

Espérance morale et bijoux de famille

CHRISTIAN WALTER

La satisfaction tirée d'un gain est moindre si vous êtes riche : quel bonheur d'être pauvre...



Jean-Loup Charmet

Les consommateurs cherchent à maximiser leur bien-être, les producteurs, à maximiser leur profit. Mais augmenter sa richesse de 10 000 francs n'a pas la même valeur selon que l'on possède déjà un million de francs ou seulement 1 000 francs. Ainsi, pour déterminer si une décision économique est bonne, il ne suffit pas de connaître l'espérance mathématique de la richesse future, c'est-à-dire la valeur financière associée aux conséquences de chaque décision, il faut aussi connaître la valeur relative accordée à cette richesse.

Vers 1730, Daniel Bernoulli (1700-1782) et Gabriel Cramer (1704-1752) ont distingué l'espérance mathématique de la richesse et l'espérance mathématique de la satisfaction produite par cette richesse, qu'ils ont appelée «espérance morale». Les agents économiques ne prennent pas leurs décisions en maximisant des espérances de richesse future, mais des espérances morales.

Comment apprécier cette satisfaction? Dans son mémoire à l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg, Bernoulli estime que la satisfaction produite par la richesse est mesurée par le logarithme de la quantité d'argent. Aujourd'hui, les financiers sont moins rigides et supposent que les fonctions d'utilité sont concaves, ce qui signifie simplement que, plus on devient riche, et plus il faut gagner pour obtenir une augmentation de satisfaction identique. Avec la fonction logarithme de Bernoulli, on double sa satisfaction en passant de 10 francs à 100 francs, mais si l'on veut une augmentation de satisfaction identique, il faut passer de 100 francs à 1 000 francs, puis de 1 000 francs à 10 000 francs etc. : le plaisir coûte de plus en plus cher...

La concavité de la fonction de satisfaction exprime une réticence de l'individu devant la prise de risque. Êtes-vous prêt à acheter 10 000 francs un billet de loterie sachant que vous pouvez perdre 5 000 francs ou gagner

5 000 francs? Selon Bernoulli, vous ne le ferez pas : la satisfaction produite par 10 000 francs est $\text{Log}10\,000 = 9,21$, tandis que l'espérance morale est $(0,5 \times \text{Log}5\,000 + 0,5 \times \text{Log}15\,000) = 9,07$. L'espérance morale est inférieure à la satisfaction que vous retirez du montant certain. Vous n'accepterez de jouer que si l'on compense cette différence de satisfaction, qui vient du risque pris. Vous ne jouerez que si l'espérance mathématique de gain est de 11 180 francs. Les 1 180 francs représentent une prime de risque issue de la forme concave de la fonction de satisfaction logarithmique. Vous n'acceptez de jouer – de prendre un risque – que si l'on compense cette prise de risque en la payant.

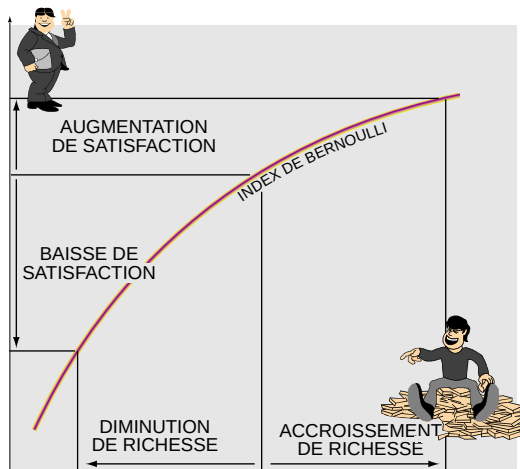
Une application du principe de l'espérance morale est l'évaluation du prix que l'on est prêt à payer pour assurer un bien (un bien qui vous est... cher!). Imaginons que vous disposiez d'un capital de 100 000 francs, et que l'on vous annonce que vous allez hériter d'un bijou de famille d'une valeur de 10 000 francs. Ce bijou va être envoyé par la poste, mais il y a une chance sur cent pour qu'il n'arrive pas jusqu'à destination. Vous cher-

chez à faire assurer le bijou en cas de perte. Quel prix acceptez-vous de payer pour le contrat d'assurance?

