



1959

Nikita Khrouchtchev, premier secrétaire du Parti communiste de l'URSS discute avec Richard Nixon, président des États-Unis, tout en visitant une exposition d'équipements ménagers, à Moscou. Ce «débat» autour d'une casserole a été enregistré sur une bande vidéo.

Donal Philby, FPG International



1971

Les premiers disques souples apparaissent. Ils mesurent huit pouces. Viendront ensuite les disquettes 5,25 pouces (à gauche), puis celles de 3,5 pouces.



1963

Premières cassettes audio de la Société Philips.

1974

Richard Nixon démissionne de la présidence des États-Unis, après que des enregistrements ont révélé le scandale du Watergate.



UPI/Corbis-Bettman

performants, mais il n'en découvrent le détail qu'au cours des derniers mois de la guerre. Quand les troupes américaines prennent d'assaut les studios de la station Radio-Luxembourg, ils trouvent un magnétophone qui diffuse un des derniers discours d'Hitler, enregistré sur une bande de Pfléumer. Les Américains démontent plusieurs des dispositifs confisqués et les expédient par bateau vers les États-Unis.

Les recherches sur les enregistrements magnétiques reprennent après la guerre. En 1948, la Société *Ampex* produit une version améliorée du magnétophone, et la Société *3M* fabrique de meilleures bandes magnétiques. En quelques années, les fils disparaissent au profit des bandes magnétiques, et les programmes de radio enregistrés se multiplient. Ces bandes sont faciles à manipuler, ce qui explique leur succès : on enregistre une chanson plusieurs fois et l'on diffuse le meilleur enregistrement, ou encore on efface les passages qui ne sont pas satisfaisants.

CINÉMA, TÉLÉVISION, ORDINATEURS

Les bandes sonores des films sont désormais enregistrées sur des bandes magnétiques, support qui autorise des enregistrements successifs de certains passages, le mélange des dialogues et des effets sonores. En 1951, les bandes sonores de la quasi-totalité des films produits à Hollywood sont enregistrées sur des bandes magnétiques.

La télévision est aussi un grand consommateur de bandes magnétiques sonores, et attend impatiemment les enregistrements magnétiques vidéo. Toutefois, les ingénieurs ont une difficulté

technique à résoudre : le défilement de la bande d'un enregistrement audio nécessite la reproduction de signaux dont la fréquence atteint 20 000 cycles par seconde (c'est la limite détectable par l'oreille humaine), un enregistrement vidéo doit traiter beaucoup plus de données. Pour produire l'illusion d'un mouvement continu, la télévision délivre 25 images par seconde (30 aux États-Unis), chacune étant constituée de plusieurs centaines de lignes horizontales contenant elles-mêmes plusieurs centaines de points. Au lieu de se contenter d'accélérer le défilement de la bande, les ingénieurs montent la tête de lecture sur une roue, ce qui augmente la vitesse relative de défilement de la bande par rapport à la tête de lecture. La Société *Ampex* commercialise le premier magnétoscope en 1956.

Les progrès réalisés dans les enregistrements magnétiques ne touchent pas seulement les variétés, le cinéma ou la télévision. Les ordinateurs en bénéficient également. Un des tout premiers ordinateurs, *Whirlwind I*, est mis au point par l'Institut de technologie du Massachusetts au cours des années 1940-1950. Il a une mémoire centrale constituée d'un arrangement bidimensionnel de tout petits aimants de ferrite. Ces petits aimants sont aimantables dans deux directions opposées, l'une représentant 0, l'autre 1. Les mémoires d'autres ordinateurs sont des bandes (*UNIVAC I*, le premier ordinateur commercialisé aux États-Unis), des tambours ou des disques (rigides ou souples).

Dans les années 1970, les circuits intégrés remplacent les mémoires centrales, mais les disques magnétiques rigides restent le principal moyen de stockage des données informatiques. Récemment, les capacités de stockage sur les

disques ont notablement augmenté. Après les couches de particules d'oxyde de fer, on a fabriqué des films minces d'alliages enrichis en cobalt, dont les propriétés magnétiques sont meilleures que celles des oxydes. Ainsi, malgré la concurrence de l'enregistrement optique (le disque optique), l'enregistrement magnétique, sous toutes ses formes, reste la principale méthode de stockage des données électroniques.

