



L'évolution des politiques et de l'infrastructure

Introduction

Le système financier et ses diverses composantes (institutions, marchés et systèmes de compensation et de règlement) s'appuient sur une infrastructure constituée d'un ensemble de mécanismes, dont les politiques gouvernementales, qui influent sur la structure du système financier et en facilitent le fonctionnement. L'expérience montre qu'une infrastructure solide et bien ramifiée compte pour beaucoup dans la robustesse d'un système financier. La présente section de la *Revue* consiste en un survol des travaux réalisés sur le sujet, y compris ceux qui portent sur les aspects pertinents de l'évolution des politiques en la matière.

La stabilité du système financier est une préoccupation traditionnelle des banques centrales, certaines d'entre elles ayant même été créées dans le but spécifique de préserver la stabilité financière. La Banque du Canada fait depuis longtemps la promotion de la stabilité financière et elle est du nombre des banques centrales qui ont intensifié leurs efforts en la matière depuis quelques années. Analyser l'évolution des risques d'instabilité financière n'est pas une tâche aisée, car le système financier est devenu beaucoup plus complexe et plus intégré, aussi bien au niveau national qu'international, du fait des politiques de libéralisation et des innovations financières qui ont marqué les dernières décennies. Le défi que représente cette tâche est d'autant plus grand qu'il n'existe présentement pas de théories ni de modèles empiriques éprouvés pouvant guider les décisions des banques centrales en la matière. C'est dans ce contexte que des chercheurs et analystes ont mis de l'avant l'approche dite macroprudentielle. Dans *L'analyse de l'évolution des risques d'instabilité financière à la Banque du Canada*, Céline Gauthier et Pierre St-Amant décrivent brièvement cette approche et expliquent dans quelle mesure elle offre un cadre d'analyse utile de l'évolution des risques d'instabilité financière. Néanmoins, les auteurs concluent que cette approche doit être complétée par des modèles théoriques et empiriques permettant d'identifier le risque systémique et de mieux en comprendre l'évolution et ils passent en revue quelques travaux

susceptibles de fournir des pistes de recherche future.

Un système efficace de transfert de gros paiements fait partie intégrante de tout système financier avancé. Il fournit l'infrastructure électronique nécessaire pour faciliter les transferts de fonds parmi les institutions financières participantes et ainsi leur permettre de régler des paiements de montant élevé. La sûreté et l'efficacité sont les principaux objectifs de politique publique qui président à la conception et à la mise en œuvre d'un système de paiement. Cependant, compte tenu des divers types de risques et de coûts que comportent ces systèmes, de multiples arbitrages entre sûreté et efficacité sont normalement présents dans chacun. Dans l'article intitulé *La simulation comme outil d'analyse de l'arbitrage entre sûreté et efficacité dans le Système de transfert de paiements de grande valeur au Canada*, Neville Arjani se penche sur un tel rapport d'arbitrage fondamental — soit entre retard de règlement et liquidités intrajournalières — appliqué au cadre particulier du Système de transfert de paiements de grande valeur (STPGV) du Canada. L'article montre, en particulier, comment les techniques de simulation mises au point par la Banque de Finlande peuvent permettre d'évaluer cet arbitrage. L'auteur arrive à la conclusion qu'un arbitrage entre retard de règlement et liquidités intrajournalières existe bel et bien dans le STPGV, et que cet arbitrage est susceptible d'être amélioré par l'introduction d'un algorithme complexe destiné à libérer les paiements placés dans la file d'attente centralisée du système. Enfin, l'auteur fait quelques mises en garde au sujet de l'analyse par simulation et propose des pistes de recherche pour l'avenir.

L'analyse de l'évolution des risques d'instabilité financière à la Banque du Canada

Céline Gauthier et Pierre St-Amant

La stabilité du système financier¹ est depuis toujours une préoccupation pour les banques centrales, certaines ayant même été créées dans le but de la préserver². L'intérêt pour ce sujet a été renforcé par les épisodes de stress prononcé qu'a connus le système financier au cours des années 1990-2000 (crise asiatique, problèmes de la Long-Term Capital Management, gonflement puis éclatement de la bulle technologique, etc.). Ces épisodes ont montré que les politiques de maîtrise de l'inflation adoptées par plusieurs banques centrales ne garantissent pas à elles seules la stabilité du système financier, même si elles y contribuent.

Au-delà de sa politique de maîtrise de l'inflation, la Banque du Canada contribue à la stabilité financière de plusieurs façons. Ainsi, elle fournit des liquidités aux acteurs financiers dans des circonstances normales ou exceptionnelles. Elle conseille le gouvernement fédéral sur l'orientation des politiques relatives au système financier. Elle exerce une surveillance sur les grands systèmes de compensation et de règlement. Elle offre des services bancaires à ceux qui exploitent et utilisent ces systèmes. Elle collabore aux travaux d'autres organismes nationaux et internationaux voués à la promotion de la stabilité financière. Elle effectue enfin des analyses de l'évolution des risques pouvant compromettre cette stabilité (risque systémique). Le présent texte porte sur cette dernière contribution.

Les analyses du risque systémique sont une source d'information précieuse pour l'ensemble des activités liées à la promotion de la stabilité financière. Il serait par exemple essentiel que la Banque ait

une bonne compréhension de l'état du système financier canadien si elle est appelée à injecter des liquidités dans ce système en cas de problèmes exceptionnellement graves. Les analyses sont communiquées aux autres organisations œuvrant à la promotion d'un système financier stable (autorités prudentielles) et au public en général, notamment au moyen de la *Revue du système financier*³. La Banque vise à ce que cette information contribue à un meilleur fonctionnement des marchés et à l'élaboration de meilleures politiques. Finalement, les analyses du risque systémique qu'elle fait sont une source d'information précieuse pour la conduite de la politique monétaire, étant donné que l'instabilité financière tend à déprimer la demande globale et à requérir une politique monétaire plus souple⁴.

Analyser l'évolution des risques pesant sur la stabilité du système financier n'est pas une tâche aisée, étant donné que ce système est de plus en plus complexe et intégré, aussi bien au niveau national qu'international, du fait des innovations financières et des politiques de libéralisation des dernières décennies (Freedman et Goodlet, 2002; Freedman et Engert, 2003; Houben, Kates et Schinasi, 2004). Le défi que représente cette tâche est d'autant plus grand qu'il n'existe présentement pas de théories ni de modèles empiriques éprouvés pouvant guider les actions des banques centrales en la matière. C'est dans ce contexte que des chercheurs et analystes, notamment à la Banque des Règlements Internationaux (BRI) [Crockett, 2000;

1. Le système financier est fait des institutions financières, des marchés financiers et des systèmes de compensation et de règlement. Ce système est instable si des obstacles à son bon fonctionnement sont susceptibles d'entraîner une baisse significative du PIB réel. Le système financier est stable autrement.
2. La Réserve fédérale des États-Unis a ainsi été fondée en 1913 en réponse au vent de panique qui a secoué le système financier de ce pays en 1907 (Ferguson, 2002).

3. Les principaux partenaires de la Banque dans la promotion de la stabilité financière au Canada sont le ministère des Finances fédéral, le Bureau du surintendant des institutions financières et la Société d'assurance-dépôts du Canada. Les mandats des banques centrales diffèrent en cette matière d'un pays à l'autre. Healy (2001) et Oosterloo et de Haan (2004) décrivent ces différences.
4. Pour certains chercheurs (Borio et White, 2004), l'autorité monétaire devrait resserrer sa politique monétaire pendant que se gonfle une bulle spéculative qui risque d'entraîner de l'instabilité financière. Laidler (2004) offre un point de vue différent à ce sujet. Selody et Wilkins (2004) abordent le débat dans le contexte canadien.

Borio, 2003], ont mis de l'avant l'approche macroprudentielle.

Dans le présent texte, nous décrivons brièvement cette approche et tentons de voir dans quelle mesure elle peut guider l'analyse de l'évolution des risques d'instabilité financière. Nous concluons que l'approche macroprudentielle offre un cadre d'analyse utile, mais qu'elle demande d'être complétée par des modèles théoriques et empiriques permettant d'identifier le risque systémique et de mieux comprendre son évolution. Nous passons d'ailleurs en revue quelques travaux que nous croyons susceptibles de fournir de tels modèles. Néanmoins, beaucoup reste à faire en la matière, et les efforts de recherche doivent se poursuivre. Nous proposons, en conclusion, quelques pistes de recherche future.

L'approche macroprudentielle

L'expression « approche macroprudentielle » a initialement été utilisée pour désigner l'analyse de l'ensemble du système financier, plutôt que celle d'un seul élément. Au début des années 2000, des économistes de la BRI ont présenté cette approche comme un guide pour les politiques des autorités vouées à la promotion de la stabilité financière (Crockett, 2000; Borio, 2003). L'idée a été reprise par un grand nombre de banquiers centraux et d'économistes d'institutions financières internationales (Tumpel Gugerell, 2002; Selialia, 2003; Hoenig, 2004; Houben, Kates et Schinasi, 2004; Gjedrem, 2005).

