

# Microstructure des marchés monétaires et financiers : enseignements tirés de la conférence organisée à Paris les 6 et 7 juin 2006

---

SANVI AVOUYI-DOVI, CAROLINE JARDET

*Direction de la Recherche*

*Service de la Recherche en Économie et en Finance*

*Les caractéristiques des échanges, l'efficience et la stabilité des marchés dépendent de leur organisation. L'analyse de cette liaison est l'objet de la microstructure des marchés, un domaine de recherche qui a connu un développement exceptionnel au cours des dernières années. Toutefois, les avancées ont essentiellement porté sur les marchés financiers. Les rares articles consacrés au marché monétaire sont soit descriptifs et le plus souvent appliqués au cas américain, soit réalisés sur des données dont la fréquence ne permet pas de rendre compte de certains faits stylisés.*

*Une bonne connaissance des pratiques et de l'organisation des marchés monétaires et financiers, en particulier, la façon dont ils réagissent aux impulsions de la politique monétaire, est un élément important pour les banques centrales. D'un point de vue de stabilité financière, une connaissance fine des pratiques de marché permet d'identifier de nouvelles catégories de risque, comme le risque à très court terme. En juin 2006, la Banque de France a organisé en partenariat avec le Centre de Recherche en Économie et Statistique et l'Institut Europlace de Finance, une conférence sur la microstructure des marchés, notamment celle des marchés monétaires.*

*Cette conférence a réuni des chercheurs de banques centrales, d'universités françaises et étrangères ainsi que de centres de recherche renommés. Robert Engle (New York University, Prix Nobel 2003) et S. "Vish" Viswanathan (Duke University) ont présenté les deux conférences invitées ; Thierry Foucault (HEC Paris), Joël Hasbrouck (New York University) et Suresh Sundaresan (Columbia University et Federal Reserve Bank of New York) ont animé la table ronde de clôture. Les discussions ont couvert de vastes domaines ayant fait l'objet d'une attention particulière au cours des années récentes : mesures du risque, qualité des marchés financiers, structure des marchés monétaires et financiers, etc.*

Cette synthèse évoque d'abord les deux conférences invitées et la table ronde qui a clôturé la manifestation co-organisée par la Banque de France. Ensuite, compte tenu de la variété des thèmes et de leur contenu analytique souvent très élevé, l'objectif poursuivi n'est pas de réaliser un exposé exhaustif des différents thèmes abordés au cours des deux journées de la conférence mais plutôt de mettre en évidence les questions d'intérêt pour une banque centrale. Celles-ci sont regroupées autour de trois principaux thèmes :

- volatilité réalisée ;
- microstructure et marché monétaire ;
- co-mouvement, risque et stabilité financière.

## 1 | CONFÉRENCES INVITÉES ET TABLE RONDE

### 1|1 Conférences invitées

Dans la lecture d'ouverture, le professeur Engle a proposé une mesure des coûts de transaction incluant la prise en compte du temps ou de la vitesse d'exécution des ordres. Cette mesure permet d'évaluer les effets de différentes stratégies d'exécution (exécution immédiate ou fractionnée) sur le coût et le risque lié, entre autres, au changement de prix. Elle s'éloigne des indicateurs traditionnels qui ne prennent pas en compte le coût d'une éventuelle variation des prix au cours de la période d'exécution de l'ordre. L'analyse des ordres peut ainsi être ramenée à un problème d'arbitrage coût/risque comparable à une étude de type « moyenne/variance »<sup>1</sup>. L'originalité de l'étude est quadruple : elle décompose le coût de transaction et son évaluation obtenue grâce à des données extrêmement fines ; elle utilise un modèle économétrique permettant d'expliquer ce coût (équations de la moyenne et de la variance) ; elle propose un cadre unifié d'analyse du comportement du « trader » sur la base d'un arbitrage coût/risque ; enfin, elle débouche sur le calcul d'un

indicateur de coût de liquidation comparable à la valeur en risque (VaR).

Les résultats préliminaires portent sur des données américaines, plus spécifiquement sur les ordres collectés par Morgan Stanley<sup>2</sup>. Ils montrent que :

- l'exécution immédiate d'un ordre entraîne des coûts plus élevés que ceux liés à une stratégie graduelle ; en revanche, une stratégie graduelle engendre des risques plus élevés ;
- l'arbitrage coût/risque dépend effectivement de l'état du marché et des caractéristiques de l'ordre ;
- l'évaluation de l'indicateur de coût de liquidation nécessite l'estimation de l'équation du coût de transaction.

Cet exercice paraît difficilement reproductible au cas des marchés européens en raison de la non disponibilité des séries. Par ailleurs, la forme fonctionnelle retenue pour le coût de transaction suppose que le coût est toujours positif. Ce dernier point est contestable dans la mesure où le coût de transaction est défini comme un écart de cours.

Dans son exposé, le professeur "Vish" Viswanathan s'est attaché à présenter des tests empiriques de modèles théoriques couramment évoqués dans la littérature. Plus précisément, son exposé est centré sur les thèmes suivants :

- influence des rendements boursiers sur la liquidité ;
- effet des fortes variations des rendements boursiers sur les co-mouvements<sup>3</sup> de liquidité ;
- contagion dans les phases de baisse de liquidité. Le principal indicateur de liquidité retenu par le professeur "Vish" Viswanathan est le *spread* « bid-ask ». Certains tests ont été réalisés avec d'autres mesures de liquidité (*proportional effective spread*, etc.) qui confirment, en général, les résultats obtenus avec le précédent indicateur.

