

# Vulnérabilités du système financier : une approche fondée sur des indicateurs avancés

*Gurnain Pasricha, Tom Roberts, Ian Christensen et Brad Howell, département de la Stabilité financière*

- La surveillance constante du système financier permet de prévenir, par des signes avant-coureurs, les participants au marché et les pouvoirs publics de l'apparition de vulnérabilités dans le système financier, mais aussi d'éclairer les décisions d'intervenir pour préserver la stabilité financière et éviter que l'économie réelle n'enregistre de pertes.
- Le présent article s'attache à décrire une méthode quantitative de détection des vulnérabilités, en l'occurrence un modèle d'indicateurs de déséquilibre, ainsi que son application au contexte canadien.
- Le modèle se révèle utile pour circonscrire les déséquilibres révélateurs de vulnérabilités. Il complète les autres sources de renseignements que sont la veille des marchés et le suivi assidu des données économiques et financières.

La Banque du Canada, comme d'autres banques centrales, procède régulièrement à l'évaluation des vulnérabilités du système financier. Ce genre d'analyse contribue à fournir aux acteurs de marché et aux pouvoirs publics des indications sur les fragilités du système financier qui se profilent; cette appréciation permet également d'étayer les actions susceptibles de renforcer la stabilité financière et d'éviter que les secteurs de l'économie réelle ne subissent de pertes. L'ampleur des coûts associés à la crise financière mondiale de 2007-2009 illustre la nécessité de renforcer la surveillance afin de réduire le risque d'éclatement de nouvelles crises ou à tout le moins d'en atténuer les effets. Diverses instances de par le monde sont engagées dans la poursuite de cet objectif, comme en témoigne le regain d'intérêt du Fonds monétaire international (FMI) et du Conseil de stabilité financière pour cette question.

On entend par vulnérabilités du système financier les conditions qui augmentent la probabilité d'une résurgence de tensions. Le niveau de vulnérabilité d'un système financier dépend, entre autres, des risques particuliers auxquels celui-ci est exposé. Les déséquilibres engendrent des vulnérabilités, car ils exposent le système financier au risque d'une correction brutale et en altèrent la capacité à absorber d'autres chocs<sup>1</sup>. L'évaluation

<sup>1</sup> Le terme « déséquilibre » renvoie à l'état d'un marché ou d'un secteur de l'économie. On dira que des déséquilibres sont présents sur le marché du logement si, par exemple, l'immobilier résidentiel est surévalué ou si l'offre excède largement la demande. On peut inférer l'existence de déséquilibres sur un marché à partir de divers indicateurs liés à ce marché.

des vulnérabilités d'un système financier se fait en trois étapes : premièrement, détecter les déséquilibres (identification des vulnérabilités); ensuite, estimer la probabilité d'apparition de tensions financières, compte tenu de la présence de ces déséquilibres; enfin, évaluer les conséquences pour le système financier et l'économie réelle d'un épisode de tensions financières si celles-ci se matérialisaient (étude d'impact ou simulation de crise)<sup>2</sup>. Le présent article est consacré essentiellement au processus de mise au jour des vulnérabilités au moyen d'un modèle d'indicateurs de déséquilibre<sup>3</sup>.

Les modèles d'indicateurs de déséquilibre sont des modèles quantitatifs qui servent à déceler les vulnérabilités des systèmes financiers en comparant les données économiques et financières contemporaines à celles des périodes précédant des épisodes de tensions financières. La détection des vulnérabilités à l'aide de modèles quantitatifs présente plusieurs avantages. D'abord, en autorisant des comparaisons plus fines avec les crises passées, ces modèles permettent d'inscrire les discussions sur l'évolution des déséquilibres dans une démarche plus rigoureuse et de tirer les enseignements de l'histoire. Ensuite, les indicateurs entrant dans ces modèles peuvent signaler la présence de déséquilibres avec une longueur d'avance sur les enquêtes menées auprès des participants au marché. En outre, du fait qu'il est possible d'en évaluer la fiabilité par rapport aux données observées, les modèles quantitatifs offrent aux autorités publiques des outils pour améliorer leur surveillance avec le temps<sup>4</sup>. L'interprétation des résultats de ces modèles ne saurait cependant se passer de l'exercice du jugement et de l'éclairage qu'apportent d'autres sources d'information complémentaires, entre autres les renseignements recueillis par voie d'entretiens avec les participants au marché et le suivi de l'évolution des données économiques et financières.

Dans la première partie du présent article, nous définissons ce que sont les épisodes de tensions financières. Nous décrivons ensuite la méthode de sélection des pays, variables et seuils retenus pour les modèles d'indicateurs de déséquilibre classiques. Dans un troisième temps, nous exposons les résultats de l'application de ce modèle au Canada et à plusieurs autres économies avancées. Après une mise en garde contre une interprétation trop mécanique des résultats, nous proposons quelques pistes à explorer dans des travaux futurs sur les modèles d'indicateurs de déséquilibre et leur emploi dans l'analyse des risques.

## Épisodes de tensions financières: les définir et les repérer

Puisque le but de l'identification des vulnérabilités est la détection de déséquilibres qui, dans un système financier, pourraient être annonciateurs d'épisodes de tensions financières, il importe de préciser ce que sont les « épisodes de tensions financières ». Théoriquement, un épisode de tensions financières se caractérise par un ou plusieurs des phénomènes suivants : montée de l'incertitude entourant la valeur fondamentale des actifs et la réaction des investisseurs, plus grande incertitude à l'égard de l'exposition des contreparties, et réticence accrue à détenir des actifs à risque

<sup>2</sup> La Banque a élaboré deux modèles de simulation de crise afin de mesurer l'incidence que pourrait avoir une crise macroéconomique grave, mais plausible, sur les bilans dans les secteurs des banques et des ménages. Côté (2012) donne un aperçu de ces modèles. Le Cadre d'évaluation des risques macrofinanciers, le CERM, est décrit par Gauthier et Souissi (2012), et le modèle d'évaluation des risques dans le secteur des ménages, par Faruqui, Liu et Roberts (2012).

