

QUELLE ÉTAIT LA GRAVITÉ DE LA CRISE BOURSIÈRE DE SEPTEMBRE 2001 ? CONSTRUCTION D'UN INDICE DE CRISE ET MISE EN PERSPECTIVE DES DERNIÈRES TURBULENCES

BERTRAND MAILLET*
THIERRY MICHEL**

Les événements récents ont montré l'intérêt d'une mesure de la turbulence sur les marchés financiers. Au gré de l'arrivée d'information, les indices ont connu de fortes variations - à la baisse mais aussi à la hausse, parfois dans la même journée. Les mesures traditionnelles dont il est fait usage sur les marchés se révèlent inadaptées pour appréhender la volatilité dans toute sa dimension, car elles ne tiennent pas compte de la variabilité de l'étendue et de la durée des périodes de crises - de quelques heures à quelques mois. L'objet de cette note est de mettre en perspective les récentes turbulences, à l'aide d'un indicateur conçu pour prendre en compte l'hétérogénéité des intervenants sur le marché en intégrant leurs différents horizons d'observation et de décision. Cet indicateur n'est rien d'autre que l'analogie de l'échelle de Richter utilisée en géophysique. Nous proposons ainsi une caractérisation de l'ampleur de la crise récente comparée aux précédents krachs qui ont marqué l'histoire financière. Nous mesurons le niveau de la crise de septembre 2001 sur le marché français et sur le marché américain à partir d'échantillons de caractéristiques très différentes.

* TEAM - ESA 8059 du CNRS - Université de Paris 1 (Panthéon-Sorbonne), ESCP-EAP et AAA (Groupe ABN AMRO). E-mail : bmaillet@univ-paris1.fr

** Commission des Opérations de Bourses et TEAM - ESA 8059 du CNRS - Université du Paris 1 (Panthéon-Sorbonne). E-mail : tmichel@cob.fr

Le contenu de cet article n'engage que ses auteurs et ne reflète pas nécessairement les opinions de leurs employeurs. Les erreurs éventuelles relèvent de l'entière responsabilité des seuls auteurs.



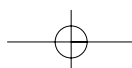
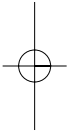
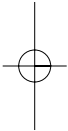
LA CONSTRUCTION DE L'INDICE DE CRISE ET SA VALIDATION

Suivant en cela une méthode proposée par Zumbach *et alii* (2000), nous cherchons une mesure qui intègre les horizons des différents types d'opérateurs. Certains s'intéressent aux variations intra-journalières (*day trading*), la plupart observent les variations entre deux cours de clôture, tandis que ceux ayant un horizon plus long regardent principalement les tendances. La définition d'une crise ne doit donc pas dépendre de la périodicité des observations, d'autant qu'en période de forte volatilité les baisses importantes alternent rapidement avec des hausses toutes aussi importantes, phénomène indécélable à une fréquence d'observation plus basse. C'est pourquoi l'indicateur que nous proposons ici repose sur une approche multidimensionnelle d'une mesure de risque.

Pour chaque mesure de notre indicateur - appelé par la suite IMS (*Index of Market Shocks*), nous calculons les variances des variations des cours observés de l'échelle la plus fine (haute-fréquence) à la plus grossière (comprenant le minimum d'observations)¹. Dans le cas des séries haute-fréquence du CAC, par exemple, nous calculons chaque jour 19 variances, de celle des cours observés toutes les 10 minutes jusqu'à la volatilité définie par le carré de la variation du cours entre deux clôtures. Dans le cas du Dow Jones, nous évaluons chaque mois des variances allant de celle des cours de clôture jusqu'à une variance mensuelle définie par le carré de la variation depuis la clôture du mois précédent. À la différence de l'indicateur de Zumbach *et alii* (2000), chaque observation de notre indicateur ne fait donc aucune référence à des événements antérieurs à la date de la mesure précédente, ce qui permet d'identifier précisément la contribution de chaque période à la turbulence globale du marché. Notre méthode présente de plus l'avantage d'ignorer le biais de saisonnalité, mais a comme inconvénients de ne pas être calculable en continu et de restreindre le nombre de fréquences analysées.

