

Ainsi, notre taille résulte d'un équilibre entre les liaisons chimiques qui rigidifient notre crâne et la force de gravité qui nous attire vers le sol.

Ces forces sont elles-mêmes soumises à diverses constantes fondamentales, par exemple la charge de l'électron, dont les valeurs ont été fixées au cours du Big Bang cosmique, qui eut lieu il y a environ 15 milliards d'années. Utilisant le même type d'hypothèses que W. Press, j'ai calculé que les hommes ne pourraient pas dépasser trois mètres de hauteur ; de tels êtres humains auraient des tables dont la hauteur ne permettrait pas à une tartine beurrée de faire un tour complet sur elle-même et de retomber face beurrée vers le haut. Les tartines semblent se retourner sur la face beurrée simplement parce que l'Univers est conçu pour qu'il en soit ainsi.

Après que j'eus publié ce résultat, en 1995, on m'a demandé d'expliquer d'autres aspects de la loi de Murphy : pourquoi le temps est-il toujours médiocre le dimanche, ou encore pourquoi tombe-t-on toujours en panne quand on se rend à un rendez-vous important ? Malheureusement, ces exemples sont faux ou anecdotiques, et l'on ne peut les étudier en détail. Pour certains, comme les pannes, «la mémoire sélective» semble parfaitement s'appliquer. J'ai pourtant trouvé des exemples de la loi de Murphy que l'on peut analyser.

Une des manifestations du principe de Murphy assez facile à expliquer est la loi de Murphy des cartes, que l'on peut résumer de cette façon : «Vous voulez vous repérer sur une carte ; si le village que vous cherchez peut se nicher sur une partie illisible de la carte, il le fera.» Cette propriété tient d'une intéressante combinaison entre probabilités et illusions d'optique. Supposons que la carte soit carrée : la «zone de Murphy» est localisée près des bords de la carte, et vers le pli central, où les routes sont mal dessinées.

Par des calculs géométriques simples, on montre que, si la largeur de la zone de Murphy est égale au dixième du côté de la carte ($a/10$), cette zone occupe plus de la moitié de la carte (c'est la surface d'une bande de largeur $a/10$ qui borde la carte et recouvre les deux plis centraux). Au total, un point quelconque de la carte a une chance sur deux de se situer dans la zone de Murphy.

Un autre exemple de la loi de Murphy est celle des files d'attente : vous



3. D'APRÈS LES PRINCIPES de l'analyse combinatoire, les chaussettes dépareillées s'accumulent nécessairement.

êtes toujours dans la file qui avance moins vite que les autres. Bien sûr, si vous êtes derrière une famille de douze personnes faisant les provisions pour l'hiver, on peut comprendre que les autres files iront plus vite. Que se passe-t-il quand votre file a la même longueur et la même composition que les autres ? Échapperez-vous, dans ces conditions à la loi de Murphy ? Désolé, mais non. En moyenne, toutes les queues iront quasiment à la même vitesse, chacune risquant, comme les autres, d'être retardée par un caissier qui doit changer le rouleau de papier de la caisse ou par un client dont la carte bleue ne fonctionne pas. Toutefois, dans un supermarché, peu importe la moyenne, vous voulez être le premier sorti. La probabilité que vous ayez choisi la file qui ira le plus vite est égale à $1/N$, où N est le nombre de caisses du supermarché.

Si vous ne comparez votre file d'attente qu'à celle de gauche et à celle de droite, vous n'avez qu'une chance sur trois de «gagner». En d'autres termes, deux fois sur trois, la file de gauche ou celle de droite va plus vite.

Murphy, la carte routière, la chaussette et le parapluie

La théorie des probabilités et la théorie combinatoire permettent au mathématicien de répondre à une autre question posée par la loi de Murphy : «Pourquoi les chaussettes dépareillées ont une probabilité d'apparition particulièrement élevée ?» Essayons de comprendre pourquoi les chaussettes dépareillées sont majoritaires. Imaginons un tiroir rempli de chaussettes appariées. Supposons maintenant qu'il

manque une chaussette (peu importe quand elle a été perdue et où elle l'a été). Désormais une chaussette non appariée erre dans le tiroir. Puis une seconde chaussette vient à être perdue. Il s'agit de la chaussette isolée ou, plus vraisemblablement, d'une des deux chaussettes d'une paire.

