

espace muni d'un grand nombre de dimensions. Le monde serait ainsi fait d'entités à une dimension (les cordes) vibrant dans un espace à n dimensions ($n = 10$ ou 26 , selon les modèles) (voir la figure 4).

Premier problème, comment retrouver les trois dimensions usuelles de l'espace (les supercordes ne prévoient pas de dimension supplémentaire du genre «temps»)? Le plus simple est de considérer que les dimensions supplémentaires sont fortement enroulées sur elles-mêmes, selon un rayon de courbure infime. À notre échelle de résolution, l'espace semblerait posséder trois dimensions, pour les mêmes raisons qu'une ficelle, objet à trois dimensions, semble ne posséder qu'une dimension lorsqu'elle est vue de loin, du fait de sa faible épaisseur. Ce n'est qu'à des échelles microscopiques (de l'ordre de 10^{-35} mètre, la longueur de Planck) que les dimensions supplémentaires de l'espace seraient manifestes.

Ces théories, mathématiquement si complexes que personne ne parvient aujourd'hui à les maîtriser vraiment, ont de nombreux aspects séduisants. En particulier, la gravitation, qui paraît si différente des autres interactions (elle n'est pas quantifiable au sens habituel du terme) y est décrite de manière naturelle. Si ces théories se révèlent pertinentes, il restera à interpréter la nature intime du monde, dont les propriétés résulteraient des modes vibratoires de cordes à jamais inaccessibles à nos sens.

On retrouve ainsi, par un biais inattendu, la musique secrète des Pythagoriciens, qui n'est perceptible qu'aux «oreilles» adaptées à leur écoute. Dans le *Songe de Scipion*, Cicéron disait que la musique des astres ne pouvait s'entendre qu'en quittant la Terre pour rejoindre les orbes gigantesques du ciel. La théorie des supercordes nous suggère que la musique des particules microscopiques ne pourrait s'appréhender qu'en plongeant au cœur de l'infiniment petit.

Marc LACHIÈZE-REY et Jean-Pierre LUMINET, directeurs de recherche au CNRS, sont commissaires de l'exposition «Figures du ciel» qui se déroule à la bibliothèque François-Mitterrand du 10 octobre au 10 janvier 1999.

Marc LACHIÈZE-REY et Jean-Pierre LUMINET, *Figures du ciel*, Seuil / Bibliothèque nationale de France, 1998

***Les nouvelles théories des cordes, Pour la Science*, avril 1998**

Étienne KLEIN et Marc LACHIÈZE-REY, *La quête de l'unité*, Albin Michel, 1996

Jean-Pierre LUMINET, *Les poètes et l'univers*, Le Cherche Midi, 1996

Dominique PROUST, *L'harmonie des sphères*, Dervy, 1990.

Baisse des taux en Europe : les politiques contre les banques centrales

Le Monde, 8 octobre 1998

Le «levier» de la politique monétaire

BERNARD GUERRIEN • SOPHIE JALLAIS

Ce levier serait les taux d'intérêt des banques centrales. D'autres leviers, comme les taxations, ont plus d'effets sur l'activité économique.

En ces temps de perturbations boursières et de mouvements de capitaux, l'attention se porte sur la «politique monétaire» des autorités. Notamment sur les déclarations du président de la *Federal Reserve* américaine, examinées à la loupe par les savants exégètes financiers. Une bonne politique monétaire renforce la croyance en des «valeurs sûres» – essentiellement, les titres (obligations et bons du Trésor) émis par l'État.

Éliminons une idée simpliste : une bonne politique monétaire n'a pas pour première finalité la protection de vos économies : elle est conçue pour réguler l'activité économique et le niveau des prix. La politique monétaire détermine l'activité des banques, qui créent de la monnaie lorsqu'elles acceptent les demandes de crédit. Cette régulation peut être directe, de type réglementaire, par un rationnement du crédit, la banque centrale imposant une limite à la prodigalité des banques ; le terme très suggestif de «corset» a été utilisé en Angleterre dans les années 1950 pour désigner la contrainte imposée par le crédit rare.

Toutefois une intervention directe de l'État serait mal acceptée par les tenants plus ou moins durs du libéralisme. Aussi l'action indirecte prévaut-elle : la banque centrale n'interdit pas le crédit, mais agit sur les taux d'intérêt, rendant le crédit plus ou moins cher. Les taux d'intérêt, fixés par la banque centrale ou le Trésor public, constituent le taux minimum de référence pour les banques. Ainsi la «politique monétaire» ne porte pas sur la monnaie, mais sur les taux d'intérêt !

Comment ces taux modifient-ils la masse monétaire ? Indirectement, par le biais de l'activité économique qui induit la création monétaire (à travers le crédit) ; la relation causale entre les variations de la production et celles de la masse monétaire s'exerce dans le sens produit-monnaie et non dans le sens contraire, comme journalistes et économistes le laissent entendre. Nous sommes loin de

l'époque où l'or et l'argent étaient des éléments essentiels de la masse monétaire, au point que l'afflux de métaux amenés d'Amérique par les galions espagnols de Philippe II provoquait une hausse brusque de la demande de biens, donc de l'activité et surtout des prix.

