



# Pris dans la toile

**L'analyse de réseau examine les liens financiers dans un monde intégré et les risques qu'ils posent**



Camelia Minoiu

**A**NDREW Haldane, Directeur exécutif pour la stabilité financière de la Banque d'Angleterre, a un jour comparé l'effondrement de la banque d'investissement Lehman Brothers, à la fin de 2008, à l'éclosion d'un virus. La crainte que cette faillite ne se propage a provoqué une panique générale qui a conduit à un gel des emprunts et des crédits sur plusieurs marchés financiers, tout comme la crainte d'un virus pourrait amener les individus à éviter tout contact. Il a été difficile d'isoler les effets de la chute de Lehman. En fait, sa portée et ses coûts macroéconomiques ont été considérablement supérieurs à ce que la seule ampleur de cet événement aurait laissé prévoir (Haldane, 2009).

Il est difficile de savoir comment des chocs relativement faibles, comme la chute de Lehman, peuvent se répercuter sur l'ensemble de l'économie et pourquoi ils sont souvent difficiles à cantonner. La réponse semble résider dans la complexité des relations financières entre les agents, les établissements et les pays. Lorsque des événements défavorables se produisent inopinément (des chocs négatifs, en jargon économique), l'incertitude s'installe et dérègle l'activité économique. La faillite de Lehman, dont beaucoup estiment qu'elle a déclenché la crise financière mondiale, permet de penser que la place de certains établissements dans le système financier est si déterminante que leur faillite peut avoir des conséquences catastrophiques. De la même manière, l'intégration de certains pays dans le système financier mondial est telle que les chocs négatifs qu'ils subissent peuvent se transmettre à l'ensemble de la planète économique.

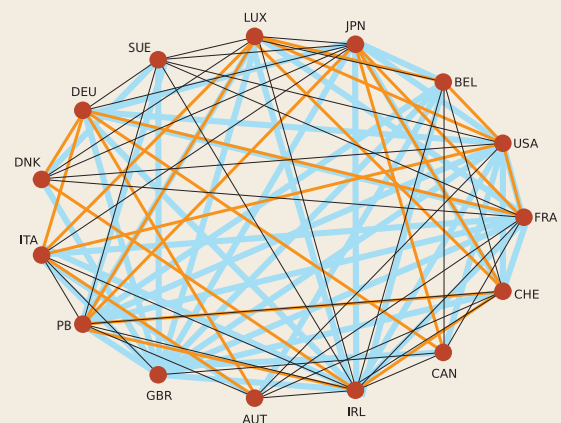
«Trop interconnecté pour faire faillite», telle est l'expression forgée par les analystes pour désigner les acteurs (établissements financiers et pays) pris dans la toile au point de créer un risque systémique et dont la faillite, autrement dit, menacerait la stabilité de l'ensemble du système financier. Après plusieurs années de crise, il est clair que le maintien de la stabilité financière passe par une définition et une évaluation de l'interconnectivité et de ce en quoi elle se rapporte à la notion de risque systémique. Pour ce faire, on peut recourir à l'analyse de réseau, une méthode utilisée en épidémiologie pour étudier la propagation des maladies.

L'analyse de réseau voit dans le système financier un ensemble d'acteurs liés entre eux par des contrats financiers (voir encadré). Le marché interbancaire, par exemple, est un réseau de banques qui s'accordent mutuellement des prêts à court terme, souvent au jour le jour. À tout moment, les banques du réseau ont des engagements réciproques représentés par le total des créances ou passifs résultant des prêts et des emprunts. Au sein du réseau, une banque gagne en importance ou en prépondérance par divers moyens : elle peut entretenir des relations de prêt et d'emprunt avec un grand nombre d'établissements, détenir des créances sur d'autres grandes banques, être à l'origine d'un pourcentage

Graphique 1

## Le centre du réseau

De vastes flux financiers relient les 15 pays avancés au centre du réseau bancaire mondial.



Source : Minoiu et Reyes (2011).

