

Les réseaux de paiement : panorama d'études récentes

James Chapman, Lana Embree et Tom Roberts, département de la Stabilité financière; Nellie Zhang, département de la Gestion financière et des Opérations bancaires

- *L'analyse des réseaux ouvre de nouvelles perspectives pour comprendre les relations complexes liant les participants au Système de transfert de paiements de grande valeur (STPGV), soit le principal système utilisé pour la compensation et le règlement des opérations entre institutions financières au Canada.*
- *L'analyse des réseaux peut aider les organismes de surveillance des systèmes de paiement à mieux comprendre l'importance de participants particuliers au sein de leur système, ainsi que les liens qui les unissent.*
- *Des études récentes fondées sur l'analyse des réseaux et tenant compte de l'intensité des opérations entre différents groupes de participants au STPGV font ressortir l'existence de deux communautés de participants : la première se compose des cinq grandes banques au pays, et la seconde, de participants de moindre envergure, opérant sur un plan plus régional, mais interagissant étroitement.*

Un système financier stable et efficace est un élément essentiel au bon fonctionnement de l'économie. Il facilite en effet les mouvements de fonds entre épargnants et emprunteurs, et aide à répartir le risque parmi les acteurs les plus aptes à le gérer. Pour évaluer les vulnérabilités et les risques associés au système financier dans son ensemble, il est primordial de comprendre les liens qui unissent les institutions financières, les marchés et l'infrastructure sous-jacente (par exemple, les liens commerciaux, le degré d'exposition aux risques ou encore les relations financières).

L'un des principaux éléments d'infrastructure d'un système financier bien développé est son système de transfert de paiements de grande valeur, ou système de paiements de gros, qui sert à traiter les paiements entre institutions financières. Dans le cadre des opérations de paiement qu'elles effectuent au nom de leurs clients, les institutions financières transfèrent entre elles des sommes considérables au moyen de ces systèmes. C'est pourquoi le système de paiements de gros du Canada, soit le Système de transfert de paiements de grande valeur (STPGV), revêt une importance systémique. Les règles et les mécanismes de limitation des risques qui lui sont associés garantissent que les paiements deviennent définitifs et irrévocables une fois qu'ils ont subi avec succès les contrôles prévus au cours de la journée¹. Le STPGV est un élément clé de l'infrastructure du système financier, car les paiements qu'il traite servent à exécuter d'importantes transactions commerciales et à régler des obligations de paiement en dollars canadiens découlant d'opérations sur titres ou sur devises. Chaque jour ouvrable, des milliers de transactions dont la valeur atteint des milliards de dollars passent

¹ Arjani et McVanel (2006) donnent un aperçu de la structure du STPGV et de son rapport avec le système financier canadien.

par le STPGV. En 2008, les systèmes de paiements de gros des pays du G10 ont traité des paiements dont la valeur totale représentait en moyenne 62,2 fois le PIB du pays; au Canada, ce ratio était de 28,7 (BRI, 2009)². Étant donné le rôle fondamental des systèmes de paiements de gros et le grand nombre d'opérations réglées par leur entremise, les responsables des politiques en matière de stabilité financière et les organismes de surveillance des infrastructures d'importance systémique, en particulier, auraient avantage à comprendre les liens qui unissent leurs participants.

Il est possible d'envisager un système de paiements de gros tel que le STPGV comme un réseau complexe dans lequel les rapports entre les institutions financières qui en sont membres peuvent se modéliser au moyen des outils d'analyse des réseaux. L'analyse des réseaux, domaine de recherche interdisciplinaire qui s'est développé au cours des dix dernières années (Vega-Redondo, 2007), permet d'examiner les relations bilatérales existantes entre des participants à un système donné, puis l'effet global potentiel d'un type particulier de relations bilatérales sur l'ensemble du système. Son application en économie financière est relativement nouvelle.

Dans le présent article, nous nous penchons sur des études, réalisées à la Banque du Canada et dans d'autres banques centrales, dont les auteurs appliquent des techniques d'analyse des réseaux à des données portant sur les systèmes de paiement³. Ces techniques nous permettent d'aborder sous un angle nouveau l'analyse des risques systémiques inhérents aux systèmes de paiement. L'analyse des réseaux de paiement, comme on la dénomme aujourd'hui, est un domaine de l'analyse des réseaux qui se concentre sur les systèmes de paiement et fait appel à des techniques utilisées en économie monétaire.