<sup>1</sup> L'exposé est fondé sur deux papiers en cours d'achèvement que R. Engle et ses co-auteurs n'ont pas souhaité diffuser pour l'instant mais qui devraient être accessibles sur leur site après publication de cette synthèse.

<sup>2</sup> Lorateur ne souhaitant pas que ses résultats empiriques soient pour l'instant diffusés, seule une description qualitative des principales conclusions est proposée ici.

<sup>3</sup> Les niveaux de liquidités de marché fluctuent de manières reliées les unes aux autres.

Les résultats les plus marquants de l'étude sont :

- les rendements boursiers retardés ont un effet significatif négatif sur la liquidité ;
- les effets des baisses passées de rendements sur la liquidité sont plus prononcés que ceux des hausses : la réaction serait donc asymétrique ;
- la liquidité des marchés actions est plus sensible aux variations de rendement des actions à plus faible capitalisation ; les rendements passés ont un effet plus prononcé sur la liquidité des actifs les plus volatils ;
- des rendements de marché négatifs mais élevés en valeur absolue réduisent la liquidité de toutes les actions et accroissent le co-mouvement de liquidité ;
- le co-mouvement de liquidité est dû aux changements affectant à la fois l'offre et la demande de liquidité ; l'effet demande est souvent privilégié dans les études empiriques mais ne permet pas d'expliquer les réactions asymétriques mentionnées plus haut.

Certains résultats peuvent être contestés (faible significativité de certains coefficients, relation parfois *ad hoc*, faible pouvoir explicatif de certains modèles, etc.). Toutefois, les résultats empiriques sont ceux que la théorie permet d'attendre. Par ailleurs, l'exercice pourrait être reproduit dans le cadre des marchés européens par exemple.

## 1|2 Table ronde

L'exposé du professeur Foucault a porté sur la concurrence entre les flux d'ordres et leur meilleure exécution. Il s'est intéressé plus particulièrement à deux questions :

- quel est l'effet de la désagrégation (fragmentation) croissante des marchés sur la liquidité ?
- les investisseurs obtiennent-ils la meilleure exécution possible de leurs ordres dans des environnements multi-marchés (marchés défragmentés) ?

Ces questions intéressent, entre autres, les instances chargées de la réglementation ou du contrôle des marchés. Après avoir souligné certains faits (forte relation entre concurrence inter-marchés et meilleure exécution ; controverses sur les qualités de certaines procédures d'exécution des ordres — *centralized limit order book* — ; inefficacité de certaines procédures conduisant à des exécutions d'ordres non optimales (*trade-throughs*), l'auteur a comparé les expériences européennes à travers Euronext et la LSE. Il a ensuite proposé un modèle estimé sur données européennes afin de répondre aux deux questions posées. En conclusion, il a noté que :

- la concurrence entre les « *pure limit order books* » conduit à un environnement plus liquide qu'une centralisation ;
- les règles de meilleure exécution affectent l'intensité de la concurrence inter-marché ; l'existence des « *trade-throughs* » peut refléter un problème de coordination dans l'adoption de nouvelles technologies et/ou des problèmes d'agence.

Le professeur Sundaresan a consacré son exposé à la microstructure des marchés monétaires américains. Une attention particulière a été portée au rôle du Système fédéral de réserve et du Trésor. Le Système fédéral de réserve a très certainement contribué à la baisse de la volatilité des taux monétaires à court terme, plus particulièrement le taux des fonds fédéraux, en intervenant plus fréquemment sur le marché monétaire par le biais d'appels d'offre et en proposant des facilités permanentes de crédit. Le taux d'intérêt correspondant est un taux plafond pour le taux *repo* au jour le jour.

En août 2005, le Trésor américain a annoncé qu'il souhaitait tenter l'expérience de prêteur de titres en dernier ressort mettant à disposition une offre de titres en cas de tensions sur les marchés. Cette annonce faisait suite aux épisodes de défaillances de livraison de titres du Trésor survenues notamment après les attaques du 11 septembre 2001 et pendant la seconde moitié de 2003 (entre août et mi-novembre 2003, des taux négatifs furent enregistrés sur certains accords de rachat de titres du Trésor). En effet, trop de défaillances de ce type pourraient à terme conduire les investisseurs à

privilégier d'autres titres, et donc nuire à la liquidité du marché des titres du Trésor.

Enfin, le professeur Hasbrouck a analysé la transparence à travers un examen du rôle des « *dealers* » et de l'interaction entre les marchés, primaire et secondaire en particulier. Il a également proposé une brève comparaison des cadres réglementaires européen et américain (MiFID<sup>4</sup> et RegNMS<sup>5</sup>). Selon lui, les banques se comportent, de manière générale, comme des « *dealers* » opérant sur des marchés opaques mais les cadres réglementaires incitent davantage à la transparence. Celle-ci devrait permettre de réduire le pouvoir de marché des banques tout en augmentant les volumes échangés ainsi que les profits nets.