Note : Les lignes représentent les flux faisant l'objet d'une intermédiation bancaire entre les pays en 2007. Les plus fines représentent les flux compris entre 1 et 5 milliards de dollars, les moyennes, les flux compris entre 5 et 10 milliards de dollars, et les plus épaisses, les flux supérieurs à 10 milliards de dollars. Les pays sont les suivants : AUT = Autriche, BEL = Belgique, CAN = Canada, CHE = Suisse, DNK = Danemark, DEU = Allemagne, FRA = France, GBR = Royaume-Uni, IRL = Irlande, ITA = Italie, JPN = Japon, LUX = Luxembourg, PB = Pays-Bas, SUE = Suède et USA = États-Unis.

disproportionné des transactions, ou assurer l'intermédiation entre de nombreuses banques qui n'ont pas de relations de prêt directes.

Il existe également un réseau mondial de pays qui entretiennent des relations au travers des courants de capitaux, d'échanges, ou de migration, ou des trois à la fois.

Pour évaluer la stabilité financière au moyen d'une analyse de réseau, la première étape consiste à déceler des comportements dans les relations entre les intervenants du système financier. Javier Reyes et moi-même avons récemment établi une cartographie des relations bancaires entre pays depuis la fin des années 70 par le prisme d'un réseau (Minoiu et Reyes, 2011). Nous nous sommes posés les questions suivantes : comment évaluer le degré d'interconnectivité financière à l'échelon mondial? Cette interconnectivité a-t-elle évolué avec le temps? Était-elle particulièrement dense avant la récente crise financière? Existe-t-il des structures d'interdépendance flagrantes que la simple observation des flux globaux ne permet pas de distinguer?

### Construction du réseau

Pour construire un réseau mondial de connexions financières, que nous dénommons «réseau bancaire mondial», nous avons utilisé un jeu unique de données comportant des informations sur les flux financiers internationaux ayant transité par les systèmes bancaires dans un vaste échantillon de pays entre 1978 et 2010. Ce jeu de données, les «Statistiques bancaires territoriales BRI», est établi par la Banque des règlements internationaux (BRI). Les établissements financiers déclarants à la BRI sont généralement des banques agréées et, selon les pays, d'importantes maisons de titres et des banques offshore. Les informations déclarées portent sur des instruments financiers comme les prêts, les dépôts et les titres de créance. Elles sont compilées en fonction du lieu de *résidence* des banques déclarantes, ce qui permet d'analyser les structures géographiques des relations financières.

Nous avons procédé à l'analyse sur deux ensembles de pays : le *centre* du réseau, 15 pays avancés déclarants de longue date à la BRI, et la *périphérie*, 169 pays à divers niveaux de développement. Ces derniers ne déclarent des données que depuis quelques années, ou n'en déclarent pas du tout. Nous limitons

#### Qu'est-ce que l'analyse de réseau?

Les éléments constitutifs d'un réseau sont les nœuds (qui correspondent aux agents, intermédiaires financiers, pays, etc.) et les liens (ou arêtes) entre eux (soit les relations entre les nœuds, par exemple participations, engagements ou flux). Les relations peuvent être représentées sous forme binaire : elles existent (valeur 1) quand des flux ou des engagements apparaissent entre les nœuds et n'existent pas en l'absence de lien (valeur 0). Elles peuvent aussi l'être sous forme pondérée, ce qui mesure l'intensité de la relation, comme l'ampleur des flux entre les nœuds. L'analyse de réseau est un ensemble de méthodes qui décrit la position des nœuds et évalue la structure globale du réseau.

L'analyse de réseau est utilisée dans des domaines comme l'épidémiologie et la sociologie. Ces dernières années, l'intérêt suscité par le rôle de l'interconnectivité durant la récente crise a stimulé la recherche sur l'application de la théorie des réseaux à l'économie et à la finance.

le *centre* du réseau aux 15 pays qui le font depuis 1978 sans interruption, de manière à ne pas confondre les évolutions du réseau avec celles de l'échantillon des pays déclarants.

Nous avons construit deux réseaux. Le réseau *centre-centre* recense les flux entre les 15 pays avancés et ressemble au graphique 1. Le réseau *centre-périphérie* rend compte des flux des 15 pays avancés vers le reste du monde (les flux en sens inverse ne sont pas signalés). Le réseau bancaire mondial résulte de la superposition de ces deux réseaux. Les relations (liens) entre pays représentent les flux financiers *positifs* qui transitent par les systèmes bancaires, autrement dit les investissements nets.

### Connectés et groupés

Nous avons retenu deux indicateurs simples et couramment employés de la connexité qui rendent compte de la densité des relations dans le réseau bancaire mondial et s'intéressent à l'existence d'une relation entre deux pays plutôt qu'à l'ampleur des flux financiers entre eux — la *connectivité* et le *groupement*.

