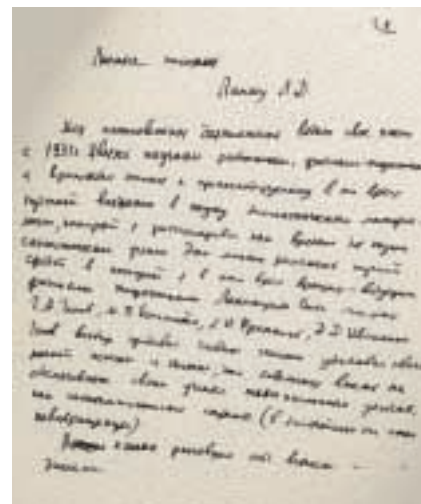
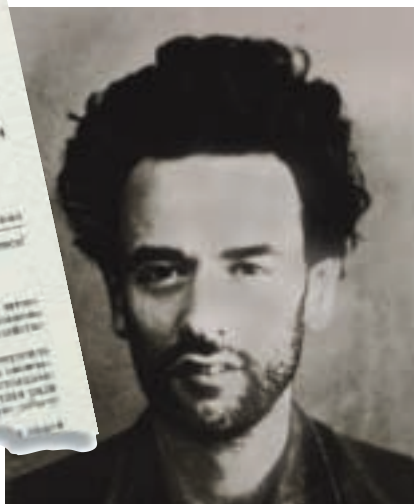


3. LANDAU A ÉTÉ ARRÊTÉ à cause d'un pamphlet qu'il avait rédigé avec Koretz. La version dactylographiée (à gauche) a été publiée par le KGB en 1991. Au bout de deux mois d'emprisonnement, Landau a rédigé une «confession» (à droite) où il avouait ses désillusions politiques. En 1991, le KGB fournit une photographie de Landau en prison (au centre) au journal *Piroda*, qui refusa de la publier, la jugeant trop sinistre.



nature reste encore mystérieuse. Il introduit également un paramètre d'ordre, une sorte de fonction d'onde à grande échelle, qui décrit le comportement des atomes dans leur état quantique fondamental. Pour ce travail, Landau et Kapitsa recevront le prix Nobel.

Quelques années après la libération de Landau, Staline lance le projet d'une bombe atomique soviétique. Le projet s'accélère après Hiroshima. L'institut de Kapitsa est réquisitionné, et Staline nomme Beria comme officier responsable du projet. Kapitsa n'est pas un pacifiste, mais ne supporte pas de travailler sous les ordres d'un gendarme chef. Il écrit à Staline que Beria n'est pas l'homme qu'il faut pour superviser le projet.

Initiative risquée. Le général Andreï Khroulev, un ami de Kapitsa, lui rapporte une conversation qu'il a entendue entre Beria et Staline. Beria veut la tête de Kapitsa, mais Staline lui répond que s'il pouvait démettre Kapitsa de toutes ses fonctions, il ne pouvait le faire disparaître en raison de sa réputation internationale : il était notamment membre de la *British Royal Society*.

Kapitsa échappe à la mort, mais est astreint à résidence jusqu'à la mort de Staline. Simultanément, Landau est engagé pour participer à l'élaboration de la bombe. Avec ses collègues, il calcule les équations de la dynamique de la bombe thermonucléaire. Une partie de ces calculs seront publiés en 1958, lors du premier «dégel nucléaire». Dans un des articles publiés sur ces recherches, il utilise de nombreux concepts novateurs tels que la supraconduction,

la physique des particules élémentaires et les brisures de symétrie.

Pour sa contribution à la bombe atomique et à la bombe à hydrogène, il reçoit deux «prix Staline», en 1949 et en 1953. En 1954, on lui décerne le titre de Héros du travail socialiste. En 1957, il demande au Parti l'autorisation d'émigrer. Le KGB fournit alors des transcriptions de conversations de Landau avec ses amis, enregistrées entre 1947 et 1957. Landau s'y décrit comme un scientifique-esclave. Étant donné son antistalinisme des années 1930, ce n'est pas très étonnant. Ces documents témoignent aussi d'une profonde désillusion vis-à-vis du socialisme. Il vitupère, par exemple : «Je sais depuis 1937 que notre régime est un régime fasciste. Tant que ce régime existera, on ne peut espérer une évolution favorable... Sans fascisme, il n'y aurait pas de guerre... Lénine fut le premier fasciste.»

Tous les collègues de Landau étaient prosoviétiques, notamment Igor Tamm, le premier prix Nobel soviétique de physique, et Andreï Sakharov, le premier prix Nobel soviétique de la paix. Même ceux qui reconnurent finalement les méfaits de Staline continuèrent à considérer Lénine comme un héros.