En outre, les résultats de modèles théoriques consacrés à l'étude de la transparence peuvent conduire à des recommandations conditionnelles à la situation du marché : dans les marchés centralisés, le rapport sur l'activité (*reporting*) se fait sans contrainte imposée par une autorité extérieure ; en revanche, lorsque le marché est plus « éclaté » (forte dispersion géographique), il paraît plus difficile voire inefficace d'imposer un *reporting* à fréquence prédéterminée. Après avoir souligné les similarités et les différences entre les deux cadres réglementaires, le professeur Hasbrouck a terminé son intervention par deux questions ouvertes :

- Le RegNMS montre-t-il la direction à suivre pour les prochaines réglementations en Europe ?
- les directives de transparence édictées par le MiFID seront-elles suffisamment efficaces sur les marchés actions (seuls domaines d'intervention des deux organes) pour être étendues aux marchés des obligations ?

## 2 | VOLATILITÉ RÉALISÉE

En finance et en économétrie financière, l'analyse des variations du prix d'un actif et de son instabilité est fondamentale. La volatilité joue un rôle clé dans l'évaluation des produits dérivés, dans l'allocation des actifs ou dans la gestion du risque. Plus précisément, pour décrire le processus engendrant le prix efficient

sur un marché d'actifs, il est nécessaire de prendre en compte la volatilité « locale » qui mesure le risque associé à une variation instantanée du prix de l'actif. Le problème est que la volatilité est une variable continue, aléatoire et non observable.

### 2|1 Synthèse des articles

Dans le sillage de Merton (1980), compte tenu du caractère aléatoire de la volatilité, les chercheurs se sont intéressés non plus directement à la volatilité instantanée mais à ce que l'on désigne sous le nom de variance intégrée ou encore de variation quadratique et qui représente la somme (l'intégrale en raisonnant en temps continu) des carrés de la volatilité instantanée. La variance intégrée correspond ainsi par exemple à la variance d'un prix au cours d'une journée, obtenue grâce à des informations collectées à une fréquence intra-journalière (*i.e.* à haute fréquence, 5, 10 ou 30 minutes par exemple). Plusieurs approches ont été développées pour déterminer un estimateur faible et robuste de la variance intégrée.

Les approches paramétriques sont fondées sur l'utilisation de modèles décrivant la dynamique de la variance des rendements. Le modèle ARCH (*autoregressive conditional heteroscedasticity*) proposé par Engle en 1982, qui consiste à estimer conjointement des équations du rendement et volatilité conditionnelle d'un actif et, surtout, l'une de ses généralisations (le modèle Exponential ARCH de Nelson, 1992) sont des candidats sérieux pour la mesure de la variance intégrée. Le modèle de Nelson a l'énorme avantage de permettre un passage relativement aisé du temps continu au temps discret ; de ce fait, il peut être intégré dans le cadre analytique de modèles en temps continu en finance. Ces modèles connaissent depuis plusieurs années déjà, tout particulièrement dans les milieux académiques, un développement extraordinaire. Des papiers présentés au colloque sont fondés sur cette approche.

À l'opposé, la variance réalisée (ou encore variance notionnelle) relève d'une approche non paramétrique. La variance réalisée du prix d'un actif à une date  $t$  (un jour par exemple) est la somme

<sup>4</sup> Markets in Financial Instruments Directive

<sup>5</sup> Regulation National Market System

des carrés de ses rendements observés à un pas de temps donné. C'est un estimateur usuel de la variance intégrée, introduit par Merton en 1980 et généralisé dans plusieurs travaux récents (Andersen, Bollerslev, Diebold et Labys, 2001 et 2003 et Bandorff-Nielsen et Shephard, 2001, 2002a, 2002b, 2005 ou encore Comte et Renault, 2001). En théorie, plus le pas de temps est fin, plus la variance réalisée devrait se rapprocher d'un indicateur fiable ou convergent de la variance intégrée. Malheureusement, les prix d'actifs financiers, plus particulièrement à hautes fréquences, subissent une très large variété de frictions que l'on peut interpréter comme des imperfections du processus

de transaction ou des effets dits de microstructure (différences entre les volumes de transaction, information contenue dans les variations de prix, composantes stratégiques des flux d'ordres, effets de contrôle des stocks, discrétisation des données, etc.). La présence des effets de microstructure fait que le prix efficient n'est pas observé. En fait, le prix observé est la somme du prix efficient non observé plus une variable aléatoire qui représente les effets de microstructure. De ce fait, l'estimateur usuel de variance réalisée est biaisé et non convergent. Il s'agit donc de trouver un estimateur convergent de la volatilité intégrée à partir des données entachées de bruit.

### Encadré

#### La volatilité réalisée

*La modélisation de la volatilité nécessite la mise en oeuvre de techniques spécifiques. L'approche proposée dans cet encadré repose sur une estimation de la volatilité réalisée obtenue à partir d'échantillons à haute fréquence.*

*Plusieurs études récentes, Andersen, Bollerslev, Diebold et Labys (2001 et 2003), Zhou (1996) et Corsi et al. (2001) entre autres, ont souligné l'importance d'exploiter l'information contenue dans les données à haute fréquence pour calculer la volatilité. L'idée de base consiste à estimer la volatilité journalière d'un titre (volatilité intégrée) à partir d'observations intra-journalières. Celle-ci, estimée par la somme sur une journée de rendements intra-journaliers élevés au carré, est appelée volatilité réalisée. Plus précisément,  $p_t$  soit le prix d'un titre décrit par un processus en temps continu et caractérisé par l'équation :*

$$d\log(p_t) = m_t dt + \sigma_t dW_t$$

*où  $d\log(p_t)$  est la différence de premier ordre du prix,  $dW_t$  un processus Brownien standard,  $m_t$  le paramètre de dérive et  $\sigma_t$  la volatilité instantanée.*