Modélisation des systèmes de paiement sous forme de réseaux

Étant donné les responsabilités que lui confère la *Loi sur la compensation et le règlement des paiements* s'agissant de la surveillance de certains systèmes de paiement, de compensation et de règlement, la Banque du Canada a avantage à mieux comprendre

la façon dont se comporte le STPGV et à s'assurer qu'il est bien protégé des risques. L'analyse des réseaux offre un cadre qui permet d'appréhender les interrelations complexes entre les différents participants à un système de paiement d'une manière qui complète les efforts de modélisation économique classiques.

La modélisation d'un système de paiement sous forme de réseau consiste, en règle générale, à le représenter simplement par un ensemble de nœuds, dont chacun correspond à un participant au système (p. ex., une banque). Les nœuds, qui sont liés les uns aux autres en fonction de relations financières clés, constituent un réseau. Cette approche pourrait servir notamment à modéliser les paiements, les opérations sur valeurs mobilières, les prêts ou les limites de crédit. Le choix des liens modélisés est fonction tant des données disponibles que des questions étudiées. Deux avenues de recherche semblent particulièrement prometteuses : la première consiste à saisir comment les chocs ou les problèmes financiers peuvent se propager d'une institution à l'autre (contagion financière), et la seconde, à évaluer l'importance systémique de divers participants.

En identifiant et en étudiant les liens entre les institutions participantes, les chercheurs sont mieux à même d'établir si l'interdépendance des participants au système de paiement accroît ou réduit la résilience du système en cas de choc.

La contagion financière est un phénomène qu'on est mieux en mesure de comprendre quand on examine les réseaux que tissent les participants à un système donné, car les liens étudiés en analyse des réseaux peuvent constituer des canaux par lesquels les chocs financiers sont susceptibles de se propager d'institutions en institutions. Il importe toutefois de bien cerner la nature des liens qui font l'objet de ce type d'analyse. Par exemple, si certains liens peuvent faciliter la propagation de perturbations financières éventuelles parmi les participants au STPGV, d'autres peuvent promouvoir la résilience en répartissant le risque parmi les participants. En identifiant et en étudiant les liens entre les institutions participantes, les chercheurs sont mieux à même d'établir si l'interdépendance des participants au système de paiement accroît ou réduit

2 L'un des facteurs qui pourraient expliquer la faiblesse relative du ratio paiements/PIB au Canada est le fait que certains participants directs importants règlent une partie considérable des paiements entre leurs clients par un jeu d'écritures dans leurs propres livres plutôt qu'en traitant avec un autre participant au moyen du STPGV.

3 Les auteurs d'un ensemble d'études connexes exploitent également ces techniques pour analyser les engagements figurant au bilan des banques. Voir, par exemple, Gauthier, Lehar et Souissi (2010) ou Gauthier, He et Souissi (2010).

la résilience du système en cas de choc. Ce cadre d'analyse permet à l'organisme de supervision du système de surveiller ou d'atténuer les risques potentiels de manière appropriée.

L'analyse des réseaux rend possible l'examen des liens entre participants. Un réseau peut être assez simple, lorsque chaque institution traite avec une poignée de participants dont elle connaît l'exposition aux risques. Il peut cependant aussi être assez complexe, si le nombre et la taille des participants avec lesquels traite chaque institution varient beaucoup. La complexité du système peut à elle seule contribuer à accroître l'incertitude des participants (Haldane, 2009; Caballero et Simsek, 2010). Par exemple, la complexité peut s'avérer un facteur de perturbation des marchés, du fait de l'incertitude entourant le degré d'exposition des contreparties à une institution en difficulté. Une meilleure compréhension du réseau de relations (c'est-à-dire des liens) devrait contribuer à réduire l'incertitude dans des situations de crise.

