

Marchés dérivés de matières premières, risque systémique et théorie des graphes

Par **Delphine Lautier et Franck Raynaud**

Université Paris Dauphine, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Dans le domaine des marchés dérivés, le risque systémique doit être appréhendé de façon globale, en trois dimensions : l'espace, le temps et la maturité des transactions. Pour ce faire, nous avons employé une approche en grande dimension, s'appuyant sur la théorie des graphes.

Après plusieurs décennies de progression à deux chiffres de leurs transactions, les marchés dérivés représentent aujourd'hui des volumes considérables. Deux statistiques permettent d'appréhender cette réalité : 21,2 milliards de contrats ont été échangés dans les marchés organisés en 2012, au niveau mondial (soit une progression de 21 % depuis 2008) ; quant au montant des encours sur le gré à gré, il atteignait 638 900 milliards de dollars en juin 2012 (80 000 milliards de dollars en 1998).

Ces évolutions suscitent des interrogations. L'arbitrage et la spéculation – deux fonctions permettant la gestion du risque de prix – ne risquent-ils pas de devenir, à un certain stade, néfastes car porteurs d'un risque de système ? Cette question revêt une importance particulière dans les marchés énergétiques, qui semblent de plus en plus fortement intégrés, entre eux d'une part, avec les autres marchés d'autre part. Leurs liens avec d'autres marchés peuvent provenir : 1) du développement des biocarburants ; 2) du fait que les matières premières, devenues une classe d'actifs à part entière, sont utilisées à des fins de diversification.

Dans le domaine des marchés dérivés, le risque systémique doit être appréhendé de façon globale, en trois dimensions : l'espace, le temps et la maturité des transactions. Pour ce faire, nous avons employé une approche en grande dimension, s'appuyant sur la théorie des graphes. Dans ce contexte, les prix sont considérés comme un système dynamique complexe et tous les outils de la théorie des graphes peuvent être utilisés. A notre connaissance, c'est la première fois qu'une telle approche est mise en œuvre en finance.

Dans le cadre de l'étude, trois catégories d'actifs (soit 14 produits différents) ont été retenues : les produits agricoles, les produits énergétiques et les actifs financiers, entre 1998 et 2011. Soit un total de 760 000 prix, qui ont été représentés sous la forme d'un graphe, où les nœuds correspondent à un rendement de prix quotidien et où les liens représentent des distances, exprimées en fonction des corrélations entre les rendements. Le graphe complet s'avérant d'une manipulation difficile, nous avons filtré l'information qu'il contient en employant des «arbres de recouvrement mini-

mal» («Minimum Spanning Trees», ou MST).

Un tel arbre parcourt tout le graphe, sans faire de boucle, de la façon la plus efficace possible. Il est unique. En d'autres termes, il peut être assimilé au chemin de propagation de choc le plus court qui soit, et donc le plus probable, au sein du système de prix. La visualisation d'un tel arbre permet d'observer sa topologie. S'il est organisé linéairement, cela implique qu'un choc de prix survenant à une extrémité de l'arbre ne pourra emprunter qu'un seul chemin de propagation : il devra passer successivement par tous les nœuds avant d'atteindre l'autre extrémité. En revanche, si l'arbre est structuré en étoile, les chemins de propagation sont plus difficiles à prévoir, et le nœud situé au centre de l'étoile sera d'une importance cruciale d'un point de vue systémique : un choc survenant en ce point est en effet susceptible de se transmettre très rapidement à l'ensemble du système ! Bien évidemment, les organisations en étoile et en chaîne sont des configurations extrêmes. Pour apprécier comment un arbre quelconque se situe par rapport à l'une et à l'autre, sa topologie peut être quantifiée à l'aide de ce que l'on appelle les «coefficients allométriques».

La topologie de l'arbre obtenu dans le cadre de notre étude montre que les marchés énergétiques se situent au centre du système de prix : ils assurent les liens avec les produits agricoles et les actifs financiers. De plus, le pétrole brut se trouve au cœur du complexe énergétique... son importance est donc cruciale d'un point de vue systémique.

Au-delà de l'analyse topologique, la méthode des graphes permet d'appréhender le comportement dynamique du système. Par exemple, il est possible d'étudier l'évolution de la longueur du MST, laquelle est une fonction inverse de l'intensité des corrélations : plus celles-ci sont fortes, plus l'arbre est court. Il s'avère que la longueur des chemins de propagation des chocs diminue au cours de la période d'observation, reflétant ainsi une intégration accrue des marchés. Enfin, l'examen de la stabilité du système de prix conduit à identifier les liens qui changent dans le temps, et ceux qui au contraire perdurent. Ceci a permis de voir que la topologie des MST est stable dans le temps. ■

Cet article est inspiré de D. Lautier, F. Raynaud, 2012. « Systemic risk in energy derivative markets : a graph-theory analysis », *The Energy Journal*, 33(3), 217-242.