentaux de marché ont initié une tendance haussière du prix du pétrole sur le long terme, qui a été exacerbée par les spéculateurs qui avaient eux-mêmes anticipé la probabilité élevée que ce prix croisse dans le temps. Cifarelli et Paladino (2010) concluent qu'il est difficile de prouver que la spéculation a un effet sur le prix du pétrole, car celui-ci évolue également en fonction des fondamentaux propres au marché du pétrole. Cependant, ces auteurs notent que de fortes hausses/baisses quotidiennes du prix *futures* du pétrole, telles que l'on peut les observer sur le NYMEX, ne correspondent pas à des changements de fondamentaux, mais bien à des échanges de matières premières énergétiques à but spéculatif.

Notons enfin que la spéculation peut aussi être profitable aux pays

producteurs tels que l'Arabie Saoudite : de faibles déclin de production accroissent les revenus courants et entrent dans leur stratégie de long terme, à mesure que la rente de rareté s'inscrit comme un élément permanent de la détermination du prix du pétrole.

### SUGGESTIONS DE POLITIQUES PUBLIQUES

Dans les années 1990, l'administration Clinton a indiqué publiquement aux marchés du pétrole et à l'Opep qu'elle utiliserait les réserves stratégiques américaines pour limiter le prix du baril de pétrole à 40 dollars. Cette stratégie a découragé les opérateurs sur les marchés de *futures* à prendre des positions longues au-delà de 39 dollars. Une politique inverse a été menée en 2007-2008 conduisant à augmenter les réserves stratégiques de pétrole des États-Unis, ce qui a signifié aux opérateurs de marché et à l'Opep que les États-Unis n'utiliseraient pas ces réserves pour encadrer les fluctuations de prix sur les marchés. Ce comportement a pu nourrir celui de la spéculation en prenant des positions longues sans crainte de perte en cas d'utilisation surprise des réserves stratégiques de pétrole des États-Unis ou de l'EIA (Energy Information Administration).

Aussi, lors de la crise de juillet à août 2008, le gouvernement américain aurait pu vendre du pétrole à partir de ses réserves stratégiques, au moment où les ventes correspondaient à l'expiration des contrats *futures* sur le NYMEX (Hamilton, 2009 ; Medlock et Jaffe, 2009). De façon similaire, les pays développés peuvent s'entendre pour une utilisation coordonnée des réserves stratégiques de pétrole de l'EIA. L'utilisation des *spare capacities* des producteurs de pétrole peut également servir à encadrer le prix du pétrole lors d'épisodes de forte volatilité similaires à la période de mars à août 2008 (Medlock et Jaffe, 2009) et lors d'asymétries entre l'offre et la demande de pétrole.

La re-régulation des marchés de *futures* du pétrole (et notamment les conséquences peut-être non intentionnelles du CFMA) apparaît enfin comme un élément central. Il s'agit de repenser le fonctionnement des marchés et l'influence des fonds d'index de matières premières et des agents « swappant » des matières premières sur ces marchés. L'intervention physique des gouvernements semble également nécessaire dans des circonstances extrêmes (Medlock et Jaffe, 2009). Cifarelli et Paladino (2010) concluent leur étude en demandant un renforcement de la restriction du comportement spéculatif sur les marchés de *futures* du pétrole par la CFTC.

De façon plus conventionnelle, la politique monétaire permet d'encadrer les flambées des prix des matières premières (Hamilton, 2009). Cependant, cet outil de politique économique doit être mobilisé avec

une grande prudence. Bernanke, Gertler et Watson (1997) montrent en effet qu'une politique monétaire systématique peut être responsable de la transmission des chocs du marché du pétrole sur l'activité économique, plus que les changements du prix du pétrole. L'économie américaine a ainsi enregistré un déclin très rapide des taux d'intérêt à court terme durant le premier trimestre 2008. Ce type d'intervention invite à repenser l'action de la Federal Reserve, comme Ben Bernanke (le président), lui-même, le suggère dans ses déclarations datées de janvier 2009.

Fattouh et Allsopp (2009) proposent l'utilisation d'un autre instrument de politique économique non conventionnel : l'instauration d'une bande de prix du pétrole explicite et basée sur les fondamentaux attendus du marché du pétrole (détaillés précédemment). Cette solution a pour avantage de fournir aux opérateurs de marché une fourchette au sein de laquelle le prix du pétrole fluctue (ou a fluctué de façon implicite dans le passé), mais nécessite dans le même temps l'implication des gouvernements dans une « diplomatie du pétrole » difficile à mettre en œuvre.

