

## Facteurs influençant l'aversion des investisseurs pour le risque : résultats d'une observation quotidienne du marché des actions allemand<sup>1</sup>

Les cours des actions fluctuent en fonction des perspectives de bénéfices des entreprises mais aussi de l'aversion des investisseurs pour le risque. Cette aversion engendre une prime de risque, qui représente le supplément de rendement réclamé par les investisseurs pour compenser le risque lié à la détention d'actions. Les prix des options sont une source d'information unique pour estimer ces primes. La façon dont les prix d'exercice des options varient, selon que les résultats sont relativement favorables ou défavorables aux investisseurs, permet d'estimer l'aversion pour le risque. Il suffit de comparer la valeur implicite inscrite dans les prix des options avec les probabilités strictement statistiques des divers scénarios.

Cette étude se propose d'expliquer les variations journalières de l'aversion pour le risque sur le marché allemand des actions, dont le prix des options est le reflet<sup>2</sup>. L'analyse porte sur le principal indice allemand, le Dax, qui regroupe trente grandes valeurs, à partir d'une observation quotidienne, de décembre 1995 à mai 2002. Pour expliquer les fluctuations de la mesure choisie de l'aversion pour le risque, l'examen concerne des indicateurs d'anticipations relatives à la croissance économique, à la volatilité du marché, aux primes de risque de crédit et aux mauvaises nouvelles. Il apparaît que cette aversion sur le marché allemand progresse depuis 1998 et que, en outre, la tendance est fortement influencée par les cours des actions aux États-Unis.

L'étude complète celle de Tarashev *et al.* (dans ce *Rapport trimestriel*) à trois égards. Premièrement, sur le plan de la fréquence, par l'examen de fluctuations journalières au lieu de mensuelles. Deuxièmement, la mesure est légèrement différente, en particulier pour l'estimation des probabilités statistiques, ce qui permet de comparer deux méthodes et, éventuellement, d'apprécier la fiabilité des mesures fondées sur les options. Enfin, l'analyse va

---

<sup>1</sup> Cette étude a été rédigée pour l'essentiel durant la visite de l'auteur à la BRI. Les points de vue qui y sont exprimés sont les siens et ne reflètent pas nécessairement ceux de la BRI ou de la Banque Nationale d'Autriche. Remerciements à Ernst Glatzer pour sa compétence et son assistance statistique.

<sup>2</sup> Beber et Brandt (2003), Rosenberg et Engle (2002), Aït-Sahalia *et al.* (2001) et Jackwerth (2000) s'intéressent également aux mesures de l'aversion pour le risque.

plus loin en tentant d'identifier les facteurs faisant varier l'aversion d'un jour sur l'autre.