Les économistes prônant l'approche macroprudentielle l'opposent à l'approche microprudentielle, qui se concentre sur les contrats et les organisations individuels, avec pour but ultime la protection des investisseurs et des déposants. L'approche microprudentielle cherche à atteindre ce but en limitant les risques individuels auxquels sont confrontés certains acteurs particuliers. Elle traite le risque systémique comme exogène en ce sens qu'il ne dépend pas de la réaction des acteurs financiers. Dans ce cadre, la corrélation entre les activités des acteurs n'est pas pertinente, et le risque systémique n'est que la somme des risques particuliers. De ce fait, dans sa version extrême, l'approche microprudentielle considère la bonne santé des institutions prises individuellement comme la condition nécessaire et suffisante de la stabilité du système.

L'approche macroprudentielle, quant à elle, s'intéresse au système financier dans son ensemble et a pour but ultime de limiter le risque systémique. Elle reconnaît la nature endogène de ce risque, en

ce sens qu'il peut résulter des actions des participants au système financier. Par exemple, les décisions stratégiques des banques, y compris la décision d'augmenter la part d'un actif dans leur portefeuille, sont susceptibles d'influencer le risque systémique. La corrélation des décisions des acteurs individuels joue donc un rôle crucial dans l'évolution des risques. En effet, des décisions qui peuvent sembler non menaçantes pour le système financier quand elles sont considérées sur une base individuelle peuvent au contraire représenter une menace si elles sont corrélées. Ainsi, le fait qu'une seule banque de taille moyenne décide d'augmenter la part des prêts hypothécaires dans ses prêts totaux pourrait ne pas accroître le risque systémique. En revanche, si ce sont toutes les banques qui, simultanément, adoptent cette approche, le risque systémique peut s'en trouver accru. Le risque auquel est exposé l'ensemble du système financier est en effet alors moins diversifié. De plus, la hausse de l'offre de crédit hypothécaire qu'implique un tel changement pourrait favoriser la formation d'une bulle spéculative sur le marché immobilier. L'éclatement éventuel de cette bulle serait susceptible de mettre en difficulté à la fois les agents économiques qui voient la valeur de leurs actifs immobiliers diminuer et ceux qui leur ont accordé du crédit. Bien que l'exemple utilisé ici soit celui du crédit immobilier, le risque systémique peut découler de décisions prises dans d'autres parties du système financier. Des autorités focalisant leur attention sur les stratégies individuelles des acteurs sans tenir compte de la corrélation entre ces décisions peuvent omettre une source très importante de risque systémique. L'approche macroprudentielle oblige à en tenir compte.

Dans la pratique, les politiques s'inspirent souvent des approches microprudentielles et macroprudentielles. Ainsi, la politique de prêteur de dernier ressort de la Banque du Canada prévoit que cette dernière peut avancer des liquidités à une banque jugée saine, mais connaissant des problèmes de liquidité temporaires. L'objectif est ici de protéger les agents économiques des conséquences d'une imperfection du marché découlant d'un problème d'information. Une autre composante de cette même politique prévoit que la Banque peut injecter des liquidités dans le système financier si elle juge qu'une telle mesure est susceptible de contrer un risque systémique significatif. C'est la stabilité du système financier qui est la préoccupation première dans ce cas⁵.

5. Daniel, Engert et Maclean (2004-2005) décrivent la politique en matière de prêts de dernier ressort de la Banque du Canada.

Selon Borio (2003), l'approche macroprudentielle implique que la surveillance et les règles prudentielles sont établies en tenant compte de la contribution marginale d'un élément du système financier au risque systémique. Cela peut avoir des implications profondes pour les autorités prudentielles, par exemple un relâchement de la surveillance d'acteurs jugés peu ou pas menaçants pour la stabilité du système financier et un suivi plus serré des acteurs ayant une importance systémique plus grande. En pratique, l'ampleur et la complexité du système financier impliquent qu'il serait illusoire de penser que les autorités sont en mesure d'analyser en détail tous les éléments du système financier. Étant donné cette contrainte, il semble en effet plus approprié qu'elles concentrent leurs efforts sur les parties du système qui représentent à leur avis un potentiel de risque systémique significatif. L'approche macroprudentielle peut donc entraîner une utilisation plus efficace des ressources pour une autorité visant à limiter le risque systémique.

Il est cependant important de reconnaître qu'il n'existe présentement pas de théories ni de modèles empiriques éprouvés permettant d'établir des liens de cause à effet clairs entre les actions des participants au système financier et leur impact sur la stabilité du système financier⁶. Pour l'instant, l'approche macroprudentielle constitue plutôt un ensemble de concepts pouvant guider les chercheurs vers les éléments qu'une bonne théorie devrait contenir et pouvant alimenter l'intuition des décideurs sur la nature des variables importantes pour la défense de la stabilité financière.

Pistes explorées pour améliorer l'analyse du risque systémique

Nous présentons dans cette section quelques-unes des pistes de recherche présentement explorées à la Banque du Canada en matière de modèles pouvant servir au suivi et à l'analyse des risques dans le système financier.

Nous abordons d'abord l'approche des titres contingents (ATC), qui propose une façon de mesurer l'évolution des risques dans différents secteurs de l'économie ainsi que le transfert de ces risques entre les secteurs. Nous discutons ensuite brièvement de quelques approches de modélisation

6. Des problèmes de données sont souvent un obstacle à l'élaboration de bons modèles empiriques. Par exemple, faute de données suffisantes pour certains pays, Borio et Lowe (2002) n'ont pas pu intégrer le prix des actifs immobiliers à leurs modèles empiriques multipays.

structurelle des liens entre l'économie réelle et le système financier.

L'approche des titres contingents (ATC)

L'approche macroprudentielle reconnaît l'importance des expositions communes à certains chocs dans la détermination du risque systémique. Une approche prometteuse pour la prise en compte de ces expositions communes est l'approche des ATC.

Cette approche utilise les techniques d'évaluation du prix des options pour mesurer le risque de défaut d'une firme à partir de la valeur et de la volatilité de son capital-actions, et de l'évolution de la valeur comptable de sa dette⁷. Plus la volatilité est élevée, plus la probabilité que la valeur des actifs de la firme devienne inférieure à la valeur de sa dette sera élevée et donc plus la probabilité de défaut de l'entreprise le sera aussi⁸.

Gray, Merton et Bodie (2003) ont récemment proposé une généralisation de l'ATC à l'évaluation des risques dans différents secteurs de l'économie (secteur des entreprises non financières, secteur bancaire, etc.)⁹. L'idée est d'appliquer l'ATC à un secteur plutôt qu'à une entreprise individuelle en faisant la somme des capitalisations boursières et des dettes individuelles. La corrélation entre les rendements des titres individuels, due en bonne partie aux expositions communes des émetteurs concernés, est ainsi prise en compte dans le calcul de la volatilité de l'agrégat sectoriel¹⁰. Ainsi, plus les expositions communes seront importantes,

7. Une option est un titre dont la valeur dépend de l'évolution du prix du titre sous-jacent. Merton (1973) a été le premier à voir les actions d'une entreprise comme l'équivalent d'une option d'achat des actifs de la firme, la valeur de sa dette étant l'équivalent du prix d'exercice de l'option. Ainsi, une action ne vaut rien si la valeur des actifs de la firme est inférieure à la valeur de sa dette (l'option a une valeur nulle) et sa valeur correspond, dans le cas contraire, à l'excédent de la valeur des actifs sur la valeur de la dette (l'option a une valeur positive).
8. Tudela et Young (2003) montrent que l'ATC a des propriétés d'indicateur avancé de la santé financière des firmes, au-delà de l'information contenue dans leur bilan financier.
9. Voir van den End et Tabbae (2005) et Gapen et coll. (2004) pour des applications récentes de l'approche.
10. Lehar (2005) prend une route quelque peu différente. Il approxime le risque pour l'ensemble du secteur bancaire d'un pays par la covariance médiane entre les valeurs au marché des actifs des banques obtenues en appliquant l'ATC aux banques individuelles. Ce faisant, il exploite l'idée que, dans certaines conditions, le risque total d'un portefeuille converge vers la covariance moyenne (ou les expositions communes moyennes) entre les rendements des titres du portefeuille.

plus la volatilité (approximée par la variance) de la capitalisation boursière du secteur sera importante, et plus le risque sectoriel identifié par l'ATC sera élevé, toutes choses égales par ailleurs.