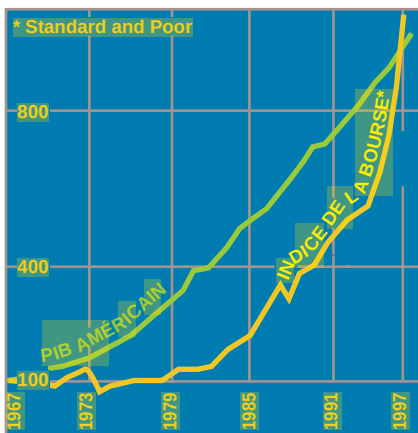
Depuis les années 1950, les produits accessibles au grand public se sont multipliés, notamment les magnétophones compacts à cassettes, les caméscopes et les magnétoscopes (la location des films enregistrés sur cassettes vidéo rapporte souvent plus d'argent que leur projection dans les salles de cinéma).

Toutefois, la possibilité d'enregistrer facilement et à l'insu des personnes concernées leurs conversations et leurs actes soulève des questions éthiques, car la mémoire d'un assemblage de particules magnétiques est bien plus fiable et plus objective que celle d'un cerveau humain. Bien que l'équilibre entre la recherche de la vérité et le respect des droits de la personne humaine soit fragile, l'invention de Poulsen a certainement apporté davantage de bienfaits que de préjudices.

James LIVINGSTON est professeur à l'Institut de technologie du Massachusetts, dans le département des sciences de l'ingénieur.

Marvin CAMRAS, *Magnetic Recording Handbook*, Van Nostrand Reinhold, 1988.

***Magnetic Recording : The first 100 Years*, sous la direction de E. Daniel, C. Mee et M. Clark, IEEE Press, 1998.**



La Bourse... ou la vie (du PIB)?

BERNARD GUERRIEN • SOPHIE JALLAIS

Sur le long terme, baisses et hausses de la Bourse suivent le PIB. Toutefois les fortes baisses sont atténuées par l'État, car elles pénalisent l'économie.

Lorsqu'un indice boursier baisse de 4 pour cent, 5 pour cent, ou plus, on apprend que x milliards de francs sont «partis en fumée», alors que, quand le même indice augmente, personne ne prétend que y milliards de francs ont surgi du néant! La hausse serait-elle normale, et pas la baisse? Le gros bon sens suggère que les gains ne peuvent indéfiniment s'accumuler, au-delà de ce qui résulte de la croissance de l'économie.

Les actions cotées en Bourse représentent des droits de propriété sur une fraction d'une entreprise, droits portant sur la valeur des entreprises – elle-même dépendante de leur production – et sur les dividendes qu'elles distribuent ou sont susceptibles de distribuer.

Les détenteurs «propriétaires» revendiquent une part du «gâteau» que constitue la production – le PIB, si l'on considère le pays dans son ensemble. Or les fluctuations du PIB sont faibles (une croissance moyenne annuelle autour de deux pour cent en Europe, ces dernières années), nettement moindres que celles du marché boursier pris dans son ensemble (CAC 40 ou Dow Jones).

QUE DICTE LE BON SENS?

Si la production augmente annuellement de 2-3 pour cent, comme les actions représentent un droit sur une part de cette production, alors on peut penser que la rémunération qu'elles procurent va, en moyenne, augmenter de la même valeur. Il est vrai qu'à cette croissance du produit peut s'ajouter celle de la part dévolue aux propriétaires (c'est ce que les économistes appellent un «effet de structure»).

Ainsi, en France, on a constaté, ces 20 dernières années, un rétrécissement de la part des salaires dans le PIB, qui est passée de 76 pour cent à 66 pour cent, celle des «revenus de la propriété» augmentant en conséquence. Toutefois, cette variation de la répartition est très lente. En outre, on n'a pas observé, pendant la même période, un phénomène semblable aux États-Unis, où les fluctuations boursières sont du même ordre qu'en France.

Or personne – ou presque – ne trouve à redire lors des périodes d'euphorie où l'indice grimpe (l'indice CAC 40 a augmenté de 46 pour cent entre juillet 1997 et juillet 1998!). Tout le monde pourrait-il gagner «beaucoup plus», sans que la taille du «gâteau» augmente, ou sans que la part du revenu des propriétaires fasse un brusque bond, au détriment de celle des salariés?

La hausse, comme la baisse, est virtuelle. Supposons, par exemple, qu'en janvier 1997 j'achète une action Alcatel à 810 francs et que le cours de cette action s'élève, six mois plus tard, à 1 320 francs. Ai-je gagné 510 francs? Non! Je n'ai rien gagné tant que je n'ai pas revendu mon action. Supposons que je décide d'attendre avant de vendre. Le 19 août suivant, le cours de l'action Alcatel chute à 570 francs. Ai-je perdu 750 francs? Non, tant que je ne vends pas. Les hausses et baisses sont virtuelles.