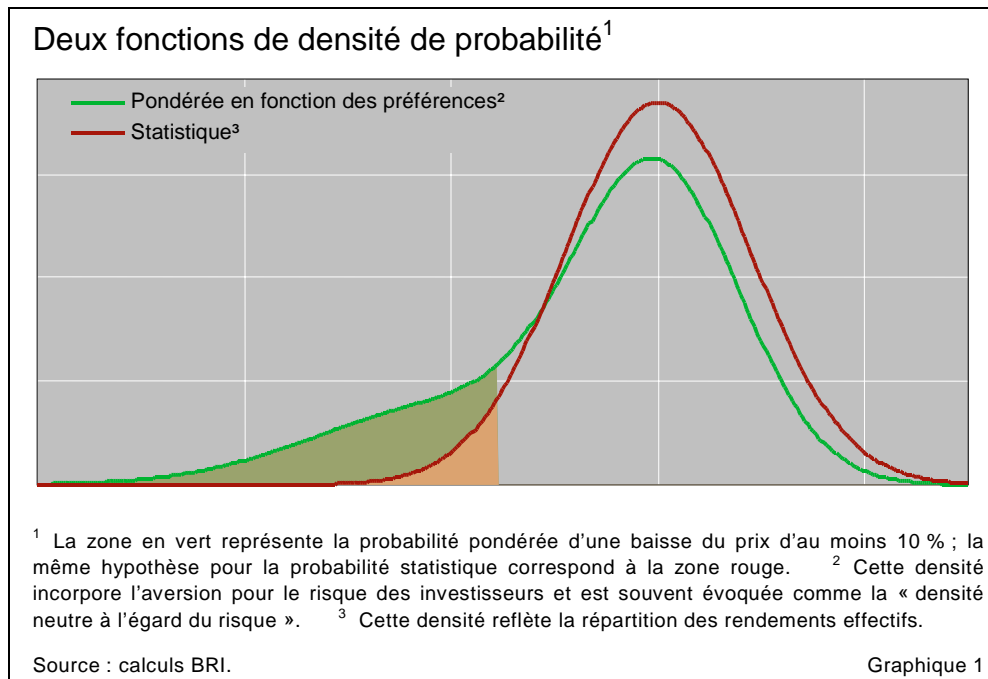
## Estimation de deux distributions

### Mesure de l'aversion pour le risque

L'aversion pour le risque est mesurée en comparant deux estimations de la fonction de densité de probabilité (FDP) pour les cours futurs des actions. La première est déduite des prix des options, l'autre des variations constatées des cours boursiers. L'aversion pour le risque peut être censée représenter la différence entre les deux. Les composantes de la méthodologie utilisée sont retracées au graphique 1. La courbe verte correspond à la densité de probabilité obtenue avec les prix des options, tandis que la rouge est la densité estimée à partir des fluctuations effectives des actions. Les détails de l'estimation sont précisés dans l'encadré ci-après.

Quand les opérateurs fixent les prix des options, ils s'appuient en fait sur les probabilités, pondérées en fonction des préférences, des valeurs que pourraient afficher les actifs jusqu'à l'échéance du dérivé. Autrement dit, les prix observés intègrent leurs anticipations concernant les prix futurs des actifs ainsi que leur degré d'aversion pour le risque, qui évolue dans le temps<sup>3</sup>. En partant de la série chronologique des rendements effectifs, une estimation de la FDP statistique (courbe rouge dans le graphique 1) est effectuée. Ce modèle purement statistique ne contient donc aucune information sur l'aversion. Dans le comparatif des deux FDP, l'accent est mis sur la probabilité de baisses des

L'aversion pour le risque montre un écart entre les probabilités statistiques ...



<sup>3</sup> Jackwerth (1999) analyse l'estimation FDP à partir des prix des options.

## Méthodes d'estimation et spécifications

### *FDP pondérée*

L'estimation de la FDP pondérée est fondée sur les prix des options d'achat et de vente ainsi que des contrats à terme sur indice Dax observés quotidiennement de décembre 1995 à mai 2002<sup>①</sup>. Les options s'échangent électroniquement via Eurex. Les échéances initiales des options de l'échantillon retenu sont un mois et deux mois.

Pour supprimer, dans les estimations, les effets d'échéance résiduelle, l'horizon de la FDP pondérée est supposé constant. Si le raccourcissement tendanciel des échéances était négligé, les paramètres pourraient varier simplement parce que la date d'expiration approche. La volatilité, en particulier, décroît avec le temps, à mesure que l'incertitude concernant le prix du sous-jacent à l'échéance diminue. Pour éviter cet écueil, il est recouru à une interpolation de la volatilité implicite<sup>②</sup> entre les contrats à un mois et ceux à deux mois, afin d'obtenir un horizon constant de 49 jours civils<sup>③</sup>. Pour le taux sans risque, la variable utilisée est la série des taux interbancaires.

