

## Volatilité et volume des transactions sur dérivés : une relation ténue<sup>1</sup>

L'idée est assez répandue qu'une augmentation de la volatilité de marché intensifie l'activité sur les marchés dérivés. Un certain nombre d'études empiriques confirment l'existence d'une relation positive de ce type. Cependant, ces travaux s'appuient habituellement sur des analyses de données essentiellement journalières ou intrajournalières. Rares sont ceux qui envisagent l'éventualité d'une relation entre volatilité et volume des transactions sur une base mensuelle. En outre, la nature du négoce susceptible de donner lieu à une telle relation reste généralement inexpliquée.

La présente étude examine la relation entre volatilité et activité mensuelle pour les dérivés négociés sur les marchés organisés. Sont d'abord analysées les motivations pouvant déboucher sur une telle relation, en opérant une distinction entre recherche d'une couverture et opérations fondées sur de nouvelles informations. Une différence est établie, en outre, entre les motivations qui ont tendance à engendrer une relation sur un jour et sur un mois.

La question est ensuite abordée de manière empirique, en considérant deux types de contrats : sur indice S&P 500 et sur titre du Trésor EU 10 ans. Pour chacun, l'examen porte sur deux catégories d'instruments, terme et options, ainsi que sur deux indicateurs d'activité, volume de transactions et position de place. L'incertitude de marché est également évaluée au moyen de deux concepts distincts : volatilité effective (ou historique) et volatilité implicite.

Les résultats font généralement apparaître une relation ténue entre volatilité et activité mensuelle pour l'échantillon. Pour être exact, il n'existe aucune relation statistiquement significative entre volatilité et volume pour les contrats à terme et options sur titre du Trésor EU 10 ans. Par ailleurs, une relation négative apparaît pour le S&P 500. Ces constats s'écartent d'une grande partie des travaux antérieurs consacrés au lien entre volatilité et activité sur les marchés financiers. Une interprétation de ces résultats est ensuite proposée.

---

<sup>1</sup> Les points de vue exprimés dans cet article sont ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de la BRI. Les auteurs remercient Dimitrios Karampatos et Maurizio Luisi pour leur excellent travail de recherche.

## Liens entre volatilité et activité sur dérivés

Les recherches antérieures ont généralement conclu à une relation positive entre volatilité et activité sur les marchés financiers. Elles se sont souvent concentrées sur l'évolution du volume en fonction des variations de la volatilité au cours d'une séance. Dans une analyse détaillée de travaux antérieurs, Karpoff (1987) observe que la plupart des études reposant sur des données journalières ont mis en évidence une corrélation positive entre volatilité (cours des actions/prix des contrats à terme) et volume des transactions. Dans l'un des rares documents étudiant une relation sur un mois, Martell et Wolf (1987) montrent que la volatilité constitue la variable explicative la plus significative du volume mensuel sur les marchés à terme, même si d'autres facteurs macroéconomiques, tels que taux d'intérêt et inflation, interviennent également.

D'autres études constatent un lien positif entre volatilité et activité ...

L'analyse des facteurs qui peuvent être à l'origine d'une telle relation recourt souvent à des concepts très généraux. Ainsi, Cornell (1981) lie la volatilité à l'incertitude, qui devrait selon lui se traduire par une augmentation des opérations de couverture et de prise de position sur dérivés. Tout d'abord, l'incertitude peut inciter les agents économiques éprouvant une aversion pour le risque à le transférer à ceux qui sont plus aptes à l'assumer, ce qui suppose pour le moins qu'elle rendra certains intervenants relativement plus enclins à l'accepter. Deuxièmement, elle est censée entraîner une différence ou une asymétrie de l'information, de sorte que son aggravation incite à des transactions de nature spéculative. Même si ces deux motivations sont intuitivement séduisantes, l'interaction précise entre volatilité et négociation n'est pas explicitée. En fait, on peut imaginer plusieurs influences possibles entre ces deux concepts, agissant dans un sens différent ; de plus, elles peuvent être d'intensité variable et se contrarier. Certaines de ces influences sont passées en revue ci-après.