*Si  $t$  représente une journée et  $h$ , un pas de temps (un réel tel que  $1/h$  est un entier, 5 secondes par exemple), la volatilité réalisée,  $RV_t(h)$  est définie par :*

$$RV_t(h) = \sum_{i=1}^{1/h} r_{t-1+ih}^{(h)2}$$

*où  $r_{t-1+ih}^{(h)}$  est le rendement du titre sur une période dont l'amplitude correspond à un pas de temps ( $[t-1+(i-1)h; t-1+ih]$ ), soit :*

$$r_{t-1+ih}^{(h)} = \log \left( \frac{P_{t-1+ih}}{P_{t-1+(i-1)h}} \right)$$

*Quand  $h$  tend vers 0,  $RV_t(h)$  converge sous certaines conditions vers la volatilité intégrée  $IV_t$  définie par :*

$$IV_t = \int_{t-1}^t \sigma_u^2 du$$

*Il pourrait être tentant de choisir le pas de temps  $h$  le plus fin possible afin de se rapprocher de la situation de convergence vers la volatilité intégrée. Cependant l'estimateur obtenu serait fortement contaminé par les effets de microstructure.*

*Ainsi un arbitrage s'impose pour le choix de  $h$  : un pas de temps trop grand peut éloigner des conditions de convergence ; un pas de temps trop petit peut conduire à des échantillons fortement contaminés par les effets de la microstructure.*

Les études concernant l'impact des effets de microstructure sur la volatilité réalisée ont été publiées quasiment toutes dans les années deux mille. On peut citer en particulier les travaux de Bandi et Russell (2003), Aït-Sahalia, Mykland et Zhang (2005) et Hansen et Lunde (2006). Ce sont Aït-Sahalia, Mykland et Zhang qui ont fait le travail le plus abouti en supposant que la volatilité est une variable aléatoire et non constante. L'estimateur proposé par ces auteurs, la volatilité réalisée à double échelle (*two scales realised volatility* – TSRV), est fondé sur une évaluation en deux temps de la variance intégrée :

- l'échantillon initial est réparti en  $K$  partitions (sous-ensembles disjoints) et un estimateur de variance intégrée est calculé sur chaque partition ; la moyenne des variances intégrées estimées est ensuite calculée ;
- enfin le TSRV<sup>6</sup> est estimé.

Aït-Sahalia, Mykland et Zhang ont proposé le nombre optimal de partitions à retenir et montré que leur estimateur possède la plupart des propriétés traditionnelles d'un bon estimateur (convergence asymptotique, etc.). Pour simplifier, on peut dire que le TSRV domine la variance ou volatilité réalisée qui est biaisée, comme on l'a déjà signalé. Notons que dans les deux cas (TSRV ou volatilité réalisée), il est possible d'isoler les biais provenant de la « discrétisation » et ceux induits par des effets purs de microstructure. Par ailleurs, dans un papier non encore publié, Zhang a proposé une généralisation du TSRV, la volatilité réalisée à plusieurs échelles (*multi-time scale realised volatility* – MTSRV) qui combine les volatilités réalisées à plus de deux fréquences.

Même si les travaux récents ont marqué de réelles avancées dans le domaine, des zones d'ombres subsistent : les méthodes d'estimation utilisées continuent de poser problème car les propriétés des estimateurs ne sont pas pleinement satisfaisantes ; il en est de même des capacités prédictives des différentes approches proposées. C'est pourquoi ce domaine de recherche suscite encore beaucoup d'intérêt.

## 2|2 Apport de la conférence

Les estimateurs de la volatilité réalisée apparaissent en toile de fond dans plusieurs papiers présentés à la conférence. Ils sont utilisés comme des indicateurs dans certains papiers ; leur performance en termes de prévision est étudiée dans d'autres ; différentes approches de leurs estimations sont comparées dans une autre catégorie de papiers. Compte tenu des problèmes de biais ou de fiabilité de certains estimateurs, seuls les papiers appartenant aux deux dernières catégories font l'objet d'une brève présentation.

L'article proposé par Aït-Sahalia et Mancini étudie les performances de prédiction, en et hors échantillon, de deux estimateurs de la variance intégrée, la volatilité réalisée et le TSRV. Pour cela, les auteurs ont retenu comme références les volatilités tirées de modèles théoriques connus (modèles de Heston, modèle à sauts, modèle de log-volatilité, modèle de Ornstein-Uhlenbeck, etc.) et comparent ensuite celles-ci aux volatilités associées aux deux estimateurs retenus dans leur étude. Dans tous les cas, le TSRV domine très largement l'estimateur de variance réalisée. En termes d'enseignement pratique, la variance ou volatilité réalisée, très fréquemment utilisée, fausse la perception de la volatilité et peut biaiser l'allocation de portefeuille. De fait, cela peut avoir des conséquences néfastes en termes de gestion du risque.