L'analyse des réseaux peut également constituer une autre manière d'évaluer l'importance systémique de certains participants à un système de paiement en identifiant les institutions qui pourraient avoir une forte incidence sur le système si elles ne parvenaient pas à satisfaire leurs obligations ou connaissaient des problèmes quelconques de liquidité. Cette approche est utile, étant donné que les effets sur le système de problèmes d'ordre opérationnel, de crédit ou de liquidité chez un participant seraient fonction tant de sa taille que de son degré d'interdépendance. Ce dernier facteur varie selon l'ampleur et l'intensité des relations financières qui unissent un participant à d'autres membres du système de paiement. Un participant pourrait être considéré comme très étroitement lié et donc comme important au regard du système s'il traite avec de nombreux membres ou si ses opérations représentent des sommes imposantes (même s'il traite avec peu de membres). L'analyse des réseaux peut aider à mieux cerner le rôle d'un participant et son importance au sein du système, en allant au-delà de la simple mesure du volume de transactions et de leur valeur.

En bref, l'application de l'analyse des réseaux aux systèmes de paiement offre un nouveau cadre conceptuel pour évaluer les vulnérabilités et les risques qui leur sont associés. Les travaux de recherche dans ce domaine, ainsi que les outils qui en résultent, peuvent compléter les approches existantes en matière de modélisation économique ou d'analyse statistique classique.

Études récentes

La recherche sur les réseaux de systèmes de paiement se divise foncièrement en deux grandes catégories. La première, qui porte sur leur topologie, tente de décrire les principaux traits que revêt un réseau de paiement typique. La seconde, axée sur leurs caractéristiques, entend plutôt exploiter ces traits, avec le renfort de la théorie économique, afin d'en tirer de nouvelles connaissances, potentiellement primordiales, sur le réseau de paiement.

Topologie du STPGV

La topologie d'un réseau est l'agencement (ou la configuration) des liens entre ses nœuds. C'est grâce à elle qu'on peut évaluer un réseau de paiement et le comprendre. La topologie définit la structure et les fonctions de réseaux complexes, et peut aider à saisir en quoi la structure d'un réseau influe sur la stabilité, la résilience et l'efficacité de celui-ci en cas de perturbation.

On doit à Soramäki et autres d'avoir publié en 2007 un article fondateur sur les topologies des réseaux de paiement. Il y est décrit un réseau composé, d'une part, de nœuds représentant les membres du Fedwire Funds Service, le système de paiements de gros (géré par la Réserve fédérale) qui est au cœur du système financier américain, et, d'autre part, de liens dont chacun correspond à un échange de paiements entre deux membres. Les auteurs montrent que ce réseau présente les caractéristiques classiques d'un réseau complexe : la distribution du nombre de liens partant d'un nœud donné suit une loi de puissance, c'est-à-dire que le réseau a quelques nœuds associés à une foule de liens et beaucoup de nœuds comptant peu de liens⁴. Cette structure en étoile rend le système Fedwire résilient en cas de perturbation éventuelle, mais potentiellement vulnérable à un choc touchant un nœud qui comporte un grand nombre de liens.

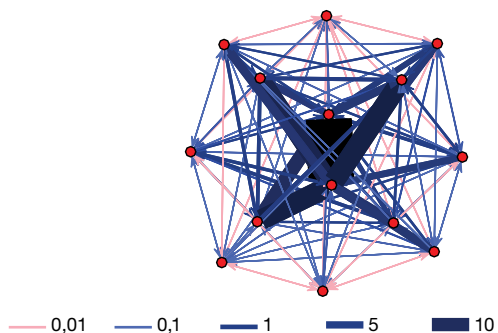
S'intéressant au cas du Canada, Embree et Roberts (2009) rendent compte du STPGV en adoptant une approche similaire à celle de Soramäki et autres, c'est-à-dire fondée sur la topologie de réseau. Ils constatent que le STPGV constitue un réseau comportant, en général, un grand nombre de liens et dont le cœur est occupé par une poignée de participants

⁴ Une distribution qui suit une loi de puissance est une distribution de probabilité présentant une invariance d'échelle : pour un ratio donné de deux variables dont on examine la distribution, la fréquence relative des deux variables ne change pas. Par exemple, si on prend 2 comme exposant de la loi de puissance, un nœud de degré 6 est quatre fois moins fréquent qu'un nœud de degré 3, et un nœud de degré 10, quatre fois moins fréquent qu'un nœud de degré 5. De nombreux phénomènes, naturels ou non, présentent cette propriété (par exemple, le classement des villes selon leur population).

importants. L'analyse des systèmes de paiements de gros de nombreux autres pays a révélé une structure comparable, dans laquelle un petit groupe de participants forme le cœur du système de paiement. Cette structure est illustrée au **Graphique 1**; les nœuds y représentent les 14 membres du STPGV, et les liens entre les nœuds, les flux de paiement quotidiens moyens en 2008. De toute évidence, un petit nombre de ces banques sont plus fortement reliées que les autres participants.

