

Cette situation ressemble à celle de la réflexion par des plaques métalliques, mais c'est la première observation d'une transmission par de telles plaques. Lorsque les photons arrivent sur la surface d'argent avec une longueur d'onde adéquate, ils excitent des plasmons. Ces

plasmons à l'interface air-argent sont alors transformés en plasmons à l'interface argent-quartz, ce qui «aide» les photons à passer par les trous.

Alors, les utilisateurs de fours à micro-ondes doivent-ils s'inquiéter? Non, car cette analyse ne s'applique pas aux

grilles de fours : la périodicité et le diamètre des trous de la grille sont si petits comparés à la longueur d'onde du rayonnement micro-onde que ce dernier ne passe pas. Les boules de pétanque traversent la passoire, mais pas les ballons de basket!

Peut-on prévoir les krachs?

Des physiciens proposent une théorie (controversée) des krachs boursiers.

Au cours d'un krach boursier, les prix sur un marché s'écroulent en quelques jours de plusieurs pour cent (jusqu'à 30 pour cent pour les plus gros krachs du siècle, en octobre 1929 et en octobre 1987). Certains physiciens comparent un krach à ce que l'on nomme un point critique en physique : par exemple, un matériau soumis à une force d'élongation croissante se rompt au point critique. En ce point, la moindre action extérieure provoque une réaction considérable du système. D'où l'analogie avec le marché : par mimétisme, les agents décident simultanément de vendre leurs actions, car un incident a déclenché une panique générale.

En outre, avant les krachs, les prix ont des variations surprenantes. Didier Sornette, de l'Université de Nice, et Anders Johansen, de l'Institut Niels Bohr à Copenhague, ont cherché une fonction qui reproduit, sur plusieurs années, les fluctuations apparemment aléatoires des prix (en pointillés sur la figure du krach de 1929). Ils ont obtenu une fonction (en rouge sur la figure), qui oscille régulièrement autour d'une courbe croissante du temps. Ils soutiennent que, dans le cas des krachs, mais aussi dans certains phénomènes physiques (avalanches, tremblements de terre), ce type d'oscillations serait précurseur d'un point critique. La forme connue des oscillations permettrait de prévoir les apparitions de futurs krachs.

Cette idée est controversée : Laurent Laloux, Marc Potters et leurs col-

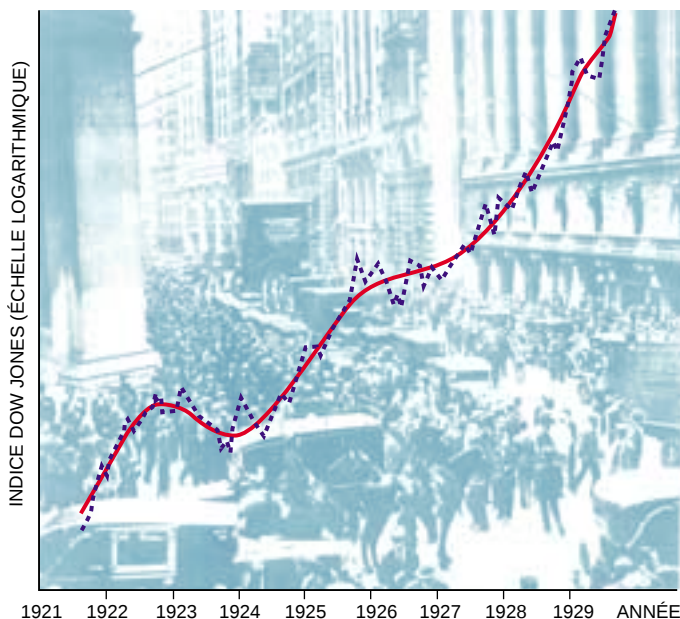
lègues de l'entreprise *Science et Finance* affirment qu'aucun modèle théorique convaincant n'indique qu'un krach serait un point critique ni ne justifie la présence de ces oscillations. D'autre part, la comparaison des krachs à des points critique est testée sur trop peu de données, car les krachs sont rares.

Enfin, des prédictions sur plusieurs années sont contestables : un modèle théorique à cette échelle devrait prendre en compte des facteurs extérieurs (événements ou décisions politiques, catastrophes naturelles, etc.) qui boule-

versent les marchés. Ces événements introduisent une forme de hasard que l'on ne sait pas modéliser.

sont peu probables, car la répartition de ces variations est donnée par une loi de distribution connue en théorie financière. En outre, si on se limite à des intervalles de temps compris entre une heure et quelques semaines, cette distribution est universelle : elle est commune à des marchés très différents dans le détail, et indépendante des influences extérieures. C'est pourquoi on utilise, dans ces limites, les méthodes de la physique statistique : on peut déterminer les propriétés collectives d'un grand nombre de particules en interaction en fonction des conditions extérieures (température, pression, etc.) sans considérer le comportement individuel des particules.

D'ETIENNE



Le rapprochement des fluctuations de l'indice Dow Jones (moyenne des prix de 30 actions américaines représentatives) de juin 1921 à septembre 1929 (en bleu) et de la fonction oscillatoire (en rouge) proposée par D. Sornette et A. Johansen suggère que le krach d'octobre 1929 est analogue à des phénomènes physiques tels qu'avalanches ou tremblements de terre.

versent les marchés. Ces événements introduisent une forme de hasard que l'on ne sait pas modéliser.