En fait, les variations boursières se traduisent essentiellement par une répartition entre les intervenants à la Bourse. Quand quelqu'un vend un titre dont le prix a augmenté, il réalise un gain; mais ce gain est fait «sur le dos» de celui qui achète. Évidemment, l'acheteur espère un gain

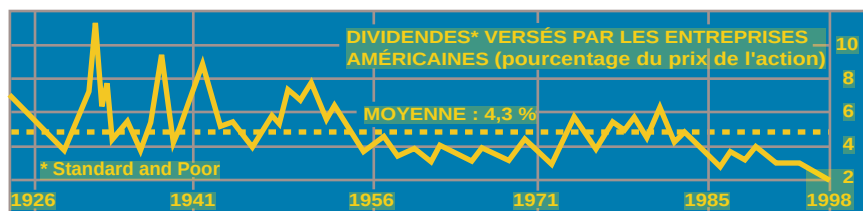
futur. Si la hausse se poursuit – ce qui est le cas tant que cet espoir est partagé par les intervenants en Bourse – et si l'acheteur vend avant que l'espoir ne disparaisse, il récupère sa mise, et même plus, «sur le dos» du nouvel acheteur. Ce qui est recherché, c'est la plus-value (différence entre le prix de vente et le prix d'achat), et non le rendement des titres (rapport entre les dividendes et la valeur des titres), car ce rapport diminue en période de hausse boursière.

Toutefois, même ceux qui se laissent griser par cette fuite en avant sentent que la hausse ne peut durer indéfiniment. Il suffit qu'un événement soit interprété par certains comme annonciateur d'un retournement de tendance pour que celle-ci ait lieu : la baisse est aussi normale que la hausse, dont elle corrige les «excès».

LES EFFETS SUR LA CROISSANCE

Les fluctuations boursières modifient la répartition entre propriétaires des droits sur le gâteau (constitué par la production), mais elles peuvent aussi avoir un effet sur sa taille. Notre détenteur d'un portefeuille d'actions qui voit la Bourse monter se sent plus riche – même virtuellement. Il est alors incité à plus consommer ou investir, ce qui a un effet sur la production et sur l'emploi. Cet effet expliquerait en partie la croissance américaine de ces dernières années. En période de baisse boursière, on assiste à l'effet opposé, puisqu'il y a alors «appauvrissement» (virtuel).

Cela explique les mesures destinées à rétablir la confiance : règles de sécurité imposées aux institutions financières, sauvetage par la collectivité des établissements en faillite, intervention directe de l'État dans l'activité économique. Ces interventions semblent aller de soi, du fait du caractère prétendument «anormal» des baisses de la Bourse, alors qu'elles ne le sont pas plus que ses hausses. Sur le long terme, la Bourse suit le PIB, personne n'espère mieux... sauf les joueurs.





Thierry Parant/Roland Durand

Fils et grumeaux

HERVÉ THIS

Ils se forment parce que l'eau diffuse lentement dans les gels et dans les empois.

Les grumeaux? La honte du cuisinier! À son désespoir, ils apparaissent dans les sauces qu'il lie à la farine, telles les sauces béchamel. Les auteurs d'ouvrages de cuisine préconisent diverses façons de les éviter : certains conseillent de faire d'abord un roux, par cuisson de beurre et de farine, puis d'y ajouter du lait, froid selon certains, bouillant selon d'autres ; pour d'autres encore, on devrait suivre la méthode inverse, qui consiste à verser le roux dans du lait, froid ou bouillant selon les écoles.

Quelle méthode adopter? Osons gâcher un peu de farine, de beurre et de lait pour tester les quatre possibilités : nous découvrons alors que la formation des grumeaux est une question de vitesse. Quand on ajoute progressivement le roux au lait ou le lait au roux, les grumeaux n'apparaissent pas. En revanche, quand on mélange les deux ingrédients d'un coup, des grumeaux se forment, surtout quand on verse le roux dans le lait bouillant.

Cette expérience nous donne une méthode, mais elle n'explique pas le phénomène. Poursuivons l'étude en simplifiant la situation : le beurre sert principalement à cuire la farine, afin d'éviter son goût fade par création de molécules

aromatiques (le brunissement correspond aux réactions chimiques qui forment ces molécules aromatiques), mais il n'est pas la cause des grumeaux, qui s'obtiennent également par mélange de farine et d'eau. Pourquoi? La farine est principalement composée de grains d'amidon, eux-mêmes formés de molécules d'amylose et d'amylopectine. Ces deux molécules sont des polymères, c'est-à-dire des enchaînements (linéaires pour l'amylose et ramifiés pour l'amylopectine) de molécules de glucose. Ces molécules sont peu solubles dans l'eau froide, mais elles le sont dans l'eau chaude : les grains d'amidon gonflent alors, formant un gel que l'on nomme un empois.