À ma connaissance, seuls deux physiciens exprimèrent leur dégoût de travailler sur le projet de bombe de Staline : Landau et Mikhaïl Leontovitch qui, en 1951, devint le directeur de la recherche théorique du programme fusion. Le travail que Landau mena sur la bombe lui servit de bouclier contre les autorités soviétiques. Il chercha à limiter sa participation et, un jour, injuria le physicien Yakov Zeldovich qui voulait au contraire lui donner davan-

tage de responsabilités. À la mort de Staline, Landau abandonna sa collaboration au projet.

Une question reste ouverte : étant donné que Landau disait ne pas vouloir travailler sur la bombe, pourquoi sa contribution a-t-elle été si importante ? Selon un de ses élèves qui devint le directeur de l'Institut Landau de physique théorique créé en 1965, Landau était incapable de faire du mauvais travail. Ainsi, Landau avait compris la nature du régime soviétique et avait été assez courageux pour exprimer sa pensée. Sa position était d'autant plus poignante qu'il savait parfaitement entre quelles mains il mettrait la bombe quand elle serait prête.

En 1962, Landau eut un accident de voiture. Il survécut, mais avec de graves lésions cérébrales, qui changèrent sa personnalité et le privèrent de son génie scientifique. Il mourut le 1^{er} avril 1968.

Après avoir étudié pendant deux semaines les archives du KGB, j'abandonnai mes lectures, bouleversé par tant de vies brisées. Après la chute de l'Union soviétique en 1991, le KGB fut restructuré et, à ma connaissance, aucun historien n'a eu accès à ces archives depuis cette restructuration.

Gennady GORELIK est chercheur au Centre de philosophie et d'histoire des sciences de l'Université de Boston.

D. HOLLOWAY, *Staline and the Bomb : The Soviet Union and Atomic Energy, 1939-1956*, Yale University Press, 1994.

G. GORELIK, *Meine Antisowjetische Tätigkeit... : Russische Physiker unter Staline*, Vieweg, Braunschweig, 1995.

Bridge ou échecs?

CHRISTIAN WALTER

La bourse est-elle un jeu à information parfaite, comme les échecs : la dernière valeur d'une action contient-elle toute l'information nécessaire?

Les échecs sont un jeu à information parfaite : toute l'information nécessaire à la prise de décision est condensée dans la dernière position des pièces sur l'échiquier. Un joueur d'échecs peut entrer dans le jeu à tout instant. Au bridge, la situation est différente : il est nécessaire de connaître les annonces et la totalité des données passées pour «bien» jouer. Le bridge n'est pas un jeu à information parfaite.

Sur les marchés boursiers, au moment de prendre une décision d'achat ou de vente, l'investisseur est dans la situation du joueur qui entre dans le jeu. Mais de quel jeu s'agit-il? Bridge ou échecs? Si le marché est comparable au jeu d'échecs, il est inutile d'examiner les cours passés pour prendre une bonne décision. Le prix du jour du baril de pétrole est de 17,70 dollars : dans un marché-jeu d'échecs, ce prix reflète l'état économique du marché du pétrole.

La tonne de cuivre est cotée 2 395 dollars. Dans un marché-jeu de bridge, cette information n'est pas suffisante. Il faut aussi savoir qu'elle a baissé de 131,5 dollars par rapport à la veille et, plus généralement, combien cotait le cuivre avant ce jour. «Le marché a beaucoup monté : n'est-il pas trop tard pour acheter?» s'interroge l'investisseur. Consi-

dérer le passé avant de prendre une décision, c'est assimiler le marché au jeu de bridge.

Ce sont les informations nouvelles qui font varier les prix. L'économiste autrichien Friedrich von Hayek estimait que «Nous devons regarder le système de prix comme un mécanisme pour communiquer l'information si nous voulons comprendre sa fonction réelle. Par une sorte de symbole, seulement l'information la plus essentielle est transmise.»

Entre information et prix, il y a ainsi plus qu'une relation de cause à effet : le prix reflète l'information et constitue l'information. Mais l'information est-elle bien assimilée par le prix? La livre sterling s'échange à 10,013 francs français : la parité de change traduit-elle les différences de pouvoir d'achat? Le CAC 40 progresse de 0,71 pour cent en un jour : cette hausse est-elle fondée?

