

Les tendances du hasard ?

CHRISTIAN WALTER

La persistance dans le temps des gains et des pertes à un jeu de pile ou face induit les analystes techniques à détecter des tendances...

Les cours viennent de franchir leur moyenne mobile courte à la hausse et les oscillateurs se sont retournés à la hausse depuis le début de l'année. Le momentum, en revanche, poursuit son recul au-dessous de ses moyennes mobiles et doit nous inciter à rester sur nos gardes. Ce type de commentaire d'un marché boursier apparaît dans nombre de quotidiens financiers : on dénomme «techniques» ces analyses de l'évolution des cours.

L'objet des analyses «techniques» est la prédiction des variations boursières futures à partir de leurs évolutions passées. Le texte cité peut décrire l'évolution du marché du cacao, du maïs, du soja, du franc, des obligations américaines ou des actions japonaises... Il s'agit de détecter dans les mouvements passés une sorte d'élan qui conduirait les cours, comme un navire sur son erre, vers un niveau futur prédéterminé par cet élan. Les analystes techniques aiment comparer leur activité avec celle des opérateurs radar qui doivent, à partir de l'examen de la trajectoire d'un missile, extrapoler le point de chute... Mais les

variations boursières sont-elles comparables aux trajectoires des missiles ?

La prévision boursière est, selon les travaux du mathématicien Bachelier, impossible, puisque les variations des cours boursiers «vrais» (les variations en capital seul, sans les dividendes) sont assimilables à des tirages aléatoires. Bachelier avait même dit, au début du siècle : le jeu est équitable, l'espérance mathématique du spéculateur est nulle. Dès lors, comment pourrait-on prévoir les cours vrais de demain ? La Bourse est aussi imprévisible que le prochain lancé du jeu de pile ou face. La seule prévision possible des cours de la Bourse ne peut donc concerner que les dividendes futurs d'une action, qui déterminent sa valeur «fondamentale», correspondant aux conditions de l'économie et de l'entreprise.

Pourtant les analystes techniques prétendent détecter, dans le passé des marchés, des configurations particulières de mouvements, des structures reconnaissables de fluctuations qui leur permettent, pensent-ils, de prévoir les évolutions à venir des cours vrais. Si Bachelier postule une imprévisibilité radi-

cale des variations boursières «vraies», les analystes techniques répondent en affirmant que les cours vrais ne fluctuent pas au hasard, puisqu'ils y reconnaissent des tendances repérables. Dialogue de sourds...

Si l'hypothèse de Bachelier est vraie, les variations boursières des cours sont assimilables à des tirages aléatoires : le marché au jour $j + 1$ ne dépend pas du marché au jour j . Pourtant, en construisant une Bourse fictive, des simulations des résultats intermédiaires des gains et pertes du spéculateur font apparaître d'importantes variations. Les analystes techniques y décèleront des «tendances» là où il n'y a que du hasard.

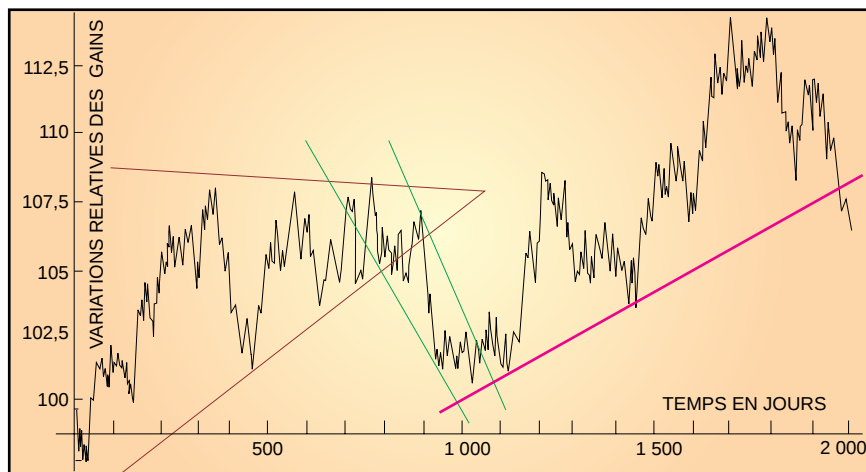
L'OBSERVATION N'EST PAS LA PRÉDICTION

Certaines propriétés du jeu de pile ou face contraires à l'intuition renforcent les conceptions des analystes. Au bout de combien de temps, en moyenne, le spéculateur de Bachelier se retrouve-t-il avec la même somme qu'au départ ? La réponse est que cette durée moyenne est... infinie ! Un autre résultat est que les temps de séjour dans la zone positive ou négative du jeu, qui représentent les durées pendant lesquelles notre spéculateur reste riche... ou pauvre, sont soit très brefs, soit extrêmement longs. En d'autres termes, le hasard semblera favoriser tout le temps l'un des joueurs au détriment de l'autre, alors même que le jeu est équitable !

