

# L'évaluation du risque de crédit dans le secteur canadien des entreprises par l'approche des créances contingentes

*Michal Kozak, Meyer Aaron et Céline Gauthier*

**D**ans leur analyse du système financier, les banques centrales s'intéressent au « risque systémique ». On entend généralement par là tous les risques qui peuvent mettre en péril le système financier et entraîner, au bout du compte, une baisse sensible du produit intérieur brut (PIB) réel. C'est pourquoi le suivi des risques pesant sur les secteurs canadiens des sociétés financières et des sociétés non financières constitue un aspect important de la surveillance de l'ensemble du système financier.

Il existe différentes méthodes pour évaluer le risque dans le secteur des entreprises. Une approche très répandue prend appui sur les ratios financiers de rentabilité, de liquidité et de levier (Aaron et Hogg, 2005; Altman, 1983; Vlieghe, 2001), tandis que d'autres mettent plutôt à profit les données en provenance des marchés financiers.

Le présent article examine l'une de ces méthodes, l'approche des créances contingentes (ACC), qui permet de modéliser le risque de crédit des sociétés en exploitant à la fois l'information issue des marchés (dont une mesure du risque lié à la volatilité des cours du marché) et celle tirée du bilan.

Bien que l'ACC soit une technique de modélisation intéressante pour l'analyse du risque de crédit, elle nécessite beaucoup de données et d'énormes calculs. Elle peut en outre être difficile à appliquer, car elle oblige à intégrer des données de différents types — provenant habituellement de diverses sources — pour un grand nombre de sociétés. D'où la nécessité de faire preuve de discernement lorsqu'on met en balance les impératifs de la surveillance avec le coût de la collecte et de l'intégration des données.

L'ACC est appliquée ici au secteur canadien des sociétés non financières ainsi qu'au secteur bancaire dans une optique de surveillance macroprudentielle. L'article débute par un survol de la méthodologie et des questions que soulève l'emploi de celle-ci à l'échelle sectorielle. Il présente ensuite des indicateurs de risque fondés sur cette approche pour certaines industries ainsi que pour l'ensemble du secteur des sociétés non financières. Puis l'ACC est appliquée au secteur bancaire canadien. L'article se termine par une évaluation de l'approche sous l'angle de la surveillance macroprudentielle et esquisse de nouvelles pistes de recherche.

## L'ACC : modèles à la Merton

### Mesure de la distance par rapport au défaut

L'ACC fait appel aux techniques d'évaluation des options de Black et Scholes pour le calcul de la probabilité de défaillance d'une entreprise. Elle s'inspire du modèle de Merton (1974), qui repose sur l'idée que l'actionnaire d'une société détient une option d'achat implicite sur les actifs de l'entreprise. L'ACC exploite à la fois les données historiques relatives au bilan (tel le ratio de levier financier) et des données récentes de nature prospective concernant le marché boursier (p. ex., la volatilité des rendements) pour mesurer la distance par rapport au défaut.

La distance par rapport au défaut (ci-après DD) est le nombre d'écart-types qui sépare la valeur de marché des actifs d'une entreprise de la valeur comptable de ses passifs. Si la DD augmente (c'est-à-dire si la valeur des actifs s'éloigne de celle des passifs), le risque de défaillance devrait être moins élevé. Une hausse de la DD peut être due à une amélioration du ratio de levier financier, à un accroissement des rendements, à une baisse de la volatilité des actifs ou à une combinaison de ces facteurs<sup>1</sup>.

Les indicateurs de marché construits à l'aide de modèles de Merton offrent plusieurs avantages par rapport aux indicateurs essentiellement basés sur des données comptables. D'abord, ils sont tournés vers l'avenir, et ils sont publiés plus fréquemment; ensuite, les méthodes permettant d'en extraire des mesures du risque sont largement reconnues<sup>2</sup>. Par contre, l'évolution des cours du marché peut refléter celle de facteurs qui n'ont aucun rapport avec la stabilité financière. Par exemple, une hausse de la valeur de marché provoquerait une augmentation de la DD (une réduction du risque de défaillance) même si elle était attribuable à un comportement moutonnier ou à une surréaction du marché par suite de la diffusion de nouvelles favorables plutôt qu'à une amélioration de la situation