Or la perte aléatoire d'une chaussette tend toujours à créer le nombre maximum de chaussettes dépareillées. Imaginons que l'on ait 10 paires de chaussettes. Quand nous aurons perdu la moitié des chaussettes, la probabilité que l'on n'ait plus que des chaussettes dépareillées sera quatre fois supérieure à la probabilité d'avoir des chaussettes appariées dans le tiroir. La solution la plus probable est qu'il restera seulement deux paires complètes au milieu de six chaussettes dépareillées. Pas étonnant qu'il soit si difficile de trouver une paire de chaussettes le matin !

Selon un autre dogme issu de la loi de Murphy : «Prendre son parapluie réduit les risques d'averse.» La précision des prévisions météorologiques atteint aujourd'hui 80 pour cent : en prenant un parapluie, on a quatre chances sur cinq de faire le bon choix quand la pluie est annoncée. Toutefois, supposons que la probabilité qu'il ne pleuve pas pendant votre promenade soit dix fois supérieure au risque qu'il pleuve. Selon la théorie des probabilités, même une prévision fiable à 80 pour cent a deux fois plus de risques d'être fautive que d'être vraie durant votre promenade. Des prévisions, même fiables globalement, n'autorisent pas la prévision des événements locaux.

Le capitaine Murphy fut sans doute navré des détournements de son principe. Toutefois, je suis convaincu que les scientifiques devraient s'intéresser davantage aux différentes manifestations de la loi de Murphy, que l'on peut expliquer par diverses théories de la physique et des mathématiques, de la dynamique des corps à la théorie des probabilités. La principale leçon que l'on peut tirer de la loi de Murphy est la démonstration éclatante que des phénomènes apparemment triviaux n'ont pas toujours des explications simples.

Robert MATTHEWS est chercheur dans le département informatique de l'Université Aston, à Birmingham, et journaliste scientifique au *Sunday Telegraph*.

Les machines à sous

En France, les recettes des casinos se sont élevées à près de huit milliards de francs en 1995-1996 : 87 pour cent de cette somme provenait de pièces utilisées dans les machines à sous (aux États-Unis, ce sont près de 90 milliards de francs par an, dont 65 pour cent proviennent des machines

à sous). Ces machines sont des ordinateurs rudimentaires : les ressorts, les engrenages et les poids que l'inventeur, Charles Fey, a assemblé au début du siècle dans sa machine *Liberty Bell*, le prototype de la machine à sous à trois rouleaux, ont laissé la place à une carte électronique avec des microprocesseurs et des mémoires électroniques.

Chaque rouleau peut s'arrêter dans 22 positions (certains en ont 32), de sorte que le nombre total de combinaisons atteint 10 648 (22^3). Lorsque les machines à sous étaient uniquement mécaniques, la probabilité de chaque combinaison était de 1/10 648. Aujourd'hui, on trouve au

cœur des ces machines un microprocesseur qui engendre des nombres aléatoires, lesquels sont associés à chaque combinaison. Le microprocesseur commande l'affichage et le paiement. Le fabricant peut ainsi associer des probabilités fortes ou faibles à chaque combinaison affichée. Par exemple, il règle la machine de sorte que la somme la plus élevée (le «superjackpot») ne sorte qu'une fois tous les dix millions de tirages.

Avec ces probabilités, les sommes proposées pour le jackpot s'élèvent à plusieurs millions de francs. Ces sommes importantes attirent de plus en plus de joueurs vers les bandits manchots.