Pour paramétrer la FDP implicite des options, le modèle panache deux distributions lognormales<sup>④</sup>. En raison de cette souplesse, la FDP peut alors prendre diverses formes. Le panachage de deux distributions lognormales repose sur deux régimes ; dans chacun d'eux, le cours de l'action a une distribution lognormale avec une moyenne et une dispersion différentes. L'estimation des paramètres est fondée sur des moindres carrés non linéaires<sup>⑤</sup>.

### *FDP statistique*

La FDP statistique des rendements est représentée comme un modèle GARCH asymétrique avec une moyenne constante et une distribution normale conditionnelle, modèle fréquent dans les ouvrages spécialisés. Le fait stylisé à l'origine du modèle GARCH est que la volatilité du rendement des actions évolue de manière prévisible. Dans le modèle retenu, la volatilité conditionnelle d'un jour dépend de la volatilité de la veille, d'un terme représentant l'asymétrie entre volatilité et rendement et du carré du rendement observé la veille.

Pour la FDP statistique, la base de données élaborée regroupe toutes les valeurs de clôture de l'indice Dax de décembre 1993 à mai 2002. Dans la littérature, deux méthodes d'élaboration de l'échantillon coexistent : la fenêtre extensible ou la fenêtre coulissante. Contrairement à Tarashev *et al.* (dans ce *Rapport trimestriel*), les estimations GARCH sont effectuées ici à l'aide d'une fenêtre mobile de 500 observations. Après chacune, les prévisions de volatilité sont calculées pour les 49 jours suivants. L'échantillon est ensuite décalé d'une observation et l'opération est recommencée pour l'estimation et l'algorithme de prévision. Comme l'horizon considéré est relativement éloigné, à savoir pratiquement deux mois, il est supposé que la distribution sur 49 jours peut être approchée avec une FDP normale conditionnelle. Par conséquent, pour estimer la FDP statistique, il suffit de disposer des prévisions de volatilité. Une fois obtenue la distribution conditionnelle sur 49 jours, on cherche la probabilité d'une baisse d'au moins 10 % sur sept semaines par rapport à la valeur prospective de l'indice à partir de la queue de la FDP statistique.

---

<sup>①</sup> Les options Dax étant spécifiées comme des contrats européens, il n'est donc pas nécessaire de tenir compte d'un exercice anticipé. <sup>②</sup> Pour l'estimation et la procédure de filtrage, voir Glatzer et Scheicher (2003). <sup>③</sup> Aux fins de comparaison, il a été également procédé à des estimations de FDP à horizon de 42 et 56 jours. Les résultats sont identiques. <sup>④</sup> Cette spécification a été introduite par Melick et Thomas (1997). <sup>⑤</sup> Pour une rapide initiation aux modèles GARCH, voir Engle (2001).

cours des actions. À partir des deux estimations FDP, on obtient la probabilité d'un recul du Dax d'au moins 10 % par rapport à la valeur à terme de l'indice sur 49 jours. Ces probabilités correspondent aux deux zones colorées.

... et celles  
que reflètent les  
préférences des  
investisseurs

Si les intervenants tiennent davantage compte des événements préjudiciables à leur patrimoine, la probabilité, pondérée en fonction des préférences, de baisses futures diffère de la probabilité statistique, écart qui reflète l'aversion pour le risque. S'ils sont neutres à l'égard du risque, ils

n'incorporent pas de prime de risque et les deux probabilités sont identiques. En pratique, il apparaît que les opérateurs attribuent des pondérations supérieures aux résultats économiques quand le patrimoine n'est guère élevé, par exemple en période de ralentissement économique. Ce type de comportement constitue l'aversion pour le risque et donne lieu à des primes substantielles pour l'assumer. Par conséquent, on peut penser que les intervenants agissent comme si la probabilité d'une baisse des cours des actions était plus forte que ne l'indiquent les données historiques. Cette probabilité additionnelle, illustrée par la différence entre les zones rouge et verte dans la partie inférieure gauche des deux FDP théoriques du graphique 1, correspond exactement à la différence entre la FDP pondérée et la FDP statistique, qu'il est tenté d'identifier empiriquement.