1. On trouvera en annexe une description succincte du modèle de Merton.
2. Banque centrale européenne (2005); Sveriges Riksbank (2005); Banque nationale du Danemark (2005); Persson et Blåvarg (2003).

fondamentale. Quoi qu'il en soit, il a été démontré que les indicateurs de marché renferment de l'information au sujet des entreprises susceptibles d'éprouver des difficultés dans l'avenir (Chan-Lau et Gravelle, 2005; Chan-Lau, Jobert et Kong, 2004; Dionne et coll., 2006; Tudela et Young, 2003; Gropp, Vesala et Vulpes, 2002).

## Évaluation du risque au niveau sectoriel

L'ACC peut également servir à l'analyse sectorielle. Il suffit de l'appliquer à chaque entreprise du secteur étudié, puis de regrouper les résultats en une seule mesure sectorielle. Cette méthode a pour avantage de fournir de l'information sur la distribution des DD des entreprises, ce qui permet de centrer l'analyse sur les queues vulnérables de la distribution<sup>3</sup>. Son inconvénient réside dans le coût d'intégration des données, qui peut être substantiel lorsqu'il faut assurer une surveillance régulière.

On peut aussi appliquer l'ACC aux données sectorielles (Gapen et coll., 2004). Dans ce cas, on traite l'ensemble du secteur comme une entreprise individuelle, c'est-à-dire que l'on agrège les données sur l'endettement et le capital-actions de toutes les entreprises du secteur comme s'il s'agissait d'une seule entité. Cette façon de procéder nécessite moins de calculs, et il est plus facile de tenir les données à jour. De plus, en additionnant les capitalisations boursières et en calculant la volatilité de la mesure obtenue, on tient compte implicitement de la volatilité des actions de chaque entreprise et des corrélations entre elles. Cette application de l'ACC aux données sectorielles accorde explicitement plus de poids aux grandes entreprises. Par conséquent, les mesures ainsi établies devraient traduire la vulnérabilité systémique résultant de la dégradation de la situation financière d'une grande entreprise ou d'une masse critique de petites entreprises<sup>4</sup>.

Quelle que soit la méthode adoptée, il faut admettre que le fait d'étendre le modèle de Merton à l'analyse de l'ensemble d'un secteur oblige à interpréter différemment la DD. En effet, on a peut-être tort de voir dans la DD calculée pour le secteur un indicateur du risque de défaillance de ce dernier. Mais comme cette mesure reflète les risques liés aux entreprises du secteur, elle devrait aussi témoigner de la vulnérabilité globale de celui-ci.

Nous avons utilisé les deux méthodes. Dans le cas du secteur des sociétés non financières, où il est peu probable qu'une entreprise revête à elle seule une importance systémique, l'ACC a été appliquée

3. Aaron et Hogg (2005) procèdent de cette manière, en construisant un indicateur de vulnérabilité dans le secteur des entreprises au moyen de différents ratios financiers.
4. L'agrégation de données au niveau sectoriel peut avoir pour effet d'occulter les entreprises vulnérables, puisqu'elle suppose implicitement que les actifs d'une entreprise peuvent servir à garantir les engagements d'une autre entreprise, ce qui n'est pas strictement juste. Cependant, le problème serait le même si l'on faisait la moyenne des DD des entreprises.

uniquement aux données sectorielles<sup>5</sup>. Dans celui des grandes banques canadiennes, qui sont chacune susceptibles de présenter une importance systémique, l'ACC a été appliquée à la fois aux données des institutions et aux données sectorielles.

## Méthodologie et données

Les données du marché proviennent toutes de Thompson Financial Datastream. Les données de bilan des sociétés non financières cotées sont tirées de la base de données du *Globe and Mail*<sup>6</sup>. Quant aux données de bilan des banques canadiennes, elles sont extraites des relevés mensuels que celles-ci produisent à l'intention du Bureau du surintendant des institutions financières. Les mesures de la distance par rapport au défaut ont été calculées de la manière décrite dans Chan-Lau, Jobert et Kong (2004)<sup>7</sup>.

