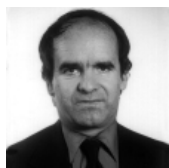


La *Value at Risk* est-elle un indicateur pertinent de mesure des risques ?

Didier Marteau
Professeur à l'ESCP
Directeur de
la recherche sur
les marchés financiers
Arthur Andersen



La *Value at risk* résume l'exposition globale d'une banque aux risques de marché. Elle soulève néanmoins de nombreux débats, tant sur son calcul que dans l'utilisation qui peut en être faite.

L'évolution du cadre réglementaire, autorisant désormais les banques à calculer les fonds propres alloués à la couverture des risques de marché sur la base de «modèles internes», plutôt que de forfaits standards, a entraîné une forte accélération de la réflexion sur la mesure et le contrôle des risques liés aux activités de marché. La vitrine de cette riche et importante analyse s'appelle la *Value at risk*, «chiffre magique» supposé résumer à lui seul l'exposition globale d'une banque aux risques de marché. La concentration sur un seul chiffre est incontestablement séduisante, mais ne saurait constituer la réponse unique au problème de la mesure des risques de marché. La première question à poser est celle de l'interprétation économique du chiffre, et donc de son utilisation : est-ce réellement un montant de fonds propres, une mesure de risque en cas de scénario-catastrophe, une perte acceptable à une fréquence déterminée ? Un autre point important concerne l'articulation entre la *Value at risk* (*VaR*) et les systèmes décentralisés de mesure et suivi des risques. La plupart des banques font aujourd'hui coexister dans leur salle des marchés un système de limites en nominal, *stop loss* ou sensibilité (voire les trois !) avec une mesure agrégée des risques exprimée en *VaR*. Cette absence de cohérence interne pose-t-

elle un problème, ou bien les deux approches sont-elles complémentaires ?

Le calcul de la *VaR* soulève des questions difficiles d'ordre mathématique et managérial. Elle ne doit cependant pas se réduire à un débat entre probabilistes sur la modélisation de l'évolution des actifs financiers, mais s'inscrire dans une réflexion plus générale sur l'organisation du système de limites et de contrôle des risques. La fin ne doit pas se substituer aux moyens.

Problèmes méthodologiques posés par le calcul de la *Value at risk*

La *Value at Risk* représente la perte potentielle supportée par une banque (et de manière plus générale par le détenteur d'un portefeuille de positions) dans l'hypothèse d'une évolution défavorable des marchés. Cette définition, d'apparence simple, soulève en réalité de difficiles questions méthodologiques.

- Comment décrire «l'évolution défavorable des marchés» ? Est-ce un scénario historique, un scénario «construit» à l'aide de modèles probabilistes, un scénario «discrétionnaire» ?
- Comment définir la perte «potentielle» ? Celle-ci repose sur le choix d'un intervalle de confiance. A titre d'exemple, sous l'hypothèse d'une

distribution normale (gaussienne) des variations de cours, une protection de deux écarts types conduit à un montant de perte potentielle qui peut être dépassé dans 2,28 % des cas, soit environ cinq fois dans l'année. Le choix de trois écarts types fait passer la fréquence d'occurrence à 1 pour 1 000, soit une fois tous les quatre ans ! Quel est le bon intervalle de confiance ?

- Quel est l'horizon du risque de marché ? Une journée, horizon de déboulement d'une position malheureuse de *trading* sur un actif liquide (dollar-mark, OAT...), dix jours, horizon recommandé pour toutes les positions par la BRI, un mois, horizon de liquidation d'une position sur certains titres «exotiques» ? La mesure du risque dépend très largement de la réponse à cette question, souvent négligée dans les modèles internes.

On peut identifier deux approches dominantes pour définir la *VaR*:

- l'approche historique consiste à réévaluer le portefeuille à l'aide des scénarios de marché passés, afin d'obtenir une distribution empirique des gains et pertes potentiels. La *VaR* est alors déduite de l'intervalle de confiance retenu. L'approche la plus conservatrice consiste à choisir la perte la plus élevée observée si le passé se reproduisait ;
- l'approche probabiliste repose sur une modélisation aléatoire de l'évolu-

1 Calcul de la VaR

Soit une banque détenant :

- 100 millions de dollars (contre francs) en dépôt
- un zéro-coupon dix ans en francs de valeur de marché 200 MF

Les données de marché sont :

- USD/FRF : 5,65
- Taux 10 ans FRF zéro-coupon : 7 %
- Volatilité du dollar-Paris : 10 %
- Volatilité des taux FRF dix ans : 15 %
- Corrélation entre le dollar et les taux FRF dix ans : 0

Quelle est la *Value at Risk* de ce portefeuille ?

