

Se défouler pour mieux se résigner



Jean-Michel Thiriet

Jouons au jeu de l'ultimatum. On m'accorde 100 euros que je dois vous proposer de partager. Par exemple, je vous donne 40 euros et j'en garde 60. Si cela vous convient, nous nous partageons la somme de cette façon. Si vous jugez ma proposition inacceptable, les 100 euros ne sont pas distribués et personne n'empoché le moindre euro. L'expérience montre que je n'ai pas intérêt à vous proposer moins de 20 euros si je ne veux pas risquer de tout perdre.

Toutefois, une expérience réalisée par Erte Xiao et Daniel Houser, de l'Université de Fairfax, en Virginie, m'indique comment augmenter les chances de vous faire accepter une proposition inique. Il suffit de vous donner la possibilité, si vous le souhaitez, de manifester votre mécontentement avant d'accepter ou non la proposition. Comment les deux psychologues sont-ils parvenus à cette conclusion ? Ils ont recruté 296 étudiants pour jouer au jeu de l'ultimatum. Chaque étudiant d'un premier groupe faisait parvenir une proposition de partage par écrit à un étudiant d'un autre groupe. On leur remettait soit un seul morceau de papier pour écrire la réponse à la proposition, soit deux, le second servant à envoyer un message à la personne ayant fait la proposition.

Les psychologues ont constaté que dans le cas où la proposition de partage est très inéquitable (moins de 20 euros sur 100), 60 pour cent des étudiants qui ne peuvent pas communiquer avec celui qui fait la proposition refusent le marché. En revanche, parmi le groupe des étudiants qui peuvent communiquer leurs états d'âme, seulement 30 pour cent refusent la proposition inique. Dans le message transmis à celui qui a fait l'offre, ils manifestent leur mécontentement et leur désapprobation.

Dans la première version du jeu, l'attitude des joueurs qui refusent un partage trop injuste (même s'ils perdent tout) illustrerait un mécanisme évolutif qui permet la régulation sociale et un partage équitable des richesses : une proposition inacceptable pouvant se retourner contre celui qui la formule (il perd tout), il vaut mieux, dans l'intérêt de tous, jouer la carte de la coopération. Quant à la version modifiée du jeu introduite par E. Xiao et D. Houser, elle montre que la possibilité d'exprimer ses ressentiments allège la frustration déclenchée par une situation défavorable et aide à l'accepter.

Mathieu Grousseau

PNAS, vol. 102, pp. 6473-6477, 17 mai 2005

Leishmaniose : un espoir de vaccin

Une équipe française vient de tester avec succès un vaccin contre la leishmaniose viscérale chez le chien, maladie qui frappe aussi l'homme et qui est la plus grave des leishmanioses.

Chaque année, 500 000 personnes dans le monde, et une centaine en France, en sont atteintes ; elle se traduit par des poussées de fièvre, une anémie et un amaigrissement, et est fatale en l'absence de traitement. Les leishmanioses en général sont des maladies plutôt tropicales, difficiles à traiter et dues aux protozoaires du genre *Leishmania*, transmis par piqures de petits moucheron, les phlébotomes.

La leishmaniose viscérale, due à *Leishmania infantum*, atteint l'homme et les canidés (chiens, renards, loups, etc.). Dans le Sud de la France, 1 à 30 pour cent des chiens sont contaminés. Au-delà de l'aspect vétérinaire, la population canine constitue un réservoir important de la maladie : le phlébotome ayant piqué un chien contaminé peut, par une piqure ultérieure, transmettre le parasite à l'homme.

D'où l'intérêt du vaccin testé par Jean-Loup Lemesre et ses collègues de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), à Montpellier, en collaboration avec l'entreprise pharmaceutique *Bio Vétro Test* à La Seyne-sur-Mer, dirigée par Gérard Papierok, et la clinique vétérinaire du Rocher, à La Garde. L'élimination des *Leishmania infantum* chez les chiens réduirait l'incidence

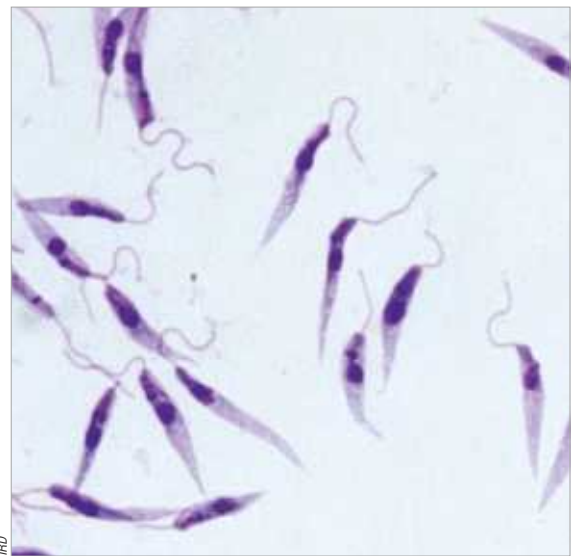
de la leishmaniose viscérale chez l'homme. Le vaccin expérimental a été élaboré à base de protéines excrétées par le parasite. Dans un premier essai portant sur 18 chiens, 12 ont été vaccinés avec des doses différentes de vaccin, puis tous les chiens ont été inoculés avec le parasite et suivis pendant deux ans. Une protection totale et durable a été obtenue chez les neuf chiens vaccinés avec une dose supérieure à 100 microgrammes de protéines parasitaires. Selon J.-L. Lemesre, un essai à plus grande échelle, en cours de publication, a porté sur 414 chiens du Sud de la France, en conditions naturelles ; l'étude, qui s'est déroulée sur trois ans, dont deux saisons de transmission, montre que le vaccin est efficace à 90 pour cent. Celui-ci est non seulement préventif, mais aussi curatif : dans un essai portant sur 20 chiens atteints de leishmaniose viscérale à un stade très avancé, 90 pour cent d'entre eux ont été guéris après deux injections.