Le nombre de défaillances sur obligations de sociétés cotées est donné par le rapport entre le nombre de sociétés cotées s'étant trouvées en défaut de paiement au cours d'une année donnée et le nombre total d'entreprises dans l'industrie qui sont notées par Standard & Poor's<sup>8</sup>. En raison de l'insuffisance de données, la période retenue pour l'analyse du secteur des sociétés non financières s'étend de 1991 à 2005.

## Évaluation du risque dans le secteur des sociétés non financières

Afin d'évaluer l'utilité de l'ACC aux fins de la surveillance macroprudentielle, nous avons appliqué cette méthode aux principaux secteurs d'activité non financiers. Dans chacun des secteurs, nous avons

5. On compte au Canada plus de 1 500 sociétés non financières cotées.
6. Les sociétés non financières cotées qui figurent dans la base de données du *Globe and Mail* représentaient 55 % de l'actif total des sociétés non financières en 2004, selon les chiffres de Statistique Canada, et cette proportion variait selon l'industrie. Par exemple, dans le cas de l'industrie forestière, les sociétés cotées figurant dans la base de données du *Globe and Mail* comptaient pour 45 % de l'actif total de l'industrie.
7. En ce qui regarde les sociétés non financières, nous sommes servis des données de bilan annuelles pour calculer le seuil de défaillance, en additionnant les passifs à court terme et la moitié des dettes à long terme de toutes les entreprises d'une industrie. Le fait de ne considérer que la moitié des dettes à long terme est tout à fait arbitraire et conforme à la pratique décrite dans d'autres études. Dans le cas du secteur bancaire, nous avons retenu le total du passif. Nous établissons la volatilité des actions (en valeur annualisée) au début de chaque mois en utilisant une période mobile d'un an de données sur les capitalisations boursières quotidiennes. Enfin, les valeurs mensuelles de la DD ont été calculées à l'aide de la méthode exposée en annexe.
8. Les sociétés comprises dans la base de données du *Globe and Mail* ne sont pas toutes notées. Par conséquent, il se peut que nos données n'englobent pas les défaillances de toutes les sociétés incluses dans la base de données.

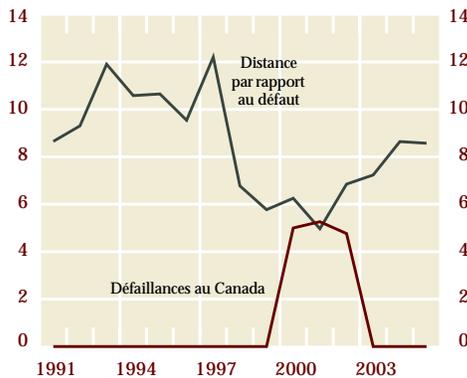
Tableau 1

### Corrélation entre la distance par rapport au défaut et les défaillances sur obligations

Distance par rapport au défaut (DD)	Défaillances
Ind. forestière (corr. avec la DD de l'année précédente)	-0,658
Ind. forestière (corr. contemporaine)	-0,550
Ind. manufacturière (corr. avec la DD de l'année précédente)	-0,146
Ind. manufacturière (corr. contemporaine)	-0,524

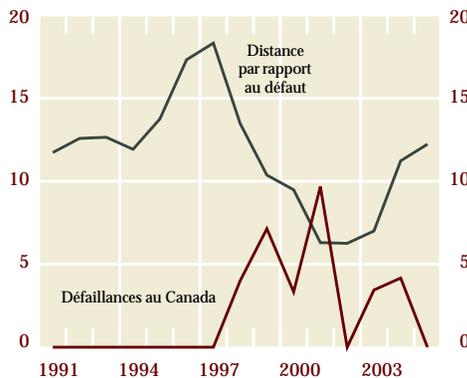
**Graphique 1**  
Distance par rapport au défaut et défaillances sur obligations

Industrie forestière



**Graphique 2**  
Distance par rapport au défaut et défaillances sur obligations

Industrie manufacturière



procédé à un examen préliminaire des propriétés de la DD comme indicateur avancé des défaillances sur obligations de sociétés.

### Mesure du risque au sein d'une industrie

Les Graphiques 1 et 2 présentent la DD des industries forestière et manufacturière respectivement. Dans les deux cas, la DD a commencé à baisser en 1997 et touché un creux en 2001. Elle affiche depuis une tendance à la hausse, signe que le risque aurait diminué dans ces branches d'activité.