Enfin, de façon générale, la littérature académique souligne le besoin d'une plus grande transparence de l'industrie pétrolière concernant l'état des réserves, l'accès aux stocks excédentaires, les échanges hors places de marché et la régulation des agents non commerciaux sur les marchés dérivés de pétrole (*swap dealers, hedge funds*) (Büyüksahin et al., 2008).

368

La complexité des interactions entre le physique et le financier limite de fait toute explication univoque concernant la forte variation du prix du pétrole sur la période récente. Dans l'abondante littérature consacrée au sujet, il est difficile de trancher entre les tenants des fondamentaux « physiques » (la demande adressée des pays émergents, les craintes d'un *peak oil*, la crise économique...) et ceux des fondamentaux « financiers » (le rôle des taux de change et des taux d'intérêt, la montée en puissance du pétrole « papier », l'arrivée de nouveaux intervenants tels que les fonds indexés sur les matières premières, les comportements moutonniers - *herding* - des investisseurs, le jeu des arbitragistes *spot/futures* et ses limites).

Les données statistiques disponibles ne permettent pas non plus d'établir clairement des liens de causalité entre les positions ouvertes des investisseurs financiers sur les marchés de *futures* et les prix observés sur le marché *spot*. *A contrario*, rien ne permet également de l'exclure. Ainsi, en conclusion, on peut raisonnablement avancer :

- que le jeu de certains acteurs financiers a pu amplifier les mouvements

à la hausse ou à la baisse des cours, augmentant la volatilité naturelle du prix du pétrole ;

- que l'on ne peut exclure que de tels mouvements se reproduisent dans les années à venir, à la volatilité naturelle s'ajoutant celle due aux comportements d'investisseurs financiers qui considèrent le pétrole (et plus généralement les matières premières) comme une classe d'actifs arbitrables par rapport à d'autres ;

- que les tensions fortes sur les cours se manifesteront en raison essentiellement de fondamentaux « physiques » (sous-investissement en nouvelles capacités) d'ici à la fin de la décennie ;

- et que le fonctionnement des marchés financiers du pétrole et la logique financière des acteurs qui les animent sont porteurs de risques difficilement contrôlables pouvant engendrer un risque systémique.

La question du prix du pétrole débouche ainsi sur la problématique plus générale de la régulation des marchés financiers.

## NOTES

369

1. Groupe de travail sur la volatilité des prix du pétrole présidé par Jean-Marie Chevalier et composé de Frédéric Baule, Michel Laffitte, Frédéric Lasserre, Ivan Odonnat et Édouard Viellefond.

2. À cela peuvent s'ajouter des stratégies de *trading* associant prix du pétrole et taux de change du dollar. En 2008, les importations de pétrole aux États-Unis représentaient 331 Md\$, soit 47 % du déficit commercial (contre 19 % en 2002). La corrélation entre le prix du pétrole et la valeur du dollar est passée de 0,08 durant la période allant de 1986 à 2000 à 0,82 durant celle allant de 2001 à 2009.

3. La position ouverte se définit comme le nombre de contrats ouverts caractérisés comme « actifs » à l'instant  $t$ .

4. Voir : Medlock et Jaffe (2009) pour plus de détails.

5. Voir : note 4.

6. Ces derniers effectuent des *swaps* de transaction de gré à gré avec des entités commerciales, des fonds indexant diverses matières premières, ou d'autres investisseurs financiers.

7. La part de marché des *traders* financiers a plus que doublé, passant de moins de 20 % à plus de 40 % des positions ouvertes en *futures* et options entre 2000 et 2008.

8. Par ailleurs, Saporta, Trott et Tudela (2008) mentionnent une note du Cabinet Office britannique, qui suggère qu'« en l'absence de larges flux financiers sur les marchés de *futures* du pétrole, il est possible que les prix n'auraient pas connu une telle ampleur haussière, puis baissière en 2008 » (Cabinet Office, 2008).

9. Cette exemption est en discussion depuis le 24 mars 2009 d'après la communication de la CFTC intitulée : *Concept Release on Whether to Eliminate the Bona Fide Hedge Exemption for certain Swap Dealers and Create a New Limited Risk Management Exemption from Speculative Position Limits*.