Les variances obtenues sont naturellement corrélées entre elles, les corrélations dépendant de la grille de fréquences choisies. Pour ne pas biaiser les résultats, nous choisissons donc d'extraire les facteurs sous-jacents à ces séries de variance, par une analyse en composantes principales. L'analyse est justifiée ici puisque les variances sont log-normales, et que la décomposition des séries de log-variance donnera des facteurs normaux et indépendants. Le faible nombre de facteurs significatifs obtenus (2 au plus dans nos échantillons) montre que l'analyse en composantes principales permet d'extraire l'information commune en éliminant le bruit - ou les biais - spécifique à chaque échelle.

Connaissant la valeur de ces facteurs à chaque période, il suffit maintenant de multiplier la probabilité d'observer chacun d'entre eux





QUELLE ÉTAIT LA GRAVITÉ DE LA CRISE BOURSIÈRE DE SEPTEMBRE 2001 ?
CONSTRUCTION D'UN INDICE DE CRISE
ET MISE EN PERSPECTIVE DES DERNIÈRES TURBULENCES

(pondérée par le poids du facteur), pour connaître la probabilité d'observer la configuration de l'ensemble des variances à cette période.

Par analogie avec l'échelle de Richter, nous construisons un indice logarithmique, calculé de manière à être une fonction croissante de la gravité (rareté) de la crise. Pour faciliter son interprétation et sa lecture, nous choisirons d'utiliser un log base 2, c'est-à-dire que l'IMS à la date t s'écrit :

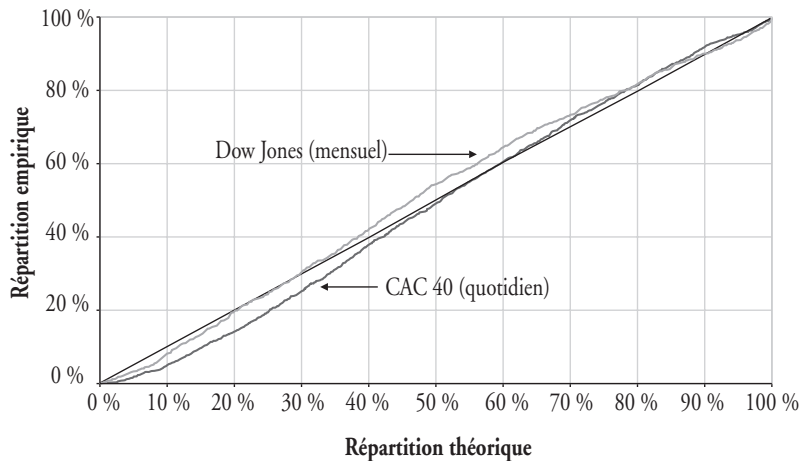
$$IMS_t = -\sum_{k=1}^K \{\omega_k \log_2[1-F(fac_k)]\}$$

où ω_k est la contribution du k -ième facteur fac_k à la variance totale des volatilités, et $F(.)$ est la fonction de répartition de la loi de Gauss².

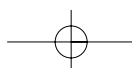
Par le calibrage par la constante $-1/\log(2)$ - l'indicateur s'interprète facilement puisqu'un point supplémentaire sur l'échelle correspond à une configuration deux fois plus rare, et la configuration médiane - telle que 50 % des observations sont en-dessous - a théoriquement la valeur de 1.

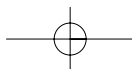
La validation *ex post* de cette échelle confirme que la fréquence empirique des différentes valeurs de l'indice est proche de sa fréquence théorique (cf. graphique n°1). L'ajustement entre la répartition théorique et la répartition empirique n'est cependant pas parfait, mais l'écart *maximum* entre les deux fonctions a lieu pour les petites valeurs (qui ne nous intéressent pas dans l'analyse). Pour les quantiles élevés (95 % et plus), correspondant à des valeurs de l'indice de crise supérieures à 4, les deux distributions coïncident.

Graphique n°1
Répartition empirique des indices de crise (IMS),
par rapport à leurs répartitions théoriques



Source : Euronext et Economagic, calculs des auteurs. Période 1995-2001 pour le CAC en intra-journalier et 1896-2001 pour le Dow Jones en quotidien.