Les corrélations entre la DD (de l'année en cours ou de l'année précédente) et les défaillances sur obligations (Tableau 1) confirment la présence d'une relation inverse conforme aux attentes<sup>9</sup>. La corrélation élevée observée dans l'industrie forestière donne à penser que la DD est un indicateur avancé des défaillances à venir, ce qui est intéressant du point de vue de la surveillance de la stabilité financière. Dans l'industrie manufacturière, la corrélation contemporaine est forte elle aussi, mais la corrélation avec la DD de l'année précédente est faible. Les Graphiques 1 et 2 portent à croire que la DD possède effectivement des propriétés d'indicateur avancé pour les branches d'activité étudiées.

### Mesures du risque dans l'ensemble du secteur des entreprises

Une hausse de la vulnérabilité des entreprises risque moins d'avoir une incidence systémique si elle a lieu dans un petit secteur d'activité plutôt que dans un grand. Toutefois, la contribution d'une branche d'activité au risque systémique ne tient pas uniquement à sa taille ou à son poids relatif dans le PIB ou dans l'activité de prêt des banques. Il importe également de tenir compte de la corrélation des risques entre les branches. Dans la présente section, nous proposons deux méthodes pour mesurer le risque dans l'ensemble du secteur des entreprises.

La première méthode consiste à agréger les données de bilan ainsi que les données relatives au capital-actions de toutes les sociétés, puis à calculer la DD pour la totalité du secteur des entreprises. La seconde repose sur la valeur de marché des actifs, l'une des principales mesures issues de l'ACC. Étant donné que le secteur des entreprises peut être assimilé à un portefeuille englobant les actifs (à la valeur de marché) de toutes les entreprises, nous proposons d'utiliser la variance du rendement de ce portefeuille comme approximation du risque pour l'ensemble du secteur.

La DD calculée pour le secteur des entreprises semble être un indicateur avancé des défaillances sur obligations (Graphique 3). La corrélation entre les défaillances et la DD décalée d'un an est élevée (-0,74); la corrélation reste forte lorsque le décalage est de

9. Notons que les corrélations doivent être interprétées prudemment, car la relation entre la DD et le nombre de défaillances sur obligations n'est pas linéaire; de plus, la période à l'étude ne compte que quatorze années.

deux ans (- 0,56). Même si l'analyse porte sur une courte période, ces chiffres incitent à penser que la DD du secteur des entreprises peut renseigner sur l'évolution future du risque de crédit.

La variance du rendement du portefeuille englobant les actifs de toutes les entreprises se révèle elle aussi un indicateur avancé des défaillances sur obligations (Graphique 4). La corrélation entre la variance décalée d'un an et les défaillances est très prononcée (0,84), et elle demeure élevée lorsque le décalage est de deux ans (0,69), ce qui corrobore les propriétés d'indicateur avancé de la variance<sup>10</sup>.

Les deux mesures du risque de crédit total contiendraient donc des renseignements sur les défaillances à venir<sup>11</sup>. Et comme on pouvait s'y attendre, on observe une certaine redondance dans l'information véhiculée par ces deux mesures, qui sont hautement corrélées entre elles (- 0,79).

## Évaluation du risque dans le secteur bancaire

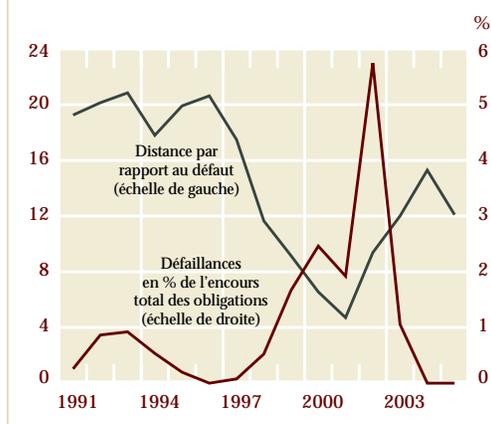
Dans la présente section, nous faisons appel à la DD pour évaluer la santé financière globale du secteur bancaire canadien. Pour les besoins de l'analyse, le secteur est représenté ici par les six plus grandes banques du pays (ci-après les « grandes banques ») étant donné sa forte concentration. Celles-ci possédaient en effet environ 91 % des actifs bancaires au Canada en janvier 2006.