Appliquons le principe de l'espérance morale, en utilisant la fonction de satisfaction de Bernoulli. La satisfaction produite par le capital initial et la détention du bijou est $\text{Log}(100\,000 + 10\,000)$, soit 11,6082. Cette situation arrivera dans 99 pour cent des cas. Dans un pour cent des cas, le bijou de famille est perdu. La satisfaction produite par le capital initial seul est $\text{Log}100\,000 = 11,5129$. La satisfaction espérée, mesurée par l'espérance morale, laquelle tient compte des probabilités de chaque situation, est alors égale à $11,6082 \times 0,99 + 11,5129 \times 0,01 = 11,6073$. Ce niveau de satisfaction est celui qui aurait été produit par une quantité d'argent de $\exp(11,6073) = 109\,895,21$ francs. Il est donc indifférent d'avoir de manière certaine 109 895,21 francs, ou, de manière probable, 110 000 francs à 99 pour cent et 100 000 francs à un pour cent. La prime d'assurance que vous serez donc prêt à payer est $110\,000 - 109\,895,21 = 104,82$ francs. Si un assureur vous vend un contrat à ce prix, vous l'achetez.

Or, pour l'assureur, qui applique la loi des grands nombres, l'espérance mathématique du sinistre est égale à 100 francs. La différence de 4,82 francs vient précisément de ce que votre espérance morale n'est pas égale à l'espérance mathématique. L'assureur décharge l'assuré de son risque, en encaissant la prime de risque égale à la charge affective négative que l'assuré supporterait par la perte du bijou de famille. Avec ces 4,82 francs, l'assureur fait un bénéfice qui lui permet de continuer à assurer des bijoux de famille.

Moralité : plus un bien vous est affectivement «cher», plus il vous en «coûtera» de le perdre, et plus vous serez prêt à payer pour «profiter» de son usage. Ainsi le veut l'espérance morale.



La fonction de «satisfaction» caractérise la valeur affective de l'argent. À chaque niveau de richesse est associée une valeur de satisfaction. La satisfaction croît moins vite que l'augmentation de la richesse.

Le virus de Hong Kong

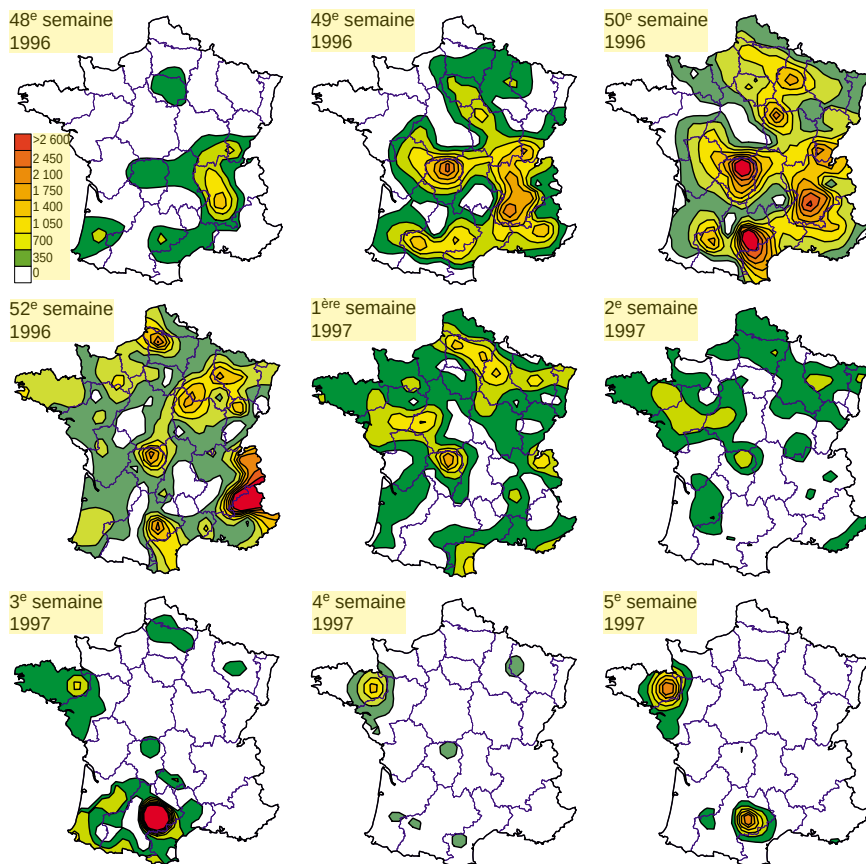
Ce virus, nouveau pour l'homme, ne se propage pas comme les virus «classiques» de la grippe.

