

les notes sont inférieures à une valeur seuil inférieure sont généralement refusés. Le comité évalue ensuite, plus subjectivement, les qualifications des postulants qui n'ont pas été admis par les méthodes statistiques prédictives. En France, les dossiers ne sont pas sélectionnés de cette façon statistique, mais par des évaluations... peut-être plus subjectives.

Les méthodes objectives d'établissement des seuils ont aussi été sous-utilisées dans l'industrie aéronautique. Lors de l'entretien des avions, on doit rechercher les défaillances graves, mais rares, telles que des fissures dans les ailes. Quand un diagnostic d'aile fissurée n'est pas fait, les conséquences sont catastrophiques : de nombreux passagers meurent si l'avion s'écrase. En revanche, une décision fausement positive met inutilement l'avion hors service, ce qui perturbe le service et coûte cher aux compagnies. À première vue, les bénéfices et les coûts sont en faveur d'un seuil «laxiste», les vies n'ayant pas de prix. Cependant, comme ces fissures sont rares, un seuil «laxiste» entraînerait un nombre incalculable de faux positifs. Aujourd'hui, aucune technique statistique ne résout le dilemme.

Les utilisateurs d'alarmes de cockpits (comme les compagnies aériennes ou l'armée) n'ont pas non plus réussi à choisir quels seuils de décision adopter. En vol, les alarmes se déclenchent en de multiples circonstances : lorsque les appareils de mesure enregistrent qu'un autre avion est trop proche, quand l'avion se rapproche trop du sol, quand un moteur est en panne ou quand un vent violent balaie la piste d'atterrissage. Toutefois, ces alarmes sonnent de façon intempestive, en raison du manque de précision des détecteurs ou du laxisme de leurs seuils. Aussi les pilotes hésitent-ils à tenir compte de ces alarmes trop fréquentes ; des interventions systématiques risqueraient d'ailleurs de perturber les vols. Toutefois, en raison du grand nombre de fausses alarmes, les pilotes risquent de finir par les ignorer ou par réagir trop lentement à une véritable urgence.

Les méthodes statistiques prédictives augmentent souvent la pertinence des diagnostics, et les formules pour établir des seuils de partage amélioreraient l'utilité de ces choix. Ces outils ont encore d'autres avantages : en standardisant les analyses sur lesquelles se fondent les diagnostics, les méthodes

Une question de goût

Les architectes et les amateurs de vin ont trouvé deux applications amusantes des méthodes statistiques prédictives. La «méthode architecturale», qui s'applique à des salles d'opéra, fut mise au point grâce à des chefs d'orchestre qui avaient noté la qualité sonore de 23 salles. Puis des ingénieurs acousticiens mesurèrent physiquement différentes propriétés acoustiques (telles que le délai entre les sons directs et les sons réfléchis, la diffusion des ondes sonores provoquée par les irrégularités du plafond et des murs) de chacune de ces 23 salles. Les analyses statistiques ont ensuite révélé quelles sont les caractéristiques des meilleures salles d'opéra. On a alors amélioré la conception de nouvelles salles.

En œnologie, une méthode statistique prévoit la qualité future des Bordeaux rouges (qualité mesurée par leur prix de vente aux enchères) à partir d'un test sur des échantillons de vins encore jeunes et imbuables. Auparavant, les experts prévoyaient la qualité future en sentant et en goûtant le nouveau produit. Il y a dix ans, les œnologues ont constaté que les années marquées par un hiver humide, des mois d'août et de septembre secs et une période de croissance chaude produisent d'excellents vins.

Ils ont alors formulé l'«équation bordelaise», une méthode statistique prédictive qui combine les conditions météorologiques et les années de vieillissement pour définir la probabilité qu'un vin soit excellent dans plusieurs années. Cette équation explique 83 pour cent des divergences de prix des vins rouges de Bordeaux à maturité, mis aux enchères. Pourtant cette équation, suscita une vive réaction des œnologues, qui la décrièrent violemment dans un article.



Le nouvel opéra de Tokyo, dont les qualités acoustiques ont été validées par des méthodes statistiques de prévision du son.

Avec l'aimable autorisation de Tai Architects, Yamagisawa, Tokyo

statistiques facilitent l'identification des paramètres importants. Elles fournissent aux décideurs des arguments faciles à communiquer et qui leur permettent de préciser de vagues impressions. De surcroît, elles facilitent la formation des débutants.

Ces outils sont parfois accueillis avec réticence, notamment quand les experts craignent qu'ils ne les remplacent. Les médecins également veulent garder la maîtrise de leurs diagnostics et de leurs recommandations, et donner un compte rendu argumenté de leur décision. Les résultats d'une méthode statistique prédictive sont parfois difficiles à prendre en compte, surtout quand la logique qui sous-tend l'analyse n'est pas évidente.

Nous comprenons ces préoccupations, mais les bénéfices apportés par les outils statistiques justifient certainement que les personnes amenées à prendre des décisions, qui ont la vie d'autrui entre leurs mains, y réfléchissent.

John SWETS est spécialiste de la «politique» de santé américaine et radiologue à Boston. Robyn DAWES est professeur de sciences sociales à l'Université de Carnegie Mellon. John MONAHAN dirige l'association de recherche Loi-santé mentale de la Fondation MacArthur.

A.W. PARTIN et al., *Combination of Prostate-Specific Antigen, Clinical Stage and Gleason Score to Predict Pathological Stage of Localized Prostate Cancer*, in *Journal of the American Medical Association*, vol. 277, n° 18, pp. 1445-1451, 14 mai 1997.