Curci et Corsi proposent une nouvelle mesure de la variance intégrée fondée sur le MTSRV et un pré-filtrage particulier des variables d'origine. Ce processus de pré-filtrage est censé assurer une meilleure correction des effets de microstructure. Les auteurs montrent entre autres que la généralisation du TSRV proposée par Zhang peut être obtenue de manière relativement simple dans le cadre de leur modèle. L'approche proposée par Curci et Corsi serait ainsi la plus aboutie disponible aujourd'hui. Par ailleurs, ces deux auteurs soulignent la robustesse de leur méthode, en particulier celle de leur processus de filtrage qui résisterait à différentes formes de dépendance du bruit correspondant aux effets de microstructure. Ils concluent leur étude par des simulations théoriques ainsi que par des estimations

<sup>6</sup> Plus précisément, l'estimateur final est une combinaison de la volatilité réalisée calculée lors de la première étape et de celle obtenue à partir de toutes les observations de l'échantillon.

réalisées sur des données tirées des observations de certains prix d'actifs financiers (SP 500, obligations d'État, etc.).

Cet article, très original par la voie de recherche prometteuse qu'il ouvre, a été à la fois bien accueilli et critiqué. Il a été salué car il se situe dans le prolongement des travaux de Aït-Sahalia, Mykland et Zhang qui ont révolutionné le traitement de la variance intégrée. La principale critique du rapporteur a porté sur la fiabilité (caractère convergent) de l'estimateur proposé par Curci et Corsi. En effet, à l'aide d'un modèle simple, le rapporteur a montré que la variance intégrée tirée du modèle de Curci et Corsi ne correspond pas vraiment à celle qui était attendue. Ceci ne met pas totalement en cause le papier qui marque une étape importante dans la correction des effets de microstructure. En revanche, les propriétés de l'estimateur devront être réexaminées avec précision.

### 3 | MICROSTRUCTURE ET MARCHÉ MONÉTAIRE

L'étude empirique de la microstructure des marchés monétaires, plus précisément la modélisation de leur volatilité, a donné lieu à de nombreux articles. Dans son article fondateur de 1996, Hamilton montre que le niveau et la volatilité du taux des fonds fédéraux présentent des régularités empiriques pouvant être associées au cadre opérationnel de la politique monétaire : la volatilité augmente significativement les derniers jours de la période de constitution des réserves. On retrouve des résultats similaires dans la zone euro. Gaspar, Pérez-Quirós et Sicilia (2001) ainsi que Bartolini, Bertola et Prati (2003), entre autres, confirment l'existence de mouvements saisonniers du niveau et de la volatilité du taux interbancaire en liaison avec le cadre institutionnel de la politique monétaire de l'Eurosystème. Aujourd'hui, les questions que se pose la littérature sur ce thème sont de nature légèrement différente (Pérez-Quirós *et al.*, 2006) comme le révèlent certains papiers présentés à la conférence. Il est possible de les regrouper en trois thèmes.

#### 3|1 Intégration des différents segments du marché monétaire ?

Dans leur article, Bartolini, Hilton et Prati tentent de déterminer si les deux principales composantes du marché monétaire américain, le marché des fonds fédéraux et le marché des eurodollars, sont intégrées. Le taux d'intérêt des fonds fédéraux est le taux de rémunération des fonds obtenus par une banque américaine auprès d'une autre banque américaine. Le taux eurodollar est le taux qui rémunère les emprunts en dollars contractés par une banque américaine auprès d'une banque établie à l'étranger. Ces deux marchés constituent les principaux moyens de refinancement (hors ceux obtenus auprès du Système fédéral de réserve) des banques américaines.

S'interroger sur le degré d'intégration de ces marchés est pertinent pour au moins deux raisons :

- dans un premier temps, il s'agit de confirmer ou d'infirmer les résultats d'études antérieures qui concluent à la segmentation des marchés. Ce dernier résultat est surprenant car ces deux marchés sont soumis à la même réglementation depuis 1990. Il est donc permis de se demander pourquoi le comportement des institutions financières pourrait conduire à des opportunités d'arbitrages inexploitées entre ces deux marchés ;
- dans un second temps, cette question apparaît essentielle pour la mise en œuvre de la politique monétaire et ses impulsions. En effet, le Système fédéral de réserve américain a comme principale cible le taux des fonds fédéraux. Ce choix repose sur l'idée que ce marché est le point d'ancrage de toute la structure par terme des taux d'intérêt américains. Cependant, le marché des eurodollars semble jouer un rôle de plus en plus important comme source de refinancement des banques. Les fonds obtenus par emprunts à l'étranger représentaient la moitié de ceux obtenus par emprunts domestiques au début des années quatre-vingt. Aujourd'hui, ces emprunts sont deux fois supérieurs. L'évolution récente de ces marchés pose la question de la transmission de la politique monétaire : si les deux marchés ne sont pas suffisamment intégrés, ne serait-il pas alors

plus pertinent de définir plus largement le taux ciblé par le Système fédéral de réserve de façon à inclure le taux eurodollar ?

Bartolini, Hilton et Prati traitent la question de l'intégration des ces deux marchés en analysant le caractère prédictif de l'écart de taux d'intérêt sur les deux marchés. En effet, si les marchés sont intégrés, l'écart entre ces deux taux devrait être non prévisible sur la base de l'information courante. La spécification retenue pour modéliser le *spread* de taux est fondée sur une représentation Exponential-GARCH. Ils montrent que l'écart entre ces deux taux est généralement faible et non prévisible. Ce résultat pointe donc en direction de marchés intégrés.