... dont la nature reste cependant à élucider

### *Opérations de couverture*

Les opérations de couverture créent un lien positif manifeste entre volatilité et activité. Les opérateurs qui se couvrent ont tendance, en effet, à utiliser des stratégies systématiques, comme couverture dynamique (afin de reproduire la rémunération des options) ou immunisation (pour fixer la duration des portefeuilles obligataires). En ce cas, les variations de cours appellent automatiquement une modification de l'exposition au risque sur les titres sous-jacents. La couverture dynamique, par exemple, implique l'achat ou la vente de l'actif sous-jacent pour maintenir une exposition proportionnée au delta des options<sup>2</sup>. Dans le cadre de l'immunisation, les établissements financiers ciblent l'écart de duration de leurs actifs et passifs. Une hausse des taux d'intérêt réduit la duration et les contraint à prendre une position sur des actifs à plus long terme pour revenir à leur objectif. Ces exemples suffisent à montrer que les variations de prix s'accompagnent généralement de transactions correspondantes sur actifs sous-jacents et/ou sur dérivés.

La couverture crée un lien positif évident

---

<sup>2</sup> Le delta mesure la variation du prix d'une option par rapport à celle du prix du sous-jacent.

### *Transactions spéculatives*

La nature de l'information influe sur les transactions spéculatives

Les transactions spéculatives ou « fondées sur de nouvelles informations » créent, elles aussi, un lien entre volatilité et activité sur les marchés des actifs et des dérivés. Ce lien dépend en partie de la nature de l'information (publique ou privée) et de la catégorie d'actif négocié. En théorie, l'annonce d'une information privée devrait se refléter à la fois dans la volatilité des rendements et les volumes des contrats à terme et options (sur action individuelle ou liés à des actions). Le cours des actions individuelles tend à être influencé par des informations qui concernent spécifiquement une entreprise plutôt que l'ensemble de l'économie et qui revêtent souvent un caractère privé (travaux d'analystes boursiers ou « intuitions » d'investisseurs sur les perspectives de la société) ; ce sont les transactions qui les transmettent au marché. La prise en compte d'une nouvelle information privée générera donc normalement une relation entre volatilité des cours et volume d'activité. C'est d'ailleurs l'un des principaux liens mis en évidence par les études empiriques sur l'activité journalière ou intrajournalière des marchés boursiers.

### *Transactions fondées sur l'information publique*

Impact de l'information publique sur les deux contrats examinés

Dans le cas des contrats analysés - Trésor EU 10 ans et indice S&P 500 - les variations du sous-jacent auraient tendance à être régies par des informations, généralement publiques, relatives à l'ensemble de l'économie. Ces données se présentent essentiellement sous forme d'indicateurs macroéconomiques publiés à intervalle régulier et à date prédéterminée. Aux États-Unis, il s'agit notamment des emplois non agricoles et des prix à la production et à la consommation. Elles paraissent chaque mois et s'accompagnent, ce jour-là, d'une volatilité et d'un volume d'activité inhabituels sur les marchés des emprunts d'État et des dérivés connexes.

Les annonces macroéconomiques amplifient fortement la volatilité et l'activité

Lorsqu'une information publique est communiquée, sa signification précise fait souvent l'objet d'interprétations divergentes, ce qui accroît l'activité et induit une association entre volatilité et volume. Fleming et Remolona (1999) montrent, à l'aide de données intrajournalières, que l'annonce d'informations publiques déclenche, sur le marché des titres du Trésor EU, un processus d'ajustement en deux étapes pour les cours et les volumes. Dans une première phase, de courte durée, elle engendre presque instantanément une forte variation des cours et une baisse d'activité. Dans une seconde phase, plus longue, la volatilité des cours persiste et les volumes montent en flèche, les investisseurs donnant l'impression de chercher, par leurs opérations, à rapprocher leurs points de vue. Ainsi, sur une journée, l'arrivée d'informations concernant l'ensemble du marché se traduira par une volatilité des cours et un surcroît de transactions découlant d'un désaccord sur l'interprétation de ces nouvelles.

### *Effets journaliers et mensuels*

Le lien peut dépendre du cadre temporel de l'analyse

L'analyse qui précède fait penser que la découverte d'une relation peut dépendre de la référence temporelle. Les données journalières tendent à faire apparaître un lien positif, car les volumes de transactions sont nettement plus

élevés le jour des annonces<sup>3</sup>. Les données mensuelles révéleront probablement une relation moins nette, vu que les principaux indicateurs macroéconomiques sont publiés chaque mois et que leur impact se dissipe en général assez rapidement. Cependant, si une annonce comporte un plus grand élément de surprise, les cours et l'activité du marché pourront fluctuer plus fortement et plus longtemps, générant une relation observable sur un mois. En outre, une telle relation aura plus de chances d'être induite par des événements imprévus sans périodicité mensuelle, notamment évolutions politiques importantes ou perturbations significatives du marché.