Le souvenir de la grippe espagnole, qui fit plus de 20 millions de morts en 1918 et 1919, reste vivace ; la crainte d'une nouvelle épidémie demeure. Contrairement aux virus «classiques» de la grippe, qui infectaient des oiseaux (souvent des canards) et ne devenaient dangereux pour l'homme qu'après avoir infecté le porc, le nouveau virus, nommé H_5N_1 , passe directement du poulet à l'homme.

Habituellement les virus de la grippe colonisent le tube digestif des oiseaux, qui en seraient un «réservoir», et infectent le porc, où ils s'associent à des virus de mammifères. Lors de la dernière pandémie dite de Hong Kong, en 1968, le virus était issu d'un «réassortiment» de segments de virus aviaires et de virus de mammifères. Un virus hybride né de ce phénomène cumule deux avantages : premièrement, lors de la première diffusion chez l'homme, ses antigènes d'origine aviaire ne sont pas neutralisés par des anticorps humains spécifiques (l'homme n'ayant jamais été en contact avec ce virus n'a pas d'anticorps dirigés contre lui) ; deuxièmement, le virus contient des gènes du virus porcin qui assurent son adaptation à tous les mammifères, donc à l'homme, et garantissent sa multiplication et son pouvoir infectieux.

Le nouveau virus de la grippe a suivi un parcours différent. Même s'il a fait six victimes, il se propage mal chez l'homme, car c'est un virus totalement aviaire sur le plan génétique (il n'a pas infecté le porc, puisqu'on n'a trouvé aucun anticorps contre le virus de Hong Kong chez cet animal).

Selon Jean-Claude Manuguerra, à l'Institut Pasteur, le virus a contaminé l'homme, non pas parce qu'il lui est adapté, mais plutôt en raison de la quantité de virus libérés dans l'environnement lors des épizooties qui ont frappé les poulets, et de la promiscuité de l'homme et des volatiles. Le virus n'est pas toujours infectieux pour l'homme : sur 27 travailleurs agricoles, en contact avec des poulets infectés, cinq seulement avaient des anticorps dirigés contre le



Suivi de l'épidémie de grippe, au cours de l'hiver 1996-1997, en France. Le réseau qui assure cette surveillance a estimé à 2,5 millions le nombre de Français atteints. Ces cartes ont été établies par le Réseau Sentinelles de l'INSERM U 444.

virus ; en outre, les personnes infectées ne présentaient pas de symptômes grippaux. De surcroît, le virus se transmet peu d'homme à homme, bien que le médecin d'un des enfants décédés ait été contaminé.

Comment «l'épidémie» devrait-elle évoluer ? Ou bien les mesures d'éradication des poulets ont été efficaces, et l'épidémie s'éteindra (à condition toutefois qu'il n'y ait pas de «réservoirs» sauvages du virus) ; ou bien la transmission d'homme à homme augmentera, car des variants mieux adaptés (à cause des mutations accumulées) émergeront et seront sélectionnés. Enfin, le nouveau virus pourrait se multiplier chez une personne qui ne présente pas de symptômes, jusqu'à la période de l'épidémie de grippe annuelle «normale» (vers mars-avril) ; chez une personne infectée simultanément par le virus H_5N_1 et par un autre virus grippal adapté à l'homme, un réassortiment

risque de se produire, conférant au virus de Hong Kong, un pouvoir de diffusion bien supérieur à celui du virus actuel. On ignore quelle serait la virulence de ce virus.