Ce phénomène de persistance de la chance (ou de la malchance) se traduira, sur l'examen d'un graphique boursier par un analyste technique, par une impression de «nette tendance à la hausse» du marché, ou de «correction à la baisse qui va se poursuivre». Bien plus, l'analyste technique, voyant le spéculateur continuer à s'enrichir de manière constante (ou à s'appauvrir...), pourra affirmer : c'est normal, je l'avais prédit. Il détectera des «tendances» à la hausse ou à la baisse là où il n'y a que des tirages au hasard.

Les analystes techniques rétorqueront que, précisément, les marchés n'évoluent pas au hasard, que l'hypothèse de Bachelier est fautive, et que les structures variationnelles repérables observées sur les marchés sont réelles.

Les formes que cherchent à identifier les analystes techniques sont réelles du point de vue de l'observation, mais pas de la prévision. Autrement dit, la présence de tendances apparentes sur les graphiques boursiers n'est pas une raison suffisante pour rejeter l'hypothèse de «marche au hasard» des variations de la Bourse.



Une simulation de 2 000 jours de Bourse, réalisée par des tirages aléatoires au jeu de pile ou face : les analystes techniques y détecteraient des tendances (figurées en traits de couleur sur le graphique), là où il n'y a que processus aléatoire, donc sans prévisibilité.



L'indispensable médiatisation

ALEXANDRE MEINESZ

Les voies académiques de la communication, trop lentes, sont inefficaces pour alerter l'opinion.

Il y a toujours des chercheurs perspicaces au départ d'une «affaire», du sang contaminé humain au trou d'ozone stratosphérique, en passant par toutes les catastrophes intermédiaires. Ces scientifiques ont découvert un risque pour notre santé ou notre environnement et en ont évalué les conséquences. Alarmé de la menace ainsi décelée, ils souhaitent en prévenir les responsables. Comment peuvent-ils agir efficacement ? En communiquant leur diagnostic. Comment le communiquer ?

Les vecteurs classiques de l'information scientifique et technique sont les revues de spécialistes : trop souvent publiées après un long délai (plusieurs mois), elles sont décalées de l'actualité. Ensuite, bien que sérieuses, solides et référentielles, elles ne touchent pas les décideurs, car elles visent une autre cible : la communauté de chercheurs spécialisés dans une discipline restreinte. Ces lenteurs et cette adéquation n'ont pas de graves inconvénients quand il s'agit de la fusion froide, elles ont des conséquences quand l'environnement ou la santé sont en péril.

Dans le microcosme récepteur, en période de crise budgétaire, les brusques changements de thèmes de recherche ne sont pas examinés avec sérénité. Lancés sur des rails, les programmes de recherche engagés sont difficilement abandonnés ou modifiés. Décider de changer de cap, prendre en charge l'expertise d'un risque majeur pour notre société... est trop risqué.

Malgré l'inutilité de la communication dans ces revues, nombre de scientifiques se contentent d'accomplir leur fonction de chercheur conformiste dans les règles de l'art. Ont-ils raison ?

Oui, pour ce qui est de leur carrière : il est tout à fait inutile de vulgariser la connaissance ou de communiquer ailleurs que dans le circuit institutionnel.

Oui, pour ce qui est de leur tranquillité d'âme : la description d'un risque majeur impose la désignation de coupables et

engendre des conflits auxquels ils ne sont pas préparés.

Oui, en ce qui concerne leurs crédits de recherche : contredire des supérieurs hiérarchiques, s'opposer à des hommes politiques, inquiéter des bailleurs de fonds dessert l'intérêt du chercheur et celui de son équipe.

Oui, car un scientifique n'est jamais absolument certain de ses résultats, et le droit à l'erreur lui sera impitoyablement refusé.

Tout concourt, tout aspire à conserver un mode de communication déconnectée de l'intérêt des citoyens. À ce point de vue, l'examen des livres d'histoire des «affaires» est édifiant : leur introduction n'est qu'une revue bibliographique des communications scientifiques où le problème avait été très tôt exposé et où les risques avaient été évalués.

LE COURAGE INUTILE ?

Quelques intrépides s'enhardissent et avertissent les autorités compétentes. Celles-ci n'aiment pas les lettres des Casandre : il est difficile de valoriser sa fonction par la gestion d'un problème conflictuel engendrant des drames. Lorsque notre courageux scientifique parvient, par un miracle de ténacité et une verve convaincante, à engager la concertation avec les décideurs ou les experts, la question s'embourbe dans les jeux byzantins de défense d'intérêts, de carrière ou de lobbies.