La suite de l'étude est consacrée à deux grands aspects. Le premier consiste à savoir si la relation positive constatée dans des études antérieures au niveau quotidien se confirme avec des données mensuelles. Ensuite, il s'agit de mettre en évidence d'éventuelles différences de comportement des deux types de contrats retenus, en ce qui concerne les instruments à terme et les options ainsi que le volume d'activité et la position de place.

## Approche empirique et principales variables du marché

Une analyse par régression est utilisée pour quantifier la relation entre volatilité et volume d'activité pour les dérivés négociés sur les marchés organisés (encadré suivant). Il s'agit avant tout d'examiner la volatilité, mais en tenant compte des caractéristiques des séries de données telles que l'évolution saisonnière. Deux conceptions de la volatilité de marché et deux mesures standard de l'activité sur les marchés organisés sont retenues.

Analyse par  
régression ...

### *Deux concepts de volatilité*

Deux catégories de volatilité relativement distinctes, effective et implicite, sont couramment utilisées par les intervenants. La première est généralement mesurée par l'écart type annualisé des variations des cours des actifs. Elle fluctue souvent dans le temps, ce qui a incité à développer des modèles, dont les estimateurs de type GARCH (Engel (1982)), tenant compte de cette caractéristique. La seconde, elle, se fonde sur le prix des options, qui intègre une prime reflétant la nature évolutive de l'aversion pour le risque<sup>4</sup>. Comme le montre le graphique 1, les deux séries peuvent diverger sensiblement en courte période.

... sur la volatilité  
effective et  
implicite ...