<sup>3</sup> Le terme « modèle d'indicateur avancé » est souvent employé pour désigner les modèles d'indicateurs de déséquilibre.

<sup>4</sup> Pour une analyse approfondie des avantages offerts par les modèles d'indicateurs de déséquilibre, voir Bussière (2013).

◀ *Les modèles d'indicateurs de déséquilibre servent à déceler les vulnérabilités des systèmes financiers en comparant les données économiques et financières contemporaines à celles des périodes précédant des épisodes de tensions financières.*

## Encadré 1

## L'indice de tensions financières du Fonds monétaire international

L'indice de tensions financières du FMI est composé de critères permettant d'apprécier les variations marquées des prix des actifs, les élévations soudaines du risque ou de l'incertitude, ainsi que les changements brusques dans la liquidité et l'état de santé du système bancaire<sup>1</sup>. Il repose sur sept variables : la volatilité du taux de change effectif réel et du marché boursier; le repli du marché boursier; l'écart de rendement relatif aux obligations de sociétés ou l'écart de taux sur les prêts interbancaires (différence entre les taux des prêts interbancaires et le taux des titres de dette d'une échéance similaire émis par l'État); le bêta du secteur bancaire, qui est une mesure de la volatilité des titres bancaires et de sa corrélation avec la volatilité des marchés boursiers en général; et l'écart entre les rendements des titres à court

et à long terme. En période calme, toutes ces variables se situeraient à de faibles niveaux, indiquant l'absence de tensions financières.

L'indice de tensions financières du FMI est calculé mensuellement pour dix-sept économies avancées. Son comportement est fortement corrélé à celui d'autres indices de tensions financières; l'indice donne lieu à des prévisions macroéconomiques d'une qualité semblable à celles tirées de ces autres mesures (Kliesen, Owyang et Vermann, 2012). Parce qu'ils sont en général beaucoup plus souvent actualisés, les indices de tensions financières permettent de dater avec précision les épisodes de tensions et d'en évaluer la gravité. Un inconvénient de ce type d'indices tient cependant au fait qu'ils ne rendent pas compte des différences entre les pays quant à l'importance du financement obtenu auprès d'institutions de crédit par rapport au financement de marché.

1 L'ensemble de données, décrit par Balakrishnan et autres (2009) ainsi que par Cardarelli, Elekdag et Lall (2009), peut être consulté à l'adresse suivante : <http://www.imf.org/external/pubs/cat/longres.aspx?sk=23039.0>.

et des actifs illiquides (Hakkio et Keeton, 2009). Comme aucun de ces phénomènes n'est directement observable, la présence de tensions financières doit être déduite de l'évolution du prix des actifs et de celle d'autres variables financières. Un épisode de tensions financières aiguës est qualifié de « crise financière », c'est-à-dire un phénomène d'ampleur systémique qui se distingue le plus souvent par de lourdes pertes dans le secteur bancaire ou financier, le renflouement d'un ou de plusieurs établissements financiers, la mise en œuvre de dispositifs de garantie des dépôts, l'injection de fonds publics sur les marchés financiers ou le désengagement massif des agents des marchés ou établissements clés. Les crises financières s'accompagnent généralement de reculs prononcés de l'activité économique. La crise n'est pas l'issue obligatoire d'une période de fortes tensions financières si le système bancaire est bien pourvu en capital ou si les pouvoirs publics prennent des mesures adaptées aux circonstances, comme cela a été le cas au Canada durant la crise financière mondiale de 2007-2009. Des tensions financières exacerbées n'en restent pas moins liées à des dysfonctionnements des marchés et à des perturbations de l'intermédiation financière, et peuvent entraîner la réduction brutale du crédit et un ralentissement marqué de l'activité économique. Les autorités voudront éviter ce genre de tensions en prenant des mesures préventives pour remédier aux vulnérabilités et ainsi accroître la résilience du système financier.

Pour repérer les épisodes de tensions financières, nous recourons dans notre étude à deux méthodes complémentaires. La première s'appuie sur un outil de mesure en continu des conditions financières, soit un indice de tensions financières construit par le FMI (**Encadré 1**), destiné à repérer les épisodes passés de fortes tensions financières, que l'on définit comme les périodes durant lesquelles l'indice a enregistré durablement des valeurs extrêmes ou, en d'autres termes, les périodes où l'indice s'est maintenu au-dessus de sa

fourchette de variation normale durant au moins trois mois de suite<sup>5</sup>. Lorsqu'il s'est écoulé moins d'un an entre deux épisodes, on considère que ces épisodes n'en forment qu'un seul. À l'aide de cette méthode, nous recensons 32 périodes de fortes tensions selon l'indice dans les 17 pays avancés pour lesquels l'indice du FMI est calculé<sup>6</sup>. La seconde méthode, la méthode narrative, consiste à puiser dans la littérature l'information permettant de dater les crises financières. Les résultats obtenus avec cette méthode font ressortir deux crises aux États-Unis — la débâcle des caisses d'épargne et de crédit à la fin des années 1980 et la crise financière de 2007 — et aucune au Canada<sup>7</sup>. Dans la suite de l'article, l'expression « épisodes de tensions » est employée, quelle que soit la méthode utilisée.