Élève-t-il la voix que l'on crée des commissions ou comités verrouillés, ayant pour objectif de montrer qu'«on» s'occupe du problème, alors qu'il ne s'agit que de gagner du temps pour diminuer la fièvre médiatique et calmer les esprits.

Aussi le rappel chronologique des «affaires» fait-il ressurgir ô combien de lettres perdues ou classées dans d'obscur dossiers. Des comités ou commissions bidules ont longuement réfléchi sur des risques sans prendre en compte l'urgence de la situation. Autant

d'«affaires», autant de témoignages d'incompréhension et de blocages entre la sentinelle scientifique qui a lancé l'alarme et le décideur des possibles préventions.

Plus téméraires et moins nombreux sont ceux qui sautent le pas et utilisent les médias. Leur attitude est souvent suicidaire tant, toute manifestation narcissique est honnie par la communauté scientifique : toute déviation du système crée opprobre et mépris. Sombrier dans la vulgarisation est, comme l'étymologie l'indique, vulgaire. La communication médiatique doit rester l'apanage des dirigeants des sciences ou des éditeurs de publications scientifiques.

Les censeurs n'ont, il est vrai, pas toujours tort. Nombre d'exemples prouvent à l'envi que les médias sont l'eldorado du charlatanisme, d'autres cas illustrent combien la médiatisation peut être le catalyseur répugnant de la pompe à crédits scientifiques.

Ayant vaincu les réticences de son milieu et ses préventions propres, notre courageux chercheur s'aperçoit vite que le terrain des médias est semé d'embûches : aux pièges amplificateurs des journalistes en quête de scoop, s'ajoute la violente et puissante réaction polémique des défenseurs des intérêts en jeu, lesquels savent utiliser cette voie de communication.

Mais – on a pu le constater – la guerre des scientifiques, des experts et des lobbies se finit toujours par une éruption médiatique. Le couvercle de la marmite finit par sauter et laisser échapper l'information trop longtemps contenue. L'indignation s'exhale alors sur un lit de scandale et d'émotion. L'issue finale s'embourbe dans le constat des dégâts, s'engluant dans des joutes juridiques interminables. La société et la science sortent perdants.

J'ai constaté avec effarement, dans le cas de *Caulerpa taxifolia*, alias l'algue tueuse, la dévaluation du fruit habituel de mon travail de scientifique : mes publications dans les revues spécialisées n'ont servi à rien. J'ai aussi constaté qu'aucune structure universitaire neutre ne pouvait prendre en compte un risque naissant pour nos sociétés ou pour l'environnement. C'est la jungle que des comités d'éthique ou des règlements déontologiques auront quelque mal à défricher.

Alexandre MEINESZ est professeur en biologie à l'Université de Nice.

Les arguments avancés ici sont examinés dans le livre du même auteur sur la prolifération de *Caulerpa taxifolia* : Le roman noir de l'algue «tueuse», Collection Débats, Belin, 1997.

Les inattendus des fractales

BENOIT MANDELBROT

Les «pathologies mathématiques» de 1900 ont conduit à une description de la rugosité, avant d'être retrouvées dans des motifs décoratifs anciens.

Pour le philosophe, une découverte scientifique a d'autant plus de valeur qu'elle dérange. Les inattendus de la science révèlent à la fois l'infinie complexité du réel et les limitations dans le nombre et l'efficacité des outils. À la surprise du jeune que j'étais, mon mentor John von Neumann pensait que la science ne pouvait éviter d'être «opportuniste.» Pour s'atteler à une tâche, il faut se vider l'esprit de tout ce qui est ressenti comme «périphérique», ou comme trop ou pas assez ambitieux. Le péril n'est jamais évité et des œillères d'abord fructueuses finissent par se formaliser, devenant des barrières que l'on croit intrinsèques et permanentes. Certaines s'érigent en murailles entre disciplines-forteresse, finissant toujours par freiner le progrès.

Rappelons qu'une fractale est un objet tel que chacun de ses morceaux reproduit, en plus petit, la structure du tout. La géométrie fractale n'est plus le fruit d'un seul homme, mais cet article se limite à des développements dont j'ai été l'agent principal.

Les mathématiciens des années 1900 avaient identifié des «monstres» qui, pour citer Freeman Dyson, «étaient considérés comme importants parce qu'ils démontraient que le monde des mathématiques pures inclut une richesse de possibilités allant bien au-delà des structures simples qu'ils voyaient dans la nature. Les mathématiques du xx^e siècle fleurirent dans la croyance qu'elles étaient allées complètement au-delà des limitations que leur avaient imposées leur origine dans les sciences de la nature [mais la géométrie fractale montra] que la nature a fait la nique aux mathématiciens. Ceux du xix^e siècle avaient manqué d'imagination, mais pas la nature. Les exemples pathologiques que les mathématiciens avaient inventés pour se libérer du naturalisme du xix^e siècle se révèlent désormais être inhérents à des objets familiers

qui nous entourent. Nous n'avons pas à aller loin pour les chercher : les monstres de Lebesgue-Osgood sont la substance même de notre chair».