Le cadre retenu permet également d'évaluer, du moins en partie, le transfert du risque d'un secteur à l'autre à travers les liens entre les bilans financiers des différents secteurs. Des chercheurs de la Banque du Canada appliquent présentement cette méthode à différents sous-secteurs du secteur des entreprises non financières, ainsi qu'au secteur bancaire. Notre objectif est d'obtenir une mesure utile de l'évolution temporelle du risque corporatif sectoriel. Par ailleurs, la dimension sectorielle de l'étude nous permettra d'analyser la part du risque des banques attribuable à leur exposition à ces différents sous-secteurs. De nombreuses applications de l'ATC sont possibles. Par exemple, van den End et Tabbae (2005) appliquent la méthode aux secteurs des ménages et des fonds de pension.

Modélisation des liens entre l'économie réelle et le système financier

Puisqu'un risque est souvent qualifié de systémique s'il a des conséquences potentielles importantes sur le secteur réel de l'économie et puisque le cycle financier et le cycle économique sont intimement liés, l'approche macroprudentielle implique qu'il faut mieux comprendre les liens entre le système financier et l'économie réelle.

Reconnaissant l'endogénéité partielle du risque systémique, une des approches présentement explorées à la Banque du Canada et ailleurs consiste à estimer, à l'aide de différentes spécifications et de divers modèles économétriques, les liens dynamiques entre certaines mesures de la bonne santé des banques (les rendements ou provisions pour pertes sur prêts par exemple) et différents indicateurs de la situation macroéconomique et financière canadienne (la croissance du PIB, le niveau des taux d'intérêt, les cours boursiers, etc.)¹¹. Comme le Canada est une petite économie ouverte, l'inclusion de variables exogènes dans l'économie canadienne telles que le prix des matières premières, les taux d'intérêt et la croissance aux États-Unis améliore la spécification des modèles. De telles approches permettent de simuler la réponse de l'économie et des banques canadiennes à différents scénarios probables pour les variables exogènes.

Par exemple, l'impact sur les banques canadiennes d'un fort ralentissement aux États-Unis et/ou d'une forte baisse du prix des matières premières peut être estimé. Une limite importante de cette approche est le haut degré d'imprécision des estimations économétriques dès que le nombre de variables endogènes dépasse quatre ou cinq.

Une autre approche économétrique consiste à estimer les relations de long terme entre des variables réelles et certaines variables financières clés. L'estimation de telles relations, lorsqu'elles sont stables, permet d'anticiper les ajustements susceptibles de ramener l'économie à l'équilibre¹².

Beaucoup d'efforts sont également consacrés à l'élaboration de modèles dynamiques d'équilibre général incorporant des frictions financières. On étudie notamment les liens entre le prix des actifs immobiliers et le cycle économique (Iacoviello, 2005; Aoki, Proudman et Vlieghe, 2002), le rôle du capital des banques dans la propagation des chocs économiques (Van den Heuvel, 2003; Meh et Moran, 2004), les implications de l'impact des contraintes de financement des entreprises sur l'investissement et l'activité économique en général (Bernanke, Gertler et Gilchrist, 1999; Christensen et Dib, 2004).

Par exemple, un modèle de l'économie canadienne s'inspirant de celui d'Iacoviello (2005) incorpore des frictions financières en supposant que certains ménages sont contraints par un manque de liquidités. Le montant que ces ménages peuvent emprunter est limité à une fraction de leur richesse immobilière, ce qui introduit dans le modèle un mécanisme d'accélération financière par le biais du secteur des ménages. Supposons qu'un choc entraîne une hausse du prix des maisons, toutes choses égales par ailleurs. Ce choc permet aux ménages contraints d'emprunter davantage. Ils utilisent les fonds additionnels pour consommer et investir davantage, ce qui renforce les effets du choc initial sur la demande globale (c'est ce que l'on appelle un accélérateur financier) et peut entraîner des pressions supplémentaires à la hausse sur le prix des biens et services, y compris le prix des maisons. Ce type d'approche pourrait se révéler fort utile pour l'analyse de la stabilité financière, dans la mesure où les chercheurs pourront endogénéiser d'autres caractéristiques du système financier, notamment le développement de bulles spéculatives. Ainsi, le modèle idéal pourrait distinguer d'une bulle spéculative une hausse du

11. Voir Pain (2003); Mawdsley, McGuire et O'Donnell (2004); Hoggarth et Whitley (2003) et Virolainen (2004).

12. Voir Pichette et Tremblay (2003) et Gauthier et Li (2005) pour des applications à l'économie canadienne; Jacobson et coll. (2001) ainsi que Cassola et Morana (2002), pour des applications à d'autres économies.

prix des actifs justifiée par les données fondamentales de l'économie¹³.

Par ailleurs, les marchés semblent souffrir de ce que Borio (2003) appelle un écart dans la perception du risque (« risk perception gap »). En effet, les indicateurs de perception du risque laissent croire en général que le risque est bas dans la phase de croissance du cycle économique, alors qu'il est élevé en récession. Au contraire, tout indique que le risque augmente en période d'expansion et qu'il est bas lorsque les agents les plus faibles ont déjà fait faillite. Les marchés semblent avoir du mal à absorber les externalités inhérentes aux cycles économiques.

Ce phénomène, en causant un écart entre le prix des actifs et leur valeur fondamentale, pourrait contribuer au développement de bulles spéculatives sur les marchés financiers. Plusieurs chercheurs tentent de mieux comprendre cet écart de perception dans l'évaluation du risque effectif (Froot et O'Connell, 2003, Gai et Vause, 2004; Kumar et Persaud, 2002; Tarashev, Tsatsaronis et Karampatos, 2003; et Misina, 2003).

Conclusion

L'approche macroprudentielle offre un cadre conceptuel utile que les banques centrales, de même que les autres autorités prudentielles, ne devraient pas hésiter à utiliser pour guider leurs efforts dans l'analyse des risques entourant l'évolution du système financier. Ce cadre conceptuel n'est cependant pas un modèle théorique ni empirique. L'élaboration de tels modèles devrait être une priorité de la recherche.

Des progrès significatifs ont été faits dans ce domaine. Dans le présent article, nous avons souligné le caractère prometteur des travaux faisant appel à l'approche des titres contingents, de ceux faisant appel aux méthodes économétriques modernes peu ou non théoriques et des modèles dynamiques stochastiques d'équilibre général avec frictions financières.

Nous pensons que des efforts supplémentaires de recherche dans les domaines suivants seraient particulièrement bénéfiques :

13. Scheinkman et Xiong (2003) est un exemple intéressant dans cette direction.

- l'analyse économétrique des liens entre différentes variables macroéconomiques d'intérêt et différents secteurs de l'économie à l'aide de modèles empiriques faisant appel à des données de panel;
- l'intégration de plusieurs frictions financières à un même modèle. Jusqu'ici les travaux ont généralement mis l'accent sur un type de friction à la fois. Il sera intéressant d'étudier l'interaction de plusieurs types de frictions dans le cadre d'un même modèle.
- l'endogénéisation des bulles spéculatives dans le cadre de modèles dynamiques d'équilibre général.

Bibliographie

- Aoki, K., J. Proudman et G. Vlieghe (2002). « House Prices, Consumption, and Monetary Policy: A Financial Accelerator Approach », document de travail n° 169, Banque d'Angleterre.
- Bernanke, B., M. Gertler et S. Gilchrist (1999). « The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework ». In : *Handbook of Macroeconomics*, sous la direction de J. Taylor et M. Woodford, Amsterdam, North Holland.
- Borio, C. (2003). « Towards a Macroprudential Framework for Financial Supervision and Regulation? », document de travail n° 128, Banque des Règlements Internationaux.
- Borio, C., et P. Lowe (2002). « Asset Prices, Financial and Monetary Stability: Exploring the Nexus », document de travail n° 114, Banque des Règlements Internationaux.
- Borio, C., et W. White (2004). « Whither Monetary and Financial Stability? The Implications of Evolving Policy Regimes », document de travail n° 147, Banque des Règlements Internationaux.
- Cassola, N., et C. Morana (2002). « Monetary Policy and the Stock Market in the Euro Area », document de travail n° 119, Banque centrale européenne.
- Christensen, I., et A. Dib (2004). « Monetary Policy in an Estimated DSGE Model with a Financial Accelerator ». Document accessible à l'adresse www.clevelandfed.org/centralbankinstitute/conf2004/september2/index.htm.