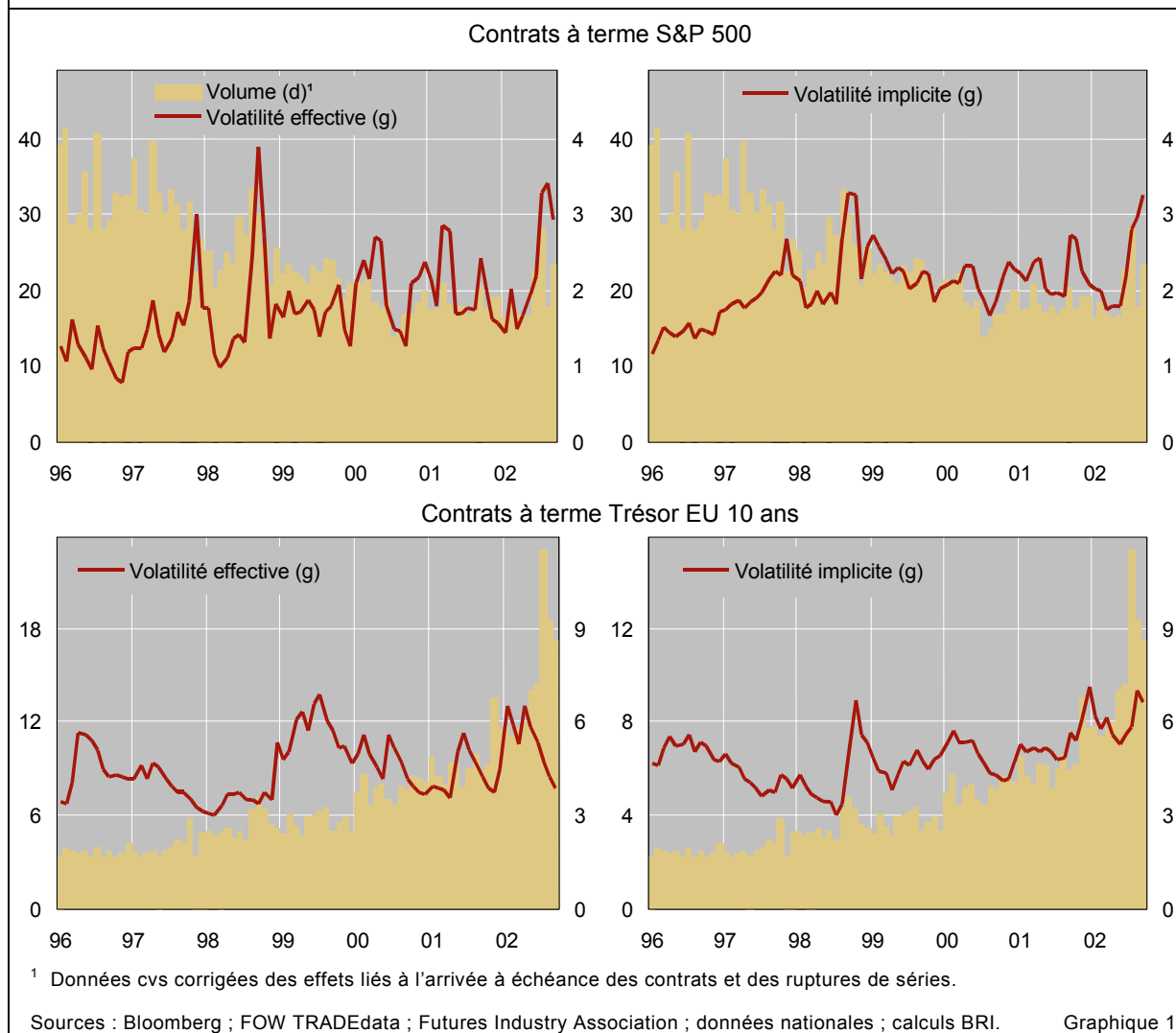
---

<sup>3</sup> Des données à très haute fréquence, comme les séries intrajournalières, seraient utiles pour déterminer si la volatilité émane des transactions elles-mêmes, puisqu'à haute fréquence les tensions et les turbulences induites par l'activité peuvent constituer une source importante de volatilité, voire la principale.

<sup>4</sup> Les opérateurs calculent généralement la volatilité implicite de manière itérative en utilisant un modèle de détermination du prix des options ainsi que le prix constaté des options les plus négociées.

## Volume et volatilité

En millions de contrats et %



### Deux mesures de l'activité

... ainsi que sur le volume de dérivés et la position de place

Il existe deux grandes mesures de l'activité sur les marchés dérivés. Le *volume* renvoie au nombre d'opérations (achat/vente) concernant les divers contrats de la place sur une période donnée. Sachant que le marché organisé associe automatiquement un achat à une vente correspondante, le volume rend compte du nombre total d'achats ou de ventes sur la période considérée. L'unité de temps élémentaire sur les marchés organisés est la séance, l'information sur l'activité étant habituellement exprimée en nombre de contrats négociés. Le volume est un concept qui fait référence à des flux et que les intervenants utilisent généralement comme indicateur de la liquidité d'un contrat donné ou mesure de son succès.

La *position de place* désigne le nombre total de contrats qui n'ont pas encore été compensés par une transaction en sens inverse ou liquidés par livraison de l'actif sous-jacent. Bien que toute transaction fasse intervenir un

acheteur et un vendeur, elle n'est comptabilisée qu'une seule fois. C'est un concept en termes d'encours, qui reflète le solde net des transactions à une date donnée. Il sert souvent d'indicateur des positions de couverture ou de l'engagement « à long terme » des opérateurs sur un contrat. La position de place est généralement inférieure au volume, car un nombre important de contrats achetés ou vendus sont compensés par une transaction en sens inverse en séance.

## Résultats des estimations : impact de la volatilité

Dans l'ensemble, les résultats des estimations diffèrent de ceux des études empiriques antérieures fondées sur des données journalières<sup>5</sup>. En règle générale, une relation ténue apparaît entre volatilité et activité mensuelle pour les contrats examinés. Pour être exact, il n'existe aucune relation statistiquement significative entre l'un ou l'autre des deux concepts de volatilité et l'activité mensuelle sur contrats à terme et options Trésor EU 10 ans. Par ailleurs, les résultats mettent en évidence une relation négative entre volatilité et volume sur contrats à terme et options S&P 500.