## Évolution passée de la mesure du risque

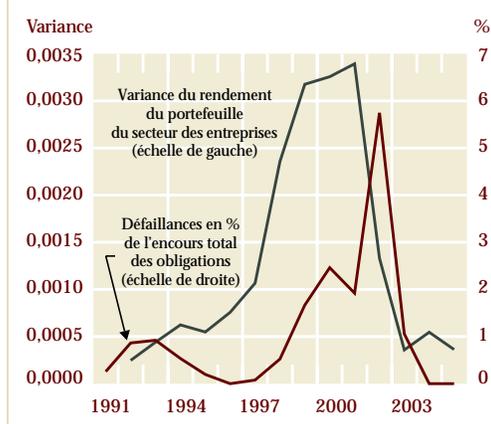
Le Graphique 5 illustre la DD moyenne des grandes banques durant la période 1982-2005<sup>12</sup>. Les pratiques commerciales de ces institutions ainsi que les techniques de gestion et de limitation des risques ont connu des changements profonds au cours de cette période<sup>13</sup>.

10. À titre de comparaison, signalons que l'indicateur d'Aaron et Hogg (2005) fondé sur l'emploi de micro-données présentait une corrélation (à l'intervalle d'un an) de 0,46. Voir aussi l'Encadré 2 à la page 12 de la présente livraison.
11. Une analyse de corrélation analogue menée à l'égard des prêts commerciaux douteux des banques donne des résultats beaucoup moins convaincants.
12. La DD moyenne est la moyenne, pondérée selon l'actif, des DD de chacune des banques; elle est calculée de la manière décrite en annexe. Bien qu'une partie de l'information soit perdue durant le processus d'agrégation, cette mesure devrait donner une bonne idée des variations importantes du risque auquel s'exposent les grandes banques.
13. Par exemple, au début des années 1990, le revenu tiré des frais de service a nettement gagné en importance par rapport au revenu d'intérêts, tandis que les portefeuilles de négociation se développaient beaucoup plus rapidement que les portefeuilles d'intermédiation bancaire. En outre, depuis le milieu des années 1980, les prêts hypothécaires à l'habitation se sont accrus au détriment des prêts commerciaux.

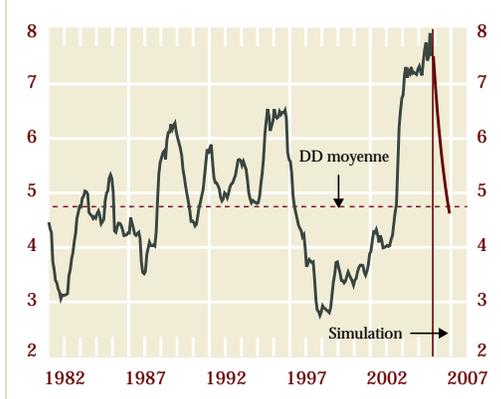
**Graphique 3**  
Distance par rapport au défaut et défaillances sur obligations dans l'ensemble du secteur des entreprises



**Graphique 4**  
Variance du rendement du portefeuille du secteur des entreprises et défaillances sur obligations dans ce secteur



**Graphique 5**  
DD moyenne des grandes banques



De façon générale, les variations de la DD peuvent être rattachées aux faits marquants de l'évolution du crédit bancaire. Au début des années 1980, par exemple, la DD s'est fortement repliée (on se rappellera que bon nombre de pays en développement éprouvaient alors du mal à assurer le service de leur dette), et elle se situait tout juste en deçà de la moyenne en 1990, à la veille de la récession de 1991. La distance par rapport au défaut a également touché un creux après la débâcle des valeurs technologiques en 2000-2001, compte tenu des craintes que suscitait l'encours élevé des prêts de quelques-unes des grandes banques aux entreprises de télécommunications et de câblodistribution. À l'opposé, on note des chutes importantes de la DD en 1997-1998, la volatilité des marchés ayant atteint un point extrême dans le sillage de la crise asiatique de 1997, de la défaillance de la Russie en 1998 et du quasi-effondrement du fonds LTCM; de l'avis général, ces événements n'ont pas été sources de tensions particulières pour les grandes banques, sauf peut-être en ce qui concerne les transactions que celles-ci devaient effectuer sur les marchés. D'où la nécessité d'interpréter prudemment ces liens, puisque les variations de la DD observées durant ces périodes pourraient avoir été causées principalement par des mouvements des marchés qui n'avaient qu'un lien indirect avec l'exposition au risque des banques canadiennes.