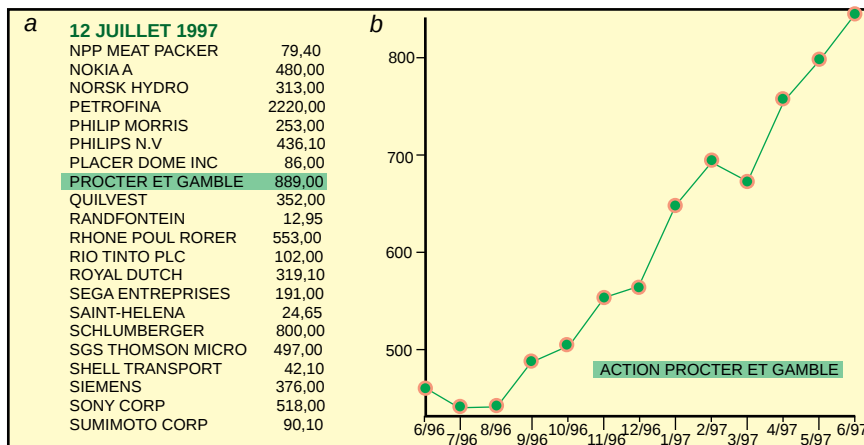
Selon la théorie économique, lorsque le prix agrège la totalité de l'information disponible et pertinente, le marché est efficient : les acheteurs et les vendeurs peuvent prendre de bonnes décisions sur la base de l'observation du prix du jour. Le marché efficient correspond au marché-jeu d'échecs. C'est un marché sans mémoire.

Dans un marché efficient, comment varient les cours? Imaginons une source d'informations qui diffuse de manière permanente des nouvelles, bonnes ou mauvaises, sur l'économie. Les opérateurs de salle de marché devant leurs écrans Reuter intègrent à tout instant les informations économiques nouvelles. Ce flux d'informations nouvelles est quasi continu : il ne se passe pas une minute sans affichage d'une nouvelle ligne d'information sur l'écran. Les opérateurs de salle de marché sont bombardés par de l'information nouvelle (nombre de mises en chantier, taux de chômage, balance des paiements, résultats des entreprises, ceci en France et dans le monde entier...). Les petites nouvelles successives sont des particules élémentaires d'information économique, et le marché est percuté en permanence par des chocs d'information.

Certains chocs ont plus d'effet que d'autres. Par exemple, des rachats importants de fonds de pension étrangers à la bourse de Paris, un ouragan qui dévaste une récolte potentielle... L'environnement est considéré comme imprévisible : comment prévoir l'avenir d'une entreprise, les évolutions sociales d'une branche professionnelle, le temps qu'il fera dans un mois? L'opérateur de marché voit surgir l'information nouvelle sans pouvoir la prévoir. Cette information décrit donc les fluctuations des prix avec une modélisation probabiliste de type «marche au hasard» : à l'imprévisibilité des nouvelles économiques correspond l'imprévisibilité des variations des cours. Si les cours d'un marché efficient contiennent tout le connu, les variations ultérieures relèvent de l'imprévisible.

Comment savoir si le marché est efficient? En testant la réaction du marché à l'annonce d'une nouvelle économique. Les cours s'ajustent-ils adéquatement et rapidement à cette information nouvelle? Pour le déterminer on effectue des tests statistiques sur les séries boursières. Quel est le résultat? Les marchés sont-ils efficients? Malgré un nombre considérable d'études, la réponse n'est pas claire. Il est admis que les grands marchés mondiaux sont à peu près efficients : les bourses de Paris, Londres, New-York, Tokyo, etc. Pourtant, beaucoup d'opérateurs continuent d'analyser le passé des marchés avant de prendre des décisions d'achat ou de vente.

Les marchés sont-ils plutôt comparables au jeu de bridge ou au jeu d'échecs? Et si les joueurs changeaient eux-mêmes le jeu en y entrant?



L'évolution temporelle d'un marché informationnellement efficient est comparable au déroulement d'une partie d'échecs : toute l'information est contenue dans la dernière valeur du cours (a). Si le marché n'est pas informationnellement efficient, il faut tenir compte, comme au bridge, de l'évolution passée de la valeur de l'action (b).

Lentilles amollies

HERVÉ THIS

Les vertus du bicarbonate de sodium.

Faut-il encore démontrer que la chimie est utile en cuisine ? Et que son utilisation ne viole pas des traditions gastronomiques dont les Français sont si fiers ? Commençons par l'examen d'une pièce ancienne, tirée du *Cuisinier parisien*, un ouvrage anonyme publié en 1838 : «Les haricots, les pois et les lentilles et beaucoup d'autres légumes ne cuisent bien que dans l'eau très pure et très légère ; celle des rivières et des ruisseaux est toujours la meilleure ; celle des puits ne vaut rien. Dans les endroits où il n'y a que de l'eau de puits, on peut la rendre propre à cuire les légumes en y versant un peu de carbonate de soude, dissous dans l'eau jusqu'à ce qu'il ne la fasse plus blanchir. Il se fait un petit dépôt ; on prend le clair et on s'en sert pour cuire les légumes».

En quoi la qualité de l'eau déterminerait-elle la tendreté des légumes ? Et de quel usage seraient le carbonate de soude ou la cendre de bois, également préconisée par le même auteur ?