Les résultats font apparaître une relation ténue

L'absence de relation pour les contrats Trésor EU 10 ans laisse penser qu'un surcroît de volatilité sur les marchés crée des effets qui se compensent, sur un mois, entre transactions spéculatives et opérations de couverture. De hauts niveaux de volatilité pourraient entraîner un repli des opérateurs agissant sur la base d'informations, qui annule l'augmentation mécanique des opérations de couverture. Un tel ralentissement de l'activité des spéculateurs pourrait tenir à leur volonté de réduire leur exposition lorsque l'évolution des marchés est difficilement prévisible ou que la liquidité se tarit.

Absence de relation pour les contrats Trésor EU 10 ans

Dans le cas des contrats S&P 500, la relation systématiquement négative entre volatilité et volume pourrait indiquer une diminution des transactions spéculatives supérieure à l'augmentation des transactions automatiques. Elle peut également montrer que les variations de la volatilité ont tendance à être plus sensibles sur ce marché. Devant l'exposition accrue par l'intermédiaire des contrats sur indice, les opérateurs peuvent réagir plus vivement à des événements marquants sur les marchés. De tels événements semblent en effet à l'origine d'une grande partie de la relation négative et significative observée entre volatilité et activité pour les contrats S&P 500.

Relation négative pour les contrats S&P 500

Une analyse des plus fortes contractions du nombre des contrats à terme S&P 500 montre qu'elles sont associées à de récents épisodes de tensions sur le marché. On peut citer la crise asiatique de 1997, le moratoire russe de 1998, les attentats de 2001 aux États-Unis et la réévaluation des comptes de WorldCom en 2002. Dans tous ces cas, la hausse de la volatilité s'est

Les tensions sur le marché associées à un tassement de l'activité

---

<sup>5</sup> Les études antérieures ont mis en évidence une autocorrélation significative du volume des contrats à terme pour des fréquences journalières et intrajournalières. Les résultats empiriques obtenus ici confirment cette persistance pour les fréquences mensuelles, avec une importante autocorrélation du premier ordre des mesures de l'activité. Il s'agit d'un résultat relativement courant sur les marchés financiers, car la volatilité et l'activité ont tendance à coïncider.

## Méthode empirique et résultats des estimations

La relation entre volatilité et activité pour les dérivés négociés sur les marchés organisés a été analysée par régression, de façon à prendre en considération d'autres facteurs tels que la tendance temporelle et l'effet des volumes différés.

### *Variables dépendantes*

Les variables dépendantes retenues sont deux mesures standard de l'activité sur les marchés dérivés : volume (nombre total de contrats négociés chaque mois) et position de place (nombre de contrats en cours en fin de mois). Les contrats à terme et options examinés portent sur l'indice S&P 500 et le titre du Trésor EU 10 ans. Les séries relatives aux contrats S&P 500 sont ajustées par intégration de l'activité sur E-mini S&P 500, instrument destiné aux petits intervenants et qui connaît un essor rapide depuis son lancement, en septembre 1997. Elles sont également corrigées de l'impact sur le volume résultant de la réduction de la taille du contrat en novembre 1997. Les données sur le volume et la position de place sont collectées par la BRI à partir de bases de données commerciales (Futures Industry Association et FOW TRADEdata) et publiées tous les trois mois dans le *Rapport trimestriel BRI*. La période d'échantillon va de janvier 1995 à septembre 2002.

Les séries ont été corrigées des variations saisonnières pour tenir compte des effets dus à l'arrivée à échéance des contrats. En outre, le volume et la position de place suivent une évolution prévisible sur le cycle de vie d'un contrat. L'activité est la plus faible lorsque le contrat est loin de sa date d'échéance, puis elle augmente progressivement à mesure qu'il s'en rapproche ; elle atteint un palier deux à trois mois avant cette date et retombe brusquement lorsque les opérateurs liquident leurs positions ou les reportent sur le contrat suivant afin d'éviter la livraison. La livraison pose, en effet, un certain nombre de problèmes pratiques aux opérateurs, qui préfèrent donc l'éviter en prenant des positions en sens inverse. C'est pourquoi le volume et la position de place culminent souvent durant les mois où les contrats parviennent en fin de cycle, à savoir mars, juin, septembre et décembre.