Les déterminants fondamentaux de la DD (le ratio de l'actif au passif et la volatilité des actifs) se sont améliorés par la suite, ce qui explique que le risque ait diminué depuis (accroissement de la DD). Il convient de souligner tout particulièrement la nette hausse de la DD en 2003-2004. Si tous les déterminants de la DD ont connu une amélioration durant cette période, le recul considérable de la volatilité des actifs a été l'élément clé. Il peut tenir à plusieurs facteurs, tels qu'une baisse fondamentale du niveau de risque des grandes banques; mais il se peut également que les banques aient tout simplement profité de la faible volatilité de l'ensemble du marché des valeurs mobilières. C'est ce que nous avons tenté d'établir en simulant un scénario où la volatilité des actions des grandes banques revient à la moyenne empirique<sup>14</sup>. Le Graphique 5 montre que si ce scénario devait se concrétiser, le redressement récent de la DD serait beaucoup moins marqué; celle-ci demeurerait toutefois autour de la moyenne historique.

### Évaluation de la diversification du risque dans le secteur bancaire

La mesure moyenne analysée ci-dessus ne tient pas expressément compte de la diversification du risque

14. Cette simulation suppose que tous les paramètres d'entrée sont fixes, sauf en ce qui a trait à la volatilité des actions des grandes banques, qui met un an à revenir à la moyenne empirique. La corrélation entre la valeur de marché des actions et leur volatilité n'est pas significative, ce qui laisse supposer que l'hypothèse retenue est plausible. Nous avons obtenu des résultats semblables avec un scénario qui prévoit que la volatilité des actions des grandes banques revient à sa moyenne de dix ans.

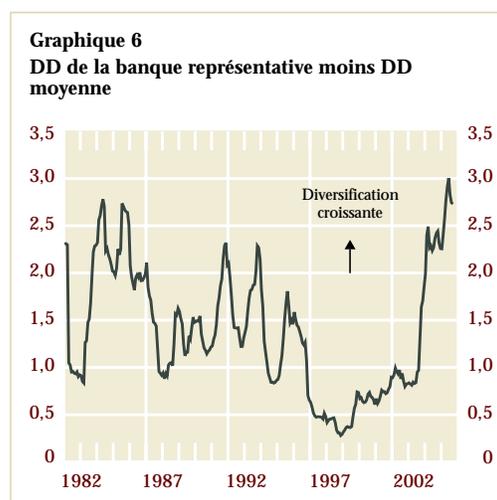
entre les grandes banques. Pour qu'il en soit autrement, il faudrait prendre en considération les corrélations entre ces institutions. Une manière d'évaluer cet avantage qu'est la diversification du risque est de calculer la DD pour une banque « représentative »<sup>15</sup>.

Comme nous l'avons fait plus haut pour les sociétés non financières, nous calculons la DD pour la banque représentative en regroupant les grandes banques en une seule entité. La mesure élaborée permet de prendre en compte la corrélation entre les grandes banques et devrait donc refléter les avantages de la diversification<sup>16</sup>. La DD de la banque représentative sera supérieure à la DD moyenne à cause de l'effet de diversification, et la différence entre les deux mesures traduira cet avantage<sup>17</sup>. Plus la corrélation entre les institutions sera faible, plus la « diversification » sera profitable à l'ensemble du système, et plus l'écart entre la DD de la banque représentative et la DD moyenne sera grand. Les résultats pertinents sont reproduits au Graphique 6. On observe que l'écart a atteint un sommet dernièrement, ce qui indique que les risques sont convenablement répartis entre les grandes banques et que le « secteur » devrait bien résister aux chocs. Signalons toutefois que cette mesure a un profil semblable à celui de la DD moyenne (Graphique 5). La diversification serait ainsi moins profitable en période de tensions (DD moyenne moins élevée)<sup>18</sup>. Il ne faut donc pas surestimer cet avantage. En outre, bien que la DD du secteur englobe les corrélations, elle ne rend pas compte des effets de seconde vague ou des effets de réseau qui résultent des liens entre les institutions bancaires, à moins que les variations des cours du marché n'intègrent de tels effets.