Graphique 1 : Flux de paiement bruts moyens traités quotidiennement dans le STPGV en 2008

En milliards de dollars canadiens



Source : Banque du Canada

Si l'on examine l'évolution de cette tendance à la centralisation au cours d'une journée typique, on constate qu'elle est généralement plus marquée au début et à la fin de la journée. Cela semble indiquer que certains participants joueraient un rôle plus important dans le réseau de paiement pendant ces deux périodes qu'à tout autre moment.

Caractéristiques révélées par la structure de réseau du STPGV

Outre les travaux définissant la topologie de réseau des systèmes de paiement, il existe une deuxième voie de recherche fructueuse, qui consiste à examiner la structure du réseau de paiement pour mettre en lumière des caractéristiques qui ne ressortiraient pas d'une étude limitée au comportement d'un membre particulier du système de paiement. Il peut s'agir notamment d'identifier les principaux acteurs de la circulation des liquidités dans le système, ainsi que les participants qui sont importants pour certains sous-groupes. Ce type d'étude passe par une connaissance approfondie des particularités d'ordre institutionnel du système de paiement. En raison de ces besoins en information, très peu de travaux ont été publiés dans cette catégorie. C'est le cas de deux

études empiriques menées à la Banque du Canada, qui ont tiré profit de certains liens transactionnels aisément observables parmi les participants directs au STPGV pour mettre au jour d'importants comportements et relations ayant trait aux paiements, lesquels sont difficiles à apprécier lorsqu'on examine isolément le comportement de chaque institution financière participante.

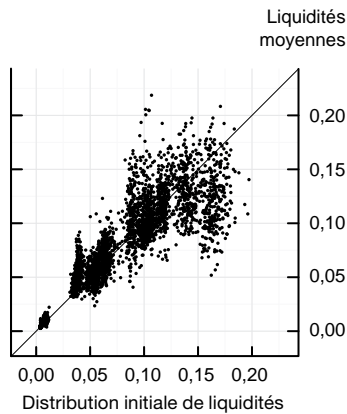
Dans la première de ces deux études, Bech, Chapman et Garratt (2010) examinent la structure implicite du réseau qu'établissent les limites de crédit bilatérales des participants. Ils élaborent ensuite une méthode permettant de déterminer le participant le plus susceptible de détenir le plus de liquidités à n'importe quel moment du cycle de paiement⁵. Les auteurs qualifient celui-ci de participant « essentiel » au système. Un tel participant joue un rôle fondamental en faisant en sorte que les liquidités circulent dans le système et, donc, que l'activité de paiement continue de tourner rondement. Cela a de grandes conséquences sur le plan des politiques à conduire, puisque le bon fonctionnement d'un système de paiement requiert une circulation rapide des liquidités afin de garantir la prompt exécution des paiements parmi les participants, au bénéfice de leurs clients.

Le **Graphique 2** illustre la relation entre les distributions de liquidités initiales et moyennes de tous les participants à toutes les dates. Chaque point du graphique correspond aux parts de liquidités initiale et moyenne d'un participant inclus dans l'échantillon un jour donné. Les points au-dessus de la diagonale représentent les participants qui détenaient davantage de liquidités pendant la journée qu'à son début, et les points qui figurent au-dessous, ceux qui détenaient moins de liquidités pendant la journée qu'à son début. Puisque la majorité des points ne se situent pas sur la diagonale, la distribution de liquidités en cours de journée ne correspond pas à la répartition initiale. Cette constatation est importante, puisqu'une panne subie par un participant pendant la journée peut créer des difficultés systémiques s'il détient une grande partie des liquidités au sein du système (McPhail et Senger, 2002).