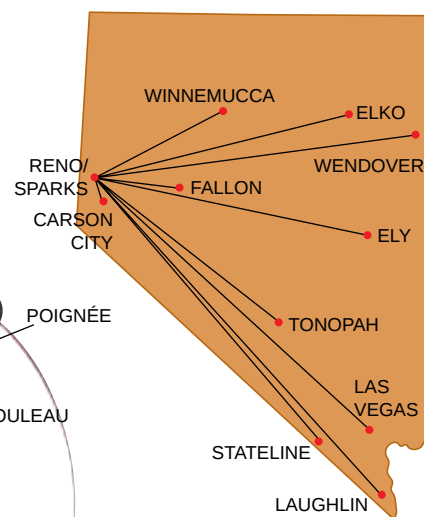
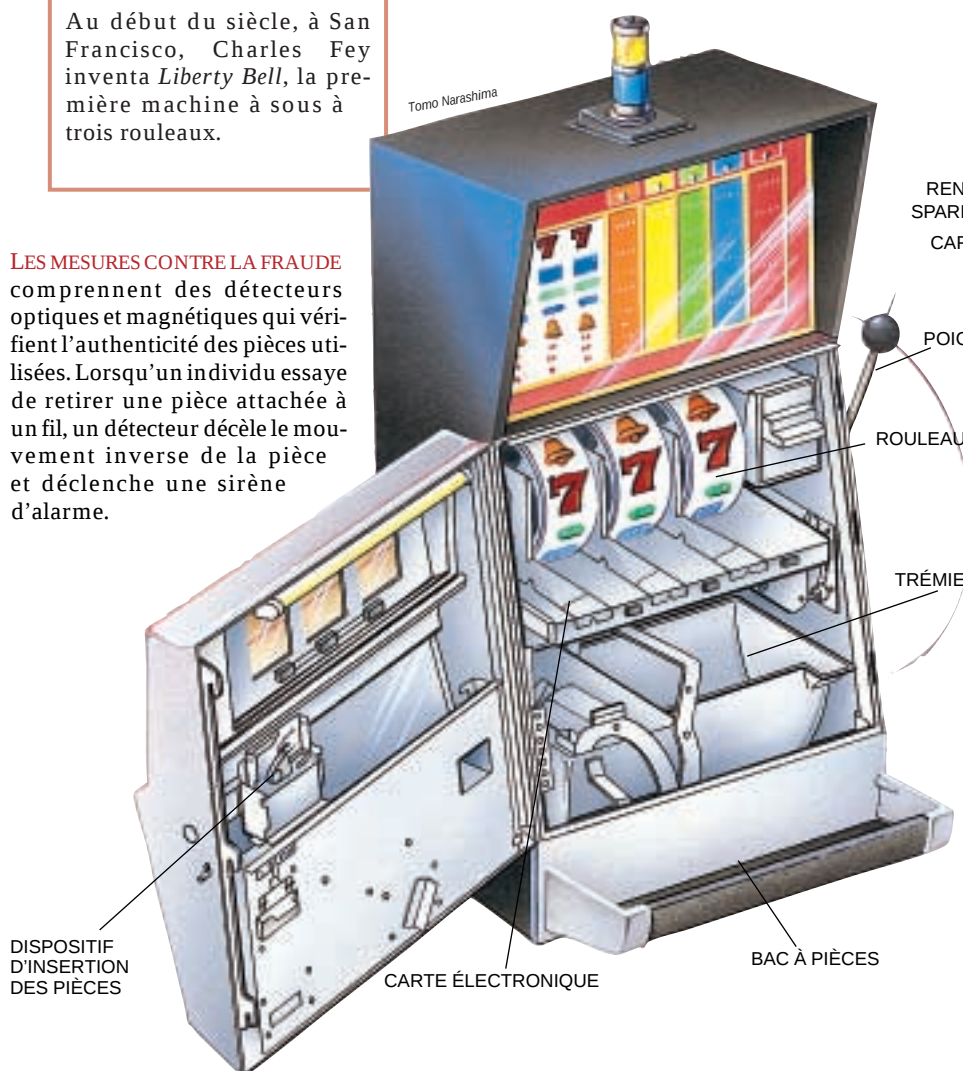
Liberty Bell Books



Au début du siècle, à San Francisco, Charles Fey inventa *Liberty Bell*, la première machine à sous à trois rouleaux.