Dans les publications universitaires, le concept de FDP pondérée équivaut à celui de FDP neutre à l'égard du risque. Les probabilités pondérées intègrent l'aversion pour le risque de telle manière que celles qui sont attribuées aux valeurs défavorables sont plus élevées que les probabilités statistiques correspondantes ; elles sont construites de telle sorte que, si les valeurs attendues sont prises en compte, on obtient le prix de marché observé pour le sous-jacent en question.

#### *Résultats des estimations*

Pour la dernière estimation retenue, celle de mai 2002, la comparaison des deux FDP atteste une aversion pour le risque. La probabilité d'une baisse du Dax d'au moins 10 % par rapport à sa valeur moyenne était de 10,7 % pour la FDP pondérée et de 7,7 % pour la FDP statistique. L'écart de 3 % s'explique principalement par la queue plus longue de la FDP déduite des options. Les acteurs du marché des options se sont donc comportés comme si la probabilité de fortes baisses du Dax était plus importante que les données historiques ne le suggèrent. Par exemple, le risque que l'indice tombe de 4 800 à 3 500 est presque nul pour la probabilité statistique, mais cette possibilité reste significative pour la probabilité pondérée.

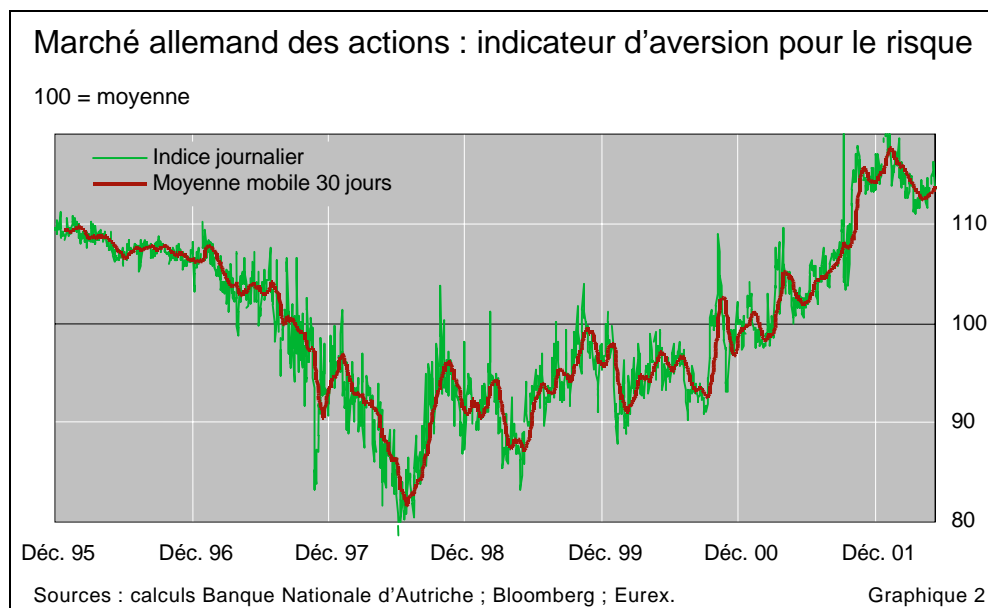
L'aversion pour le risque est à l'origine d'un écart de 3 % entre les probabilités

La série chronologique de la mesure de l'aversion pour le risque (graphique 2) révèle une tendance à la hausse depuis l'été 1998. Il apparaît également que le mouvement baissier du marché allemand amorcé au premier semestre 2000 a coïncidé avec une augmentation de l'aversion estimée. Il est à noter que cette mesure et celle de Tarashev *et al.* sont différentes, pour fin 1997 notamment, où Tarashev constate une forte accentuation. Cette différence montre que les estimations de l'aversion sont sensibles à la méthode empirique choisie. La construction de l'échantillon utilisé pour estimer la FDP statistique, en particulier, affecte les résultats<sup>4</sup>.