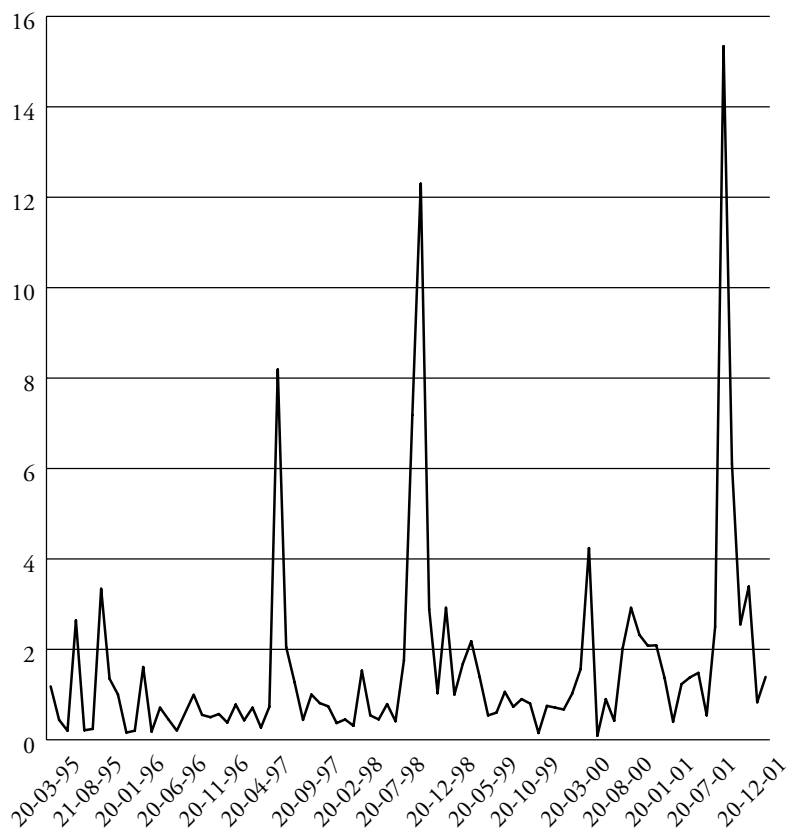


LA CRISE ACTUELLE MISE EN PERSPECTIVE

L'analyse du CAC a été effectuée à partir de données haute-fréquence. Sur la période 1995-2001, les journées de plus forte turbulence ont été observées en septembre dernier³.

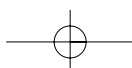
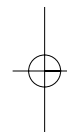
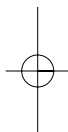
Les deux journées les plus critiques ont été les 11 et 12 septembre ; deux jours pendant lesquels le marché était suspendu aux États-Unis. Cette crise se situe environ deux points au-dessus de la crise d'octobre 1998 sur notre échelle, c'est-à-dire qu'elle était quatre fois plus improbable en théorie.

Graphique n°2
Évolution de l'IMS calculé sur le CAC entre 1995-2001
(données journalières)



Source : Euronext, calcul des auteurs. Période 1995-2001 en intra-journalier.