En agrégeant les résultats des deux méthodes, on obtient au total 37 épisodes de tensions financières pour notre échantillon de pays<sup>8</sup>. Les bandes grisées sombres et claires des **Graphiques 1a** et **1b** correspondent aux périodes tendues recensées au Canada et aux États-Unis à l'aide de ces méthodes. La récente crise financière a pris naissance aux États-Unis à l'été 2007 et s'est rapidement propagée aux autres économies avancées par le canal des liens financiers, ce qui s'est traduit par un niveau élevé de tensions dans tous les pays de notre échantillon de 2007 à 2009, en particulier après la faillite de Lehman Brothers Holdings Inc. en septembre 2008. La progression, au milieu de l'année 2007, de l'indice calculé pour le Canada reflète en partie la montée des tensions sur le marché du papier commercial non bancaire adossé à des actifs, lequel a été responsable du creusement des écarts entre les taux d'intérêt interbancaires et les rendements des obligations d'État d'une part, et entre ces derniers et le rendement des obligations des sociétés d'autre part (**Graphique 2**)<sup>9</sup>. Étant donné que la première méthode ne permet de repérer que les périodes durant lesquelles l'indice se maintient durablement à un niveau élevé, des périodes relativement brèves de fortes tensions, comme celle de l'effondrement du fonds Long-Term Capital Management (LTCM) en 1998 ou le court épisode enregistré en 2001, ne sont pas signalées<sup>10</sup>.

5 Le niveau de l'indice calculé pour un pays est supérieur à sa fourchette de variation normale lorsqu'il dépasse d'au moins deux écarts-types sa moyenne mobile sur dix ans. L'emploi de moyennes mobiles a comme conséquence pratique que la limite supérieure de la fourchette de variation normale augmente à la suite d'un épisode de fortes tensions et baisse après une longue période relativement calme. Ainsi, dans notre échantillon, des périodes qui auraient été considérées comme des épisodes de tensions à l'époque où elles sont survenues sont restituées comme telles par le modèle, même après la crise financière mondiale de 2007-2009. Avant cette crise, le seuil était à peu près toujours constant. Une autre façon d'établir la limite supérieure de la fourchette de variation normale de l'indice consiste à sélectionner une valeur de référence, comme le niveau de l'indice observé durant la débâcle du fonds Long-Term Capital Management, en 1998.

6 Sont compris dans l'échantillon l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, l'Italie, le Japon, la Norvège, les Pays-Bas, la Suède, la Suisse et le Royaume-Uni.

7 Le recours à cette seconde méthode s'impose pour remédier aux imperfections de l'indice comme outil de mesure des tensions présentes dans le système financier. Les épisodes de fortes tensions financières de l'indice n'englobent pas toutes les crises financières connues.

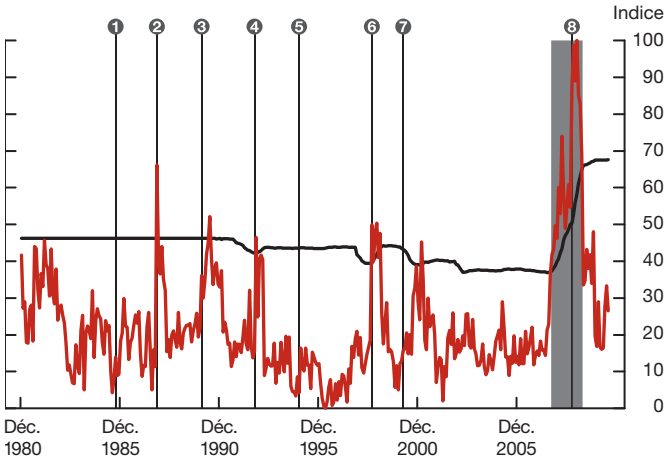
8 Nos résultats montraient dix périodes où des crises financières chevauchaient des épisodes de tensions financières détectés par l'indice, pour la plupart durant la crise financière mondiale de 2007-2009. Pour éviter le double comptage, chaque fois qu'il y avait chevauchement, nous n'avons considéré qu'une seule période dont le début et la fin coïncident respectivement avec la date du début de la période la plus ancienne et la fin de la période la plus récente.

9 Les événements de cette période sont analysés dans la livraison de décembre de la *Revue du système financier* (Banque du Canada, 2007).

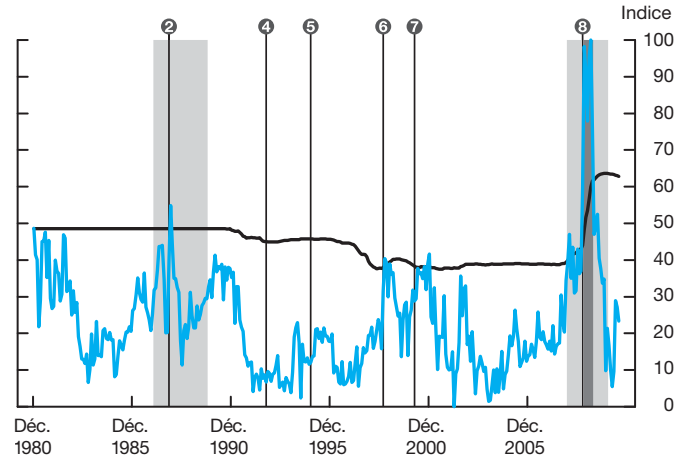
10 Il importe de souligner que l'indice mesure l'état de tension à un moment donné, sans rendre compte du rôle des autorités. Ainsi, l'effondrement du fonds LTCM n'est pas détecté par l'indice car l'intervention rapide des autorités a permis d'écourter la période de tensions et d'en atténuer la gravité.