La cendre et le bicarbonate ont comme point commun de rendre l'eau basique. Pour savoir si cette alcalinisation agit sur les légumes, commençons par cuire des lentilles dans trois casseroles identiques, sur trois feux identiques : dans la première casserole, le milieu de cuisson sera l'eau distillée ; dans la deuxième, nous utiliserons de l'eau rendue basique par du bicarbonate de sodium ; et, dans la troisième, nous utiliserons, au contraire, de l'eau rendue acide par un peu de vinaigre.

Aucun instrument de laboratoire n'est nécessaire pour mesurer la différence d'amollissement entre les trois échantillons tant elle est nette : quand les lentilles à l'eau pure sont juste cuites, celles qui ont cuit dans de l'eau acidifiée sont encore dures comme des cailloux, tandis que les lentilles cuites dans l'eau rendue basique par le bicarbonate de sodium se délitent. Ainsi l'acidité du milieu de cuisson détermine l'amollissement des légumes.

Par quel effet ? Les végétaux sont composés de cellules jointes par une lamelle pariétale, composée de pectine et de cellulose. Pour attendrir le tissu végétal, on doit donc modifier le ciment pectique. En milieu acide, les molécules de pectine sont neutralisées : leurs

groupes carboxylate $-COO^-$ captent les atomes d'hydrogène, de sorte que les groupes résultant $-COOH$ sont électriquement neutres. Les molécules de pectine n'exercent pas de répulsion électrique les unes sur les autres ; elles restent associées, et les lentilles restent dures. En revanche, le bicarbonate de sodium provoque l'ionisation des groupes acide carboxylique $-COOH$ en $-COO^-$, de sorte que les répulsions électrostatiques entre molécules de pectine favorisent leur séparation et la dégradation des parois végétales ; les lentilles sont amollies.

LA DURETÉ DE L'EAU

La modification d'acidité de l'eau est-elle le seul effet dû au bicarbonate de sodium ? Le *Cuisinier parisien* suggère indirectement les effets de la dureté de l'eau, liée à la présence d'ions calcium. Pour tester les effets de ces ions, utilisons à nouveau deux casseroles identiques, sur deux feux identiques, avec des lentilles ; versons de l'eau distillée dans la première casserole, et de l'eau rendue artificiellement dure par l'ajout de carbonate de calcium, dans l'autre



Pour préparer un plat qui vaut aussi cher qu'un droit d'aînesse (ici Jacob devant son père, Isaac, avec le plat de lentilles qu'il échangea à Esau contre son droit d'aînesse), il faut savoir cuire les lentilles : dans l'eau pure, entre 80 et 90 °C.

casserole. Quand les lentilles de l'eau pure sont cuites, après 45 minutes, les lentilles de l'eau calcaire étaient encore dures comme du bois. Cette fois, l'effet est dû aux ions calcium, qui, avec leur deux charges positives, peuvent se lier à deux les molécules d'acide phytique (du cytoplasme) ou de pectine, renforçant la cohésion moléculaire, au lieu de l'affaiblir. Avec les ions monovalents tel le sodium, de telles liaisons ne s'établissent pas.

Ces phénomènes intéressent l'industrie agro-alimentaire et, notamment, les producteurs de lentilles, qui voudraient faciliter l'utilisation de leurs produits. Ne pourrait-on trouver un moyen de précuire les lentilles ? À la Station INRA de Montfavet, Patrick Varoquaux, Pierre Offant et Françoise Varoquaux ont étudié cette question, cherchant les conditions optimales pour obtenir un amollissement des graines, sans libération de l'amidon qu'elles contiennent ni dissociation du tégument qui libérerait des débris cellulaires. Une cuisson à la vapeur serait un bon moyen pour atteindre ce but, mais la durée de cuisson serait excessive.

Cuisant des lentilles à différentes températures, pendant des temps différents, et mesurant la fermeté des graines, les chercheurs de Montfavet ont d'abord observé que la fermeté diminuait avec la durée de cuisson, en raison inverse de la température. Une telle observation est de bon sens, mais la quantification des résultats est instructive : les courbes montrant la fermeté des graines en fonction du temps, pour chaque température, présentent un coude, qui révèle que l'amollissement résulte de deux phénomènes. Le premier, rapide, est très probablement la diffusion de l'eau vers l'intérieur des lentilles ; le second, plus lent, semble être la gélification de l'amidon dans l'eau chaude (formation d'un empis).

D'autre part, le pourcentage de lentilles brisées augmente exponentiellement en fonction du temps de cuisson quand la température est supérieure à 80 °C. La température joue ainsi plus sur l'intégrité des lentilles que sur leur fermeté : la perte d'intégrité est plus importante que l'amollissement pour les températures de cuisson supérieure à 86 °C. D'où la règle culinaire dégagée de ces études fondamentales : il faut cuire les lentilles à température inférieure à 90 °C... mais cela prend du temps.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 28 août 1997, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt