

que l'observation est dépassée ; et on commence au lycée. Si nous continuons, nos étudiants ne manqueront pas d'avoir des débouchés... virtuels, alors qu'apparaît un immense besoin de géologues capables de se «débrouiller» sur tous les terrains, d'observer, de sélectionner les observations significatives, de les dessiner et de les présenter au non-spécialiste en utilisant un langage compréhensible. Alors qu'une multitude de travaux sont entrepris en France et dans le monde, les grands organismes et les entreprises ont beaucoup de difficultés à trouver des géologues capables de se lancer dans des réalisations concrètes.

Rappelons, pour conclure, une pensée de Fontenelle, vieille de trois siècles : «Assurons-nous bien du fait avant que de nous inquiéter de la cause. Il est vrai que cette méthode est bien lente pour la plupart des gens, qui courent naturellement à la cause et passent par-dessus la vérité du fait ; mais enfin nous évitons le ridicule d'avoir trouvé la cause de ce qui n'est point.»

Modèles

L'objectif d'un modèle (voir *Les modèles en biologie et en médecine*, par Daniel Schwartz, *Pour La Science*, septembre 1996) est-il d'expliquer un phénomène ou simplement de le décrire ? La courbe de la distribution des poids de nouveau-nés est proche de la courbe de la loi «normale», que suit une variable régie par de petites causes indépendantes dont les effets s'additionnent. D. Schwartz conclut : «Ne peut-on supposer que ce poids se constitue... par addition de multiples effets indépendants ?», mais il ne met pas en garde contre le danger de ce retournement. De la même façon, constatant que la distribution de durées de vie s'ajuste à la courbe normale en fonction du logarithme de la différence entre la durée de vie et une valeur limite L , l'auteur écrit : «Les individus recevraient à la naissance un capital de L années, auquel les aléas de la vie opéreraient un retrait distribué de manière log-normale. [...] Le modèle fait penser que «ce qui compte» dans le vieillissement, c'est, non le nombre total d'années, mais la diminution du temps restant, et cela en pourcentage, puisqu'il s'agit de son logarithme. [...] Une année d'âge compterait beaucoup plus pour un sujet âgé que pour un sujet jeune (pour le vieillissement).» L'auteur ne précise pas quel était son objectif lorsqu'il a ajusté la répartition des durées de vie, mais la démarche de recherche aurait été tout autre pour étudier le phénomène de vieillissement.

La question est celle de la nature du modèle comme antécédent ou conséquent. L'auteur nous précise : «Le modèle nous a conduits bien loin. Nous n'ignorons pas son côté hypothétique, mais, du fait qu'il décrit bien les données, tout se passe comme s'il avait une certaine réalité». Ce raccourci méthodologique est bien hasardeux ! Le lecteur se trouve dans la position de celui qui disposerait d'un modèle théorique «en soi», mais dont le rôle explicatif n'est pas acquis.

Le modèle pose la question du mode de connaissance qui nous le livre. Sa formation requiert, à partir des données de l'expérience, un mécanisme d'abstraction. La saisie de principes ou de relations abstraites appelle soit une formalisation dont le critère de validité est une cohérence logique et mathématique, soit une ou des applications concrètes, en particulier chez le vivant. Dans les deux cas, il existe au départ un effort d'abstraction et une aspiration à l'universel tout en restant relatif aux données du problème. Cependant, il ne faudrait pas opposer les deux démarches. Il existe dans la communauté scientifique une hiérarchisation tacite des modèles, avec le modèle mathématique au sommet. Dans cette démarche de conjonction entre les mathématiques et la biologie, il faut rappeler les conditions de validité et le degré d'universalité du «modèle», ainsi que la distance établie entre le modèle et la réalité.