**Graphique 1a et Graphique 1b : Épisodes de tensions**

1a. Canada



1b. États-Unis



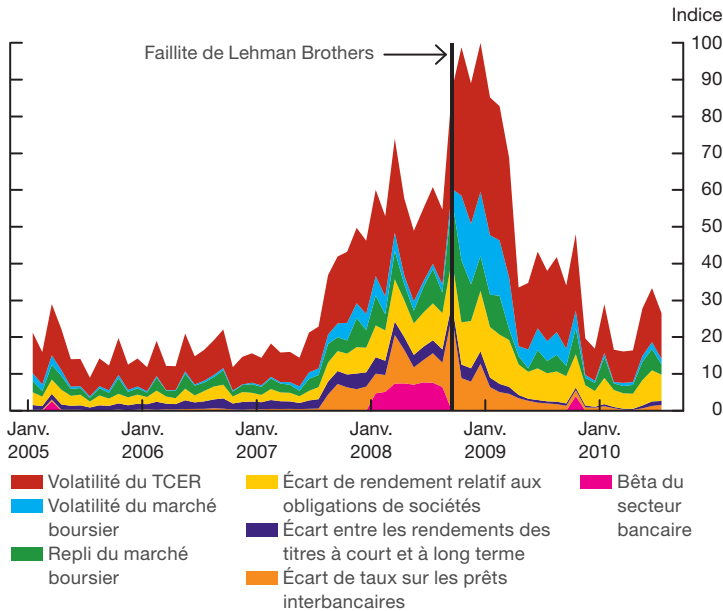
- |                                  |   |                    |   |                                  |
|----------------------------------|---|--------------------|---|----------------------------------|
| — Indice de tensions financières | ■ Période de fortes tensions financières selon l'indice | ■ Crise financière | — Limite supérieure de la fourchette de variation normale | — Indice de tensions financières |
|----------------------------------|---|--------------------|---|----------------------------------|
- 
- |   |                                 |  |   |                          |   |                                   |                               |
|---|---------------------------------|--|---|--------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|
| ① Faillites de banques canadiennes régionales | ② Krach boursier d'octobre 1987 | ③ Effondrement du prix des logements à Toronto / faillites de sociétés de fiduciaire | ④ Crise du mécanisme de change européen | ⑤ Crise du peso mexicain | ⑥ Débat du fonds Long-Term Capital Management | ⑦ Éclatement de la bulle Internet | ⑧ Faillite de Lehman Brothers |
|---|---------------------------------|--|---|--------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|

Nota : L'indice d'origine calculé pour chacun des pays a été centré par rapport à zéro et son échelle a été modifiée afin que sa valeur se situe entre zéro et cent dans les graphiques. Par conséquent, les valeurs prises par l'indice dans les graphiques ne peuvent être comparées entre elles.

Sources : Banque du Canada et indice de tensions financières du Fonds monétaire international

Dernière observation : juillet 2010

**Graphique 2 : Composantes de l'indice de tensions financières pour le Canada**



Nota : La volatilité du taux de change effectif réel (TCER) est un indice de la volatilité dans le temps des variations mensuelles du taux de change effectif réel. L'écart de rendement relatif aux obligations de sociétés est un indice de la différence entre les rendements des obligations de sociétés et des obligations d'État à long terme. L'écart entre le rendement des titres à court et à long terme correspond à la différence entre les rendements des titres d'État à court et à long terme. L'écart de taux sur les prêts interbancaires est un indice de la différence entre les taux interbancaires et le rendement des obligations d'État à court terme. Le bêta du secteur bancaire est un indice de la corrélation entre l'indice de rendement total des titres bancaires et l'indice du marché boursier dans son ensemble.

Sources : Banque du Canada et indice de tensions financières du Fonds monétaire international

Dernière observation : juillet 2010

Une fois retracés les épisodes de tensions passés, l'étape suivante consiste à sélectionner les indicateurs susceptibles de rendre de tels épisodes prévisibles.

## Construction d'un modèle d'indicateurs de déséquilibre

Une des principales difficultés qui se posent sur le plan empirique lorsqu'on construit un modèle d'indicateurs de déséquilibre tient au choix des pays à l'étape de l'échantillonnage. Étant donné que les pays ne connaissent habituellement qu'un petit nombre d'épisodes de tensions, un large échantillon permet de déterminer des seuils critiques et de vérifier la validité du modèle en s'appuyant sur l'expérience d'autres pays. Par contre, des différences parfois importantes entre pays sur des aspects tels que la structure et la réglementation des marchés financiers sont susceptibles de nuire à la pertinence des indicateurs et des seuils. Le souci d'améliorer la comparabilité des aspects économiques et structureaux nous a conduits à établir notre modèle sur les seules données d'économies avancées. Le modèle est ainsi estimé à partir de données mensuelles concernant dix-sept d'entre elles pour la période allant de décembre 1980 à décembre 2009.

Un grand nombre de variables, entre autres celles qui sont liées aux secteurs financier et extérieur ou encore aux secteurs des entreprises, de l'État et des ménages, peuvent jouer le rôle d'indicateurs avancés d'épisodes de tensions financières. Pour nous assurer que l'indice construit permet adéquatement d'éclairer la prise de mesures en amont des crises, nous avons retenu, pour chacun de ces secteurs, divers indicateurs censés annoncer un épisode de tensions aux horizons qui ne dépassent pas deux ans. Il s'agit, par exemple pour les indicateurs financiers, de la croissance du rendement des capitaux propres pour le secteur bancaire et de l'encours des crédits au secteur privé rapporté au PIB. Pour surmonter le problème de la comparabilité limitée des niveaux des variables, causé par les différences structurelles entre pays, des mesures autres — comme les taux de croissance pour plusieurs horizons et les écarts par rapport aux valeurs tendanciennes de chaque variable — ont été considérées.

Dans notre modèle, un indicateur décèle des tensions futures lorsqu'il dépasse un seuil critique généralement associé à des périodes de tensions passées. Un indicateur situé au-dessus du seuil signale ainsi un déséquilibre. Pour chaque indicateur, le seuil critique est choisi parmi une plage de valeurs possibles de façon à ce qu'il corresponde à la valeur qui réduit simultanément au minimum deux erreurs : l'erreur représentée par des situations de tensions non signalées et celle représentée par un signal de déséquilibre non suivi d'un épisode de tensions (se reporter à l'Encadré 2 et à Roberts [à paraître] pour une description détaillée de la méthode de sélection des seuils)<sup>11</sup>. Le seuil le plus approprié pour chaque variable et les indicateurs les plus fiables pour anticiper les épisodes de tensions (c.-à-d. les indicateurs aux taux d'erreur les plus faibles) sont déterminés à l'aide de cette méthode. L'extraction périodique de signaux de ces indicateurs peut mettre en évidence les changements subis par les déséquilibres existants et permettre aussi de déceler les déséquilibres potentiels qui mériteraient une analyse ou un examen plus en profondeur<sup>12</sup>.