Bech, Chapman et Garratt étudient ensuite l'évolution des liquidités dans le STPGV en cours de journée. À l'aide de méthodes empiriques fondées sur la théorie des chaînes de Markov, ils estiment les vitesses — puisque celles-ci ne peuvent être observées — auxquelles les participants au STPGV traitent les paiements, en commençant par calculer une distribution

5 L'encadré qui figure à la page 26 décrit une mesure des liquidités dans le STPGV.

Graphique 2 : Liquidités initiales contre liquidités moyennes



Source : Banque du Canada

moyenne attendue des liquidités (connue sous le nom de « distribution stationnaire »). La motivation est la suivante. Compte tenu des particularités du modèle utilisé, selon la théorie des chaînes de Markov, il existe une distribution stationnaire unique pour un ensemble donné de vitesses de traitement. Les auteurs estiment donc celles-ci en adaptant la distribution stationnaire à la distribution moyenne des liquidités observée dans le modèle.

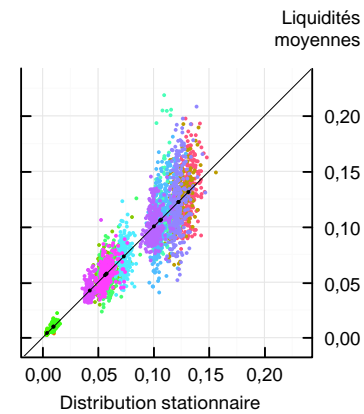
Les vitesses de traitement des paiements obtenues présentent une grande hétérogénéité. Dans un cas extrême, un participant peut traiter les paiements sortants six fois plus rapidement qu'un autre.

Comme l'illustre le **Graphique 3**, lorsqu'on prend en compte la vitesse de traitement des paiements, la distribution stationnaire des liquidités dans le STPGV se rapproche davantage de la moyenne des liquidités des participants. Le **Graphique 3** est semblable au **Graphique 2**, à ceci près que l'axe horizontal représente la distribution stationnaire attendue au lieu de la distribution moyenne observée, et que les liquidités des divers participants (tant moyennes que stationnaires) y figurent en couleurs pour faire ressortir le classement qu'on peut facilement établir parmi les participants selon les liquidités moyennes qu'ils détiennent⁶.

Dans la seconde étude de la Banque du Canada, Chapman et Zhang (2010) appliquent les techniques d'analyse des réseaux aux données visant les opérations du STPGV pour examiner divers degrés d'interdépendance entre les participants directs au

⁶ Chaque couleur représente l'ensemble des liquidités stationnaires et des liquidités moyennes observées en cours de journée pour une banque donnée dans le STPGV.

Graphique 3 : Liquidités stationnaires contre liquidités moyennes



Source : Banque du Canada

système⁷. Les auteurs cherchent à déterminer si ces derniers envoient des paiements à tous les autres participants de manière égale ou bien s'ils forment des groupes de liens transactionnels et envoient relativement plus de paiements aux membres de leur groupe. Savoir qu'une telle répartition existe peut aider à mettre en lumière des groupes ou des concentrations de participants qui sont étroitement liés. L'identification de ces groupes contribue grandement à la compréhension des effets que peut avoir une panne subie par un participant sur l'ensemble du système.

L'identification des groupes de liens transactionnels contribue grandement à la compréhension des effets que peut avoir une panne subie par un participant sur l'ensemble du système.

Chapman et Zhang se servent du modèle développé par Čopič, Jackson et Kirman (2009) pour estimer la répartition la plus probable des participants. Ce modèle se fonde sur la notion de « communauté » et suppose que les participants appartenant à la même communauté traitent de manière relativement plus intense entre eux qu'avec les autres participants.

Afin d'évaluer cette intensité relative, il faut définir une mesure de l'intensité des opérations entre les

⁷ Les participants directs sont les institutions financières membres du STPGV.