E. GRENIER, O. PERRU, C. ROUZAUD
DANIS-BONVALET, O. SCHEURER, Beauvais

Daniel Schwartz explique la progression vers la mort en considérant une fonction logarithme du nombre d'années qui sépare l'individu d'un âge limite. De ce point de vue, ce qui compte dans le vieillissement c'est la diminution du temps restant encore à vivre : une année d'âge compte plus pour un sujet d'âge mûr que pour un individu jeune. Ce raisonnement reste valable à l'approche de l'âge limite quel que soit celui-ci.

On peut aussi exprimer l'évolution du temps en fonction des âges de la vie en calculant la part que représente une année dans une vie, pour chaque âge : c'est l'inverse de l'âge. Pour un enfant d'un an, une année de vie représente 1, alors que pour un enfant de 10 ans elle compte pour 0,1. La représentation que nous avons d'une année décroît rapidement avec l'âge au début de la vie et atteint une valeur limite proche de zéro. La représentation que nous nous faisons d'une année change peu entre 40 et 70 ans par exemple.

Nous obtenons l'inverse de ce qui a été exprimé précédemment : une année d'âge compte bien moins pour un sujet d'âge mûr

que pour un individu jeune. Vers 18 ans, l'homme a vécu presque la moitié de sa vie psychologique, la durée de 0 à 18 ans étant égale à la durée de 18 à 70 ans (en vieillissement psychologique). Cela exprime peut-être le fait que notre enfance et notre adolescence sont remplies des rêves les plus intenses que nous ne revivrons jamais plus !

J.F. GUÉGAN et S. MORAND, Perpignan

Réponse de Daniel Schwartz

Je me contente en effet de poser la question de la distribution des poids des nouveau-nés : se constituerait-il par une simple addition d'effets, alors que la cholestérolémie se constituerait par addition d'effets proportionnels aux valeurs existantes ? Et si oui, pourquoi ? L'explication pour les salaires est bien démonstrative. J'ajoute que la distribution log-normale des salaires, si constamment vérifiée par Gibrat dans de nombreuses populations, me conduit à penser qu'on est fondé, dans beaucoup de problèmes, à utiliser le logarithme du salaire. C'est ce que je traduis par «ce qui compte, c'est le logarithme» et, pour passer à l'exemple de la mort, c'est ce que j'entends par «ce qui compte pourrait bien être le logarithme de $(L-D)$ », mais je mets cette phrase au conditionnel.

J.F. Guégan et S. Morand exposent une contradiction dont j'étais bien conscient. Quand je suggère qu'une année d'âge compterait plus pour un sujet âgé que pour un sujet jeune, je sais bien que pour la perception du temps qui s'écoule, c'est l'inverse qui a lieu. C'est pourquoi j'ai précisé «compterait plus pour le vieillissement». Cet antagonisme entre vieillissement physiologique et perception du temps qui passe est frappant.

Pour la cicatrisation des blessures, Lecomte de Nouy a évoqué un temps physiologique, qui serait le logarithme du temps. Cette formule se rapproche de celle de J.F. Guégan et S. Morand, puisque alors le temps écoulé compte plus pour une durée courte que pour une longue, mais elle en est différente.

J'insiste sur le fait que mon modèle est de toute manière simpliste et n'a pas plus d'importance qu'une image hypothétique destinée à susciter des discussions. Il semble que j'ai réussi.

Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique et vos relations avec la science. L'adresse de *Pour la Science* sur Internet est : 101641.3525@compuserve.com. Indiquez *Tribune des lecteurs* dans la rubrique objet.

France Culture et Pour la Science

**vous invitent
au Palais
de la Découverte
à l'enregistrement
de leur
nouvelle émission**

**les
Inattendus
de la
Science**

**Samedi 11 janvier
à 15h**

Les surprises du gène

avec Pierre Douzou
professeur au
Muséum National
d'Histoire Naturelle
membre de l'Académie
des Sciences