10. Voir également : la déclaration de Masters (2008) devant le Sénat américain.

11. Voir : Parsons (2009) pour plus de détails.

12. Hamilton (2009) identifie la crise sur le marché du pétrole comme l'une des variables explicatives

de la récession globale de l'économie américaine parmi les principales explications liées à la bulle immobilière, à la chute de la vente de voitures et, plus généralement, à un comportement de consommation se détériorant.

13. C'est aussi la thèse que soutient Krugman (2008) dans sa chronique du *New York Times*.

## BIBLIOGRAPHIE

ANDERSEN T. G. et BOLLERSLEV T. (1998), « Answering the Skeptics : Yes, Standard Volatility Models Do Provide Accurate Forecasts », *International Economic Review*, vol. 39, n° 4, pp. 885-905.

BERNANKE B. S., GERTLER M. et WATSON M. (1997), « Systematic Monetary Policy and the Effects of Oil Price Shocks », *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 1, pp. 91-157.

BLACK F. et SCHOLES M. (1973), « The Pricing of Options and Corporate Liabilities », *Journal of Political Economy*, vol. 81, pp. 637-654.

BLANCHARD O. J. et GALI J. (2007), « The Macroeconomic Effects of Oil Price Shocks : Why Are the 2000s so Different from the 1970s ? », National Bureau of Economic Research, *Working Paper*, n° 0517.

BLANCHARD O. J. et RIGGI M. (2009), « Why Are the 2000s so Different from the 1970s ? A Structural Interpretation of Changes in the Macroeconomic Effects of Oil Prices », National Bureau of Economic Research, *Working Paper*, n° 15467.

BOLLERSLEV T. (1986), « Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity », *Journal of Econometrics*, vol. 31, pp. 307-327.

BRI (Banque des règlements internationaux) (2009), *Semi-Annual OTC Derivatives Statistics at End-June 2008*, tableau 19. Disponible sur le site : [www.bis.org/statistics/derstats.htm](http://www.bis.org/statistics/derstats.htm).

BÜYÜKSAHİN B. et al. (2008), « Fundamentals, Trader Activity and Derivative Pricing », Social Science Research Network, *Working Paper*, n° 966692.

CABALLERO R., FARHI E. et GOURINCHAS P. (2008), « Financial Crash, Commodity Prices and Global Imbalances », *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 2, pp. 1-55.

CABINET OFFICE (2008), *The Rise and Fall in Oil Prices : Analysis of Fundamental and Financial Drivers*, UK Cabinet Office, Global Energy Team.

CFTC (Commodities Futures Trading Commission) (2008), *Staff Report on Commodity Swap Dealers and Index Traders with Commission Recommendations*, Washington DC.

CHEVALLIER J.-M. et al. (2010), *Rapport du groupe de travail sur la volatilité des prix du pétrole*, ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi. Disponible sur le site : [www.economie.gouv.fr](http://www.economie.gouv.fr).

CIFARELLI G. et PALADINO G. (2010), « Oil Price Dynamics and Speculation : a Multivariate Financial Approach », *Energy Economics*, vol. 32, n° 2, pp. 363-372.

COOPER J. C. B. (2003), « Price Elasticity of Demand for Crude Oil : Estimates for 23 Countries », *OPEC Review*, vol. 27, n° 1, pp. 1-8.

DAHL C. A. (1993), « A Survey of Oil Demand Elasticities for Developing Countries », *OPEC Review*, vol. 17, pp. 399-419.

DUMAS B., KURSHEV A. et UPPAL R. (2006), « What Can Rational Investors Do about Excessive Volatility and Sentiment Fluctuations ? », Swiss Finance Institute, *Research Paper Series*, n° 06 19.

DVIR E. et ROGOFF K. S. (2009), « The Three Epochs of Oil », Harvard University, *Working Paper*.

FATTOUH B. et ALLSOPP C. (2009), « The Price Band and Oil Price Dynamics », Oxford Institute for Energy Studies, juillet.

GARMAN M. et KLASS M. (1980), « On the Estimation of Security Price Volatilities from Historical Data », *Journal of Business*, vol. 53, pp. 67-78.