## Conclusion

Les indicateurs issus de l'ACC offrent plusieurs avantages du point de vue de la surveillance macro-prudentielle par rapport à ceux fondés sur l'information comptable, puisqu'ils exploitent des données prospectives et plus à jour. Ils sont de plus en plus utilisés par les banques centrales et les institutions internationales comme outils de suivi des risques systémiques.

Nous avons montré ici que l'ACC peut être mise à contribution pour analyser les risques systémiques dans le secteur des sociétés non financières comme dans celui des sociétés financières. Selon les normes



15. Le Fonds monétaire international procède de cette façon dans les rapports qu'il prépare au titre de l'article IV.
16. La capitalisation boursière totale des grandes banques et la volatilité de leurs actions, qui sont des données d'entrée du modèle, reflètent par définition les corrélations entre les cours de leurs actions.
17. Cette différence peut également être due à des effets d'agrégation.
18. Lorsque les temps sont difficiles, on observe une hausse de la probabilité de défaillance ainsi que des corrélations entre défaillances. Les causes fondamentales de ce phénomène sont mal connues, et il n'existe pas encore de méthodes permettant de les différencier (Forbes et Rigobon, 2002).

de surveillance en place, cette approche peut être appliquée à l'échelon de l'entreprise ou du secteur. Les recherches se poursuivent afin de mieux évaluer l'utilité de cet instrument. Par exemple, Gropp, Vesala et Vulpes (2002) font observer qu'en Europe, la DD contient de l'information sur les décisions de déclassement des banques qui surviendront six à dix-huit mois plus tard. Des travaux ont été entrepris en vue de déterminer si ce résultat se vérifie dans le cas des institutions financières canadiennes. Des simulations sont également en cours dans le but de quantifier les effets de l'agrégation découlant de l'application de l'ACC au niveau sectoriel. Enfin, les chercheurs qui étudient les relations entre la vulnérabilité des entreprises et les variables macro-économiques ont de plus en plus recours à des mesures issues de l'ACC.

## Bibliographie

- Aaron, M., et D. Hogg (2005). « Utilité des micro-données pour l'évaluation des risques dans le secteur des sociétés non financières », *Revue du système financier* (décembre), Banque du Canada, p. 39-44.
- Altman, E. (1983). *Corporate Financial Distress: A Complete Guide to Predicting, Avoiding, and Dealing with Bankruptcy*, New York, John Wiley & Sons.
- Banque centrale européenne (2005). *EU Banking Sector Stability* (octobre).
- Chan-Lau, J. A., et T. Gravelle (2005). « The END: A New Indicator of Financial and Non-financial Corporate Sector Vulnerability », document de travail n° WP/05/231, Fonds monétaire international.
- Chan-Lau, J. A., A. Jobert et J. Kong (2004). « An Option-Based Approach to Bank Vulnerabilities in Emerging Markets », document de travail n° WP/04/33, Fonds monétaire international.
- Danmarks Nationalbank (2005). *Financial Stability Report* (mai).
- Dionne, G., S. Laajimi, S. Mejri et M. Petrescu (2006). « Calcul du risque de défaut des entreprises publiques canadiennes », document de travail, Banque du Canada (à paraître).
- Forbes, K. J., et R. Rigobon (2002). « No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements », *Journal of Finance*, vol. 57, n° 5, p. 2223-2261.
- Gapen, M. T., D. F. Gray, C. H. Lim et Y. Xiao (2004). « The Contingent Claims Approach to Corporate Vulnerability Analysis: Estimating Default Risk and Economy-Wide Risk Transfer », document de travail n° WP/04/121, Fonds monétaire international.
- Gropp, R., J. Vesala et G. Vulpes (2002). « Equity and Bond Market Signals as Leading Indicators of Bank Fragility », document de travail n° 150, Banque centrale européenne.
- Merton, R. (1974). « On the Pricing of Corporate Debt: the Risk Structure of Interest Rates », *Journal of Finance*, vol. 29, n° 2, p. 449-470.
- Persson, M., et M. Blåvarg (2003). « The Use of Market Indicators in Financial Stability Analysis », *Economic Review*, vol. 2 (juin), Sveriges Riksbank, p. 5-28.
- Sveriges Riksbank (2005). *Financial Stability Report* (novembre).
- Tudela, M., et G. Young (2003). « A Merton-Model Approach to Assessing the Default Risk of UK Public Companies », document de travail n° 194, Banque d'Angleterre.
- Vassalou, M., et Y. Xing (2004). « Default Risk in Equity Returns », *Journal of Finance*, vol. 59, n° 2, p. 831-868.
- Vlieghe, G. W. (2001). « Indicators of Fragility in the UK Corporate Sector », document de travail n° 146, Banque d'Angleterre.