**Invitations à demander
au 36 68 10 99 (2,23F/mn)**



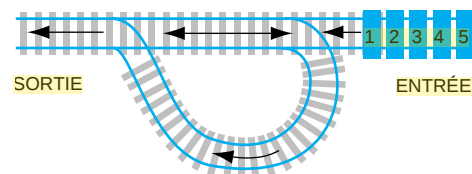
Palais de la découverte

**POUR LA
SCIENCE**

JEU-CONCOURS N°31

CASSE-TÊTE DE CHEF DE GARE

Un chef de gare dispose sur une voie de garage de cinq locomotives numérotées de 1 à 5 dans cet ordre. Cette voie de garage conduit à un échangeur montré sur la figure ci-contre dans lequel sur la voie principale, on peut se déplacer dans les deux sens et y stationner. En revanche, sur la bretelle du dessous, on ne peut stationner et l'on ne se déplace que dans le sens de la flèche. Par exemple, s'il doit former un train des cinq locomotives dans l'ordre 23154, le chef de gare entrera d'abord 1 et 2 sur la voie principale, sortira 2 par la droite puis rentrera 3 qu'il ressortira par la droite puis 1 à droite (ou à gauche), enfin il entrera 4 et 5 et sortira 5 à droite puis 4. Il pourrait y avoir ainsi $5! = 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 120$ trains différents. Cependant tous ne sont pas possibles et le chef de gare en connaît même le nombre : 30 sont impossibles. Pourriez-vous l'aider à trouver ces 30

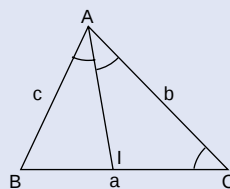


impossibilités ? Afin que la liste tienne sur une carte postale, je vous suggère une notation compacte comme par exemple 3(124)5 qui symbolise les six permutations possibles de 1, 2, 4 entre 3 et 5 (cet exemple n'est pas une solution!).

Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à Pour la Science, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois de janvier 1997, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N°29

Dans le triangle ABC , tel que $\hat{A} = 2\hat{C}$, on trace la bissectrice AI de l'angle $\hat{A}$ (voir la figure). Les triangles ABC et IBA sont semblables, donc $AB/IB = BC/AB = AC/IA$. De plus, le triangle AIC est isocèle, donc $IA = IC$. De ces relations, on déduit que $IB = c^2/a^2$, $IC = bc/a$ (avec $a = BC$, $b = AC$, $c = AB$) et l'égalité $a = IB + IC$ nous conduit à l'équation (1) $a^2 = c(b + c)$. On aurait pu utiliser les relations trigonométriques du triangle pour parvenir à cette équation, relations utiles pour démontrer la réciproque. Cette équation doit être résolue en nombres entiers avec la condition que a, b, c soient les côtés d'un triangle, c'est-à-dire $|b - c| < a < b + c$ (les triangles dégénérés étant exclus) qui conduit aux inégalités $c < a < 2c$. D'autre part, b et c sont premiers entre eux : d'après l'équation (1) s'ils avaient un facteur commun, a



serait divisible par celui-ci et le triangle ne serait pas primitif. De plus, le produit de c par $b + c$ (premiers entre eux) étant un carré, c et $b + c$ sont eux-mêmes des carrés soit respectivement m^2 et n^2 . En remplaçant dans l'équation (a), on a les solutions : $a = mn$, $b = n^2 - m^2$, $c = m^2$ avec m, n premiers entre eux et $1 < m < n < 2n$. Il est dès lors très facile de trouver les solutions en a, b, c inférieur à 20, soit (6, 5, 4), (12, 7, 9), (15, 16, 9) et (20, 9, 16).

M. Stambul me signale que si (a, b, c) est un triangle primitif, alors $(3a + b + 2c, 2a + 3c, 2a + b + c)$ en est un autre. Enfin M. Masurel et M. Lévy ont généralisé le problème pour $\hat{A} = k\hat{C}$. Ainsi pour $k = 3$, l'équation diophantienne à résoudre est $b^2c = (a^2 - c^2)(a - c)$ dont une solution est $a = n(m^2 - n^2)$, $b = m(m^2 - 2n^2)$, $c = n^3$ avec m, n premiers entre eux et $n\sqrt{2} < m < 2n$.