### *Variables explicatives et méthode d'estimation*

Les principales variables explicatives utilisées ici sont : volatilité effective et volatilité implicite. Pour la première, il est fait appel à une spécification GARCH initialement élaborée par Glosten *et al.* (1993). Cette mesure tient compte de l'impact asymétrique des hausses et baisses de cours sur la volatilité<sup>①</sup>. Les données retenues pour le calcul de la volatilité effective sont le rendement du titre du Trésor EU 10 ans et de l'indice S&P 500 ; pour la volatilité implicite, c'est le prix des options à parité négociées sur les marchés organisés.

Sachant que la volatilité des prix et les volumes négociés sont endogènes, l'approche choisie permet de traiter cette difficulté grâce à une variable instrumentale et une équation unique calculant le volume en fonction de la volatilité implicite par la méthode des doubles moindres carrés. Dans le cas de la volatilité effective, la volatilité des prix est prévue par le modèle GARCH asymétrique, l'équation étant estimée par la méthode des moindres carrés ordinaires. Dans le cas de la volatilité implicite, la valeur contemporaine de la volatilité est approchée par la volatilité décalée d'une période. Cette approximation devrait être satisfaisante, car la volatilité se caractérise par une persistance marquée. L'estimation repose sur l'équation suivante, qui établit un lien entre la volatilité des prix et le volume dans une spécification dynamique :

$$Volume_t = \beta_0 + \beta_1 Volume_{t-1} + \beta_2 TENDANCE_t + \beta_3 Volatilité_t + \varepsilon_t$$

où :

- *Volume* = mesure de l'activité (nombre de contrats et position de place) ;
- *TENDANCE* = tendance temporelle exponentielle rendant compte des facteurs d'expansion structurels, tels que l'innovation financière ;

<sup>①</sup> Un modèle GARCH est utilisé parce que la mesure de la volatilité dépend de ses valeurs passées. Borio et McCauley (1996) examinent des mesures de volatilité tenant compte de cette réaction asymétrique.

- *Volatilité* = mesure de la volatilité des prix (prévue par le modèle GARCH pour la volatilité effective et différée pour la volatilité implicite).

Ici  $\beta_i$  sont les paramètres à estimer et  $\varepsilon_t$  les erreurs à distribution aléatoire.

#### *Estimations de base*

Le tableau ci-dessous ne met pas en évidence une relation statistiquement significative entre l'un ou l'autre des deux concepts de volatilité et l'activité mensuelle pour les contrats à terme et options Trésor EU 10 ans. Par ailleurs, les résultats font apparaître une relation négative pour les contrats à terme et options S&P 500. L'étude fournit une interprétation de ces résultats.

### Volatilité et transactions sur les marchés organisés

	Volatilité effective <sup>1</sup>	Volatilité implicite <sup>2</sup>
<b>Volume</b>		
<i>Trésor EU 10 ans</i>		
Contrats à terme	-6,45 (43,28)	-103,49 (118,40)
Options	-24,24 (15,34)	-109,73 (52,49)*
<i>S&amp;P 500</i>		
Contrats à terme	-53,29 (14,55)**	-41,10 (11,74)**
Options	-10,39 (4,35)**	-14,97 (3,69)**
<b>Position de place</b>		
<i>Trésor EU 10 ans</i>		
Contrats à terme	1,13 (2,88)	2,05 (6,42)
Options	-5,18 (5,25)	-23,54 (14,98)
<i>S&amp;P 500</i>		
Contrats à terme	-0,68 (1,08)	-0,01 (0,54)
Options	-2,00 (1,50)	-5,93 (1,38)**

Entre parenthèses : erreur type ; \* et \*\* = chiffres significatifs aux niveaux de 5 % et 1 %.

<sup>1</sup> Sur la base d'un modèle GARCH mis au point par Glosten *et al.* (1993). <sup>2</sup> Volatilité implicite des options à parité.

accompagnée dans un premier temps d'une augmentation du volume mensuel des contrats à terme, mais a été également suivie d'un tassement encore plus sensible.