**Annexe**

**Le modèle de Merton**

La méthode employée ici pour évaluer le risque de crédit est le modèle de Merton fondé sur la théorie des options, lequel est exposé en détail dans Chan-Lau, Jobert et Kong (2004). Le modèle de Merton assimile les actions d'une entreprise à une option d'achat sur les actifs de celle-ci. Cette formulation permet de calculer l'espérance de la distance par rapport au défaut (DD), que l'on peut considérer comme une mesure de la probabilité que la valeur de marché des actifs soit égale ou inférieure à celle des passifs à l'horizon temporel choisi (en l'occurrence un an).

Les équations de Merton pour l'évaluation d'une option d'achat sont les suivantes :

$$E = AN(d_1) - Le^{-rT}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{A}{L}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)T}{\sigma_A\sqrt{T}}, d_2 = d_1 - \sigma_A\sqrt{T}, \quad (1)$$

où

- $E$  = valeur de marché des actions
- $A$  = valeur de marché des actifs
- $N$  = fonction de densité cumulative de la loi normale centrée réduite
- $L$  = valeur des passifs
- $r$  = taux des bons du Trésor à un an
- $T$  = horizon temporel choisi
- $\sigma_A$  = volatilité des actifs
- $\sigma_E$  = volatilité des actions

Le modèle de Merton lie en outre la volatilité des actions et celle des actifs par la relation suivante :

$$\sigma_E E = N(d_1)\sigma_A A. \quad (2)$$

En conséquence, étant donné la valeur comptable et l'échéance de la dette, la valeur des actions de l'entreprise et leur volatilité, on peut calculer la valeur de marché implicite des actifs et leur volatilité en résolvant simultanément les équations 1 et 2. Maintenant, en utilisant la valeur connue des passifs et la valeur calculée des actifs et de la volatilité des actifs, il est possible d'établir au moyen de la formule suivante la

distance par rapport au défaut, qui est une mesure du risque de crédit de l'entreprise :

$$DD = \frac{\ln\left(\frac{A}{L}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma_A^2\right)T}{\sigma_A\sqrt{T}}. \quad (3)$$

Il convient de noter qu'une hausse de la DD implique une baisse du risque, puisqu'un plus grand nombre d'écart-types séparent l'entreprise du seuil de défaillance, et vice-versa.

Comme la distance par rapport au défaut suit par hypothèse une loi normale centrée réduite, la probabilité de défaillance se calcule comme suit :

$$P_{def} = N(-DD). \quad (4)$$

Dans la pratique, les probabilités de défaillance calculées à l'aide de modèles à la Merton ne correspondent pas exactement aux probabilités observées parce qu'elles reposent sur une évaluation neutre à l'égard du risque, laquelle entraîne une surestimation de la vraie probabilité de défaillance. Par conséquent, bien que l'on ait démontré que la mesure obtenue offre un reflet fidèle et non biaisé de la vulnérabilité de l'entreprise, il est préférable de la considérer comme un indicateur de la probabilité de défaillance (Gapen et coll., 2004; Vassalou et Xing, 2004). Les fournisseurs tels que Moody's KMV se servent de données historiques pour établir des tables de correspondance entre les probabilités calculées et la fréquence estimée des défaillances.