- Crockett, A. (2000). « Marrying the Micro- and Macroprudential Dimensions of Financial Stability », allocution prononcée par le directeur général de la Banque des Règlements Internationaux dans le cadre de la 11^e Conférence internationale des autorités de contrôle bancaire, 21 septembre. Document accessible à l'adresse www.bis.org/speeches/sp000921.htm.
- Daniel, F., W. Engert et D. Maclean (2004-2005). « La Banque du Canada, prêteur de dernier ressort », *Revue de la Banque du Canada* (hiver), p. 3-18.
- Ferguson, R. W. (2002). « Should Financial Stability Be an Explicit Central Bank Objective? », allocution prononcée par le vice-président du Conseil des gouverneurs de la Réserve fédérale dans le cadre du colloque du Fonds monétaire international intitulé « Challenges to Central Banking from Globalized Financial Markets » tenu à Washington, 17 septembre. Document accessible à l'adresse www.federalreserve.gov/BoardDocs/Speeches/2002/20021016.
- Freedman, C., et W. Engert (2003). « L'évolution financière au Canada : tendances passées et défis futurs », *Revue de la Banque du Canada* (été), p. 3-18.
- Freedman, C., et C. Goodlet (2002). *The Financial Services Sector: An Update on Recent Developments*, Rapport technique n° 91, Banque du Canada.
- Froot, K. A., et P. G. J. O'Connell (2003). « The Risk Tolerance of International Investors », document de travail n° 10157, National Bureau of Economic Research.
- Gai, P., et N. Vause (2004). « Risk Appetite: Concept and Measurement », *Financial Stability Review*, Banque d'Angleterre (décembre), p. 127-136.
- 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° 04/121, Fonds monétaire international.
- Gauthier, C., et F. Li (2006). « Linking Real Activity and Financial Markets: BEAM Model », document de travail, Banque du Canada (à paraître).
- Gjedrem, S. (2005). « The Macroprudential Approach to Financial Stability », *Economic Bulletin*, Norges Bank (juin).
- Gray, D. F., R. C. Merton et Z. Bodie (2003). « A New Framework for Analyzing and Managing Macrofinancial Risks of an Economy », document de travail n° 1-03, MF Risk.
- Healey, J. (2001). « Financial Stability and the Central Bank: International Evidence ». In : *Financial Stability and Central Banks—A Global Perspective*, New York, Routledge, coll. « Central Bank Governors Symposium », p. 19-78.
- Hoenig, T. (2004). « Exploring the Macroprudential Aspects of Financial Sector Supervision », *Economic Review*, Banque fédérale de réserve de Kansas City, vol. 89, n° 2, p. 5-17.
- Hoggarth, G., et J. Whitley (2003). « Assessing the Strength of UK Banks Through Macroeconomic Stress Tests », *Financial Stability Review*, Banque d'Angleterre (juin), p. 91-103.
- Houben, A., J. Kakes et G. Schinasi (2004). « Toward a Framework for Safeguarding Financial Stability », document de travail n° 04/101, Fonds monétaire international.
- Iacoviello, M. (2005). « House Prices, Borrowing Constraints, and Monetary Policy in the Business Cycle », *American Economic Review*, vol. 95, n° 3, p. 739-764.
- Jacobson, T., P. Jansson, A. Vredin et A. Warne (2001). « Monetary Policy Analysis and Inflation Targeting in a Small Open Economy: A VAR Approach », *Journal of Applied Econometrics*, vol. 16, n° 4, p. 487-520.
- Kumar, M. S., et A. Persaud (2002). « Pure Contagion and Investors' Shifting Risk Appetite: Analytical Issues and Empirical Evidence », *International Finance*, vol. 5, n° 3, p. 401-436.
- Laidler, D. (2004). « Sticking to its Knitting: Why the Bank of Canada Should Focus on Inflation Control, not Financial Stability », commentaire n° 196, Institut C.D. Howe.
- Lehar, A. (2005). « Measuring Systemic Risk: A Risk Management Approach », *Journal of Banking and Finance*, vol. 29, n° 10, p. 2577-2603.
- Mawdsley, A., M. McGuire et N. O'Donnell (2004). « The Stress Testing of Irish Credit Institutions », *Financial Stability Report*, Central Bank and Financial Services Authority of Ireland.

- Meh, C., et K. Moran (2004). « Bank Capital, Agency Costs, and Monetary Policy », document de travail n° 2004-6, Banque du Canada.
- Merton, R. C. (1973). « Theory of Rational Option Pricing », *The Bell Journal of Economics and Management Science*, vol. 4, n° 1, p. 141-183.
- Misina, M. (2003). « What Does the Risk-Appetite Index Measure? », document de travail n° 2003-23, Banque du Canada.
- Oosterloo, S., et J. de Haan (2004). « Central Banks and Financial Stability: A Survey », *Journal of Financial Stability*, vol. 1, n° 2, p. 257-273.
- Pain, D. (2003). « The Provisioning Experience of the Major UK Banks: A Small Panel Investigation », document de travail n° 177, Banque d'Angleterre.
- Pichette, L., et D. Tremblay (2003). « Are Wealth Effects Important for Canada? », document de travail n° 2003-30, Banque du Canada.
- Scheinkman, J., et W. Xiong (2003). « Overconfidence and Speculative Bubbles », *Journal of Political Economy*, vol. 111, n° 6, p. 1183-1219.
- Selialia, F. (2003). « Macroprudential Analysis Approach in Assessing Financial System Stability », communication présentée devant le South African Institute of Bankers, 2 juin. Document accessible à l'adresse www.iob.co.za/downloads/p200306.doc.
- Selody, J., et C. Wilkins (2004). « Prix des actifs et politique monétaire : une perspective canadienne », *Revue de la Banque du Canada* (automne), p. 3-16.
- Tarashev, N., K. Tsatsaronis et D. Karampatos (2003). « Attitude des investisseurs à l'égard du risque : enseignements fournis par les options », *Rapport trimestriel BRI* (juin), p. 59-68.
- 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.
- Tumpel Gugerell, G. (2002). « Financial Regulation and Systemic Stability », allocution prononcée par la sous-gouverneure de la Banque nationale d'Autriche à la conférence annuelle CEPR/ESI intitulée « Regulatory Challenges for European Financial Markets », tenue sous les auspices de la Banque nationale d'Autriche, Vienne, septembre. Document accessible à l'adresse www.bis.org/review/r020923f.pdf.
- van den End, J. W., et M. Tabbæ (2005). « Measuring Financial Stability: Applying the MfRisk Model to the Netherlands », document de travail n° 30, De Nederlandsche Bank.
- Van den Heuvel, S. (2004). « Does Bank Capital Matter for the Transmission of Monetary Policy? ». In : *The Evolving Financial System and Public Policy*, actes d'un colloque tenu à la Banque du Canada en décembre 2003, Ottawa, Banque du Canada, p. 161-172.
- Virolainen, K. (2004). « Macro Stress Testing with a Macroeconomic Credit Risk Model for Finland », Banque de Finlande, coll. « Discussion Papers », n° 18.

La simulation comme outil d'analyse de l'arbitrage entre sûreté et efficacité dans le Système de transfert de paiements de grande valeur du Canada

Neville Arjani

Un système efficace de transfert de gros paiements (désigné ci-après « système de paiement ») fait partie intégrante de tout système financier avancé. Dans une économie de marché comme celle du Canada, pratiquement toutes les transactions aboutissent à un transfert de fonds entre un acheteur et un vendeur. Un système de paiement fournit l'infrastructure électronique nécessaire pour faciliter l'échange de fonds entre les institutions financières participantes et ainsi leur permettre de régler des paiements de montant élevé pour leur propre compte ou pour celui de leurs clients. La Banque du Canada poursuit activement un programme de recherche à cet égard, en prêtant une attention toute particulière au Système de transfert de paiements de grande valeur (STPGV) du Canada¹. Ses travaux concourent à la réalisation d'un de ses vastes objectifs, soit la promotion d'un système financier sûr et efficace au pays.

L'analyse par simulation constitue une innovation récente dans la recherche sur les systèmes de paiement. Les modèles de simulation sont des instruments dignes d'intérêt, car ils peuvent souvent être étalonnés de manière à reproduire le cadre d'un système donné. Ces modèles peuvent ensuite servir à évaluer l'incidence des modifications apportées à la structure et aux paramètres décisionnels du système sans entraîner de perturbations coûteuses dans son fonctionnement réel. L'analyse par simulation appliquée aux systèmes de paiement suscite de plus en plus d'intérêt

parmi les banques centrales. La Banque de Finlande a notamment développé une application de simulation générale appelée BoF-PSS2, qu'elle met gracieusement à la disposition des autres banques centrales². Plus de 30 d'entre elles l'utilisent actuellement. La Banque du Canada a récemment adopté cette application et s'emploie à l'étalonner de telle sorte qu'elle simule le cadre du STPGV.

La Banque du Canada peut recourir à l'analyse par simulation pour comprendre la relation d'arbitrage entre sûreté et efficacité au sein du STPGV³. L'amélioration de ces deux aspects est le principal objectif de politique publique qui préside à la conception et à la mise en œuvre d'un système de paiement. Un tel système doit être sûr, en ce sens que les perturbations éventuelles qu'il subit ne se propagent pas à l'ensemble du système financier. Il doit en plus offrir à ses utilisateurs un mécanisme économique pour transmettre leurs paiements. Si un système est exagérément sûr (et par le fait même coûteux), les institutions financières pourront être peu enclines à s'en servir et lui préférer des moyens moins chers et plus risqués de régler leurs opérations.