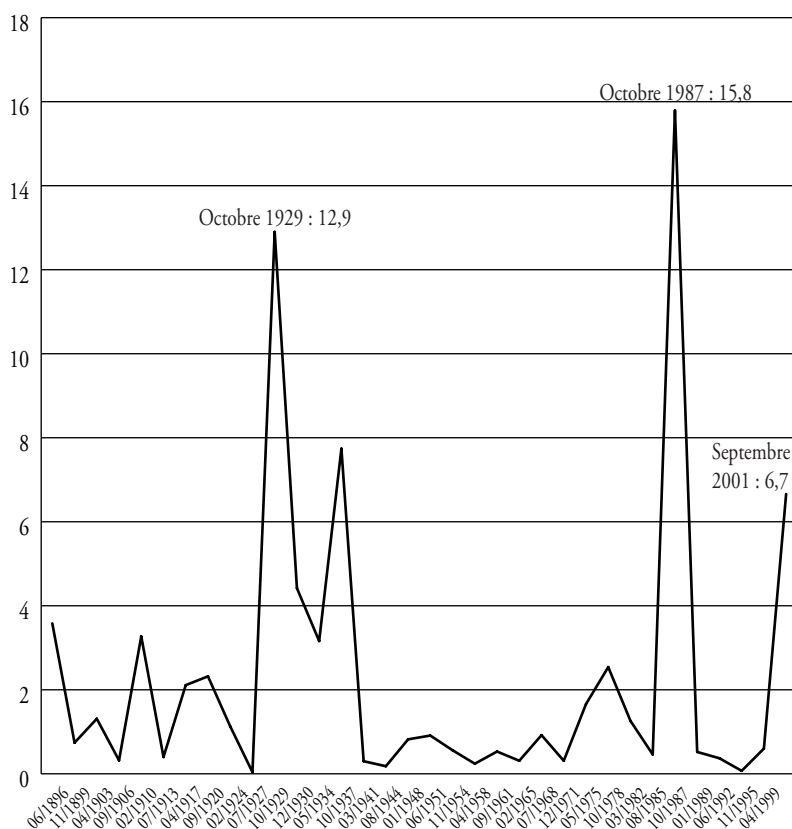
Pour avoir plus de recul sur la situation actuelle, il est nécessaire de disposer de données sur de longues périodes, couvrant ainsi de nombreuses crises. C'est le cas pour les séries quotidiennes du Dow



QUELLE ÉTAIT LA GRAVITÉ DE LA CRISE BOURSIÈRE DE SEPTEMBRE 2001 ?
CONSTRUCTION D'UN INDICE DE CRISE
ET MISE EN PERSPECTIVE DES DERNIÈRES TURBULENCES

Jones, qui sont disponibles depuis 1896. À partir de ces données, nous avons construit un indicateur IMS mensuel, en mesurant les variations de cours tous les jours, tous les deux jours...

Graphique n°3
Évolution de l'IMS calculé sur le Dow Jones entre 1896-2001
(données mensuelles)



Source : Economagic, calcul des auteurs. Période 1896-2001 en journalier.

Selon cette analyse, le mois de septembre 2001 correspond à la perturbation la plus importante depuis 1987 sur le marché américain. Ce n'est que la 29^e plus grande perturbation depuis 1896, si l'on compare les indices mensuels. Cependant, en regroupant les mois consécutifs relatifs aux mêmes crises ⁴, la crise actuelle est la neuvième en importance depuis un siècle (*cf.* tableau n°1).

Sur le marché français (*cf.* tableau n°2), plusieurs crises sont identifiables sur la période d'étude : la crise asiatique (été 1997), les turbulences russes (automne 1998), la crise financière venue du Brésil (début 1999),

l'effondrement du modèle de la nouvelle économie et l'éclatement de la bulle sur le Nasdaq (printemps 2000), la crise argentine (printemps 2001) et enfin celle liées aux attaques terroristes aux États-Unis (automne 2001). Plus spécifiquement, la crise de septembre 2001 a duré 14 jours dans le mois (avec un IMS supérieur à 3) et elle a été ponctuée par une journée plus calme (correspondant au 13 septembre, où l'IMS est redescendu à 2,72). Les valeurs de l'IMS calculées en octobre - si elles correspondent bien à une situation de crise - ne sont plus dans les plus importantes observées depuis 1995.

Tableau n°1
Comparaison des dix premières crises à l'aide de l'IMS
(aux États-Unis depuis 1896)

Début de la crise	Fin de la crise	IMS maximum sur la période	Durée (en mois)
Octobre 1987	Février 1988	15,67	4
Octobre 1929	Janvier 1930	13,10	3
Mai 1931	Janvier 1934	11,39	32
Décembre 1899	Janvier 1900	9,70	1
Mai 1940	Juillet 1940	8,76	2
Septembre 1937	Février 1938	8,32	5
Juin 1896	Décembre 1896	7,19	6
Juin 1930	Janvier 1931	7,12	7
Septembre 2001	Octobre 2001	6,99	1
Décembre 1928	Janvier 1929	6,85	1

Source : Economagic, calcul des auteurs. Période 1896-2001 en journalier.