- HAMILTON J. D. (1983), « Oil and the Macroeconomy since World War II », *Journal of Political Economy*, vol. 91, n° 2, pp. 228-248.
- HAMILTON J. D. (1996), « This Is What Happened to the Oil-Price Macroeconomy Relationship », *Journal of Monetary Economics*, vol. 38, n° 2, pp. 215-220.
- HAMILTON J. D. (2008), « Understanding Crude Oil Prices », University of California, *Working Paper*.
- HAMILTON J. D. (2009), « Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-2008 », *Brookings Papers on Economic Activity*, vol. 1, pp. 215-261.
- KAUFMANN R. K. et ULLMAN B. (2009), « Oil Prices, Speculation and Fundamentals : Interpreting Causal Relations among Spot and Futures Prices », *Energy Economics*, vol. 31, pp. 550-558.
- KILIAN L. (2008a), « A Comparison of the Effects of Exogenous Oil Supply Shocks on Output and Inflation in the G7 Countries », *Journal of the European Economic Association*, vol. 6, n° 1, pp. 78-121.
- KILIAN L. (2008b), « Exogenous Oil Supply Shocks : How Big Are They and How Much Do They Matter for the US Economy ? », *The Review of Economics and Statistics*, vol. 90, n° 2, pp. 216-240.
- KILIAN L. (2009), « Not All Oil Price Shocks Are Alike : Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market », *The American Economic Review*, vol. 99, n° 3, pp. 1053-1069.
- KILIAN L. (2010), « Explaining Fluctuations in Gasoline Prices : a Joint Model of the Global Crude Oil Market and the US Retail Gasoline Market », *The Energy Journal*, vol. 31, n° 2, pp. 105-130.
- KRUGMAN P. (2008), « The Oil Non-Bubble », *The New York Times*, 12 mai. Disponible sur le site : [www.nytimes.com/2008/05/12/opinion/12krugman.html](http://www.nytimes.com/2008/05/12/opinion/12krugman.html).
- MASTERS M. W. (2008), *Testimony*, devant le Committee of Homeland Security and Governmental Affairs United States Senate. Disponible sur le site : [www.hsgac.senate.gov/public\\_files/052008Masters.pdf](http://www.hsgac.senate.gov/public_files/052008Masters.pdf).
- MASTERS M. W. et WHITE A. K. (2008), *The Accidental Hunt Brothers - How Institutional Investors Are Driving Up Food and Energy Prices*, rapport spécial, 31 juillet. Disponible sur le site : [www.accidentalthuntbrothers.com](http://www.accidentalthuntbrothers.com).
- MEDLOCK K. B. et JAFFE A. M. (2009), « Who Is in the Oil Futures Market and How Has It Changed ? », Rice University, *Working Paper*.
- PARKINSON M. (1980), « The Extreme Value Method for Estimating the Variance of the Rate of Return », *Journal of Business*, vol. 53, pp. 61-68.
- PARSONS J. E. (2009), « Black Gold & Fool's Gold : Speculation in the Oil Futures Market », MIT CEEPR, *Working Paper*, n° 09-013.
- ROGOFF K. S. (2006), « Oil and the Global Economy », Harvard University, *Working Paper*.
- SAPORTA V., TROTT M. et TUDELA M. (2008), *What Can Be Said about the Rise and Fall in Oil Prices ?*, Bank of England, rapport d'analyse et de recherche, pp. 215-225.
- SHILLER R. J. (1981), « Do Stock Prices Move Too Much to Be Justified by Subsequent Changes in Dividends ? », *American Economic Review*, vol. 71, pp. 421-436.
- TANG K. et XIONG W. (2009), « Index Investing and the Financialization of Commodities », Princeton University, *Working Paper*.
- TIMMERMANN A. G. (1993), « How Learning in Financial Markets Generates Excess Volatility and Predictability in Stock Prices », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 108, pp. 1135-1145.
- TIMMERMANN A. G. (1996), « Excess Volatility and Predictability of Stock Prices in Autoregressive Dividend Models with Learning », *Review of Economic Studies*, vol. 63, pp. 523-557.
- US GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE (2007), *Trends in Energy Derivatives Markets Raise Questions about CFTC Oversight*, GAO 08-25. Disponible sur le site : <http://www.gao.gov/products/GAO-08-174T>.
- ZIVOT E. et ANDREWS D. W. K. (1992), « Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock and the Unit-Root Hypothesis », *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 10, n° 3, pp. 251-270.