Le débat est le suivant : sous quelles hypothèses peut-on prévoir les variations boursières? La présence du hasard empêche de prédire de façon certaine la hausse ou la baisse des prix au bout d'une journée ou d'une semaine. Cependant, on peut savoir quelles variations sont très probables, et lesquelles

Par exemple, pour les intervalles courts, Rama ont et Jean-Philippe Bouchaud, du Centre d'études nucléaires de Saclay et membres de *Science et Finance*, ont construit un modèle inspiré de l'étude des transitions de phase, qui met en évidence deux régimes de fonctionnement du marché : dans le premier, les prix varient peu autour de leur position d'équilibre, ce qui correspond au fonctionnement «normal». Dans le second, les prix se trouvent brusquement un peu trop loin de l'équilibre, puis chutent vertigineusement, comme lors d'un krach, en raison d'une panique collective.

Dans ce modèle, un krach n'est pas un point critique. Toutefois, ce résultat ne constitue pas une preuve contre la thèse du point critique, puisque les échelles de temps considérées sont très différentes. Ce modèle reproduit une caractéristique des marchés réels : les gros krachs ne suivent pas la loi de distribution du régime normal. Si c'était le cas, on calcule d'après cette loi qu'un gros krach se produirait seulement tous les 100 milliards de milliards d'années!

L'allergie à la croisée des sciences

L'évolution
de la recherche
dans l'allergie

Les formes
de l'Évolution

L'universalité
des formes fractales

L'organisation
des formes

À l'occasion
du dixième anniversaire
du premier antiallergique mondial*,
Schering-Plough offre ce dossier
aux lecteurs de *Pour la Science*.



Schering-Plough

* données IMS, sept. 97 (ventes)

L'évolution de la recherche dans l'allergie

Schering-Plough fête les dix ans de commercialisation de son antihistaminique non sédatif, premier antiallergique mondial en termes de ventes (données IMS, septembre 1997).

La civilisation s'est épanouie dans les villes où les interactions entre les hommes facilitent la propagation des connaissances et la synergie des services mutuels. Cette densification de la population a sa Némésis : la contagion des infections, la pollution de l'air, les contacts allergéniques sont la contrepartie de notre vie citadine.

Cette rançon du progrès, darwinienne dans son essence, lamarckienne dans sa transmission humaine, est une caractéristique de l'évolution des organismes vivants. Schering-Plough célèbre cette année le dixième anniversaire de la mise sur le marché de son antihistaminique non sédatif, devenu depuis premier antiallergique mondial en termes de ventes (données IMS, septembre 1997). Ses chercheurs continuent de tirer profit des avancées scientifiques pour mettre au point les futurs médicaments.

Les réactions allergiques, où les éléments du système de défense immunitaire réagissent contre des substances étrangères normalement inoffensives, dégradent la qualité de vie. Près de 15 millions de Français souffrent d'allergies, et 25 pour cent des enfants de moins de cinq ans sont amenés en consultation pour des maladies respiratoires associées à des sifflements. Les dépenses de santé liées à ces affections représentent un pour cent des dépenses totales.

Les affections les plus communes sont les rhinites allergiques (rhume des foins) et l'asthme. Les personnes atteintes de ces troubles respirent difficilement et souffrent de troubles divers quand elles

ont inhalé certains pollens, des résidus d'acariens ou des substances chimiques normalement inoffensives.

Toutes les allergies se traduisent par la sécrétion d'une grande quantité d'anticorps, les immunoglobulines E (IgE). Les scientifiques supposent que ces réactions allergiques sont apparues dans l'évolution pour que les individus puissent réagir efficacement contre les parasites. Dans les pays développés, les individus ne sont plus exposés aux parasites, et le système immunitaire réagit outrageusement contre diverses substances telles que les pollens.

Le phénomène allergique comporte trois stades. Dans le premier, la sensibilisation, un allergène pénètre pour la première fois à l'intérieur du corps. Il y rencontre des cellules de voirie, nommées macrophages, qui l'absorbent, le coupent et en arborent les fragments à leur surface. Puis des globules blancs, les lymphocytes T auxiliaires reconnaissent certains fragments exposés sur les macrophages et s'y fixent. Ils sécrètent alors diverses interleukines qui incitent les lymphocytes B du voisinage à se transformer en plasmocytes sécréteurs d'anticorps. Ces plasmocytes sécrètent des immunoglobulines E, molécules en forme de Y dont chaque bras peut se lier à une molécule d'allergène (figure a).

On distingue aujourd'hui deux types de lymphocytes, les lymphocytes Th1 et Th2 ; cette deuxième classe est prédominante et sécrète certaines interleukines, mais pas d'interféron gamma, au contraire de la classe des lympho-

cytes Th1. L'interleukine 4 stimule la production d'IgE par les lymphocytes B, tandis que l'interféron gamma retarde cette synthèse. L'interleukine 10 inhibe les lymphocytes Th1 dont le rôle est déterminant dans la lutte contre les infections. C'est la proportion de lymphocytes Th1 et Th2 qui détermine si les lymphocytes B produisent des IgE ou d'autres types d'anticorps.

Lors d'une infection virale, les lymphocytes Th2 sont activés et sécrètent des interleukines 2, qui induisent la prolifération des plasmocytes producteurs d'immunoglobulines G. Une des voies de recherche actuelles chez Schering-Plough est de rechercher des principes actifs capables de bloquer les récepteurs des différentes interleukines.

Les anticorps s'attachent par la base du Y à des récepteurs spécifiques des mastocytes et des basophiles (figure b). La production des IgE étant amorcée, elle persiste pendant des mois : les anticorps restent liés à leur cible et sensibilisent les mastocytes.

Une nouvelle pénétration de l'allergène dans l'organisme déclenche les réactions allergiques. L'allergène se lie à deux IgE situées sur les mastocytes et établit un pont qui active la sécrétion de ces derniers. Les mastocytes libèrent des composés puissants, responsables des symptômes de l'allergie. Le plus

Sensibilisation de l'individu à l'allergène (a), activation des mastocytes (b) et les effets retardés de l'activation du système immunitaire (c).