LES MESURES CONTRE LA FRAUDE comprennent des détecteurs optiques et magnétiques qui vérifient l'authenticité des pièces utilisées. Lorsqu'un individu essaye de retirer une pièce attachée à un fil, un détecteur décèle le mouvement inverse de la pièce et déclenche une sirène d'alarme.

UN MICROPROCESSEUR commande la rotation des rouleaux (dans une machine vidéo, une image simule le mouvement des rouleaux). Ce microprocesseur engendre également des nombres aléatoires qui correspondent à des combinaisons de symboles sur les rouleaux (comme les cerises, les barres ou les «jackpots»). Lorsqu'une combinaison gagnante sort, la trémie tourne et fait tomber le gain dans le bac à pièces.



LA MISE EN RÉSEAU, par les lignes téléphoniques qui traversent l'État du Nevada, coordonne les paris et les gains de centaines de machines à sous réparties dans tout l'État. Chaque fois que l'on joue sur une machine, le jackpot de toutes les machines connectées augmente. En octobre 1995, ce système de jeu progressif a conduit à un gain supérieur à 50 millions de francs, le plus gros de l'histoire des machines à sous.

Sable et géométrie

ROGER ISS

En attendant les plages de l'été, faisons des tas de sable mathématiques.

Quand on verse du sable sur une plaque plane, horizontale et surélevée, il s'entasse, tandis que le sable excédentaire coule le long des bords. Quelle sera la forme du tas ? Si le contour de la plaque est un polygone convexe, on obtient finalement un tas polyédrique, limité par des faces planes qui passent chacune par un des côtés du polygone et qui font toutes le même angle aigu avec le plan horizontal (cet angle est de l'ordre de 30 à 35 degrés). Chaque arête de ce polyèdre est commune à deux faces, et chaque sommet est généralement commun à trois faces (et donc à trois arêtes) ; un sommet peut aussi appartenir à plus de trois arêtes, le cas extrême étant celui de la pyramide, dont le sommet unique est commun à toutes les arêtes.

Ainsi un tétraèdre s'établit sur une plaque triangulaire. Avec une plaque à quatre côtés, on obtient parfois une pyramide, parfois un «toit» à quatre pans. Dans cet article, nous ne nous intéresserons qu'aux tas dont aucun sommet n'est commun à plus de trois arêtes (à

nance de 3 et 4 côtés pour le quadrilatère, et une succession de faces à 3, 4, 4, 3, 5 côtés pour le pentagone.