Augmentation de l'aversion pour le risque depuis l'été 1998

---

<sup>4</sup> Il s'agit ici d'un échantillon mobile de 500 observations, tandis que Tarashev *et al.* se servent d'un échantillon extensible, partant de janvier 1988 et augmentant chaque jour d'une observation.



La variabilité de la mesure témoigne des fluctuations substantielles de l'aversion pour le risque d'un jour sur l'autre. Globalement, la mesure se situe d'abord au-dessus de sa moyenne en janvier 1996, descend à un creux en juin 1998 puis remonte jusqu'au terme de la période échantillonnée. Il existe une relation étroite évidente entre cette mesure de l'aversion et l'évolution des cours boursiers, qui se confirme en rapprochant les fortes hausses du graphique 2 des dates particulières. Le premier grand pic se situe le 30 septembre 1998, moment où la crise financière russe et la débâcle de LTCM ont causé de vastes turbulences sur les marchés internationaux des capitaux. Le dernier bond visible s'est produit dans le sillage du 11 septembre 2001.

La présente analyse appelle néanmoins une réserve : la différence entre la FDP pondérée et la FDP statistique est certes influencée par l'aversion pour le risque, mais elle l'est aussi par des différences structurelles entre les marchés des actions et ceux des options. En conséquence, l'analyse des déterminants de l'aversion, dans la section suivante, se base sur les fluctuations qu'elle enregistre. Ainsi, les résultats ne sont pas affectés si la distorsion constante entre les deux FDP n'est pas liée à l'aversion pour le risque.

## Déterminants des fluctuations de l'aversion pour le risque

### *Facteurs explicatifs*

Selon les études sur la fixation des prix des actifs, les déterminants de l'aversion des investisseurs pour le risque sont les perspectives de croissance économique, les mesures du risque inhérent aux marchés du crédit et des actions, les variations de change et les mauvaises nouvelles en provenance d'autres marchés des actions<sup>5</sup>. Des perspectives économiques moins bonnes

L'aversion pour le risque peut être influencée par le climat des affaires ...

<sup>5</sup> Voir, par exemple, De Santis et Gerard (1997).

peuvent accentuer cette aversion, car les investisseurs confrontés à une probabilité accrue de perte de patrimoine se montrent alors moins bien disposés à l'égard du risque. La pente de la courbe des rendements reflète le pessimisme des opérateurs au sujet du climat économique, en raison du lien entre la structure des échéances et les décisions de placement des investisseurs. Si ces derniers anticipent une amélioration, ils vont remplacer des instruments à court terme par des obligations à long terme, ce réaménagement des portefeuilles faisant augmenter le taux court par rapport au taux long et atténuant la pente. La montée des risques sur les marchés du crédit et des actions entraînera sans doute une érosion de richesse future et peut donc renforcer l'aversion pour le risque. Dans cette étude, les mesures du risque inhérent à ces marchés sont la volatilité implicite des actions aux États-Unis et la marge de crédit sur les marchés américains des capitaux<sup>6</sup>.

Les baisses sur les principaux marchés des actions peuvent aussi expliquer les variations de l'aversion pour le risque. C'est du marché boursier américain, en particulier, que peuvent provenir des nouvelles négatives pour le marché allemand. Tarashev *et al.* constatent d'ailleurs que les indicateurs d'aversion sur les marchés des actions américain, allemand et britannique évoluent généralement en parallèle. Pour mesurer les annonces négatives émanant du marché américain, il a été fait appel à une variable accessoire représentant les interactions et prenant la valeur de 1 en cas de rendements négatifs du S&P 500.

... l'évolution  
des cours sur les  
marchés du crédit  
et des actions ...