Définir la liquidité dans le STPGV

Bech, Chapman et Garratt (2010) s'intéressent tout particulièrement aux opérations de tranche 2 dans le STPGV¹, et ce, pour deux raisons. Premièrement, la majorité des paiements exécutés dans le STPGV tombent dans cette catégorie². Deuxièmement, le montant total et la taille des paiements traités par n'importe quel couple de participants sont plafonnés du fait de limites de crédit bilatérales ainsi que d'une limite multilatérale de débit net s'appliquant à tous les paiements de tranche 2, qui est connue sous le sigle LDNT2. La LDNT2 d'un participant est fonction des limites de crédit bilatérales qui lui ont été accordées³. Celles-ci sont garanties par des actifs donnés en nantissement par les participants au système.

La liquidité se définit habituellement comme la capacité d'exécuter rapidement une opération ou

un paiement. Les auteurs définissent donc les liquidités dont un participant dispose à n'importe quel moment comme les paiements nets qui lui ont été versés, ainsi que sa LDNT2 initiale. Cette dernière peut être assimilée à des liquidités puisqu'il s'agit du plafond des paiements qu'un participant est en mesure d'effectuer unilatéralement. Puisque le solde des paiements nets dans le système doit être nul en tout temps, la somme des LDNT2 peut être considérée comme le montant total des liquidités disponibles dans le système.

Les auteurs calculent la part initiale du total des liquidités existantes de chaque participant au début du cycle de paiement en établissant le ratio de la LDNT2 de chaque participant à la somme des LDNT2. Ils proposent ensuite une mesure de la moyenne des liquidités observées que détient un participant au cours d'un cycle de paiement. Cette mesure correspond à l'addition de deux quantités : la somme pondérée dans le temps du solde des liquidités dans la tranche 2, et la LDNT2 du participant ce jour-là. La première quantité correspond à la moyenne des paiements nets versés à un participant donné au cours de la journée, et la seconde, aux liquidités qu'il détenait au début de la journée. La distribution de ces liquidités moyennes détenues par l'ensemble des participants au STPGV représente la répartition moyenne de la liquidité parmi ceux-ci.

- 1 Le STPGV comporte deux catégories de paiements : les paiements de tranche 1 et les paiements de tranche 2. Ces deux catégories se distinguent principalement par les exigences en matière de nantissement. Les paiements de tranche 1 supposent qu'ils soient pleinement garantis par leur expéditeur et qu'ils fassent l'objet d'un règlement brut en temps réel, comme dans le cas d'un système RBTR dans de nombreux autres pays. Les paiements de tranche 2, eux, s'appuient sur un nantissement partiel de la part de l'expéditeur et sur un fonds commun de garanties qui repose sur le principe de la responsabilité des participants solvables, et ils donnent lieu à un règlement net en fin de journée.
- 2 Les paiements de tranche 1 sont principalement des paiements effectués entre les participants et la Banque du Canada, dans le cadre notamment du règlement d'opérations de change.
- 3 Naturellement, il s'agit là d'une explication très succincte des caractéristiques d'ordre institutionnel du STPGV. Nous renvoyons aux travaux d'Arjani et McVanel (2006) pour de plus amples informations.

participants au STPGV, ainsi qu'un degré maximal d'intensité (ou de capacité) par couple de participants. Ces maximums sont établis pour chaque combinaison de participants en vue de servir de points de comparaison avec les flux de paiement réels observés. Chapman et Zhang utilisent deux mesures de l'intensité des transactions : 1) une mesure dite « des liquidités », par laquelle on compare le montant total moyen des paiements quotidiens envoyés par un participant à un autre avec une estimation des liquidités cycliques maximales à sa disposition⁸; et 2) une mesure « des moyennes »,

par laquelle on compare les flux de paiements sortants d'un participant dans une relation bilatérale avec sa moyenne multilatérale⁹. Cette dernière mesure tient pleinement compte du fait que les participants au STPGV se distinguent considérablement par le montant des paiements qu'ils effectuent.

Ces deux mesures permettent aux auteurs de conclure que la structure de réseau la plus probable du STPGV comprend deux communautés qui

8 Cette estimation correspond à la somme du montant maximal des paiements sortants bruts quotidiens et de la limite de crédit bilatérale maximale consentie à l'institution qui effectue le paiement.