Tableau n°2
Comparaison des dix premières crises à l'aide de l'IMS
(en France depuis 1995)

Début de la crise	Fin de la crise	IMS maximum sur la période	Durée (en jours)
06/09/01	13/09/01	15,26	5
14/09/01	27/09/01	13,65	9
21/09/98	09/10/98	12,24	14
13/01/99	18/01/99	8,40	3
28/05/97	29/05/97	8,17	1
28/08/98	02/09/98	7,93	3
14/03/01	15/03/01	7,81	1
05/04/00	06/04/00	7,74	1
17/09/98	18/09/98	7,70	1
02/06/97	03/06/97	6,69	1

Source : Euronext, calcul des auteurs. Période 1995-2001 en intra-journalier.



QUELLE ÉTAIT LA GRAVITÉ DE LA CRISE BOURSIÈRE DE SEPTEMBRE 2001 ?
CONSTRUCTION D'UN INDICE DE CRISE
ET MISE EN PERSPECTIVE DES DERNIÈRES TURBULENCES

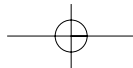
Avec le seuil choisi ici pour qualifier une crise (IMS supérieur à 3), le début de la crise de septembre 2001 se situe le 6 ; les attentats du 11 sont intervenus dans un marché déjà fortement volatil. Sur l'échantillon français dont nous disposons, la crise de septembre n'a pas d'équivalent en amplitude et les données du Dow Jones confirment que cette crise est la plus forte depuis 1987.

L'indicateur IMS que nous proposons montre que les derniers événements américains ont provoqué une crise majeure - sans équivalent en France ces dernières années (les crises asiatique et russe sont, d'après notre mesure, bien moins importantes). Les données américaines sur longue période aux États-Unis, montrent néanmoins que les turbulences du mois de septembre ne sont pas du même ordre de grandeur que les crises historiques d'octobre 1987 et octobre 1929. Si l'on interprète strictement notre échelle, la crise de 1987 serait 400 fois plus rare que celle attachée aux derniers événements. Plus généralement, si notre indice semble indiquer que l'amplitude des turbulences augmente depuis 1995, les données américaines de long terme ne confirment pas cette constatation puisque l'indice de choc sur le Dow Jones n'a pas en moyenne un niveau plus élevé maintenant.

L'échelle de l'indicateur IMS permet bien de mettre en correspondance fréquences d'occurrence théorique et empirique des crises et s'interprète intuitivement comme la probabilité d'observer une telle crise. Ses applications sur deux échantillons de caractéristiques différentes (données quotidiennes, indicateur mensuel sur longue période ; données intra-journalières et indicateur quotidien sur courte période) se prêtent à la même interprétation, notamment en ce qui concerne l'amplitude de la crise de septembre. De part sa robustesse, cet indicateur se prête à des extensions naturelles de mesure du risque portant sur des actifs spécifiques ou des portefeuilles.

NOTES

1. Plusieurs études récentes montrent que cette mesure classique, la variance empirique des rentabilités, est distribuée selon une loi log-normale (*cf.* Andersen *et al.*, 2001), et ce quelle que soit l'échelle d'observation.
2. Les détails de la construction de l'indicateur IMS, ainsi que la justification des choix méthodologiques se trouvent dans Maillat et Michel (2001).
3. Notre échantillon s'arrête au 26 novembre pour le CAC (et au 31 octobre 2001 pour le DIJ, le mois d'octobre 2001 étant le dernier mois connu). Une actualisation des données confirme l'analyse reportée ici.



4. Les crises correspondent aux périodes consécutives où l'indice de crise (IMS) est supérieur à la valeur 3, choisie arbitrairement comme la valeur correspondant approximativement au dernier décile de l'indice.

BIBLIOGRAPHIE

ANDERSEN T., T. BOLLERSLEV, F. DIEBOLD et H. EBENS, (2001), « The Distribution of Stock Returns Volatilities », *Journal of Financial Economics* 61 (1), July 2001, 43-76.

MAILLET B. et TH. MICHEL, (2001), « An Index of Market Shocks based on Multiscale Analysis », *proceedings of the Forecasting Financial Markets conference*, London, June 2001, 22 pages.

ZUMBACH G., M. DACOROGNA, J. OLSEN et R. OLSEN, (2000), « Shock of the News », *Risk*, March 2000, 110-114.