Des groupes de surveillance de la diffusion des épidémies de grippe suivent sans cesse la propagation de la maladie dans le monde : le virus qui émerge souvent en Asie au printemps atteint l'Europe l'année suivante, ce qui permet aux virologues de prévoir la composition du vaccin qui sera efficace lors de l'épidémie à venir. Grâce à cette surveillance permanente, on caractérise l'épidémie en cours et on décide des mesures prophylactiques à prendre. Les autorités de santé françaises recommandent aux personnes en provenance de Hong Kong et qui seraient fiévreuses à leur arrivée en France de consulter un médecin qui fera éventuellement des prélèvements sanguins pour rechercher des anticorps dirigés contre le virus H_5N_1 .

La vie en accéléré

Les tortues des steppes vivent sous terre pendant neuf mois : il ne leur reste que trois mois pour s'alimenter et se reproduire.

Dans les steppes du désert du Kyzyl-Kum, en Ouzbékistan, les rigueurs climatiques sont extrêmes (45 °C en été, - 15 °C en hiver). La sécheresse est aggravée par les vents de sel qui résultent de l'assèchement de la mer d'Aral. La tortue des steppes, *Tesudo horsfieldii*, s'est adaptée à ces conditions en s'enterrant du mois de juin à la fin du mois de mars de l'année suivante, passant ainsi 75 pour cent de sa vie sous terre.

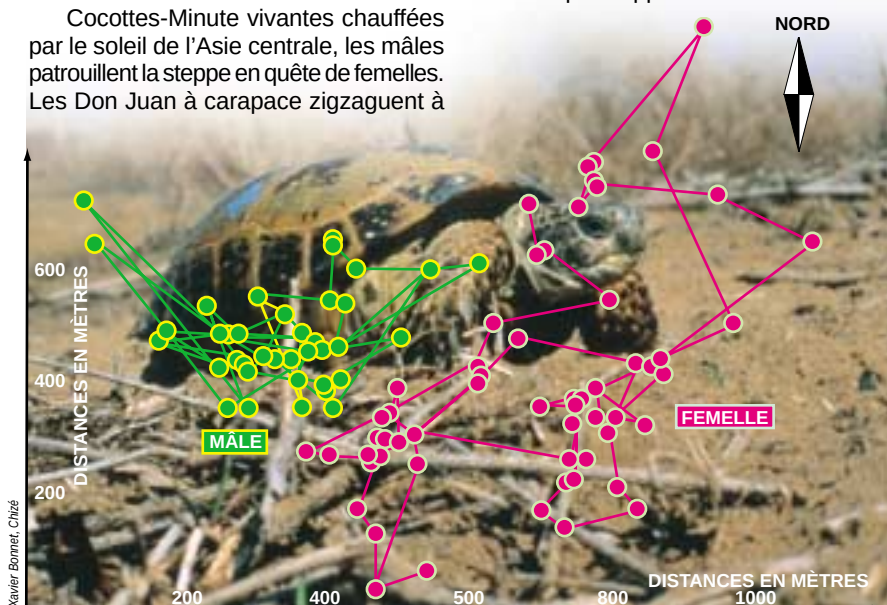
Pendant leurs trois mois d'activité, les tortues se nourrissent du faible couvert herbacé, grandissent et se reproduisent. Les tortues mâles recherchent des partenaires, et les femelles pondent leurs œufs. Le suivi des animaux réalisé par radio-tracking révèle l'extraordinaire mobilité de ces chéloniens : il est étonnant de voir des dizaines de tortues galoper dans toutes les directions. Les tortues parcourent plusieurs centaines de mètres en quelques heures, les domaines explorés annuellement variant de dix hectares (mâles) à 30 hectares (femelles). Leur morphologie autorise ces prodiges : leurs grandes pattes sont munies de griffes très longues et leur carapace en forme de galet est échancrée au-dessus des pattes. Ces caractères leur permettent de se déplacer rapidement sur le sable, et de creuser efficacement le sol.