9 Dans le cadre de la mesure « des moyennes », les interactions observées entre couples de participants au système se définissent comme le nombre de jours où les flux de paiement d'un participant à l'autre dépassent la moyenne de ses flux de paiement à l'ensemble des participants.

se démarqueraient nettement, tant sur le plan du montant des opérations que de l'emplacement géographique. La première se compose des cinq grandes banques canadiennes et la seconde, plus petite, d'institutions financières davantage axées sur des activités régionales et établies à Montréal. Ces deux communautés ne sont pas faciles à discerner si l'on se limite à des mesures simples, comme les flux de paiement bilatéraux. La découverte d'une telle structure de réseau peut être utile sur le plan des politiques à conduire. Par exemple, l'identification de concentrations peut aider à mieux comprendre l'effet potentiel de problèmes éprouvés par un membre clé d'une communauté, même si ce n'est pas l'un des participants les plus importants du système.

Avantages et limites

D'autres travaux sur la centralité et la concentration des participants dans des réseaux pourraient aider à évaluer l'importance systémique d'un participant à l'égard des systèmes de paiement et, plus généralement, du système financier. L'effet systémique simulé de l'élimination d'une banque ou d'une combinaison de banques illustre encore davantage l'utilité de la méthodologie des réseaux en cas de perturbation. Si les conséquences exactes de la défaillance d'une banque, quelle qu'elle soit, ne peuvent être connues d'avance, la présence de liens significatifs entre les banques faisant partie du réseau est susceptible d'exacerber le problème. Dans ces cas, le degré de centralité des banques au sein du système de paiement pourrait aider les organismes de réglementation financière à établir l'ordre de priorité des politiques à mettre en œuvre lors d'une éventuelle crise financière.

La recherche empirique sur la structure des systèmes financiers souffre d'une pénurie de données pertinentes. Certes, les systèmes de paiement offrent la possibilité d'observer des activités financières réelles, alors que les données sur les engagements bilatéraux (inscrits ou non au bilan) d'une institution ne sont d'habitude pas facilement accessibles. Cependant, même avec ces renseignements sur les paiements — données du STPGV notamment —, il peut s'avérer difficile d'établir un lien direct avec les activités financières sous-jacentes d'un participant, en raison du manque d'information sur l'objet des paiements ou du laps de temps écoulé entre le moment de la demande de paiement et son règlement. Des techniques économétriques novatrices peuvent toutefois compléter l'analyse des réseaux en facilitant l'interprétation de la portée économique des données observées sur les paiements.

En règle générale, les données sur les paiements sont très peu révélatrices des liens financiers concernant les participants indirects, ce qui nous gêne assurément pour mieux comprendre le système financier, ainsi que pour déterminer l'importance systémique de banques considérées individuellement¹⁰. Des tentatives ont récemment été faites pour cerner ces liens indirects. Par exemple, Becher, Millard et Soramäki (2008) utilisent les données du sondage CHAPS Traffic Survey réalisé par la Banque d'Angleterre en 2003, lesquelles portent sur un échantillon de paiements traités par le réseau CHAPS — y compris ceux des participants indirects — pendant cinq jours, en février 2003¹¹. Au Royaume-Uni, le Banking Act 2009 stipule que la Banque d'Angleterre peut exiger des opérateurs de systèmes de paiements interbancaires qu'ils lui communiquent des informations, y compris des données sur les sous-adhérents, lorsqu'elle le juge nécessaire (Banque d'Angleterre, 2009). De son côté, la Banque du Canada ne recueille pas régulièrement de données sur les systèmes de paiement au pays, sauf en ce qui concerne le STPGV. La réalisation d'autres sondages ou l'accès à des données sur les engagements financiers ou les opérations de paiement au Canada permettraient de mieux comprendre la structure du système financier canadien.

Conclusion

L'application de la méthodologie des réseaux à l'analyse des systèmes financiers est relativement récente. Elle permet aux chercheurs d'étudier le fonctionnement du système de paiement dans son ensemble plutôt qu'au niveau des participants. Par exemple, des travaux récents sur le STPGV ont mis au jour deux communautés au sein de ce système de paiement et présentent de nouvelles façons d'évaluer l'importance systémique des participants. Ce type d'information renforce considérablement la capacité des autorités publiques chargées de la stabilité financière et de la surveillance du système de paiement à analyser des enjeux qui pourraient avoir une incidence sur l'ensemble du système. Au-delà du présent article, on peut également recourir à l'analyse des réseaux dans le contexte, plus global, du système financier pour mieux saisir les problématiques de la liquidité et de la contagion (Cifuentes, Ferrucci et Shin, 2005; Gauthier, He et Souissi, 2010; Gauthier, Lehar et Souissi, 2010).