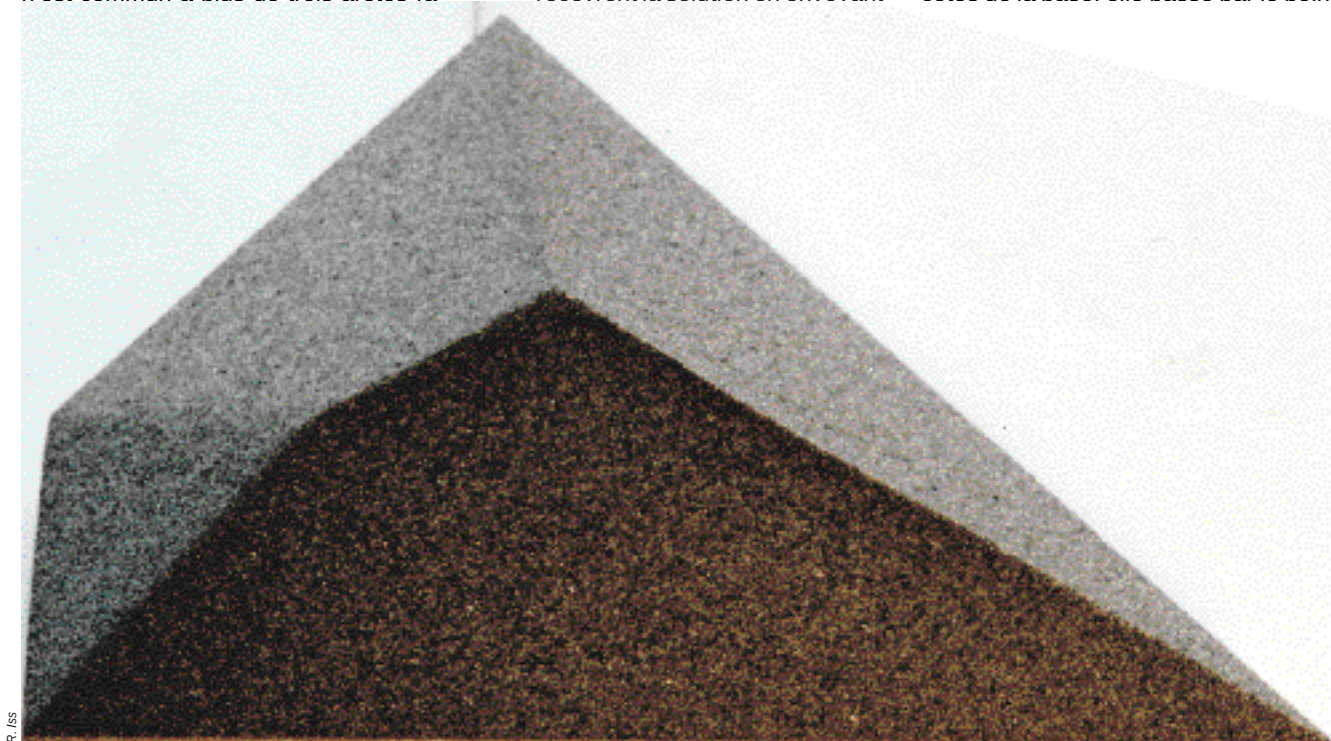
Puis, quand on passe à la plaque hexagonale, c'est la surprise : selon sa forme, on obtient trois types de tas de sable distincts par la nature de leurs faces et par leur répartition. Sur les schémas 3 c, d, e, on voit que ces trois tas ont respectivement des successions de faces à 3, 4, 5, 3, 4, 5 côtés ; 3, 4, 4, 4, 3, 6 côtés ; 3, 5, 3, 5, 3, 5 côtés.

Quels tas obtient-on pour des plaques ayant plus de six côtés ? Contentons-nous de dessiner les tas de sable en projection orthogonale sur le plan horizontal. Chaque arête d'un tas de sable étant l'intersection de deux faces de même pente, elle se projette sur le plan horizontal selon la bissectrice de l'angle formé par les côtés correspondants du polygone de base lorsqu'ils se coupent (ou leur prolongement) ; si ces côtés sont parallèles, l'arête se projette sur la parallèle équidistante de ces deux côtés. Saurez-vous le démontrer (les lecteurs recevront la solution en envoyant

l'étude des tas de sable en les dessinant, mais l'imprécision, qui augmente avec le nombre de côtés, nous pousse à abandonner l'expérience et à passer à la théorie. Commençons par convenir qu'un «polyèdre tas de sable» est un polyèdre convexe dont une face, nommée base, a un côté commun avec chacune des autres faces et fait le même angle aigu avec chacune d'elles. À partir de cette définition, nous pourrions démontrer toutes les propriétés des tas de sable observées expérimentalement, mais un bon mathématicien cherche toujours à généraliser une définition, c'est-à-dire à «plonger» l'ensemble des objets qu'il considère dans un ensemble plus vaste ; l'étude de l'ensemble élargi donne souvent des indications utiles pour le problème initial.

LES TECTOÈDRES

Or, dans la définition des tas de sable, il y a une contrainte dont on peut se libérer : l'égale inclinaison des faces. Pour généraliser les tas de sable, imaginons des tas dont les faces auraient des pentes différentes (nous pourrions les fabriquer en terre glaise ou en pâte à modeler, en découpant les faces avec un couteau). Leur dessin en projection horizontale est alors plus facile que pour les tas de sable, car les projections des arêtes ne sont plus des bissectrices. Pour ces dessins, il suffit de respecter deux règles : si une arête est l'intersection des faces déterminées par deux côtés de la base, elle passe par le point



1. Tas de sable confectionné sur un quadrilatère.