Méthode analytique

◆ La variance globale d'un portefeuille est égale à la somme des variances accrue de la somme algébrique des covariances.

Dans notre exemple, la covariance entre le dollar et les taux FRF étant supposé nulle, la variance du portefeuille de la banque s'écrit :

- La variance de la position dollar = $(100)^2 * (10\%)^2 * (5.65)^2 = 56,5^2$
- Variance de la position francs = $(200)^2 * (15\%)^2 * (7\%)^2 * (10)^2 = 21^2$
- Variance du portefeuille = $3\,633,25 = 60,28^2$

La volatilité du portefeuille, égale par définition à la racine carrée de la variance, est donc de 60,28 millions de francs. Ce montant, rapporté à l'horizon d'une journée, correspond à la perte potentielle *overnight* de la banque, qui pourra être dépassé dans 16,66% des cas, fréquence de dépassement d'un écart type dans la loi normale. Dans le modèle normal, la volatilité est proportionnelle à la racine carrée du temps, conduisant à un écart type quotidien de $60,28/252^{0,5} = 3,80$ millions de francs. Si la banque retient un intervalle de confiance de 99 % (probabilité de dépassement de 2,65 écart type dans la loi normale),

la *Value at Risk* sera naturellement de $3,80 * 2,65 = 10,06$ millions de francs.

Ce montant doit être comparé à celui résultant d'un simple empilement des risques.

L'empilement conduit à un risque de portefeuille égal à $(56,5+21)/252^{0,5} = 4,88$ millions de francs. La prise en compte des corrélations, même si celles-ci sont nulles, conduit à réduire le risque d'environ 22 %. L'indépendance des positions est un facteur de réduction du risque de portefeuille. Celui-ci n'est égale à la somme des risques que sous l'hypothèse d'une corrélation parfaite et défavorable entre toutes les positions.

Simulation numérique

◆ La méthode consiste à simuler des trajectoires d'évolution du dollar et des taux zéro-coupon francs conformes aux hypothèses de volatilité (respectivement 10 et 15 %) et corrélation (0).

Voici, à titre d'illustration, dix scénarios joints d'évolution des deux variables, tirés de manière aléatoire, et le *mark to market* associé :

Taux zéro 10 ans (%)	Change USD/FRF	Mark to market net
7,02	5,68	+2,6
6,86	5,57	-5,2
6,95	5,62	-2
6,87	5,66	+3,6
6,92	5,64	+0,6
6,97	5,63	-1,4
7,03	5,65	-0,6
6,99	5,63	-1,8
6,97	5,68	+3,6
7,05	5,62	-4

La perte moyenne «simulée» du portefeuille est de 0,46 million de francs, avec un écart type de 3,05 millions de francs, légèrement inférieur à celui résultant de l'approche analytique. Plus le nombre de tirages est élevé, plus le résultat obtenu converge évidemment vers le résultat analytique.

tion future des variables de marché. Cette approche pose le problème de la mesure des corrélations entre variables de marché, centrale dans le calcul du risque global de portefeuille. Deux méthodes de calcul du risque global doivent être distinguées :

- d'une part, la méthode analytique, qui conduit à une solution unique et fermée. C'est la méthode dite *Riskmetrics*, système de mesure du risque global de marché proposé par JP Morgan, reposant sur l'utilisation d'une matrice de variance-covariance,

- d'autre part, la simulation numérique, qui consiste à «lancer» plusieurs milliers de scénarios aléatoires d'évolution des cours (appelés «trajectoires»), et à calculer à chaque fois le *mark to market* du portefeuille. De la distribution des *mark to market* ainsi obtenus, est extraite la perte correspondant à l'intervalle de confiance retenu ①.