### 3|2 Transmission de la volatilité du taux au jour le jour

La volatilité du taux à très court terme du marché interbancaire de la zone euro (Eonia) est sensible au cadre opérationnel de l'Eurosystème. En particulier, la volatilité augmente en fin de période de constitution des réserves. Cette dépendance liée au cadre institutionnel peut être problématique si elle se transmet aux taux d'échéances plus éloignées. En effet, ces taux ont des effets sur les décisions de consommation et d'investissement et donc la demande globale. Il est important de déterminer si la volatilité du taux à très court terme se transmet au reste de la courbe des taux.

Deux papiers présentés dans cette session tentent d'apporter des réponses à cette question. Ils sont fondés sur des approches différentes de modélisation de la volatilité :

- Durré et Nardelli construisent des séries quotidiennes de volatilités réalisées à partir d'un échantillon d'observations intra-journalières. L'étude de la transmission de la volatilité est réalisée à partir d'un modèle vectoriel des volatilités de différentes échéances ainsi reconstituées ;
- Blanco et Alonso fondent leur raisonnement sur un modèle de volatilité conditionnelle. La volatilité conditionnelle du taux court (*overnight*) est dans

un premier temps estimée, puis prise comme variable explicative dans les représentations de la volatilité conditionnelle des taux d'échéances plus éloignées.

Les résultats de ces deux articles plaident dans le sens d'une absence de transmission de la volatilité du très court terme vers le long terme. Plus précisément, la volatilité du taux à très court terme ne semble pas influencer la volatilité des taux d'échéances au-delà de trois mois.

### 3|3 Effets du changement du cadre opérationnel

Avant la refonte du cadre opérationnel de l'Eurosystème intervenue en mars 2003, des problèmes de « soumissions excessives » et « soumissions insuffisantes » lors des appels d'offres des opérations principales de refinancement auprès de la BCE pouvaient se produire. Ils trouvaient leur origine essentiellement dans le fait que la période de constitution des réserves, qui commençait le 24<sup>ème</sup> jour du calendrier de chaque mois, et qui se terminait le 23<sup>ème</sup> jour du mois suivant, était indépendante des dates des réunions du Conseil des gouverneurs aux cours desquelles les modifications des taux directeurs de la BCE étaient décidées. De plus, compte tenu de la durée des opérations principales de refinancement hebdomadaire, la dernière des opérations effectuées au cours de chaque période de constitution des réserves débordait sur la période suivante. Par conséquent, le comportement adopté à la fin d'une période de constitution en matière de soumission aux opérations principales de refinancement pouvait être affecté par les anticipations de changement des taux directeurs de la BCE au cours de la période de constitution suivante. Afin de résoudre ce problème, le Conseil des gouverneurs a adopté en mars 2003 deux mesures entrées en vigueur à compter de mars 2004 :

- le calendrier relatif au début des périodes de constitution des réserves a été modifié. Il a été décidé, en particulier, que les périodes de constitution des réserves débuteraient le jour de règlement de la première opération principale de refinancement



suivant la réunion du Conseil des gouverneurs à l'ordre du jour de laquelle l'évaluation mensuelle de l'orientation de la politique monétaire est prévue et s'achèverait le jour précédant la date de règlement correspondante du mois suivant ;

- la durée des opérations principales de refinancement a été ramenée de deux semaines à une semaine.

La combinaison de ces mesures avait pour objectif de contribuer à stabiliser les conditions dans lesquelles les établissements de crédit soumissionnent aux opérations principales de refinancement (BCE 2004). Il en était attendu une baisse de la volatilité moyenne sur le marché interbancaire. Cependant, dans le nouveau cadre opérationnel, la durée entre le dernier jour de la période de constitution des réserves et le règlement de la dernière opération principale de refinancement est égal à huit jours soit une durée plus élevée que la moyenne dans l'ancien cadre opérationnel. On pouvait donc craindre une volatilité plus élevée en fin de période de constitution des réserves.

Les conséquences de la modification du cadre opérationnel sur la volatilité du taux interbancaire sont étudiées dans deux papiers présentés lors de la conférence :

- Durré et Nardelli proposent un modèle linéaire dont la variable endogène est une série de volatilités réalisées, préalablement calculées à partir de données intra-journalières. Ce modèle comprend, entre autres, comme variable explicative, une « *dummy* » valant 1 les derniers jours de la période de constitution des réserves. Il est estimé avant et après 2004. Les auteurs montrent que la volatilité moyenne est significativement plus faible dans le nouveau cadre opérationnel <sup>7</sup> ; en revanche, la volatilité enregistrée à la fin de la période de constitution des réserves est plus élevée après 2004, conformément aux craintes évoquées ci-dessus ;
- Cassola et Morana mettent en évidence une rupture dans le niveau de la volatilité du taux interbancaire en 2004, mais celle-ci n'est significative que sur la partie très courte de la courbe des taux (une semaine et deux semaines).

<sup>7</sup> Voir également le Bulletin mensuel de la BCE de juillet 2006.

## 4| Co-mouvement, risque ET STABILITÉ FINANCIÈRE

Cette dernière partie de cette synthèse permet de faire le point sur des contributions plus empiriques portant sur les marchés européens. Deux papiers présentés au colloque sont examinés.