◀ *Un grand nombre de variables, entre autres celles qui sont liées aux secteurs financier et extérieur ou encore aux secteurs des entreprises, de l'État et des ménages, peuvent jouer le rôle d'indicateurs avancés d'épisodes de tensions financières.*

<sup>11</sup> Voir également Davis et Karim (2008) ainsi que Manasse et Roubini (2005).

<sup>12</sup> Cette approche est appelée « approche d'extraction des signaux ».

## Encadré 2

## Estimation des seuils associés aux indicateurs

Un indicateur signale un déséquilibre potentiel lorsque sa valeur franchit un seuil estimé. Le signal est « vrai » si un épisode de tensions se matérialise dans un délai de vingt-quatre mois; on parle en revanche d'un « faux » signal si aucun épisode de tensions ne survient au cours de la même période. Pour tout seuil, on peut juger la qualité prédictive d'un indicateur d'après les catégories du **Tableau 2-A** : « A » désigne le nombre de mois où l'indicateur a envoyé un signal de déséquilibre qui a été suivi d'un épisode de tensions; « B » correspond au nombre de mois où l'envoi d'un signal de déséquilibre n'a été suivi d'aucun épisode de tensions (erreur de première espèce); « C » désigne le nombre de mois où l'indicateur n'a pas envoyé de signal de déséquilibre malgré l'apparition subséquente d'un épisode de

tensions (erreur de deuxième espèce); enfin, « D » correspond au nombre de mois pour lesquels l'indicateur, à juste titre, n'a pas envoyé de signal de déséquilibre (puisqu'aucun épisode de tensions n'est survenu dans les vingt-quatre mois suivants).

Dans le cas d'un indicateur parfait, le tableau ne renfermera aucune observation de catégorie B ou C, A sera égal au nombre total de mois précédant les tensions, et D, au nombre total de mois normaux à l'intérieur de l'échantillon. On optimise la valeur d'un indicateur en choisissant le seuil de façon à ce que celui-ci coïncide avec le point où la « fonction de perte » suivante est minimisée :

$$f(\bar{x}) = \frac{1}{A + B + C + D} * \left[ \frac{CD}{C + D} + \frac{AB}{A + B} \right].$$

Nous calculons ensuite le ratio corrigé du bruit au signal, puis utilisons ce ratio pour écarter les indicateurs dépourvus de pouvoir prédictif<sup>1</sup>.

**Tableau 2-A : Évaluation des vrais et des faux signaux relatifs aux épisodes de tensions**

	Tensions survenant dans un délai de 24 mois (« périodes précédant les épisodes de tensions »)	Absence de tensions dans un délai de 24 mois (« périodes normales »)
Signal	A (nombre de vrais signaux de déséquilibre)	B (nombre de faux signaux de déséquilibre)
Absence de signal	C (nombre de faux signaux d'absence de déséquilibre)	D (nombre de vrais signaux d'absence de déséquilibre)

<sup>1</sup> Le ratio corrigé du bruit au signal est donné par la formule  $[B/(B + D)]/[A/(A + C)]$ ; il correspond à la proportion de faux signaux de déséquilibre lancés en temps normal (le bruit) divisée par la proportion de vrais signaux de déséquilibre lancés au cours des périodes qui précèdent un épisode de tensions (Kaminsky, Lizondo et Reinhart, 1998). Une valeur supérieure à 1 signifie que l'indicateur est encore moins fiable qu'un tirage à pile ou face.

## Détection des déséquilibres

Le modèle d'indicateurs de déséquilibre réussit assez bien à repérer les déséquilibres longtemps à l'avance. Les signaux lancés par une série d'indicateurs avant la récente crise financière et d'autres périodes sont présentés dans le **Tableau 1**<sup>13</sup>. Les seuils sont calculés à partir des données arrêtées au mois de décembre 2009; ces seuils estimés sont ensuite appliqués aux données issues de la période récente (2010-2011) et de la période contemporaine (2012-2013T2).

Les indicateurs portent sur quatre domaines importants du point de vue des vulnérabilités potentielles : le levier financier global, les prix des actifs, le secteur bancaire et le secteur extérieur. Nous avons sélectionné les indicateurs dans chaque catégorie selon leur capacité à signaler des épisodes de tensions, tout en exerçant notre jugement dans le choix des secteurs où des tensions financières pourraient se matérialiser. Les indicateurs concernent quatre pays : le Canada, les États-Unis, le Royaume-Uni et l'Australie.

On trouve dans la seconde colonne du tableau le seuil estimé pour chacun des indicateurs au moyen de données internationales; la précision des indicateurs est donnée dans la troisième colonne et elle est mesurée par le ratio corrigé du bruit au signal (plus le ratio est faible, plus l'indicateur est précis).

<sup>13</sup> Ces périodes n'ont pas toutes été suivies d'« épisodes de tensions » selon les critères que nous avons retenus.