L'intérêt des méthodes numériques (dites méthodes de Monte-

Carlo) est double. Elle permet d'abord de mesurer les risques attachés à des instruments dont la sensibilité varie étroitement avec le cours de l'actif sous-jacent – instruments qualifiés de convexes –, telles les options. L'approche en termes de variance est dans ce cas inadaptée, puisqu'elle suppose implicitement la sensibilité constante. L'approche numérique repose sur la réévaluation des portefeuilles dans différentes hypothèses de cours, et évince ainsi efficacement le problème de la convexité. Elle donne aussi des trajectoires d'évolution du cours des variables financières, ressource précieuse lorsqu'il s'agit d'évaluer des instruments *path-dependent*, c'est-à-dire dont le *pay-off* dépend du chemin suivi : options sur cours moyen, sur cours minimum, sur cours maximum, options à barrières, et de manière générale, options exotiques.

La question de l'horizon du risque de marché ne saurait appeler une réponse univoque, sous la forme de «10

jours», comme l'impose aujourd'hui la BRI, ou «24 heures» comme l'exigent certaines banques actives sur le *trading* de produits liquides.

La question de l'horizon du risque

L'horizon du risque de marché dépend simultanément de la liquidité de la position et de la nature stratégique de cette dernière. A un horizon unique de risque doit être substituée une matrice de risque liquidité/nature stratégique. On peut par exemple distinguer deux grandes familles de positions : les positions de *trading*, dont l'horizon de déboucement est court – 24 heures le plus souvent –, et les positions d'«investissement», dont l'horizon de déboucement est volontairement plus long. Le *trading* et l'investissement peuvent s'appliquer à des produits plus ou moins liquides, conduisant à l'approche matricielle évoquée dans le tableau ②.

D'autres facteurs peuvent être pris en compte dans la construction de la matrice, parmi lesquels le poids relatif de la position sur le marché (une trop forte position relative peut rendre le déboucement difficile), ou le risque de signature, dont les effets s'analysent en termes de risque de marché. Ce dernier risque est qualifié de risque «spécifique» par la BRI et doit faire réglementairement l'objet d'une mesure identifiée.

Le débat sur l'horizon du risque implique de lourdes conséquences en matière d'allocation de fonds propres. Le choix d'un horizon unique de dix jours peut certes être interprété comme le barycentre des horizons des différentes positions d'une banque, mais il pénalise fortement les établissements dont l'activité est orientée sur le *trading* de produits liquides.

Les trois usages de la Value at Risk

Le débat sur le calcul de la *Value at Risk* a presque éclipsé la réflexion sur les objectifs de cette mesure de risque. Destinée à l'origine à se substituer aux mesures forfaitaires réglementaires, la *Value at Risk* est devenue l'objet d'un triple enjeu :

② Matrice de risque liquidité-nature stratégique

	Trading	Investissement
Change sur grandes devises	24 h	variable (1, 3, 6... mois)
Change sur devises exotiques	1 semaine	-
Obligations d'État	24 h	variable (1, 3, 6... mois)
Obligations secteur public	1 semaine	variable (1, 3, 6... mois)
Obligations secteur privé	1 mois	variable (1, 3, 6... mois)
Contrats futures	24 h	variable (1, 3, 6... mois)

- améliorer la mesure des fonds propres alloués à la couverture des risques de marché, enjeu originel du modèle interne ;
- permettre à la direction générale en charge des marchés de disposer en temps quasi-réel d'une mesure globalisée des risques et d'un outil de pilotage de ses positions ;
- mettre en place un système d'allocation optimale de capital entre les centres de profit d'une salle de marché, reposant sur la maximisation du rendement corrigé du risque.

Value at Risk et allocation de fonds propres. La BRI propose aux banques un cadre très strict de calcul de la *Value at Risk*, dans le souci d'homogénéiser les mesures de risque entre banques et de protéger ces dernières

et les déposants contre une faillite individuelle liée à un scénario-catastrophe de marché. Quatre conditions sont imposées aux établissements bancaires dans l'élaboration de leur modèle interne :

- l'horizon du risque est (au moins) de dix jours ouvrés ;
- l'intervalle de confiance est de 99 %, correspondant à 2,65 écarts types dans la loi normale ;
- la période d'observation historique pour le calcul des estimateurs de volatilité et de corrélation est au minimum d'un an ;
- les corrélations entre positions doivent être prises en compte, tant à l'intérieur des familles de risque (taux d'intérêt, change, actions et matières premières) qu'entre les familles de risque.