Tous les systèmes de paiement comportent divers types de risques et de coûts, et de multiples arbitrages entre sûreté et efficacité sont habituellement opérés dans chacun⁴. Le présent article décrit un rapport d'arbitrage fondamental entre ces deux éléments — soit entre retard de règlement et liquidités

1. Le STPGV appartient à l'Association canadienne des paiements (ACP) et est exploité par elle. Des paiements d'une valeur moyenne d'environ 140 milliards de dollars canadiens transitent chaque jour par ce système, auquel participent la Banque du Canada et quatorze institutions de dépôt. La Banque fournit en outre les moyens de règlement au sein du STPGV et exerce une surveillance générale sur celui-ci dans le but de maîtriser le risque systémique. Pour de plus amples renseignements sur le STPGV, consulter Dingle (1998) ou visiter le site Web de l'ACP à l'adresse www.cdnpay.ca.

2. La Banque du Canada est reconnaissante à la Banque de Finlande d'avoir conçu l'outil BoF-PSS2 et de l'avoir mis à la disposition des autres banques centrales.
3. Les banques centrales ont recours à des techniques de simulation telles que les tests de stress pour mener d'autres types de recherches sur les systèmes de paiement. Leinonen (2005) s'intéresse aux simulations effectuées dans diverses banques centrales de par le monde.
4. Les risques les plus souvent associés aux systèmes de règlement de gros paiements sont les risques de crédit et de liquidité ainsi que les risques juridique, opérationnel et systémique. Voir BRI (1997).

intrajournalières — appliqué au cadre particulier du STPGV du Canada. Les améliorations susceptibles d'être apportées à cet arbitrage y sont également examinées. D'autre part, nous expliquons comment l'analyse par simulation peut permettre d'évaluer un tel arbitrage à l'aide de données réelles sur les transactions et les limites de crédit relatives au STPGV, ou encore de tester des hypothèses concernant l'amélioration de l'arbitrage. L'utilité de la contribution apportée par le BoF-PSS2 à cet égard est soulignée. En conclusion, nous faisons quelques mises en garde au sujet de l'analyse par simulation et proposons des pistes de recherche pour l'avenir.

L'arbitrage entre délai de règlement et liquidités intrajournalières dans un système de paiement

La nature du retard de règlement

Les participants à un système de paiement tiennent habituellement un échéancier quotidien d'opérations à soumettre au système pour leur propre compte ou pour celui de clients. Chaque règlement doit se faire avant une certaine heure, qui varie selon la nature de la transaction économique sous-jacente. Le plus souvent, il suffit que les sommes dues soient transférées avant la fin de la journée. Par contre, l'heure d'exécution des paiements est parfois critique. C'est le cas notamment des paiements ayant pour effet d'établir des positions finales dans d'autres systèmes de compensation et de règlement importants, ou encore de ceux qui sont reliés à la mise en œuvre au jour le jour de la politique monétaire. Ces opérations doivent être traitées avant une heure précise chaque jour.

Il y a finalité du paiement lorsque le montant versé par un participant à un autre par le truchement d'un système devient irrévocable quelles que soient les circonstances (dans l'éventualité, par exemple, de la défaillance d'un participant). Les systèmes modernes de paiement ont pour caractéristique importante d'assurer la finalité immédiate, ce qui signifie que les paiements sont considérés comme définitifs dès qu'ils ont été traités par le système⁵. Ainsi, les bénéficiaires peuvent utiliser rapidement

les fonds reçus, sans craindre que l'opération ne soit annulée ultérieurement.

Dans le présent article, l'expression « retard de règlement » désigne le laps de temps pouvant s'écouler entre le moment où un participant prévoit soumettre une opération au système (à l'échéance du paiement) et le moment où le paiement devient final (lorsqu'il est traité par le système). Les retards de règlement observés dans un système de paiement sont souvent attribuables aux contraintes de liquidités auxquelles doivent faire face les participants, et qui sont associées à la fourniture de crédits intrajournaliers. Cette question est examinée plus en détail dans la section suivante.

Les conséquences d'un retard de règlement

Puisque, dans un système de paiement, les opérations quotidiennes sont traitées très rapidement et portent sur des montants élevés, et comme bon nombre de ces paiements présentent une sensibilité temporelle, un retard de règlement peut entraîner des coûts substantiels.

Un participant incapable de s'acquitter de ses obligations de paiement à l'échéance peut voir sa réputation entachée auprès de ses pairs, et même perdre des clients. Pour l'institution destinataire, la non-réception des fonds au moment prévu se traduit par un déficit dans sa position intrajournalière. Et si cette institution comptait sur les sommes à recevoir pour effectuer ses propres paiements, ceux-ci pourront aussi être reportés. Ce report risque à son tour de perturber la position du client de l'institution destinataire, ce qui pourra se répercuter sur l'activité économique.

Un retard de règlement peut aussi aggraver les pertes potentielles découlant des autres types de risques présents dans un système de paiement, comme le risque opérationnel. Il est probable, en effet, qu'un incident d'ordre opérationnel (telle une panne informatique empêchant un ou plusieurs participants de transmettre leurs paiements) aura davantage de conséquences si, alors, un certain nombre d'opérations n'ont pas encore été traitées (Bedford, Millard et Yang, 2005). Par ailleurs, dans la mesure où un traitement plus rapide et plus efficient encourage les participants à recourir à un système de paiement plutôt qu'à des mécanismes mal protégés contre les risques, on peut considérer que la réduction des retards de règlement contribue à atténuer le risque qui pèse sur le système financier en général.

5. L'analyse présentée ici porte sur les systèmes dits « modernes », à savoir les systèmes de règlement en temps réel des montants bruts et les systèmes qui leur sont assimilables, comme le STPGV au Canada. Voir BRI (1997, 2005) pour une description complète de ces systèmes.

Les liquidités intrajournalières

La liquidité intrajournalière fait référence à la capacité d'un participant de respecter ses obligations de paiement en temps voulu. De nos jours, les utilisateurs d'un système de paiement ont besoin de liquidités intrajournalières afin de faire transiter leurs paiements. Maintenir un degré adéquat de liquidités intrajournalières consiste donc à disposer des fonds nécessaires pour effectuer les paiements à mesure qu'ils deviennent exigibles. Ces liquidités sont toutefois coûteuses à tenir pour les participants, du fait, par exemple, qu'elles leur sont assurées en bonne partie par le crédit intrajournalier. Si ce crédit était gratuit et illimité, les participants n'auraient qu'à emprunter des fonds au moment où ils en ont besoin pour soumettre leurs opérations, et aucun retard de règlement ne se produirait. Par contre, les pourvoyeurs de crédit intrajournalier (normalement les banques centrales) s'exposeraient à des risques considérables vis-à-vis des emprunteurs, ce qui n'est pas souhaitable dans l'optique de la politique publique.

Le crédit intrajournalier n'est donc ni gratuit ni illimité dans un système de paiement; au contraire, il suppose généralement le dépôt de sûretés admissibles (pouvant donner lieu à un coût de renonciation implicite) ou le versement de frais d'intérêts explicites, ou est assujéti à certains plafonds. Ces diverses contraintes peuvent limiter les liquidités intrajournalières dont bénéficie un participant, et par le fait même accroître les risques d'un retard de règlement.

L'arbitrage

Examinons les effets d'une réduction hypothétique des liquidités intrajournalières conservées par les participants à un système de paiement. Une telle baisse aurait probablement pour double résultat d'occasionner un coût et de procurer un avantage aux participants. L'avantage ressort clairement : si les liquidités intrajournalières requises diminuent, les coûts de financement reculeront en conséquence (du fait, par exemple, que moins de sûretés seront exigées). Cependant, les participants comptent sur ces liquidités pour s'échanger des paiements. Et moins celles-ci sont élevées, plus ils risquent de ne pas disposer des sommes nécessaires pour honorer leurs obligations de paiement à l'échéance. Ainsi, le coût occasionné par cette réduction hypothétique du financement intrajournalier réside dans une hausse éventuelle du niveau de retard de traitement dans le système.

Les paiements qui ne sont pas traités au moment où ils sont exigibles, en raison de l'insuffisance des

liquidités intrajournalières d'un participant, peuvent être placés dans la file d'attente interne du participant en question. Ces paiements peuvent aussi être soumis au système et demeurer dans la file d'attente centralisée de celui-ci, le cas échéant. Normalement, les paiements placés dans une file interne ou centralisée sont libérés et traités individuellement dès que les liquidités intrajournalières de l'expéditeur le permettent. Un participant peut voir sa position de liquidités se redresser après la réception de fonds d'un autre participant ou l'acquisition de crédits intrajournaliers supplémentaires.