**Tableau 1 : Indicateurs des vulnérabilités du système financier**

	Seuil	Ratio du bruit au signal	Période précédant l'éclatement de la bulle Internet				Période précédant la crise financière				Période récente				Période contemporaine			
			1998-1999				2005T3-2007T2				2010-2011				2012-2013T2			
			Can.	É.-U.	R.-U.	Aus.	Can.	É.-U.	R.-U.	Aus.	Can.	É.-U.	R.-U.	Aus.	Can.	É.-U.	R.-U.	Aus.
<b>Lever financier global</b>																		
Écart du ratio crédit/PIB (points de pourcentage)	4,7	0,50						100 %	100 %	88 %	88 %		38 %	13 %	67 %			
Ratio de la dette des ménages au PIB (%)	70,9	0,43		13 %			50 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	
Écart entre le ratio de la dette des ménages au PIB et sa moyenne mobile sur 10 ans (%)	10,9	0,52			100 %		100 %	100 %	100 %	100 %	100 %		25 %	75 %	100 %			
<b>Prix des actifs</b>																		
Taux annuel de croissance réelle des prix des actions sur 3 ans	7,5	0,62	88 %	100 %	100 %	63 %	100 %	100 %	100 %	100 %	13 %				17 %	33 %	17 %	
Taux annuel de croissance réelle des prix des maisons sur 5 ans	6,9	0,45					75 %	75 %	100 %	63 %								
Écart des prix des logements	12,6	0,27					63 %	100 %	100 %		13 %			25 %				
Ratio du prix des maisons au revenu (base 100 de l'indice : moyenne à long terme)	110,5	0,18					38 %	88 %	100 %	100 %	100 %		100 %	100 %	100 %		100 %	
<b>Secteur bancaire</b>																		
Écart entre le rendement des capitaux propres bancaires et sa moyenne mobile sur 10 ans (%)	17,1	0,47	38 %		50 %		63 %	50 %	100 %	63 %								
<b>Secteur extérieur</b>																		
Déficit de la balance courante (en % du PIB)	4,8	0,22			63 %			100 %		100 %				13 %				
Écart entre le taux de change effectif réel et sa moyenne mobile sur 10 ans (%)	20,2	0,12		13 %			100 %			100 %	75 %			100 %			100 %	

**Légende**

L'indicateur ne dépasse pas le seuil (aucun signal).

X % L'indicateur dépasse le seuil pendant tout au plus deux trimestres durant la période considérée (signal faible).

X % L'indicateur dépasse le seuil pendant au moins trois trimestres durant la période considérée (signal fort).

Can. : Canada

É.-U. : États-Unis

R.-U. : Royaume-Uni

Aus. : Australie

Nota : Les seuils de chaque variable sont calculés au moyen d'ensembles de données sur 17 pays recueillies entre décembre 1980 et décembre 2009. Les seuils sont calculés en recherchant la valeur qui réduit au minimum la fonction de perte mesurant l'erreur de classification des signaux. Les données manquantes sont signalées par une cellule de couleur blanche. L'écart des prix des logements correspond à la différence entre l'indice des prix des maisons et sa valeur tendancielle obtenue à l'aide du filtre de Hodrick-Prescott (base 100 de l'indice : janvier 2010). Les taux de croissance sont calculés selon la formule suivante :  $Taux\ de\ croissance = 100 * [(Valeur_t / Valeur_{t-h}) ^ (12/h) - 1]$ , où  $h$  correspond au nombre de mois. Par exemple,  $RCP_{99} = 100 * [(RCP_t / RCP_{t-60}) ^ (12/60) - 1]$ .

Dans chaque rangée figure un pourcentage correspondant à la proportion de trimestres de la période sélectionnée où l'indicateur dépasse le seuil estimé<sup>14</sup>. Les cellules sont de couleur rouge quand la variable dépasse le seuil estimé pendant au moins trois trimestres au sein de la période retenue, et de couleur jaune si l'indicateur franchit le seuil pendant un trimestre ou deux. Nous analyserons les principaux résultats du tableau dans la suite de la présente partie avant d'expliquer, dans la prochaine, comment il convient d'appliquer son jugement pour les interpréter.

## Premier événement historique : l'éclatement de la bulle Internet en 2000

Tout au long des années 1998 et 1999, l'indicateur que constitue la croissance des cours des actions a signalé un déséquilibre dans chacun des quatre pays. L'éclatement de la bulle Internet s'est produit peu de temps après, mais comme l'indicateur de tensions financières ne s'est pas maintenu à un niveau élevé durant cette période, l'effondrement des cours des

<sup>14</sup> Nous avons testé cinq spécifications différentes liées à des variables dépendantes. L'article décrit la plus importante de ces spécifications, dont les résultats se trouvent au Tableau 1. Les seuils estimés se ressemblent dans les diverses spécifications utilisées pour la plupart des indicateurs.



titres liés aux nouvelles technologies n'est pas classé comme un épisode de tensions financières dans notre grille d'analyse. Dans de nombreux autres cas, les indicateurs n'ont envoyé aucun signal de déséquilibre. Une des raisons qui expliquent pourquoi cet événement n'a pas eu de retentissement plus important tient au comportement de l'écart du ratio crédit/PIB<sup>15</sup>. Cet écart, qui donne une mesure approximative du levier d'endettement excessif du secteur privé, n'a pas signalé le moindre déséquilibre.

## Second événement historique: la crise financière mondiale

Durant les deux années qui ont précédé la crise financière mondiale de 2007-2009, divers indicateurs ont signalé des déséquilibres dans chacun des quatre pays de notre échantillon. L'écart du ratio crédit/PIB montrait, au regard du seuil estimé de 4,7 %, un déséquilibre des conditions du crédit — en l'occurrence une expansion rapide du crédit — dans trois pays (États-Unis, Royaume-Uni et Australie) avant la crise financière. Les indications données pour l'Australie et le Canada entre le troisième trimestre de 2005 et le deuxième trimestre de 2007 ne devraient cependant pas être interprétées comme si les déséquilibres en cause avaient provoqué la récente période de tensions financières, car celle-ci est plutôt attribuable à des facteurs extérieurs à ces pays. Dans le cas du Canada, les signaux lancés entre le troisième trimestre de 2005 et le deuxième trimestre de 2007 semblent indiquer que des signes de déséquilibre ont commencé à poindre dans le secteur du logement à l'intérieur de ce laps de temps. Si l'on considère les cinq années précédant la crise, on remarque que le taux de croissance annuel moyen des prix réels des maisons a dépassé le seuil estimé de 6,9 % durant six des huit trimestres de la période 2005T3-2007T2.