Les taux d'intérêt déterminent le coût des emprunts : une hausse entraîne le retrait de certains projets, une baisse en rend d'autres attrayants. Ainsi, les variations du taux d'intérêt influent-elles sur l'activité économique, et donc sur la création monétaire : l'action causale n'est pas du type monnaie-activité, mais de la forme taux intérêt-activité-masse monétaire. Les fluctuations, parfois brutales, des marchés boursiers qui suivent les variations – réelles ou anticipées – des taux d'intérêt de la Réserve fédérale américaine ou de la *Bundesbank* en témoignent. Toutefois le levier des taux d'intérêt a «beaucoup de jeu», et la réaction de l'appareil économique à cette commande peut être imprévue, voire perverse.

LA «LOI DE GOODHART»

Pendant les années 1980, les autorités monétaires ont essayé de contrôler la masse monétaire (par les taux d'intérêt), en fixant des marges dans lesquelles elle devait évoluer (politique alors qualifiée de «monétariste»). L'échec fut patent, en partie à cause d'une particularité de l'économie : les «particules élémentaires» économiques sont des êtres pensants et actifs, qui modifient leur comportement en tenant compte du contexte. Ainsi, les individus, quand ils constatent que certaines «lois» – régularités observées – régissent l'activité économique, alors ils en tiennent compte et, ce faisant, les transforment (ou les infirment).

Le phénomène est patent dans les domaines monétaire et financier : dès qu'on constate une régularité ou que les autorités imposent une règle, alors les agents économiques modifient leur comportement, de sorte que la régularité

disparaît ou la règle est contournée. Goodhart, un économiste de la Banque d'Angleterre, a constaté qu'il suffit que les autorités annoncent publiquement les objectifs qu'elles se fixent concernant l'évolution de la masse monétaire pour qu'ils ne se réalisent pas.

Et cela pour une raison fort simple : afin d'éviter des pertes, dans le cas où les objectifs gouvernementaux ne seraient pas atteints, les agents font appel à des moyens de paiement autres que ceux pris en compte par les autorités (dans l'évaluation par celles-ci de la masse monétaire) ou, si nécessaire, en inventent de nouveaux (qui sont, sous des formes diverses, des reconnaissances de dettes). En conséquence, l'évolution de la masse monétaire est difficilement prévisible, voire chaotique, et plus personne ou presque n'accorde une grande importance à cette évolution, dont la mesure dépend d'ailleurs de l'indicateur utilisé pour l'évaluer.

Pour le «pilotage», l'État dispose d'un autre levier : les interventions sur la production, la consommation et la distribution, que ce soit de façon directe (construction d'infrastructures ou entreprises nationales) ou indirecte (à travers les taxes et subventions). C'est la politique budgétaire. Ce levier est moins à la mode que le taux d'intérêt et, pourtant, son action est moins imprécise, puisque plus en prise avec l'activité économique. Évidemment, elle s'inscrit contre l'idée – trop répandue – que ce type d'intervention risque de perturber cette «fine mécanique» que serait le marché. Toutefois, si l'on regarde de plus près, on constate que l'intervention directe de l'État à travers la réglementation (système de protection sociale, notamment), la production et la taxation-impôts agit très fortement sur l'économie, puisqu'elle porte sur la moitié de l'activité de la plupart des pays. Hélas pour notre entendement, leur publication est moins « parlante » que les fluctuations boursières, suivies heure après heure dans les médias...



Terroirs de whisky

PATRICK RIVES

L'analyse statistique des données montre comment déguster les scotches.

L'Écosse, terre d'élection du whisky ! Il s'y nomme scotch, et il en existe plusieurs appellations : les *single malt* sont obtenus à partir d'orge fermentée provenant d'une seule distillerie ; les *blended* sont des mélanges de liqueurs de différentes qualités, pouvant être issues de plusieurs régions de production. Évidemment les *single malt* sont les préférés des connaisseurs, qui scrutent leurs qualités : nez, couleur, corps, bouche et finale.

La provenance d'un *single malt* détermine-t-elle ses qualités organoleptiques ? Si oui, peut-on regrouper les scotches en terroirs d'où proviendraient des boissons analogues ? Afin de répondre à ces questions, François-Joseph Lapointe et Pierre Legendre, de l'Université de Montréal, ont analysé les données réunies par le dégustateur Michael Jackson, qui a décrit, goûté et jugé les quelque 330 *single malt* que produisent les 109 distilleries les plus prestigieuses d'Écosse.