Par ailleurs, on peut s'attendre à ce que les retards de règlement s'amplifient à mesure que l'on diminue les liquidités intrajournalières au sein du système. En effet, le nombre des paiements qui sont mis en file à leur échéance et la période d'attente tendent à augmenter au fur et à mesure que les liquidités sont réduites.

La représentation graphique de l'arbitrage

Selon le cadre d'analyse général proposé par Berger, Hancock et Marquardt (1996), l'arbitrage entre retard de règlement et liquidités intrajournalières peut être représenté par une courbe convexe décroissante dans le plan retard-liquidités (voir Graphique 1).

Chaque point dans le plan représente l'une des combinaisons retard-liquidités nécessaires à l'exécution d'une quantité donnée de paiements. Tous les points situés le long de la courbe ainsi qu'au-dessus ou à la droite de celle-ci correspondent à des combinaisons retard-liquidités réalisables compte tenu de la technologie actuelle des systèmes de paiement. Le déplacement le long de la courbe, de droite à gauche, rend l'idée que plus les liquidités intrajournalières sont restreintes au sein du système, plus les retards de règlement s'accroissent rapidement. Les points situés en dessous ou à la gauche de la courbe traduisent une situation optimale, que seule une quelconque innovation technologique pourrait rendre possible.

Un meilleur arbitrage entre retard de règlement et liquidités intrajournalières

Compte tenu de l'incidence que peuvent avoir les retards de règlement, il est souhaitable que l'arbitrage soit amélioré, c'est-à-dire que l'on diminue le niveau du retard de règlement pour chaque degré de liquidités intrajournalières. Cette réduction est possible si l'on parvient à traiter plus rapidement les opérations en attente ou à en diminuer le

nombre. Pareille amélioration est représentée graphiquement par le déplacement de la courbe d'arbitrage vers l'origine (ligne pointillée du Graphique 1).

Comme il a été mentionné auparavant, l'amélioration de l'arbitrage suppose des innovations au chapitre de la technologie des systèmes. Il pourrait s'agir, par exemple, d'introduire un algorithme complexe destiné à libérer les paiements placés dans la file d'attente centralisée⁶. Ces algorithmes permettent de repérer et de compenser simultanément des lots de paiements en attente.

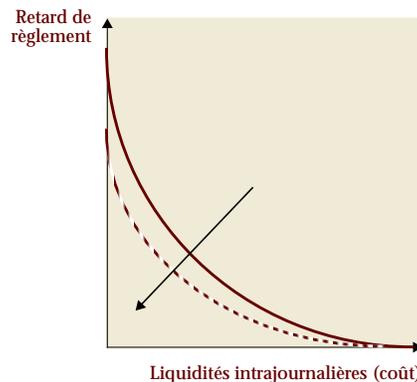
D'habitude, les paiements sont retirés *individuellement* de la file lorsque les liquidités intrajournalières du participant concerné sont suffisantes. Dans une file centralisée régie par un algorithme complexe, toutefois, le système tente, à des intervalles réguliers pendant la journée, de procéder simultanément au traitement et à la libération d'un lot de paiements en attente. La libération du lot entier, dans ce cas, exige simplement que les participants aient accès à des liquidités intrajournalières suffisantes pour couvrir toute position débitrice (négative) nette pouvant résulter de la compensation.

Lorsqu'un tel algorithme est en place, moins de liquidités sont requises pour que les paiements soient retirés de la file d'attente. Ainsi, même dans l'hypothèse d'une baisse des liquidités intrajournalières dans le système, les paiements en attente peuvent être traités plus rapidement, et la file intrajournalière pourrait être plus courte, en moyenne, que dans des conditions habituelles de mise en attente.

La méthode de simulation

Il pourrait être intéressant d'appliquer ce concept au contexte du STPGV; l'analyse par simulation a ceci d'avantageux qu'elle facilite une telle démarche. Le simulateur BoF-PSS2 de la Banque de Finlande, en particulier, peut être utilisé pour évaluer s'il existe une relation d'arbitrage entre le retard de règlement et les liquidités intrajournalières au sein du STPGV et, dans l'affirmative, s'il est possible d'améliorer cet arbitrage en introduisant un algorithme complexe de retrait de la file d'attente. La présente section définit dans les grandes lignes la méthode de simulation qui sous-tend cette analyse. On y décrit les données de départ, le mode de fonctionnement de l'outil BoF-PSS2 et les possibilités d'application spécifiques de l'analyse au

Graphique 1
Arbitrage entre retard de règlement et liquidités intrajournalières



6. Pour une analyse des avantages offerts par ces algorithmes, voir par exemple BRI (2005) et Leinonen (2005).

Encadré 1**Renseignements généraux sur le STPGV**

Dans le STPGV, le caractère irrévocable des paiements est garanti quelles que soient les circonstances, si bien que le risque systémique est pour ainsi dire inexistant. Ce caractère irrévocable est assuré par des mécanismes de limitation des risques en temps réel (plafonds de débit net) intégrés au système, par des exigences en matière de sûretés et par la garantie à l'égard des risques résiduels offerte par la Banque du Canada¹. La garantie de règlement permet l'irrévocabilité immédiate de tous les paiements traités par le système.

Le STPGV comporte deux flux de paiements : la tranche 1 et la tranche 2. Chaque tranche est assortie de ses propres dispositifs de limitation des risques et de ses propres exigences en matière de sûretés. Les participants peuvent recourir à l'une ou l'autre tranche pour envoyer leurs paiements. La tranche 1 est régie par le principe de la « responsabilité du défaillant », ce qui signifie que tout participant qui affiche une position débitrice nette à l'intérieur de cette tranche doit la garantir intégralement au moyen de sûretés admissibles. Dans la tranche 2, fondée sur le principe de la « responsabilité des solvables », on fait plutôt appel à un fonds commun de sûretés. Les sûretés données par l'ensemble des participants sont en tout temps suffisantes pour couvrir le plus grand solde débiteur net possible de l'un d'entre eux. Comparativement à la tranche 1, la tranche 2 exige beaucoup moins de sûretés des participants. Les paiements de tranche 2 représentent donc la majorité des opérations transitant chaque jour par le STPGV.

Dans la tranche 2, les participants ont la possibilité d'utiliser une ligne de crédit. À cette fin, ils s'accordent mutuellement des limites de crédit bilatérales. La valeur de chacune de ces limites équivaut au plus haut solde débiteur net possible qu'un participant peut enregistrer par rapport à un autre à tout moment durant le cycle de paiement quotidien. La limite de crédit intrajournalière multilatérale de tranche 2 d'un participant, aussi appelée plafond de débit net de tranche 2, correspond à la somme de toutes les limites de crédit bilatérales qui lui sont octroyées, multipliée par un paramètre de système égal à 0,24². Le plafond de débit net de tranche 2 équivaut au maximum du solde débiteur net multilatéral de tranche 2 qu'un participant peut afficher durant le cycle de paiement quotidien. Un paiement de tranche 2 est traité si, au terme de l'opération, le solde débiteur net de l'expéditeur n'excède ni sa limite de crédit bilatérale vis-à-vis du destinataire, ni son plafond de débit net de tranche 2³. Les participants sont tenus de fournir des sûretés admissibles de tranche 2 équivalentes à la valeur de la limite de crédit bilatérale la plus élevée qu'ils accordent à tout autre participant, multipliée par le paramètre de système.

1. Dans le cas improbable où plusieurs participants se trouveraient en défaut de paiement dans le STPGV, la Banque exercerait sa garantie résiduelle afin de faciliter le règlement, en réalisant les sûretés disponibles et en supportant toute perte résiduelle.
2. Lorsque le STPGV est entré en service en février 1999, ce paramètre équivalait à 0,30. Il a été progressivement abaissé depuis, se situant à 0,24 depuis mars 2000. Voir la Règle 2 du STPGV à l'adresse www.cdnpay.ca.
3. Voir Engert (1993) et McVanel (2005) pour de plus amples renseignements sur la maîtrise des risques dans le STPGV.

cadre du STPGV. On trouvera des renseignements généraux utiles sur le STPGV dans l'Encadré 1, et un exposé plus complet sur ce système dans Dingle (1998).

Il convient de signaler que le BoF-PSS2, dans sa version actuelle, exclut l'importante composante du STPGV que sont les limites de crédit bilatérales (Encadré 1)⁷. Le modèle de simulation employé dans l'analyse tient compte uniquement des limites de crédit multilatérales; ce point est développé dans la conclusion. En outre, l'analyse met l'accent sur les paiements de tranche 2, car c'est ce flux qui prédomine au sein du STPGV⁸.