Les variations de change peuvent réduire les profits des sociétés participant aux échanges internationaux. Pour nombre d'entreprises du Dax, une part substantielle des flux de trésorerie provient de l'étranger, d'où l'impact des variations de change sur leurs résultats. La dépréciation du dollar EU face à l'euro, ou au mark allemand<sup>7</sup>, affecte la compétitivité relative des exportations allemandes et peut donc, en rendant les profits futurs plus incertains, accroître l'aversion des opérateurs pour le risque. Là encore, les mauvaises nouvelles sont représentées par une variable accessoire des interactions, qui prend la valeur de 1 en cas d'impact négatif sur le change.

... ou les variations  
de change

L'incidence de chacun de ces cinq facteurs est évaluée par régression<sup>8</sup>. Comme indiqué, l'analyse porte sur les différences premières de l'aversion pour le risque. Le modèle de régression montre ainsi comment une modification, par exemple, de la pente de la structure des échéances fait varier l'indicateur d'aversion. L'estimation des différences premières contribue à atténuer la distorsion éventuelle créée par des différences systématiques entre

---

<sup>6</sup> La pente est définie comme le rendement de l'obligation d'État allemande de référence à 10 ans moins le taux à 3 mois du marché monétaire. Pour quantifier le risque sur les marchés du crédit et des actions, il a été recouru ici à la série VIX de volatilité implicite pour le S&P 100 et à l'écart de rendement entre les valeurs industrielles américaines notées triple B- et triple A-.

<sup>7</sup> Le cours utilisé est le cours journalier dollar EU/euro car le cours (effectif) pondéré en fonction des échanges commerciaux n'est disponible qu'une fois par mois.

<sup>8</sup> La méthode appliquée est celle des moindres carrés ordinaires avec erreurs types de White.

la FDP statistique et la FDP pondérée, qui sont sans rapport avec l'aversion pour le risque.

### Résultats empiriques

L'aversion des investisseurs allemands pour le risque est effectivement influencée par les variations de change ...

L'estimation simultanée avec cinq variables explicatives indique que trois facteurs sont significatifs<sup>9</sup>. Les résultats des régressions du tableau 1 démontrent que l'aversion pour le risque est étroitement liée aux modifications de la volatilité aux États-Unis et aux mauvaises nouvelles pour le cours de change. On observe un lien plus faible avec la pente de la structure des échéances et l'absence de lien avec le repli du S&P 500 ou l'indicateur de risque de crédit. Au moyen des cinq variables, une valeur explicative de 9 % est obtenue pour la variabilité journalière de l'aversion.

Les signes des trois facteurs significatifs confirment l'argument précité. La valeur significativement positive de la volatilité aux États-Unis montre comment l'évolution du marché boursier américain influence l'aversion pour le risque. L'aversion sur le marché allemand augmente avec la volatilité américaine et non en raison de rendements négatifs du S&P 500. La corrélation négative avec le change confirme l'interprétation faite ici dans le cadre de la relation entre exportations et cours de change. L'importance du commerce extérieur pour les sociétés allemandes implique de moins bonnes prévisions de résultats en cas d'appréciation de l'euro (ou du mark allemand avant 1999). Cette crainte d'une baisse de leur rentabilité semble bien accroître l'aversion pour le risque. La pente de la courbe allemande a un impact négatif sur le sentiment des opérateurs boursiers allemands. Les résultats obtenus montrent que l'anticipation d'une dégradation du climat économique général augmente l'aversion des actionnaires allemands pour le risque. Les investisseurs réagissent donc à une détérioration des perspectives en accordant plus d'importance aux résultats économiques synonymes de rendements médiocres.

Incidence des déterminants de l'aversion pour le risque (estimations)		
Période échantillon : décembre 1995-mai 2002		
Variable	Coefficient	t-statistique
Courbe des rendements allemands	-0,0204	<b>-1,9897</b>
Rendement boursier négatif (EU)	-0,0257	-0,2470
Volatilité aux États-Unis	0,0027	<b>6,6364</b>
Dépréciation du dollar EU	-0,4665	<b>-3,2695</b>
Marge de crédit	-0,0063	-0,6492

Toutes les variables intègrent la régression en différences premières. Les coefficients significatifs au niveau de 5 % sont en gras. R<sup>2</sup> ajusté = 0,09.