Les techniques d'analyse des données utilisées extraient des informations relatives à la population des *single malt*. Ces derniers sont décrits par des caractères (la couleur, le nez, la bouche, le corps et le finale), qui peuvent prendre plusieurs modalités. Ainsi le nez peut être aromatique, tourbeux, léger, doux, frais, sec, fruité, herbeux, salé, sherry, épicé, riche ; ou encore le corps peut être moelleux, moyen, plein, rond, mielleux, léger, ferme, gras...

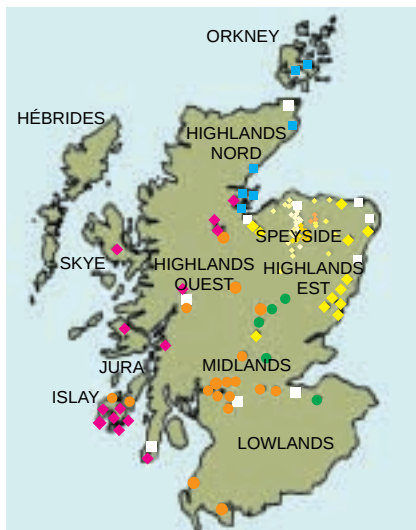
Comment découper la population des *single malt* en groupes d'individus analogues, afin de déterminer ensuite s'ils proviennent d'un même terroir ? Les statisticiens canadiens ont choisi de ne retenir qu'un scotch par distillerie, afin d'analyser ainsi 109 *single malt*.

Pour quantifier les impressions, ils les ont considérées chacune comme un caractère, qui prenait une valeur 1 quand il était présent dans un *single malt*, et 0 dans le cas inverse. Puis ils ont regroupé les données statistiques dans un tableau découpé en cases : en lignes, les individus ; en colonnes, les caractères.

Ils ont ensuite calculé une distance entre les *single malt* pris deux à deux en divisant le nombre de caractères communs aux deux whiskies comparés par le nombre

total de caractères relevés pour l'une ou l'autre des deux boissons. La distance est alors égale à 1 moins ce paramètre. L'ensemble de ces distances forme une nouvelle matrice, où la valeur d'une case représente la distance entre les whiskies respectivement associés à la ligne et à la colonne. Plus cette distance est petite, plus les whiskies sont proches.

Il restait alors à regrouper les individus. La classification hiérarchique que l'on utilise alors crée la partition progressive, en agrégeant deux à deux les individus les plus proches : l'agrégat est alors considéré comme un individu nouveau, qui remplace les deux individus agrégés



Les whiskies gustativement analogues sont signalés par un même symbole.

(les modalités de ses caractères sont alors la moyenne de celles des deux individus). On continue ainsi à grouper jusqu'à ce que tous les individus soient rassemblés en une seule famille : on obtient un dendrogramme. Pour obtenir différentes partitions, on effectue une « coupure » du dendrogramme à une certaine distance de la racine. Plus on tranche près de celle-ci, moins les classes sont nombreuses.

Le dendrogramme obtenu pour les *single malt* se divise en deux branches : d'un côté, les whiskies plein or, corps sec et fumé ; de l'autre, des boissons ambrées, aromatiques, au corps léger, moelleux en bouche et de finale fruitée. Le premier groupe de 69 individus est alors subdivi-

visé en scotches ambrés, de corps charnu, fruité, gras et épicés, et les boissons dorées, au corps moelleux et léger, avec une finale herbeuse. Plus on s'éloigne de la racine, plus les groupes sont petits.

Revenons à la composante géographique. L'Écosse est divisée en trois régions de production de scotch : les Highlands, les Lowlands et l'île d'Islay. Ces trois régions sont découpées en treize districts. Les auteurs ont construit un nouveau tableau en mettant en ligne et en colonne les 109 scotches. L'intersection d'une ligne et d'une colonne contient un 0 si les scotches correspondants *i* et *j* sont issus du même district, elle est 1 dans le cas contraire.

Quand on compare cette matrice à celle qui a engendré le dendrogramme, on observe que le découpage des régions de production correspond à la partition, tirée du dendrogramme, en 6 ou en 12 groupes. Ces groupes correspondent à des terroirs.

Mieux encore, les analyses qui conduisent à un tel découpage prouvent que l'eau, le sol, le microclimat, la température et l'environnement en général sont les facteurs déterminant les caractéristiques des *single malt*. Les secrets et les traditions des distillateurs n'induisent que de petites différences.

Enfin, les statisticiens canadiens ont cherché les relations entre les cinq types de caractères. La réponse est nette : le nez, la couleur, le corps et la bouche ne sont pas des caractères indépendants. La couleur d'un scotch est reliée à son nez et à son corps. Le nez est lié à la bouche et, dans une moindre mesure, au corps. En revanche, la finale, c'est-à-dire l'impression qui reste en bouche quand on a fini de boire, ne dépend ni du nez, ni de la bouche, ni du corps, ni de la couleur, de sorte que la méthode de dégustation qui consiste à recracher la boisson après en avoir jugé la couleur, le nez, le corps et la bouche est critiquable, puisqu'elle néglige un paramètre fondamental.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 30 novembre 1998, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.