Les données

Des données sur les opérations et les limites de crédit de tranche 2 du STPGV ont été recueillies durant une période de trois mois, de juillet à septembre 2004. Les données relatives aux opérations englobent la date et l'heure de soumission de chaque paiement, la valeur du paiement ainsi que les parties concernées. On tient pour acquis que le timbre horodateur associé à chaque paiement indique l'heure prévue de soumission. Quant aux données ayant trait aux limites de crédit, elles contiennent la valeur du plafond de débit net de tranche 2 dont dispose chaque participant, ainsi que la date et l'heure de validité de cette valeur. En effet, le plafond de débit net de tranche 2 est susceptible de varier aussi bien d'une journée à l'autre qu'à l'intérieur d'une même journée.

Le simulateur BoF-PSS2 de la Banque de Finlande

Même s'il n'inclut pas les limites de crédit bilatérales, l'outil BoF-PSS2 présente un mode de fonctionnement semblable à celui du STPGV. Les paiements sont soumis pour traitement dans l'ordre chronologique donné par le timbre horodateur. Le simulateur procède à l'opération si, ce faisant, la position débitrice nette de l'expéditeur ne se trouve pas à dépasser le plafond de débit net de tranche 2. Les paiements qui ne peuvent être traités dès leur soumission en raison de l'insuffisance des liquidités intrajournalières de l'expéditeur sont placés dans la file d'attente du simulateur. Celui-ci

7. Le personnel de la Banque du Canada participe en ce moment à l'élaboration d'une nouvelle version du simulateur BoF-PSS2 qui prendra en compte les limites de crédit bilatérales. Cette version devrait être disponible au début de 2006.
8. Les paiements de tranche 2 représentent, au cours d'une journée moyenne, environ 86 % de la valeur et 98 % du volume des paiements qui transitent par le STPGV.

offre à l'utilisateur un choix d'algorithmes de retrait de la file d'attente qui reproduisent les différents régimes de gestion des opérations en attente généralement disponibles dans un système de paiement.

Après une simulation, le BoF-PSS2 génère plusieurs rapports sur les séries chronologiques. Ces rapports réunissent des statistiques sur le nombre et la valeur des paiements traités et non traités, le recours aux limites de crédit ainsi que le nombre et la valeur des opérations mises en attente. L'utilisateur peut demander que les données portent sur une journée complète ou sur des intervalles variant de 1 à 60 minutes. En outre, les résultats peuvent être présentés pour l'ensemble du système ou pour chaque participant.

L'application au STPGV

L'un des aspects fondamentaux de l'analyse consiste à faire intervenir une réduction hypothétique des liquidités intrajournalières des participants. Pour opérer cette réduction au sein du STPGV, on diminue le crédit intrajournalier mis à la disposition des participants. Les limites de crédit bilatérales étant égales par ailleurs, on peut abaisser les plafonds de débit net de tranche 2 en réduisant la valeur du paramètre de système. Ainsi qu'on l'a expliqué précédemment au sujet des liquidités, le fait de diminuer ce paramètre entraîne à la fois un coût et un avantage pour les participants. D'un côté, ces derniers ont plus de difficulté à respecter leurs obligations de paiement à l'échéance, car ils se voient confrontés plus rapidement et plus fréquemment, au cours de la journée, aux contraintes liées à leur plafond de débit net de tranche 2. Le niveau de retard de règlement est donc appelé à augmenter au sein du STPGV. De l'autre côté, les participants bénéficient d'une baisse de la valeur des sûretés requises au titre de la tranche 2 ainsi que des coûts connexes.

L'analyse par simulation porte sur deux blocs de huit simulations, dont chacune se caractérise par une certaine diminution du crédit intrajournalier à la disposition de chaque participant. À cette fin, on crée des ensembles de données supplémentaires sur les limites de crédit pour la période étudiée en utilisant des valeurs hypothétiques moindres du paramètre de système. Comme on suppose que les participants continuent d'expédier leurs paiements de la même façon tout au long de l'analyse, les données relatives aux opérations restent inchangées d'une simulation à l'autre.

En règle générale, les participants au STPGV se servent de files d'attente internes pour gérer la libération de leurs paiements. Ceux-ci sont retirés de la

file et traités lorsque les liquidités intrajournalières du participant concerné le permettent. Le premier bloc de simulations vise à reproduire le plus fidèlement possible ce régime de gestion des opérations en attente. Pour ce faire, un algorithme classique de retrait de la file d'attente a été spécifié dans l'outil BoF-PSS2.

Pour chacune des simulations du premier bloc (c.-à-d. pour chaque niveau de liquidités intrajournalières), on calcule trois mesures quotidiennes du retard de règlement et on en fait la moyenne sur la période étudiée. Ces mesures sont les suivantes :

1. Proportion quotidienne moyenne de la valeur des opérations non réglées. On obtient ce ratio en divisant la valeur totale des paiements qui sont encore en attente à la fin de la journée par la valeur totale des paiements que les participants ont soumis tout au long de la journée.

2. Retard quotidien moyen des paiements dans le système. Adapté de Leinonen et Soramäki (1999), cet indicateur peut prendre n'importe quelle valeur entre 0 et 1. La valeur 0 signifie que tous les paiements quotidiens sont réglés de façon irrévocable dès l'heure prévue de soumission. La valeur 1 indique que tous les paiements sont placés dans la file d'attente à l'heure prévue de soumission et qu'ils y restent jusqu'à la fin de la journée.

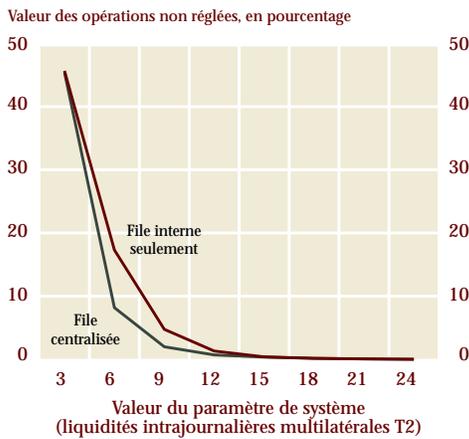
3. Valeur intrajournalière moyenne des paiements en attente. Cette mesure s'applique aux paiements de tranche 2 mis en file d'attente.

L'objectif du second bloc de simulations est d'évaluer si l'introduction d'un algorithme complexe de retrait de la file d'attente peut améliorer l'arbitrage, c'est-à-dire réduire le retard de règlement associé à chaque niveau de liquidités intrajournalières. Le STPGV comporte actuellement une file centralisée qui est régie par un algorithme complexe. Les paiements en attente sont compensés à des intervalles réguliers de 20 minutes au cours de la journée. Les règles en vigueur n'incitent pas les participants à se servir de cette file d'attente⁹.

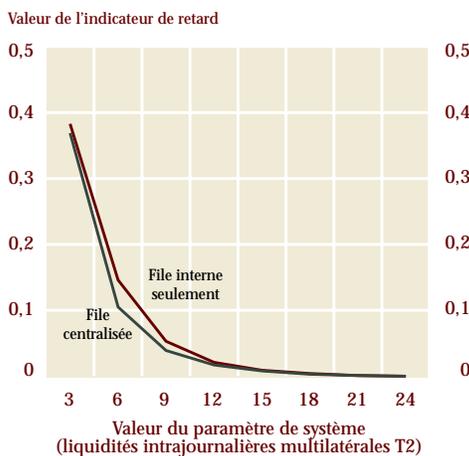
Le second bloc de simulations consiste donc en une série d'essais qui visent à déterminer si le recours accru à la file d'attente centralisée du STPGV pourrait permettre d'améliorer l'arbitrage. On tient pour acquis que, dans un tel régime, les paiements

9. Aux termes de la Règle 7 du STPGV, les participants peuvent gérer leurs positions de tranche 1 et de tranche 2 en temps réel, et devraient s'efforcer d'expédier uniquement les paiements qui subiront avec succès les contrôles applicables de limitation du risque. On trouvera de plus amples renseignements dans le site de l'Association canadienne des paiements, à l'adresse www.cdnpcy.ca.

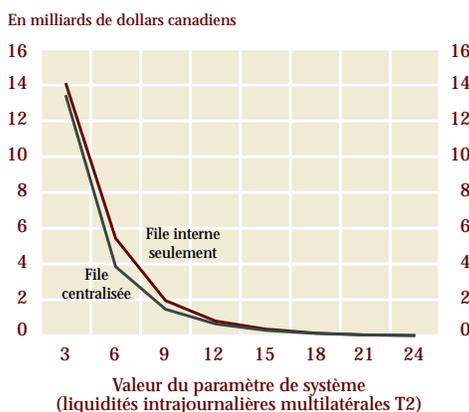
Graphique 2
Proportion quotidienne moyenne de la valeur des opérations non réglées



Graphique 3
Retard quotidien moyen des paiements dans le système



Graphique 4
Valeur intrajournalière moyenne des paiements en attente



ne sont plus retenus à l'interne, par les participants, jusqu'à ce qu'ils puissent être traités. Ils sont plutôt soumis au STPGV à leur échéance. Tout paiement non traité sur-le-champ est placé dans la file d'attente centralisée.