Cocottes-Minute vivantes chauffées par le soleil de l'Asie centrale, les mâles patrouillent la steppe en quête de femelles. Les Don Juan à carapace zigzaguent à

travers la steppe pour intercepter les femelles. Pressés de s'accoupler avec le plus grand nombre possible de partenaires pour assurer la diffusion de leurs gènes, les mâles se livrent une âpre concurrence ; lors des combats, les plus gros sont avantagés, car ils retournent leurs rivaux plus légers. La plupart des mâles mis sur le dos peuvent se retourner (alors que les femelles en sont rarement capables), sauf quand ils sont épuisés, auquel cas, fin affreuse, ils meurent rôtis au soleil.

Les femelles, plus grandes que les mâles, ne se laissent pas séduire facilement, et les poursuites durent des heures. Elles peuvent retourner le prétendant qui n'a pas leur faveur. Les poursuivants forment d'étranges cortèges où une femelle est suivie de près par trois ou quatre mâles, formant un petit train qui avale les inégalités du terrain. Autre conséquence de l'extrême exigüité de la fenêtre temporelle favorable aux tortues : le télécopage de certains comportements normalement dissociés. Il est ainsi courant que des femelles continuent à brouter une herbe rare tout en subissant les ardeurs amoureuses des mâles, et les mâles interrompent fréquemment leur quête sexuelle pour se nourrir.

L'augmentation, dans le sang, des concentrations en testostérone, hormone qui stimule les comportements sexuels des mâles chez la quasi totalité des reptiles, rend généralement les individus anorexiques. Les mâles de tortues des steppes conservent-ils leur appétit alimentaire au cours de la période des accouplements malgré une élévation de la testostérone ? Les dosages ont montré que cette hormone existe à forte concentration durant les accouplements, et qu'elle n'inhibe pas l'appétit des animaux.

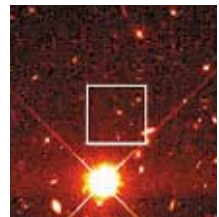


Trajets journaliers des tortues mâle et femelle pendant la période d'activité.

BRÈVES

Pas de Big Crunch!

Après l'expansion de l'Univers consécutive au Big Bang, l'expansion s'inversera-t-elle, l'Univers s'effondrant sur lui-même ? Le ralentissement des supernovae dans des galaxies éloignées est lent, et l'on en déduit que l'Univers ne contiendrait que 20 pour cent de la matière nécessaire à son effondrement : l'expansion continuera indéfiniment. Dans 10^{100} ans, lorsque toutes les étoiles se seront éteintes et les derniers trous noirs évaporés, l'Univers sera une immense soupe glacée.



AURA/STSCI

Une hormone de la mémoire

Les équipes de Michel Le Moal et d'Étienne-Émile Baulieu ont montré que la concentration en une hormone cérébrale, le sulfate de prégénolone, diminue chez le rat âgé et, avec elle, les capacités de mémorisation. L'administration de cette hormone dans le sang ou dans l'hippocampe, structure essentielle de la mémorisation, améliore temporairement la mémoire de ces animaux. La molécule favoriserait la synthèse de l'acétylcholine, un neuro-médiateur de la mémoire.

Subsidence de drakkar

En Norvège, des agriculteurs avaient repéré une petite colline qui s'affaissait lentement. Alertés en septembre 1997, des archéologues de l'Université d'Oslo ont étudié la colline à l'aide d'un radar. Ils ont découvert les contours d'un grand vaisseau dont ils ont extrait des fragments. Selon la légende, cette colline renfermerait la sépulture de Halfdan le Noir, père du premier roi de Norvège. Les datations du IX^e siècle sont compatibles avec la date supposée de la mort d'Halfdan.



Ole M. Håvang

Un antalgique nicotinique

La douleur de milliers de personnes résiste aux antalgiques. Une molécule dérivée d'une toxine extraite de la peau de la grenouille *Epipedobates tricolor* inhibe la douleur en agissant sur les récepteurs de l'acétylcholine où se fixe aussi la nicotine. Chez le rat, la substance semble aussi efficace que la morphine pour inhiber certaines douleurs, sans effets secondaires ni accoutumance.

Suite page 22