Le choix d'un intervalle de confiance de 99 % est par essence discutable. S'il est appliqué au calcul du montant de fonds propres alloués aux activités de marché, il peut paraître insuffisant : un conseil d'administration peut-il accepter que le montant de capital investi dans les activités de marché puisse disparaître deux fois par an (fréquence de 1 % sur une base de 252 jours ouvrés) ? Certes, le chiffre obtenu par le modèle interne doit être réglementairement multiplié par 3, ce qui conduit dans la réalité à un intervalle de confiance de 8 écarts types, dont la probabilité de dépassement n'est même pas inscrite dans les tables de la loi normale, l'estimateur n'étant pas significativement différent de zéro !

Si l'on mesure les fonds propres par le capital devant couvrir le risque d'un scénario-catastrophe de marché, le choix d'un nombre d'écarts types élevé semble en effet adapté. Cependant, sachant qu'aucun modèle ne donnera une mesure exacte de la perte observée sur l'horizon du risque retenu, certaines banques mesurent la *Value at Risk* par le maximum de la perte calculée par la méthode historique et de la perte issue de l'approche probabiliste.

BANQUE Stratégie
juillet-août 1997 140

LES DOSSIERS DE PROSPECTIVE BANCAIRE ET FINANCIÈRE

- 12 Pourquoi un nouveau règlement ?
P.-H. Cassou, CBRF
- 13 Le point de vue de l'autorité de contrôle
J.-L. Fort, Commission bancaire
- 14 Le comité d'audit : un rôle qui doit s'affirmer
L. Viane, Comptoir des entrepreneurs
- 15 Contrôle interne et système d'information
S. de La Rocheville, Crédit agricole, Indusuez et P. F. Trépo, Trésorier, Commission bancaire
- 16 Les efforts d'adaptation des banques françaises
D. Penier, Coopers & Lybrand audit
- 17 Une organisation du contrôle interne structurée
M. Lemaigre, BNP
- 18 Contrôler les risques de crédit
J.-P. Caullie, CCF
- 19 La mesure de rentabilité des activités bancaires
G. Lourd, CIC Banque Cial
- 20 Contrôle interne et exploitation
J.-Cl. Victor, Banque NSM
- 21 L'impact du règlement sur le contrôle des opérations de marché
D. Millard, CCF
- 22 Gestion globale de taux d'intérêt : quels critères d'appréciation retenir ?
F. Buhacir, Bercet-Phoc-Maitrehouse
- 23 La position des commissaires aux comptes
M. Berthelot-Caston, Deloitte Touche Tohmatsu
- 24 Le rôle du corps d'audit
J.-M. Crozet, Caisse d'épargne

Le règlement 97-02 et ses conséquences sur l'organisation des banques

Bon de commande
Johan Defert
☎ 01 48 00 54 02

Le règlement 97-02 applicable à partir du 1^{er} octobre 1997 prévoit un renforcement du contrôle interne dans les établissements de crédit. L'objectif est de s'assurer que les risques de toute nature sont analysés et surveillés et de contribuer à la détection précoce et à la prévention des difficultés. Ces exigences vont entraîner pour certains établissements des réflexions sur leur organisation et leur système d'information, voire une révision de leur dispositif, avec éventuellement la mise en place d'un comité d'audit indépendant. Ce texte réglementaire met l'accent sur le contrôle des activités de crédit et de leur rentabilité. Si l'objectif est incontesté, il est plus difficile de définir et de trouver un consensus sur les bonnes méthodes. Ce sera l'objet du Livre blanc que la Commission bancaire prépare en accord avec la profession afin que la place française se rapproche des pratiques internationales.