Sources : calculs de la Banque Nationale d'Autriche ; Datastream. Tableau 1

<sup>9</sup> Pour vérifier la fiabilité des résultats, les régressions ont été répétées en estimant la probabilité d'une chute d'au moins 20 % sur 49 jours. Les résultats n'ont pas varié.

Globalement, il apparaît que le principal déterminant de l'aversion pour le risque est l'incertitude des intervenants sur le marché des actions américain, représentée par la volatilité implicite inscrite dans les cours. Selon le critère de la valeur explicative, la volatilité du marché des actions aux États-Unis se place loin devant les quatre autres variables<sup>10</sup>.

... et surtout par la volatilité du marché des actions américain

## Conclusion

L'approche adoptée ici a consisté à suivre une mesure quotidienne de l'aversion pour le risque des opérateurs du marché des actions allemand. Les analyses ont porté sur les relations entre cette mesure et l'évolution du marché boursier américain, la structure par échéance des taux allemands et le cours de change vis-à-vis du dollar EU. La première conclusion est que l'aversion semble avoir augmenté à partir de l'été 1998, puis il apparaît que la volatilité du marché des actions américain s'est répercutée sur l'aversion pour le risque des opérateurs allemands. Il convient de rappeler que l'estimation retenue pour la volatilité américaine est une mesure déduite des prix des options. Une partie de la relation entre l'aversion allemande pour le risque et la volatilité américaine peut donc refléter un lien entre l'aversion pour le risque dans les deux pays. Les résultats obtenus et ceux de Tarashev *et al.* se recoupent donc : malgré des différences liées à la construction des échantillons, les deux études font ressortir l'influence des annonces internationales sur l'aversion pour le risque.

Lien entre l'aversion pour le risque en Allemagne et aux États-Unis

## Références

- Aït-Sahalia, Y., Y. Wang et F. Yared (2001) : « Do option markets correctly price the probabilities of movement of the underlying asset ? », *Journal of Econometrics*, vol. 102, pp. 67-110.
- Beber, A. et M. Brandt (2003) : « The effect of macroeconomic news on beliefs and aversion ; evidence from the options market », *manuscript non publié*.
- De Santis, G. et B. Gerard (1997) : « International asset pricing and portfolio diversification with time-varying risk », *Journal of Finance*, vol. 52, pp. 1881-1912.
- Engle, R. (2001) : « GARCH101 : the use of ARCH/GARCH models in applied econometrics », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 15, pp. 157-168.
- Glatzer, E. et M. Scheicher (2003) : « Modelling the implied probability of stock market movements », *ECB Working Paper*, n° 212.
- Jackwerth, J. (1999) : « Option-implied risk neutral distributions and implied binomial trees : a literature review », *Journal of Derivatives*, vol. 7, n° 2, pp. 66-92.

---

<sup>10</sup> Dans la régression à deux variables, la variation de VIX donne un R<sup>2</sup> de 8 %, contre moins de 1 % pour chacune des quatre autres variables.



Jackwerth, J. (2000) : « Recovering risk aversion from option prices and realized returns », *Review of Financial Studies*, vol. 13, pp. 433-451.

Melick, W. R. et C. P. Thomas (1997) : « Recovering an asset's implied PDF from option prices : an application to crude oil during the Gulf crisis », *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, mars, pp. 91-115.

Rosenberg, J. V. et R. F. Engle (2002) : « Empirical pricing kernels », *Journal of Financial Economics*, vol. 64, pp. 341-372.

Tarashev, N., K. Tsatsaronis et D. Karampatos (2003) : « Attitude des investisseurs à l'égard du risque : enseignements fournis par les options », présente édition du *Rapport trimestriel BRI*.