Cette description nous donne alors une première piste, pour la compréhension des grumeaux : un bloc de farine qui tombe dans de l'eau chaude s'entourerait-il d'une couche empesée qui limiterait alors la diffusion de l'eau vers le cœur sec du grumeau? L'explication est insuffisante, car si l'eau diffuse dans la périphérie des grumeaux, pourquoi n'atteindrait-elle pas aussi leur cœur?

Nous avons vu que tout est affaire de vitesse. Pour mesurer cette vitesse d'empesage, simplifions encore le problème : faisons un grumeau à une seule dimension et dont on puisse observer le cœur. À cette fin, plaçons de la farine dans une éprouvette et versons de l'eau au-dessus de la farine (si l'eau est colorée, on suit sa diffusion dans la farine en observant un front coloré). Ce système, à la température ambiante, montre que l'eau s'infiltre très lentement dans la farine : moins d'un millimètre par heure.

Quand on chauffe l'eau à l'aide d'une résistance chauffante, l'eau fait gonfler les grains, et c'est la diffusion de l'eau dans la partie empesée qui limite la progression du front coloré. La vitesse de diffusion atteint alors plusieurs millimètres par heure.

Conclusion : c'est la lenteur de la diffusion de l'eau dans la périphérie empesée des grumeaux qui explique que le cœur reste sec. Quand l'eau a diffusé et empesé les grains d'amidon, ceux-ci, soudés, font une couche qui ralentit tant la diffusion vers le cœur sec que celui-ci reste sec. Autrement dit, un

bloc de farine d'un centimètre de diamètre tombant dans l'eau chaude s'empesé sur un ou deux millimètres, en périphérie, mais le cœur reste sec pendant un temps supérieur aux durées courantes de préparation culinaire.

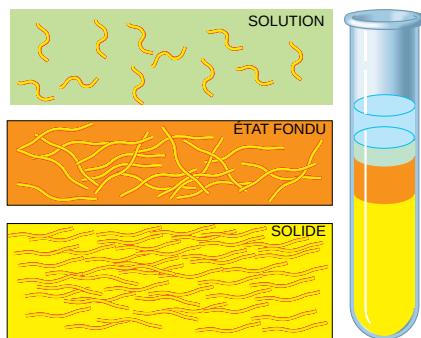
Comment se débarrasser des grumeaux? Aucune physique fondamentale n'est nécessaire pour le savoir : il suffit de diviser les grumeaux, à l'aide d'un fouet, par exemple, en blocs plus petits que l'épaisseur de la couche empesée.

Cette théorie des grumeaux de farine s'applique-t-elle à des grumeaux d'autres types? Par exemple, les cuisiniers savent que les feuilles de gélatine doivent tremper dans l'eau froide avant d'être utilisées dans un liquide chaud : celui qui contrevient à cette règle obtient des fils aussi difficiles à éliminer que des grumeaux. Ces fils seraient-ils composés d'un cœur sec et d'une gaine où les molécules d'eau et de gélatine sont mêlées? Pour le savoir, mesurons d'abord la diffusion de l'eau dans une gelée froide en déposant de la poudre de café en un point de la surface : une zone colorée hémisphérique s'étend à une vitesse d'un centimètre par jour environ : c'est très lent.

Puis répétons l'expérience que nous avons faite avec la farine, mais en remplaçant cette dernière par de la gélatine. On observe alors que le front de l'eau colorée ne s'enfonce que très lentement dans la gélatine... mais un nouveau phénomène apparaît : sous la couche où la gélatine est en solution, le matériau est à l'état fondu.

De même, dans un bouillon chaud, une feuille de gélatine qui n'a pas trempé se dissout mal et conserve une partie centrale fondue, dont les molécules adhèrent entre elles, formant les redoutables fils. En revanche, quand la feuille a trempé, l'eau a lentement diffusé jusqu'au cœur, et le chauffage provoque la dissolution : point de fils!

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 22 décembre 1998, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.



Des fils apparaissent quand on place une feuille de gélatine dans l'eau chaude, parce que l'eau ne diffuse que lentement dans la feuille et que, au centre de la feuille, la gélatine est à l'état fondu. On observe ce phénomène quand on chauffe l'eau (en bleu) qui recouvre de la gélatine dans un tube : les molécules d'eau diffusent et forment une solution sur une très petite épaisseur (en vert), tandis que la chaleur qui est transmise à la gélatine fond cette dernière (en orange).