le Contrôle interne

Value at Risk et mesure globalisée des risques. Disposer en temps réel, ou au moins quotidiennement, d'une mesure globalisée des risques de marché, est une information précieuse et nouvelle pour la direction générale. Dans le contexte actuel, l'agrégation des risques se heurte à deux obstacles principaux. D'une part, les limites de marché sont encore très souvent exprimées dans des formats différents – nominal, *stop loss*, sensibilité –, interdisant tout cumul. D'autre part, la prise en compte des corrélations entre les positions des tables est un exercice non intuitif, qui exige un traitement mathématique spécifique. La seule réponse simple est celle de l'«empilement» des risques, c'est-à-dire de leur addition, qui correspond en fait au choix implicite de corrélations parfaites et défavorables entre toutes les positions. La probabilité d'occurrence de ce scénario-catastrophe est trop faible pour que le chiffre associé ait une quelconque légitimité.

La question qui doit maintenant être posée est celle de l'articulation entre la *Value at Risk* et le système de limites de la salle des marchés. Les limites imposées aux opérateurs doivent-elles être exprimées en *VaR*, ou bien dans un format différent ? Ce format doit-il d'ailleurs être commun à l'ensemble des tables ? Si la logique devait conduire, dans une première étape, à une homogénéisation des formats de limite entre les tables, le choix de la *VaR* en tant que mode d'expression commun de cette limite n'est pas immédiat. La mise en place de limites exprimées en *Value at Risk* ne manquera en effet pas de poser à court terme le problème de leur périmètre. Pourquoi ne pas affecter une limite de marché globale aux activités de taux d'intérêt, incluant opérations de trésorerie, obligations, swaps de taux et dérivés optionnels, partagée en temps réel par les opérateurs des tables concernées ? Et les corrélations entre les mouvements de taux d'intérêt des différentes monnaies n'imposent-elles pas une limite globale sur les produits de taux d'intérêt toutes devises confondues ? Ce raisonnement peut s'appliquer par vagues à l'ensemble des tables d'une salle de marché, et conduire à la mise en place d'une limite globale tous instruments confondus, partagée par l'ensemble des opérateurs ! Si une telle solution est évidemment non souhaitable, dans la mesure où elle dilue les responsabilités et empêche toute mesure décentralisée de la performance, il n'em-

pêche que la réflexion sur le périmètre et l'expression de la mesure du risque est au cœur du débat sur la *Value at Risk*.

Value at Risk et allocation optimale de capital. La rénovation des mesures de risque impliquée par le calcul de la *VaR* devrait accélérer la mise en place de systèmes d'allocation optimale de capital entre les différentes tables d'une salle de marché. Celle-ci peut en effet être assimilée à un portefeuille de positions, chacune étant décrite par un rendement espéré et un écart type (la volatilité), et l'allocation de capital peut reposer sur la maximisation du profit espéré corrigé du risque, conformément aux hypothèses de base de la théorie du portefeuille. Le portefeuille de la banque doit être «efficient», c'est-à-dire éliminer les positions ayant un risque plus élevé associé à un rendement plus bas, et être structuré de manière à respecter l'objectif d'optimisation. Cette approche suppose une uniformisation des mesures de risque entre les différentes positions, ce qui soulève des problèmes méthodologiques délicats. L'un d'entre eux est l'assimilation des risques sur produits linéaires et convexes. A titre d'illustration, comment rendre homogène le risque sur une position «sèche» et celui relatif à la vente d'une option à barrière activante ? Les profils de risque sont totalement différents, le risque sur la position de change étant linéaire, donc régulier, alors que celui relatif à l'option n'apparaît qu'autour de la barrière, très éloignée du cours actuel, mais se traduit par un brutal saut de *mark to market*. Comment agréger ce risque, potentiellement élevé dans le futur et très faible instantanément, avec le risque attaché à une position sèche ?

Les problèmes méthodologiques de mesure de la *Value at Risk* ne doivent pas occulter les questions de fond sur l'organisation du système de contrôle des risques de marché dans les établissements bancaires. L'enjeu de l'utilisation de la *VaR* est une première question, qui peut appeler des réponses différentes selon les banques. Cependant, n'oublions pas qu'une parfaite mesure de risque ne supprime pas pour autant ce dernier et que le risque de marché n'est que l'un des risques auxquels sont soumises les salles de marché, également exposées à ceux de contrepartie, opérationnels ou juridiques. ■