En somme, les résultats du **Tableau 1** tendent à montrer que le modèle parvient à repérer plutôt correctement les déséquilibres présents dans des secteurs clés. Avant la crise financière mondiale, plusieurs indicateurs ont régulièrement annoncé des tensions avec une avance d'au moins deux ans. S'agissant de l'échantillon dans son ensemble, les signaux enregistrés un an ou deux avant un épisode de tensions étaient presque aussi nombreux que ceux relevés dans les douze mois précédents. De telles observations soulignent la constance des signaux et montrent que les autorités pourraient être alertées plus d'un an avant la matérialisation de tensions<sup>16</sup>. Les résultats obtenus s'accordent globalement avec ceux rapportés par les études consacrées aux modèles d'indicateurs de déséquilibre, travaux qui ont permis d'établir qu'un levier d'endettement excessif et le prix élevé des actifs sont les principaux indicateurs précurseurs des vulnérabilités du système financier dans les économies avancées<sup>17</sup>.

◀ *Les observations montrent que les autorités pourraient être alertées plus d'un an avant la matérialisation de tensions.*

## Récents déséquilibres au Canada

Pour les périodes plus récentes, c'est-à-dire de 2010 à 2011 et de 2012 au deuxième trimestre de 2013, l'écart du ratio crédit/PIB a signalé un endettement élevé du secteur privé au Canada durant onze des quatorze trimestres considérés. Pour le secteur du logement, les indicateurs ont semblé lancer des signaux incohérents. Le ratio du prix des maisons au revenu a dépassé,

<sup>15</sup> L'écart du ratio crédit/PIB est la différence entre le ratio de l'ensemble des crédits octroyés au secteur privé au PIB et la valeur tendancielle du ratio.

<sup>16</sup> Les résultats ne sont pas remis en question lorsqu'on choisit le quatrième trimestre de 2006 comme date finale de l'échantillon à la place du mois de décembre 2009. Comme les seuils projetés sont analogues à ceux de la spécification de référence, les indicateurs réussissent à prédire hors échantillon la crise financière de 2007-2009.

<sup>17</sup> Voir Babecký et autres (2013); Barrell et autres (2010); Borio et Drehmann (2010); Frankel et Saravelos (2010).

à compter du quatrième trimestre de 2006, les niveaux du seuil estimé, mais l'écart des prix des logements n'a été supérieur au seuil que pendant un trimestre en 2010 et 2011 (tout en demeurant important — de 7 % à 15 % — jusqu'au deuxième trimestre de 2012). Quant au taux de croissance annuel moyen des prix réels des maisons sur les cinq années précédentes, il s'est situé au-dessous du seuil en 2010 et en 2011 (même s'il est resté élevé — entre 3,7 % et 6 % — jusqu'au deuxième trimestre de 2011). La différence de résultats d'un indicateur à l'autre montre que l'interprétation des signaux demande une dose de jugement. Le ralentissement enregistré dans la croissance des prix des maisons est intervenu avant celui des deux autres variables, qui évoluent plus lentement et rendent compte du développement de déséquilibres causés par une longue période de hausses modérées des prix des maisons à l'échelle nationale. Au deuxième trimestre de 2013, la croissance des prix des maisons a laissé entrevoir une nouvelle atténuation des déséquilibres sur le marché du logement (au vu d'une baisse à 2,9 %) même si, comme il fallait s'y attendre, le ratio du prix des maisons au revenu tendait à indiquer des déséquilibres persistants. Soulignons également qu'aucun signal n'a été lancé pour cette période par les indicateurs qui mesurent la santé du secteur financier et les déséquilibres extérieurs.

## Interprétation des résultats

À plusieurs égards, il faut exercer son jugement lorsqu'on tente de tirer des conclusions à partir des vulnérabilités repérées dans le système financier par les modèles d'indicateurs de déséquilibre.

Cela se justifie en tout premier lieu par le fait que, comme relevé dans la partie précédente en ce qui concerne le Canada, les indicateurs peuvent donner des signaux différents dans un même secteur. Le phénomène s'observe aussi dans les autres pays étudiés. Pour la période contemporaine, par exemple (2012-2013T2), les deux mesures du levier financier, à savoir l'écart du ratio crédit/PIB et le ratio de la dette des ménages au PIB, envoient des signaux contrastés pour les États-Unis, le Royaume-Uni et l'Australie. Ce contraste entre indicateurs apparentés s'explique entre autres par la nature essentiellement différente de l'information qu'ils véhiculent sur les tendances à long terme. La valeur de certaines variables est exprimée en termes de simple niveau, à l'exemple du ratio des prix nominaux des maisons au revenu, alors que celle d'autres variables est déterminée en mesurant la différence entre une grandeur et sa moyenne tendancielle, comme dans le cas de l'écart des prix des logements : la moyenne tendancielle des prix des maisons augmente au bout d'une longue période de hausse, ce qui entraîne une réduction de l'écart des prix des logements pouvant être trompeuse en présence d'une bulle immobilière durable (car la tendance mesurée ne traduit alors pas une progression des prix induite par des facteurs fondamentaux). Par ailleurs, le ratio du prix des maisons au revenu exagère l'ampleur des déséquilibres existants si la croissance des prix des maisons tient en partie à des facteurs fondamentaux. Voilà pourquoi les décideurs doivent se fier à leur jugement pour interpréter les signaux et évaluer l'étendue des déséquilibres sectoriels.

Rappelons ensuite que les indicateurs ne renferment pas en soi d'informations sur les éléments déclencheurs d'une crise. Par exemple, comme nous le faisons déjà remarquer, on ne peut voir dans les signaux lancés pour l'économie canadienne entre le troisième trimestre de 2005 et le deuxième trimestre de 2007 la cause du déclenchement de la crise, puisque celle-ci est pour l'essentiel née aux États-Unis avant d'atteindre le Canada.

Enfin, n'oublions pas qu'étant donné que les modèles utilisés sont statistiques et, par nature, de forme réduite, ils ne peuvent rendre totalement compte de l'incidence des changements intervenus (par voie d'innovation ou de réglementation) dans la structure de l'économie ou dans le système financier.