Dans le cas de la crise qui a touché l'Asie de juin à décembre 1997, la volatilité implicite de l'indice S&P 500 a progressé régulièrement, passant de 19,7 % en juillet à 26,9 % en novembre, tandis que le nombre des contrats à terme, corrigé des variations saisonnières, redescendait d'un point haut de 3,3 millions en juillet à 2,2 millions en novembre. S'agissant du moratoire russe, la volatilité implicite a bondi de 18,2 % en juillet 1998 à 26,8 % en août et s'est maintenue à un niveau élevé jusqu'en octobre, où elle a atteint 32,5 % ; après une hausse initiale, à 3,3 millions de contrats en août, l'activité est toutefois retombée à 2,6 millions en octobre. Les attentats de septembre 2001 ont fait progresser la volatilité à environ 27 % en septembre et octobre, mais le volume n'a affiché une augmentation significative qu'en septembre, à 2,1 millions de contrats. Enfin, la réévaluation des comptes de WorldCom, fin juin 2002, a donné lieu à une période prolongée de forte volatilité sur les marchés des actions ; cependant, le volume ne s'est accru que pendant deux mois, juin et juillet, avant de diminuer.



Lien  
systématiquement  
négalif pour les  
options

Autre résultat notable : il existe une relation plus systématiquement négative entre volatilité et activité pour les options. Étant donné que ces instruments ont tendance à s'échanger moins activement que les contrats à terme correspondants sur les marchés organisés, leur liquidité pourrait être davantage affectée par une hausse de la volatilité. Les opérateurs agissant sur la base d'informations seraient alors plus enclins à réduire leurs positions.

Peu de différence  
entre volatilité  
effective et implicite

Enfin, les résultats ne varient guère selon qu'il s'agit de volatilité effective ou implicite. Ce constat est quelque peu surprenant, car les deux concepts ne sont pas identiques : le premier mesure la dispersion constatée des rendements, tandis que le second incorpore le prix du risque sur le marché. Cette prime de risque ne constituerait donc pas un paramètre important de la relation volatilité-volume, du moins au niveau mensuel.

## Conclusion

Les travaux empiriques antérieurs concluent généralement à l'existence d'une relation positive entre volatilité des rendements des actifs et volume de transactions sur les marchés organisés des produits dérivés. Cependant, ils se fondent habituellement sur des analyses s'appliquant essentiellement à des données journalières ou intrajournalières. Rares sont ceux qui envisagent une relation possible sur un mois. La présente étude a examiné la relation entre volatilité et activité mensuelle pour les contrats à terme et options Trésor EU 10 ans et indice S&P 500.

Les résultats des estimations font apparaître une relation ténue entre volatilité et volume mensuel pour l'échantillon. Pour être exact, il n'existe aucun lien statistiquement significatif entre l'un ou l'autre des deux concepts de volatilité et l'activité pour les contrats à terme et options Trésor EU 10 ans. Ils révèlent par ailleurs une relation négative pour les contrats à terme et options S&P 500. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les opérations automatiques de couverture sont contrebalancées par un repli des transactions spéculatives en période d'intensification des turbulences sur le marché et de tarissement de la liquidité. En outre, dans le cas des contrats S&P 500, les événements de marché significatifs semblent associés à un ralentissement marqué de l'activité. C'est probablement là l'explication de la relation négative. Enfin, les calculs effectués avec deux concepts de volatilité, effective et implicite, n'indiquent pas une incidence véritablement distincte sur l'activité de marché, ce qui est aussi quelque peu surprenant étant donné leur nature pourtant différente.

## Références

Borio, C. E. V. et R. N. McCauley (1996) : « The economics of recent bond yield volatility », *BIS Economic Papers*, n° 45.

Cornell, B. (1981) : « The relationship between volume and price variability in futures markets », *Journal of Futures Markets*, vol. 1, n° 3, pp. 303-316.

Engle, R. (1982) : « Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation », *Econometrica*, vol. 50, pp. 987-1007.

Fleming, M. J. et E. M. Remolona (1999) : « Price formation and liquidity in the US Treasury market : the response to public information », *Journal of Finance*, vol. LIV, n° 5, pp. 1901-1903.

Glosten, L. R., R. Jagannathan et D. E. Runkle (1993) : « On the relation between the expected value of the volatility and of the nominal excess return on stocks », *Journal of Finance*, vol. 48, pp. 1779-1801.

Karpoff, J. M. (1987) : « The relationship between price changes and trading volume : a survey », *Journal of Financial and Quantitative Economics*, vol. 22, n° 1, pp. 109-126.

Martell, T. F. et A. S. Wolf (1987) : « Determinants of trading volume in futures markets », *Journal of Futures Markets*, vol. 7, n° 3, pp. 233-244.