Aux fins de comparaison, on réutilise les données relatives aux opérations et aux limites de crédit qui ont servi dans le premier bloc de simulations, et on calcule les mêmes mesures du retard de règlement. La différence fondamentale entre les deux blocs est que, dans le second, un algorithme complexe de retrait de la file d'attente, semblable à celui du STPGV, est spécifié pour se déclencher toutes les 20 minutes.

Les résultats

Les résultats de la simulation sont présentés aux Graphiques 2 à 4. Chaque graphique contient deux courbes, qui correspondent chacune à un bloc de simulations. La courbe intitulée « File interne seulement » illustre les résultats du premier bloc de simulations. L'autre, appelée « File centralisée », décrit les résultats du second bloc.

Les chiffres obtenus confirment l'existence d'un rapport d'arbitrage entre le retard de règlement et les liquidités intrajournalières au sein du STPGV; cette relation cadre avec les hypothèses qui sous-tendent la relation décrite au Graphique 1. On constate également que l'arbitrage s'améliore lorsqu'on fait intervenir un algorithme complexe de retrait de la file d'attente. Dans le second bloc de simulations, les mesures du retard de règlement affichent toutes trois une baisse pour chaque niveau de liquidités intrajournalières.

On observe que l'avantage relatif (c.-à-d. la réduction du retard de règlement) associé à l'introduction d'un algorithme complexe de retrait de la file d'attente s'accroît à mesure que la disponibilité du crédit intrajournalier régresse, et qu'il culmine lorsque le paramètre de système est égal à 0,06. À ce sommet, la diminution par rapport aux résultats du premier bloc est de 9 points de pourcentage, soit environ 10 milliards de dollars, pour la proportion quotidienne moyenne de la valeur des opérations non réglées de tranche 2 (Graphique 2); de 28 % pour le retard quotidien moyen des paiements dans le système (Graphique 3); et de 29 %, soit environ 1,6 milliard de dollars, pour la valeur intrajournalière moyenne des paiements en attente (Graphique 4).

Les gains relatifs liés à la gestion par file d'attente centralisée commencent à s'amenuiser lorsque le paramètre de système tombe en deçà de 0,06. Au niveau de 0,03, près de la moitié de la valeur

totale des opérations soumises quotidiennement reste non traitée dans les deux blocs de simulations (Graphique 2). On estime que les liquidités intrajournalières des participants sont alors si faibles qu'à peine quelques très petits groupes de paiements en attente peuvent être traités à chaque déclenchement de l'algorithme de compensation.

Par ailleurs, le niveau du retard de règlement n'augmente que légèrement lorsqu'on commence à réduire le paramètre de système par rapport à sa valeur actuelle de 0,24. Il s'agit là d'un résultat intéressant, car le maintien des liquidités intrajournalières des participants (et l'absence de retard de règlement) constitue peut-être le principal objectif visé lors de l'établissement du paramètre de système. On estime qu'en faisant passer ce paramètre de 0,24 à 0,18, on accroît la proportion quotidienne moyenne de la valeur des opérations non réglées d'à peine 0,15 point de pourcentage dans le régime actuel de file d'attente interne, et de 0,14 point de pourcentage dans le régime de file d'attente centralisée (voir Graphique 2). On obtient des résultats semblables pour les deux autres mesures de retard. Comme il a été mentionné précédemment, un paramètre de système moins élevé présente aussi l'avantage, pour les participants au STPGV, d'abaisser les exigences en matière de sûretés. Lorsque, par exemple, le paramètre est ramené à 0,18, la valeur totale des sûretés obligatoires au titre de la tranche 2 diminue d'environ 750 millions de dollars par jour, en moyenne, sur la période étudiée, les limites de crédit bilatérales courantes étant égales par ailleurs.

Sommaire et travaux de recherche à venir

La recherche ci-dessus sur l'arbitrage entre la sûreté et l'efficacité dans un système de paiement fait appel à l'analyse par simulation. Le présent article décrit tout d'abord un rapport d'arbitrage fondamental entre retard de règlement et liquidités intrajournalières; il illustre ensuite comment les techniques de simulation peuvent permettre d'évaluer cet arbitrage à l'intérieur du STPGV du Canada. Les chiffres révèlent que le retard de règlement et les liquidités intrajournalières au sein de ce système présentent bel et bien une relation d'arbitrage, et que l'on pourrait améliorer celle-ci en utilisant davantage une file d'attente centralisée régie par un algorithme complexe. Par ailleurs, indépendamment du recours accru à une file centralisée, l'article montre qu'il serait possible de ramener le paramètre de système jusqu'à 0,18 sans allonger sensiblement le retard de règlement.

Ces conclusions, faut-il le souligner, sont préliminaires, et les mises en garde qu'elles suscitent indiquent que le travail est loin d'être terminé. Au premier chef, il importe de remettre en cause l'hypothèse que les participants ne changent rien à leurs habitudes d'envoi de paiements et d'octroi de limites de crédit bilatérales, malgré la réduction du paramètre de système et l'adoption d'un nouveau mode de gestion des opérations en attente. Pour renforcer la robustesse des analyses par simulation futures, il est essentiel de pousser la recherche sur les facteurs sous-jacents du comportement des participants et sur l'évolution prévue du simulateur BoF-PSS2 de la Banque de Finlande.

En deuxième lieu, même si — comme le fait ressortir l'article — il est avantageux de se servir d'une file d'attente centralisée régie par un algorithme complexe, il faut aussi cerner et évaluer les implications potentielles d'un tel changement, ce que les résultats des simulations actuelles ne permettent peut-être pas de faire. Par exemple, BRI (1997) soutient que la présence d'une file centralisée dans un système de paiement peut inciter les participants à assumer un plus grand risque de crédit. La situation peut se produire lorsque les participants ont accès à de l'information sur les paiements attendus qui se trouvent dans la file centralisée. Un participant, voyant que des fonds destinés à l'un de ses clients sont en attente de traitement, pourrait décider de porter immédiatement la somme au crédit du client. Ce faisant, il s'exposerait au risque de crédit jusqu'à ce que le paiement soit réglé de manière irrévocable par le système.

Finalement, il importe d'étudier plus avant si l'avantage que procure un paramètre de système moins élevé, soit des exigences moindres en matière de sûretés, l'emporte sur le coût associé à une légère augmentation du retard de règlement. Cette question suppose que l'on tente de quantifier le coût (social) du retard de règlement, et elle dépendra sans doute d'un certain nombre de facteurs, dont la sensibilité temporelle des paiements en retard.

Bibliographie

- Banque des Règlements Internationaux (1997). *Real-Time Gross Settlement Systems*, publication n° 22, Comité sur les systèmes de paiement et de règlement (mars).
- (2005). *New Developments in Large-Value Payment Systems*, publication n° 67, Comité sur les systèmes de paiement et de règlement (mai).

- Bedford, P., S. Millard et J. Yang (2005). « Analysing the Impact of Operational Incidents in Large-Value Payment Systems: A Simulation Approach ». In : *Liquidity, Risks and Speed in Payment and Settlement Systems — A Simulation Approach*, sous la direction de H. Leinonen, n° E:31, collection « Bank of Finland Studies », Banque de Finlande, Helsinki, p. 247-274.
- Berger, A. N., D. Hancock et J. Marquardt (1996). « A Framework for Analyzing Efficiency, Risks, Costs, and Innovations in the Payment System », *Journal of Money, Credit, and Banking*, vol. 28, n° 4, p. 696-732.
- Dingle, J. (1998). « Le STPGV ou système canadien de transfert de paiements de grande valeur », *Revue de la Banque du Canada* (automne), p. 39-55.
- Engert, W. (1993). « Certainty of Settlement and Loss Allocation with a Minimum of Collateral », document de travail n° 1993-14, Banque du Canada.
- Leinonen, H. (directeur) (2005). *Liquidity, Risks and Speed in Payment and Settlement Systems — A Simulation Approach*, n° E:31, collection « Bank of Finland Studies », Banque de Finlande, Helsinki.
- Leinonen, H., et K. Soramäki (1999). « Optimizing Liquidity Usage and Settlement Speed in Payment Systems », n° 16/99, collection « Bank of Finland Discussion Papers », Banque de Finlande, Helsinki.
- McVanel, D. (2005). « The Impact of Unanticipated Defaults in Canada's Large Value Transfer System », document de travail n° 2005-25, Banque du Canada.