La connectivité mesure la densité des relations bilatérales, à savoir le nombre de liens entre les pays du réseau divisé par le nombre total de liens possibles. Le groupement évalue la densité des relations triangulaires, en vertu desquelles les créanciers d'un pays se prêtent également entre eux. On le définit sommairement comme le nombre de triangles apparaissant dans le réseau divisé par le nombre total de triangles possibles. Dans le réseau *centre-centre*, un triangle se forme quand trois pays du centre se consentent réciproquement des prêts; dans le réseau *centre-périphérie*, quand un pays de la périphérie emprunte à deux pays du centre qui s'accordent mutuellement des prêts.

Nous avons d'abord examiné le total des flux et constaté une intensification remarquable de l'ampleur des flux faisant l'objet d'une intermédiation bancaire dans les pays de notre échantillon. En comparant la moyenne de la période 1978–2002 avec les sommets atteints avant la crise, nous observons que le solde net des flux financiers intermédiés par les banques d'un pays *central* à un autre s'est élevé à 36 milliards de dollars par an, en moyenne, et a atteint 230 milliards de dollars juste avant la crise (graphique 2). De même, les flux bancaires du centre vers la périphérie se sont montés en moyenne à 1,5 milliard de dollars au cours de la première période et ont atteint 6,4 milliards de dollars avant la crise (graphique 3).

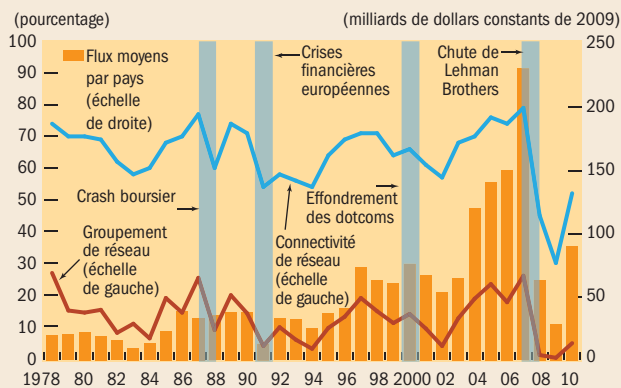
L'interconnectivité financière n'affiche cependant pas de hausse comparable. Comme le total des flux, la connectivité augmente avant les crises financières et diminue par la suite. Mais elle n'a pas atteint un niveau inhabituellement élevé avant la dernière crise. En fait, la connectivité et le groupement indiquent, pour le réseau *centre-centre*, que des niveaux analogues d'interconnectivité avaient été enregistrés avant d'autres crises financières, comme l'effondrement des marchés boursiers en 1987. Dans le réseau *centre-périphérie*, on observe également une progression de la connectivité avant la crise, qui traduit probablement une tendance séculaire à l'ouverture des marchés financiers à la périphérie. Par ailleurs, la densification des relations entre pays avant la dernière crise paraît dérisoire au regard de la hausse sans précédent du total des flux.

La dernière crise a eu cela de particulier que, par la suite, la densité du réseau est tombée à son point le plus faible depuis

Graphique 2

### Flux entre pays du centre

Les flux ayant fait l'objet d'une intermédiation bancaire entre pays centraux se sont intensifiés durant la période précédant la crise de 2008, mais aucune hausse comparable de la connectivité et du groupement n'a été observable entre les pays avancés.



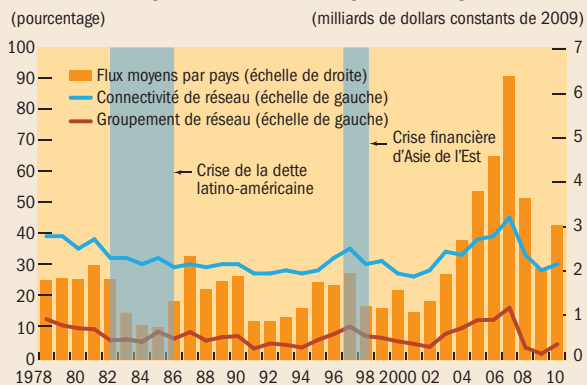
Source : Minoiu et Reyes (2011).