Kenneth A. FREEDBERG et Jeffrey H. SAMET, *Think HIV : Why Physicians Should Lower their Threshold for HIV Testing*, in *Archives of Internal Medicine*, vol. 159, n° 17, pp. 1994-2003, 27 septembre 1999.

John A. SWETS, Robyn M. DAWES et John MONAHAN, *Psychological Science Can Improve Diagnostic Decisions*, in *Psychological Science in the Public Interest* (supplément à *Psychological Science*), vol. 1, n° 1, pp. 1-26, mai 2000.

La route des émeraudes anciennes

GASTON GIULIANI • MICHÈLE HEUZÉ • MARC CHAUSSIDON

Grâce à une sonde ionique, on détermine aujourd'hui la provenance des émeraudes sans les détériorer. Les géologues et gemmologues ont analysé des pierres historiques et reconstitué la route des émeraudes anciennes.

Les premières émeraudes ont-elles été ramassées en Égypte, en Bactriane (la région recouvrant le Nord de l'Afghanistan, le Sud du Turkménistan, de l'Ouzbékistan et du Tadjikistan actuels) ou en Inde du Sud ? Aujourd'hui, les géologues aident les historiens à reconstituer la chronologie de la découverte des gisements d'émeraudes.

En occident, les premiers objets décorés d'émeraudes apparaissent au IV^e siècle avant notre ère, dans l'Empire grec, sous le règne d'Alexandre le Grand. Puis, l'un de ses généraux fonde la dynastie ptolémaïque en Égypte, où les mines d'émeraudes commencent à être exploitées. Bien qu'elles restent assez rares, ces gemmes apportent une touche de vert à la bijouterie, qui les associe avec des perles et d'autres pierres, tels les grenats. Des bracelets allient les émeraudes à des motifs égyptiens, tels les fleurs de lotus et les serpents, et des motifs grecs, tels les cygnes et les couronnes de pampres. À partir du II^e siècle avant notre ère, cette gemme est à la mode dans l'Empire romain : les gisements d'Égypte, qui vient d'être conquise, sont exploités de façon intensive. Les émeraudes, désormais abondantes, s'égrènent le long des colliers, seules ou avec des perles. Elle forment des grappes ou des mosaïques sur les boucles d'oreilles, ornent les bracelets et les pendentifs en or, travaillés selon une technique d'ajourage en dentelle (*l'opus interasile*) très prisée des Romaines.

Dans l'Antiquité, on ne taille pas les émeraudes en facettes. On polit

les angles des cristaux pour renforcer leur éclat et améliorer leur transparence. Après la division de l'Empire romain, au V^e siècle, l'orfèvrerie byzantine est richement ornée de gemmes et notamment d'émeraudes, au contraire du reste de l'Europe, où les grenats apportés par les hordes barbares sont omniprésents. Au Moyen Âge, les émeraudes qui rehaussent l'orfèvrerie religieuse de touches de couleur sont souvent des réemplois de pierres de bijoux antiques. Puis, à la Renaissance, les émeraudes colombiennes envahissent l'Europe : les Espagnols et les Portugais en font le commerce dans le monde entier, jusqu'en Inde, où les maharajas les apprécient.

Les émeraudes de Bactriane

Les recherches sur l'histoire des gemmes nécessitent autant de connaissances minéralogiques qu'historiques. Deux géologues (Gaston Giuliani et Marc Chaussidon) et une historienne du bijou (Michèle Heuzé) ont collaboré pour retrouver la route des émeraudes anciennes. Depuis 1998, les géologues disposent d'une sonde ionique à Vandœuvre, près de Nancy (voir l'encadré de la page 64) : à plusieurs reprises, cette sonde a confirmé l'origine d'émeraudes historiques, mais, plus intéressant encore, elle a permis de reconstruire les pans oubliés de l'histoire de ces gemmes et de faire tomber certaines légendes.

Au IV^e siècle avant notre ère, le philosophe grec Théophraste rapporte les récits d'Alexandre le Grand, qui

fait consigner tout ce qu'il voit, notamment les us et coutumes des pays qu'il traverse lors de ses conquêtes (son empire s'étend jusqu'en Bactriane). Alexandre doit cette soif de connaissance à son précepteur, Aristote, dont Théophraste, le disciple, écrit : «L'émeraude qui servait à orner des vases d'or était portée en bague, taillée de forme concave pour que la lumière puisse y rassembler ses rayons. [...] Les émeraudes dont on se sert pour orner les coupes et autres vases d'or viennent de Bactriane vers le désert ; on y va à cheval pour les chercher au temps des vents étésiens ou des vents d'Est annuels : on les voit dans ce temps-là parce que les sables sont agités avec violence par ces vents. Cependant, les pierres que l'on y trouve ne sont pas grosses» (les vents étésiens sont des vents violents, tels ceux qui soufflent en Méditerranée orientale pendant l'été). En l'absence de preuves tangibles de l'existence des gisements de Bactriane, les historiens ne croyaient plus aux vieux écrits de Théophraste, jusqu'à ce que l'on analyse, avec la sonde ionique, une boucle d'oreille gallo-romaine retrouvée dans l'Ain, à Miribel, et conservée au Muséum national d'histoire naturelle de Paris.

Les écrits de Théophraste sont cités en référence jusqu'au XIII^e siècle, mais,

1. LES ÉMERAUDES DE CE TRÉSOR ROMAIN du III^e siècle, découvert à Eauze, dans le Gers, proviendraient des gisements égyptiens, exploités de façon intensive dans l'Antiquité (selon les analyses destructives menées à la fin des années 1980 au laboratoire de géochimie de l'Université Pierre et Marie Curie).