### 4|1 Volatilité et stabilité financière

Le premier papier est l'étude déjà évoquée de Cassola et Morana, consacrée à l'analyse de la volatilité sur le marché monétaire dans la zone euro. Ces auteurs ont cherché à identifier les facteurs expliquant la volatilité du taux au jour le jour de l'euro et à étudier une éventuelle transmission de volatilité le long de la courbe des taux. Leur approche est intéressante à plusieurs égards car elle combine l'analyse d'un phénomène réel avec plusieurs types d'outils pertinents et sophistiqués :

- Cassola et Morana ont introduit un modèle de facteur ainsi qu'une analyse conjointe des dynamiques de court et long termes d'un côté ;
- ils ont complété l'analyse de la volatilité, sa persistance en particulier, par l'estimation d'une série de volatilité réalisée, sur la base de données à haute fréquence (cinq minutes) en plus de l'introduction d'une analyse de processus à mémoire longue ;
- ils ont proposé une série de décompositions tenant compte des caractéristiques des séries (composante permanente et persistante ou non persistante, etc.) permettant de mieux comprendre les caractéristiques de la volatilité.

Cassola et Morana mettent en évidence plusieurs résultats intéressants :

- la persistance de la volatilité est expliquée par deux facteurs communs, l'un correspondant aux effets de chocs persistants le long de la structure par terme, l'autre associé à un excès de volatilité de la partie la plus longue de la courbe par rapport à la partie la plus courte ;

- il y aurait une propagation *forward* des chocs persistants. En revanche, il n'y aurait pas de transmission *forward* des chocs de liquidité.

Cependant, comme l'a souligné le rapporteur, certains points devraient être clarifiés : par exemple, quelle interprétation peut-on donner des propagations des chocs *forward*? Les auteurs ne précisent pas ce qu'ils entendent par parties « plus courtes » ou « plus longues » de la courbe. Plus de précisions sur ce point auraient permis une meilleure compréhension de leurs résultats.

## 4|2 Régimes de volatilité et fourniture de liquidité

L'objectif de l'article de Beltran, Durré et Giot consiste à étudier la relation entre le niveau de liquidité<sup>8</sup> et les phases de volatilité (basse ou haute) observées dans un marché avec carnet d'ordres (*order book markets*) en Belgique. Plusieurs études empiriques (Biais *et al.*, 1995, par exemple) consacrées à ce type de marché existent mais peu examinent l'impact de la volatilité ou plutôt des différents régimes de volatilité sur les dynamiques de la liquidité.

Pour déterminer les différents régimes de volatilité, Beltran, Durré et Giot proposent d'utiliser soit l'estimateur traditionnel de volatilité intégrée (ici la volatilité réalisée), soit les modèles à plusieurs régimes traditionnels qui, en supposant l'existence de deux phases, permettent de les identifier de manière endogène. Les auteurs ont également mené une étude sur la liquidité dans un cadre vectoriel (*vectorial autoregressive*) pour étudier les dynamiques jointes de plusieurs variables d'intérêt (liquidité, volatilité, etc.).

Les principaux résultats sont :

- la relation contemporaine entre liquidité et volatilité ne semble pas liée au régime prédominant de volatilité. Toutefois, il serait plus coûteux de réaliser des transactions lorsque l'on se retrouve dans une phase de forte volatilité ;
- l'analyse vectorielle révèle que les dynamiques de la liquidité sont indépendantes des phases de volatilité. Il n'y aurait donc pas de différence significative entre la dynamique correspondant à une phase de faible volatilité et celle associée à une période de forte volatilité. Toutefois, une baisse de liquidité consécutive à un choc de volatilité est plus prononcée dans les phases de forte volatilité ;
- le marché étudié serait plus résistant aux chocs de liquidité ou de volatilité dans des périodes de crise.

Comme on l'a vu dans la première partie, il n'est pas forcément judicieux d'identifier les régimes de volatilité à partir de la volatilité réalisée car cette dernière peut être un estimateur biaisé de la variance intégrée. On peut également s'interroger sur la robustesse de l'identification des régimes à l'aide de modèles statistiques. Toutefois, la convergence des résultats obtenus dans les deux différentes approches, pourrait être interprétée comme un gage de robustesse. Des tests complémentaires pourraient être réalisés pour confirmer l'interprétation précédente. Les résultats empiriques semblent, comme l'a souligné le rapporteur, intéressants mais leur interprétation ou justification n'est pas toujours aisée : comment se fait-il que la liquidité soit insensible aux régimes de la volatilité alors que les transactions sont plus coûteuses lorsque la volatilité est forte ? Par ailleurs, il est difficile de savoir si les résultats obtenus sont spécifiques au marché belge. De ce fait, il serait intéressant de reprendre l'étude dans un cadre plus large.

<sup>8</sup> Des mesures « ex post » de liquidité peuvent être obtenues à partir : des spread « bid-ask » observés, des volumes échangés, du nombre d'échanges, de la moyenne des volumes échangés par transaction.