Note : Les **pays centraux** sont l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, les États-Unis, la France, l'Irlande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse. La **connectivité** mesure la densité des relations bilatérales, à savoir le nombre de liens entre les pays du réseau divisé par le nombre total de liens possibles. Le **groupement** évalue l'intensité des relations triangulaires dans le cadre desquelles les créanciers d'un pays se consentent également des prêts réciproques; il se calcule en divisant le nombre de relations triangulaires par le nombre total de relations triangulaires possibles.

Graphique 3

### Propagation à la périphérie

Avant la récession, les flux bancaires depuis les pays centraux vers ceux de la périphérie se sont intensifiés, et l'interconnectivité (connectivité et groupement) a aussi légèrement augmenté.



Source : Minoiu et Reyes (2011).

Note : Les **pays centraux** sont l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, les États-Unis, la France, l'Irlande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse. La **connectivité** mesure la densité des relations bilatérales, à savoir le nombre de liens entre les pays du réseau divisé par le nombre total de liens possibles. Le **groupement** évalue l'intensité des relations triangulaires dans le cadre desquelles les créanciers d'un pays se consentent également des prêts réciproques; il se calcule en divisant le nombre de relations triangulaires par le nombre total de relations triangulaires possibles.

22 ans. Le groupement, la prévalence de relations trilatérales, a quasiment disparu dans les deux réseaux. La crise semble avoir provoqué une diminution de la densité du réseau d'une ampleur jamais observée auparavant. Mais pourquoi?

De tous temps, connectivité et groupement ont suivi un cycle d'expansion-contraction similaire à celui des flux totaux. Or, ce comportement ne s'est pas vérifié lors de la dernière crise. En 2007, la densité du réseau était comparable aux niveaux observés avant les crises antérieures, mais le recul qu'elle a enregistré en 2008-09 est exceptionnel. Bien que certains analystes aient imputé la gravité de la crise au degré d'interconnectivité financière, il ressort de nos observations que l'essor de la connectivité avant la crise ne peut que *partiellement* expliquer la profondeur de cette dernière. Nous soupçonnons l'intervention de deux autres facteurs. D'abord, avant la crise, les flux internationaux intermédiés par le réseau bancaire mondial étaient nettement plus élevés que les décennies précédentes. Ensuite, le choc initial a frappé le système au centre du réseau bancaire mondial, or les parties du centre touchées étaient elles-mêmes fortement interconnectées entre elles. Des études ont montré que des chocs similaires peuvent avoir des conséquences distinctes sur un système financier selon le point particulier de la structure de réseau qu'ils frappent (Gai et Kapadia, 2010). Le point d'impact et l'ampleur exceptionnelle des flux internationaux d'instruments financiers sont vraisemblablement les facteurs qui ont fait que cette crise soit sensiblement plus grave que les précédentes.

### Un instrument pour l'avenir

L'interconnectivité financière, à savoir le faisceau d'interactions entre établissements et pays dans le système financier mondial,

est souvent accusée d'être la principale responsable de la gravité de la récente crise. Cela tient à ce que les conséquences de ce qui a d'abord été considéré comme un *choc local* — la faillite d'un établissement financier fortement interconnecté — ont largement dépassé les frontières de cet établissement et de son pays. Si les responsables politiques avaient disposé de l'analyse de réseau, ils auraient peut-être mieux appréhendé les éventuelles retombées de la faillite d'un établissement financier de taille moyenne. L'analyse de réseau, qui étudie les agents non pas isolément mais en bloc, fournit des outils d'analyse des interconnexions qui peuvent servir à évaluer le risque systémique. En prenant en considération *et* les agents *et* les liens entre eux, elle peut apporter des éclairages utiles sur l'ensemble du système financier, qui forme un réseau complexe de participants interconnectés et interdépendants. ■

*Camelia Minoiu est économiste à l'Institut pour le développement des capacités du FMI.*

#### Bibliographie :

- Gai, Prasanna, and Sujit Kapadia, 2010, "Contagion in Financial Networks," *Proceedings of the Royal Society A*, Vol. 466, No. 2120, p. 2401-2423.
- Haldane, Andrew G., 2009, "Rethinking the Financial Network," *Speech delivered at the Financial Student Association Conference in Amsterdam*, April 28.
- Minoiu, Camelia, and Javier A. Reyes, 2011, "A Network Analysis of Global Banking: 1978-2009," *IMF Working Paper 11/74* (Washington: International Monetary Fund).