Ces derniers mots font écho à une idée que j'avais avancée, que lesdits monstres ne sont autres qu'un schéma de notre vascularisation.

Dans le même style, je notai en 1977 que «la chronique des sciences regorge d'histoires de sorciers et de contes de fées. Un sorcier crée un monstre, non par besoin ni par malice, mais simplement pour se prouver, ainsi qu'à ses émules, que la bête n'était point inconcevable. Le monstre lâché, les paysans lui refusent l'entrée de leurs villages, car ses traits les effraient autant qu'ils forcent leur incrédulité. Puis, un jour, une fée leur dessille les yeux : le monstre est honnête homme et tout prêt à les servir. On s'y habitue et l'on finit même par le trouver beau.

«Les villages auxquels je pense sont des disciplines scientifiques, et nos sorciers sont bien entendu des mathématiciens. Il semble féérique, et presque miraculeux – cette apparition récurrente étant chaque fois inattendue – que des mathématiques qui sont en apparence parmi les plus contre-intuitives se révèlent si souvent indispensables pour appréhender le réel ambiant. Nos grands sorciers, dont certains voient les monstres qu'ils ont créés se transformer ainsi sous leurs yeux, ne seraient que des apprentis.

«Comme les autres histoires de sorciers et de fées, celles qui adviennent aux sciences en disent sûrement beaucoup sur la nature profonde de la pensée et de la sensibilité humaine.» Le dernier alinéa de cette citation reste d'actualité, mais – inattendu nouveau – j'ai conçu des doutes sur la créativité *ab nihilo* des dits sorciers. D'innombrables lettres de lecteurs me firent vite conclure que la grande aventure que je vivais n'avait pas commencé vers 1875, mais remontait dans

la nuit des temps. Il avait paru inattendu que la géométrie fractale nous offre, entre autres cadeaux, une forme nouvelle d'art ou, tout au moins, de décoration, mais je crois maintenant que c'était tout naturel : avant d'être associées à l'austérité mathématique de 1900, les fractales existaient déjà et paraient l'art ou la décoration d'innombrables cultures de tous les continents.

Se pourrait-il même que la phrase «au commencement était le verbe» doive devenir «au commencement était l'image»? Je vois de plus en plus de fractales dans des œuvres d'art. Pour ne donner que deux exemples relatifs aux débuts de la peinture abstraite, Frantisek Kupka et Augusto Giacometti avaient pour ambition de chasser le représentatif et de ne conserver que quelque chose de sous-jacent et de plus essentiel. Or ce qu'ils conservaient, et qui anticipait souvent les mathématiques, était fractal. Bien sûr, ce n'est pas en ces termes qu'ils pouvaient le voir, puisque, avant la géométrie fractale, aucun langage n'existait pour l'exprimer.

Dans un autre ordre d'idées, des exemples de ces courbes que j'avais qualifiées de Sierpinski (voir la figure 3) abondent dans les pavements et plafonds des églises italiennes ou dans les mandalas tibétains. On trouve la régression auto-similaire qui régit les fractales, parfaitement formée, dans les traités bouddhistes zen, chez Leibniz... J'en passe.

Somme toute, pour amplifier la remarque de F. Dyson, les fractales nous montreraient plutôt que la Nature s'associe à l'art pour faire la nique à tous ceux qui se complaisent à subdiviser le domaine du savoir et du sentir en forteresses voisines, séparées et hostiles.

Il était inattendu que des dessins «réalistes» de montagnes et de nuages puissent s'obtenir au moyen de formules mathématiques et que ces formules soient extrêmement simples.

Goethe notait que «Grise, mon ami, est toute théorie, et vert l'arbre doré de la vie,» et maints poètes et philosophes nous rappellent que le pouvoir de la raison est sévèrement limité. En particulier, il était présumé que la géométrie, inéluctablement sèche et dure, devait le devenir de plus en plus. Elle pouvait fort bien représenter l'artificiel et le technique, mais décrire la richesse exubérante et «organique» de la nature était au-delà de tout ce qu'on pouvait en espérer.

L'inattendu se révéla par des images fractales qui, tout en étant totalement «artificielles» et «techniques,» ressemblent à s'y tromper à des montagnes ou à des nuages. Elles constituent un des piliers de la nature et le fondement d'une nouvelle géométrie, ce qui explique avec