*Les articles discutés dans cette synthèse ne couvrent pas la totalité des thèmes abordés lors de la conférence. Néanmoins, ils donnent un aperçu des principaux enseignements que l'on peut en tirer.*

- Au plan méthodologique, les discussions ont permis de faire le point sur les avancées récentes de la modélisation du risque ou de la volatilité. Des progrès ont été réalisés depuis les travaux séminaux de Merton mais des zones d'ombre demeurent. À terme, une amélioration des qualités des estimateurs de la variance intégrée devrait permettre de mieux cerner les risques et, peut-être, d'arriver à mieux les contrôler.*
- En ce qui concerne la mise en œuvre de l'approche par la microstructure dans l'analyse du marché monétaire, la quasi-absence de travaux d'universitaires, au moins pour ce qui concerne le marché européen, est regrettable. Elle conduit à un déficit d'innovations dans l'analyse de ces marchés.*
- Enfin, en dehors des travaux portant sur le marché monétaire pour lesquels les implications de politique monétaire sont en général claires, il serait nécessaire à l'avenir de pouvoir tirer plus souvent des conclusions de politique économique des travaux sur les microstructures de marché, notamment pour préserver la stabilité financière. L'analyse des co-mouvements ou de transmission de volatilité le long de la courbe des taux en est un excellent exemple.*

## BIBLIOGRAPHIE

**Aït-Sahalia (Y.) et Mancini (L.) (2006)**

"Out of sample forecasts of quadratic variations", EFA Zurich meetings, juin

**Aït-Sahalia (Y.), Mykland (P. A.) et Zhang (L.) (2005)**

"How often to sample a continuous-time process in the presence of market microstructure noise", Review of Financial Studies, 18, p. 351-416

**Alonso (F.) et Blanco (R.) (2005)**

"Is the volatility of the Eonia transmitted to longer-term euro money market interest rates?", Banque d'Espagne, document de travail, n° 0541

**Andersen (T. G.), Bollerslev (T.), Diebold (F. X.) et Labys (P.) (2001)**

"The distribution of exchange rate volatility", Journal of the American Statistical Association, 96, p. 42-55

**Andersen (T. G.), Bollerslev (T.), Diebold (F. X.) et Labys (P.) (2003)**

"Modeling and forecasting realized volatility", Econometrica, 71, p. 579-625

**Bandi (F. M.) et Russel (J. R.) (2003)**

"Microstructure noise, realized volatility and optimal sampling", Technical Report, University of Chicago, Graduate School of Business

**Bandorff-Nielsen (O. E.) et Shephard (N.) (2001)**

"Non gaussian Ornstein-Uhlenbeck-based models and some of their uses in financial economics", Journal of the Royal Statistical Society, Serie B, 63, p. 167-241

**Bandorff-Nielsen (O. E.) et Shephard (N.) (2002a)**

"Econometric analysis of realized volatility and its uses in estimating stochastic volatility models", Journal of the Royal Statistical Society, Serie B, 64, p. 253-280

**Bandorff-Nielsen (O. E.) et Shephard (N.) (2002b)**

"Estimating quadratic variation using realized variance", Journal of Applied Econometrics, 17, p. 457-477

**Bandorff-Nielsen (O. E.) et Shephard (N.) (2005)**

"How accurate is the asymptotic approximation to the distribution of realized volatility?", dans D. W. F. Andrews and J. H. Stock (eds), "Identification and inference for econometric models. A Festschrift in Honour of T. J. Rothenberg", Cambridge University Press, p. 306-331

**Banque centrale européenne (2004)**

"The monetary policy of the ECB"

**Banque centrale européenne (2006)**

"The eurosystem's operational framework and the volatility of the overnight interest rate", Monthly Bulletin, juillet

**Bartolini (L.), Bertola (G.) et Prati (A.) (2003)**

"The overnight interbank market: evidence from the G7 and the euro zone", Journal of Banking and Finance, 27, p. 2045-2083

**Bartolini (L.), Hilton (S.) et Prati (A.) (2006)**

"Money market integration", Fonds monétaire international, Working Paper, 06-207, septembre

**Beltran (H.), Durré (A.) et Giot (P.) (2005)**

"Volatility regimes and the provision of liquidity in order book markets", CORE, Discussion Paper

**Biais (B.), Hillion (P.) et Spatt (C.) (1995)**

"An empirical analysis of the limit order book and the order flow in Paris Bourse", Journal of Finance, 50, p. 1655-1689

**Cassola (N.) et Morana (C.) (2006)**

"Comovements in volatility in the euro money market"

**Comte (F.) et Renault (E.) (2001)**

"Long memory in continuous time stochastic volatility models", Mathematical Finance, 8, p. 291-323

**Corsi (F.), Zumbach (G.), Müller (U. A.) et Dacorogna (M.) (2001)**

"Consistent high-precision volatility from high-frequency data", Economic Notes, 30, p. 5-26

**Curci (G.) et Corsi (F.) (2006)**

*"Discrete sine transform for multi-scales realized volatility measures"*

**Durré (A.) et Nardelli (S.) (2006)**

*"Volatility in the euro area market: effects from the monetary policy operational framework"*

**Gaspar (V.), Pérez-Quirós (G.) et Sicilia (J.) (2001)**

*"The ECB monetary policy strategy and the money market"*, International Journal of Finance and Economics, 6, p. 325-342

**Hamilton (J.) (1996)**

*"The daily market for federal funds"*, Journal of Political Economy, 104, p. 26-56

**Hansen (P. R.) et Lunde (A.) (2006)**

*"Realized variance and market microstructure noise"*, Journal of Business and Economic Statistics, vol. 24, p. 127-218

**Merton (R. C.) (1980)**

*"On estimating the expected return on the market: an exploratory investigation"*, Journal of Financial Economics, 8, p. 323-361

**Pérez-Quirós (G.) et Rodríguez-Mendizábal (H.) (2006)**

*"The daily market for funds in Europe: has something changed with EMU? "*, Journal of Money, Credit and Banking, 38, p. 91-110

**Zhou (B.) (1996)**

*"High-frequency data and volatility in foreign exchange rates"*, Journal of Business and Economic Statistics, 14, p. 45-52