C'est pour toutes ces raisons qu'il convient de se garder d'interpréter étroitement les signaux des indicateurs. Il est plutôt essentiel que l'information sur les tendances qui transparaissent des indicateurs et d'autres variables soit prise en compte et que les autorités exercent leur jugement si l'on veut exploiter utilement les signaux dans l'évaluation des vulnérabilités. À cet égard, la Banque du Canada suit l'évolution de bon nombre de variables décrites ici, mais son évaluation globale des risques présentée dans la *Revue du système financier* repose sur un ensemble d'informations plus large.

◀ Il est essentiel que l'information sur les tendances qui transparaissent des indicateurs soit prise en compte et que les autorités exercent leur jugement si l'on veut exploiter utilement les signaux dans l'évaluation des vulnérabilités.

## Conclusion

L'objet de l'analyse exposée dans le présent article était de détecter des déséquilibres annonciateurs de périodes de tensions financières. Par leurs évaluations quantitatives, les modèles d'indicateurs de déséquilibre peuvent apporter plus de rigueur et de cohérence analytique à l'appréciation à laquelle se livrent les autorités. Le modèle illustré fournit des mesures utiles et satisfaisantes pour repérer dans le temps des déséquilibres et, de là, permettre d'évaluer les vulnérabilités du système financier.

Plusieurs aspects du modèle sont perfectibles. On pourrait tout d'abord le développer afin qu'il prenne en compte le rôle des facteurs mondiaux lorsqu'il s'agit d'identifier les vulnérabilités de certains pays, et qu'il intègre les données relatives à d'autres secteurs de l'économie (par exemple le risque souverain). Ensuite, les seuils associés à différents types de tensions (crise de change, crise du logement ou crise bancaire) pourraient être estimés séparément. Enfin, les autorités doivent par ailleurs pouvoir résumer l'information provenant d'une série d'indicateurs de façon à apprécier le niveau global des risques. On peut y parvenir en réunissant ces indicateurs dans un indicateur composite, en estimant simultanément des seuils pour plusieurs d'entre eux au moyen d'un modèle multivarié, ou en recourant à des modèles probabilistes qui exploitent l'information tirée de toutes les variables de manière à prédire la probabilité globale d'une crise (Christensen et Li, 2013). La Banque poursuit ses travaux sur tous ces sujets.

---

## Ouvrages et articles cités

Babecký, J., T. Havránek, J. Matějů, M. Rusnák, K. Šmídková et B. Vašíček (2013). « Leading Indicators of Crisis Incidence: Evidence from Developed Countries », *Journal of International Money and Finance*, vol. 35, n° 1, p. 1-19.

Balakrishnan, R., S. Danninger, S. Elekdag et I. Tytell (2009). *The Transmission of Financial Stress from Advanced to Emerging Economies*, document de travail n° WP/09/133, Fonds monétaire international.

Banque du Canada (2007). *Revue du système financier*, décembre.

- Barrell, R., E. P. Davis, D. Karim et I. Liadze (2010). « Bank Regulation, Property Prices and Early Warning Systems for Banking Crises in OECD Countries », *Journal of Banking & Finance*, vol. 34, n° 9, p. 2255-2264.
- Borio, C. et M. Drehmann (2010). « Toward an Operational Framework for Financial Stability: 'Fuzzy' Measurement and Its Consequences », dans *Financial Stability, Monetary Policy, and Central Banking*, sous la direction de R. Alfaro, Santiago, Banco Central de Chile, coll. « Central Banking, Analysis, and Economic Policies », n° 15, p. 63-123.
- Bussière, M. (2013). *In Defense of Early Warning Signals*, document de travail n° 420, Banque de France.
- Cardarelli, R., S. Elekdag et S. Lall (2009). *Financial Stress, Downturns, and Recoveries*, document de travail n° WP/09/100, Fonds monétaire international.
- Christensen, I., et F. Li (2013). *A Semiparametric Early Warning Model of Financial Stress Events*, document de travail n° 2013-13, Banque du Canada.
- Côté, A. (2012). *La modélisation des risques pesant sur le système financier*, discours prononcé devant l'Association canadienne de science économique des affaires, Kingston (Ontario), 21 août.
- Davis, E. P., et D. Karim (2008). « Comparing Early Warning Systems for Banking Crises », *Journal of Financial Stability*, vol. 4, n° 2, p. 89-120.
- Faruqui, U., X. Liu et T. Roberts (2012). « Un cadre d'évaluation amélioré des risques découlant de l'endettement élevé des ménages », *Revue du système financier*, Banque du Canada, juin, p. 57-64.
- Frankel, J. A., et G. Saravelos (2010). *Are Leading Indicators of Financial Crises Useful for Assessing Country Vulnerability? Evidence from the 2008-09 Global Crisis*, document de travail n° 16047, National Bureau of Economic Research.
- Gauthier, C., et M. Souissi (2012). « Comprendre le risque systémique au sein du secteur bancaire : le Cadre d'évaluation des risques macrofinanciers », *Revue de la Banque du Canada*, printemps, p. 32-42.
- Hakkio, C. S., et W. R. Keeton (2009). « Financial Stress: What Is It, How Can It Be Measured, and Why Does It Matter? », *Economic Review*, Banque fédérale de réserve de Kansas City, 2<sup>e</sup> trimestre, p. 5-50.
- Kaminsky, G., S. Lizondo et C. M. Reinhart (1998). « Leading Indicators of Currency Crises », *Staff Papers*, Fonds monétaire international, vol. 45, n° 1, p. 1-48.
- Kliesen, K., M. Owyang et E. K. Vermann (2012). « Disentangling Diverse Measures: A Survey of Financial Stress Indexes », *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, vol. 94, n° 5, p. 369-398.
- Manasse, P., et N. Roubini (2005). « *Rules of Thumb* » for Sovereign Debt Crises, document de travail n° WP/05/42, Fonds monétaire international.
- Roberts, T. (à paraître). *An Early Warning Model for Financial Vulnerability Assessment*, document d'analyse, Banque du Canada.