¹⁰ Les participants indirects consistent en des institutions de dépôt et des banques de moindre envergure qui n'adhèrent pas au système de paiement et qui font donc appel aux participants directs pour exécuter les paiements en leur nom.

¹¹ Le réseau CHAPS (Clearing House Automated Payments System) est le système de paiements de gros du Royaume-Uni.

Le principal obstacle dans ce type de recherches est le manque de données disponibles pour tirer des inférences de bonne qualité sur les structures des réseaux. Parmi les conséquences des réformes du système financier international qui sont en cours, on

note toutefois que les types de données nécessaires à une modélisation efficace des systèmes de paiement et des réseaux financiers font l'objet d'un intérêt croissant, qui se traduit déjà par une plus grande collecte de renseignements pertinents.

Ouvrages et articles cités

- Arjani, N., et D. McVanel (2006). *Le système canadien de transfert de paiements de grande valeur : notions de base*. Internet : http://www.banqueducanada.ca/fr/financier/stpv_neville.pdf.
- Banque d'Angleterre (2009). *The Bank of England's Oversight of Interbank Payment Systems under the Banking Act 2009*, septembre.
- Banque des Règlements Internationaux (2009). *Statistics on Payment and Settlement Systems in Selected Countries – Figures for 2008*, publication n° 88, Comité sur les systèmes de paiement et de règlement.
- Bech, M. L., J. T. E. Chapman et R. J. Garratt (2010). « Which Bank is the “Central” Bank? », *Journal of Monetary Economics*, vol. 57, n° 3, p. 352-363.
- Becher, C., S. Millard et K. Soramäki (2008). *The Network Topology of CHAPS Sterling*, document de travail n° 355, Banque d'Angleterre.
- Caballero, R. J., et A. Simsek (2010). *Fire Sales in a Model of Complexity*, Massachusetts Institute of Technology, juillet. Manuscrit.
- Chapman, J., et Y. Zhang (2010). *Estimating the Structure of the Payment Network in the LVTS: An Application of Estimating Communities in Network Data*, document de travail n° 2010-13, Banque du Canada.
- Cifuentes, R., G. Ferrucci et H. S. Shin (2005). « Liquidity Risk and Contagion », *Journal of the European Economic Association*, vol. 3, n°s 2-3, p. 556-566.
- Čopič, J., M. O. Jackson et A. Kirman (2009). « Identifying Community Structures from Network Data via Maximum Likelihood Methods », *The B.E. Journal of Theoretical Economics*, vol. 9, n° 1 (Contributions), article 30.
- Embree, L., et T. Roberts (2009). *Network Analysis and Canada's Large Value Transfer System*, document d'analyse n° 2009-13, Banque du Canada.
- Gauthier, C., Z. He et M. Souissi (2010). *Understanding Systemic Risk: The Trade-Offs between Capital, Short-Term Funding and Liquid Asset Holdings*, document de travail n° 2010-29, Banque du Canada.
- Gauthier, C., A. Lehar et M. Souissi (2010). *Macroprudential Regulation and Systemic Capital Requirements*, document de travail n° 2010-4, Banque du Canada.
- Haldane, A. G. (2009). *Rethinking the Financial Network*, discours prononcé devant la Financial Student Association, Amsterdam, 28 avril.
- McPhail, K., et D. Senger (2002). « L'incidence, sur le Système de transfert de paiements de grande valeur du Canada, des pannes subies par les participants », *Revue du système financier*, Banque du Canada, décembre, p. 45-48.
- Soramäki, K., M. L. Bech, J. Arnold, R. J. Glass et W. E. Beyeler (2007). « The Topology of Interbank Payment Flows », *Physica A*, vol. 379, n° 1, p. 317-333.
- Vega-Redondo, F. (2007). *Complex Social Networks*, New York, Cambridge University Press.