Tous ces résultats sont encourageants, sans compter que l'étude a permis de mieux comprendre le système immunitaire du chien, peu connu, et de montrer que, pour se débarrasser du parasite qui les infecte, les macrophages produisent un poison cellulaire, l'oxyde nitrique (NO). Ils ouvrent non seulement des perspectives de prévention et de traitement de la leishmaniose viscérale chez le chien, mais aussi des

pistes pour lutter contre cette maladie chez l'homme. Un projet de recherche en ce sens, impliquant plusieurs équipes de l'IRD, vient d'être mis sur pied en Inde, où la leishmaniose viscérale fait 50 000 victimes chaque année.

M. M.

Vaccine, vol. 23, pp. 2825-2840, 2005



Parasites *Leishmania infantum*, en culture, sous forme de promastigotes, tels qu'ils se présentent chez l'insecte vecteur, le phlébotome.

La première autoroute ?

Le Nord de la Basse-Saxe de l'Allemagne actuelle était à l'origine couvert de tourbières infranchissables. Pourtant, quelque 3 000 ans avant notre ère, des hommes vivaient dans cette région inhospitalière. Ils se déplaçaient sur des chaussées de bois : les *Moorwege*. Dans la région du Grosses Moor (grand marais),



un tronçon de voie en bon état a été retrouvé : sur un soubassement de trois à cinq troncs de pins ou d'aulnes repose un lit de pieux qui constitue la surface extérieure de la chaussée. La forme des extrémités de ces

pieux montre qu'ils ont été coupés avec des haches de pierre. Environ 50 hectares de bois ont été nécessaires. Deux essieux cassés ont été retrouvés mêlés aux pieux de la chaussée. Ainsi, quelque 3 000 ans avant notre ère, on traversait déjà la Basse-Saxe en « voiture »...

F. S.

Marée verte dans le golfe

Non, il ne s'agit pas d'un nuage toxique se dirigeant sur l'Europe. Cette marée verte qui a envahi le golfe de Gascogne est une prolifération printanière de phytoplancton – des micro-organismes végétaux qui dérivent à la surface de l'océan. Le cliché a été pris le 2 mai par le satellite *Envisat*, de l'Agence spatiale européenne, optimisé pour l'occasion afin de détecter les différences de couleurs dans l'océan. La couleur verte de la « nappe » est liée à la chlorophylle du phytoplancton.

Si ces microalgues sont photosensibles, leur croissance dépend aussi de la concentration en nutriments dans l'océan, de la température ou encore de l'intensité des courants. Ainsi, une telle concentration de phytoplancton, habituelle à cette époque de l'année, résulte de l'exposition d'eaux froides riches en nutriments à la lumière du Soleil.

Le phytoplancton étant à la base de la chaîne alimentaire océanique, la marée verte est le signe annonciateur d'un renouveau biologique. Une bonne nouvelle pour la pêche, importante activité économique dans cette région.

M. G.



Du vent dans les éoliennes

Le vent est une source d'énergie renouvelable prometteuse. Encore faut-il savoir où placer les éoliennes pour tirer parti des vents les plus puissants et les plus constants.

Cristina Archer et Mark Jacobson, de l'Université de Stanford en Californie, ont établi une carte mondiale qui indique la vitesse du vent à 80 mètres d'altitude – la hauteur à laquelle tournent les pales des éoliennes modernes.

La quasi-totalité des données disponibles concernaient jusqu'à présent la vitesse du vent à 10 mètres au-dessus du sol, et les mesures à 80 mètres sont peu nombreuses.

À partir des sites où les deux données étaient connues, les chercheurs ont établi un modèle décrivant localement comment la vitesse du vent augmente avec l'altitude. Ils ont ensuite extrapolé aux milliers de points de mesures à basse altitude répartis sur le globe.

Ils en ont déduit que la vitesse moyenne (sur un an) du vent à 80 mètres d'altitude est supérieure à la vitesse minimale requise pour la production d'électricité – 25 kilomètres par heure – dans 13 pour cent des sites. Les régions les plus exposées au vent sont la mer du Nord, la Terre de Feu, la côte Est des États-Unis, ainsi que la Tasmanie.

D'après C. Archer et M. Jacobson, la puissance éolienne potentielle totale de l'ensemble des sites serait d'environ 72 térawatts, soit 35 fois plus que la consommation mondiale d'électricité. Aujourd'hui, 0,54 pour cent seulement de ces besoins est assuré par l'énergie éolienne.

Philippe Ribeau-Gésippe.

Evaluation of global wind power, à paraître dans *Geophysical research letters*, vol. 110



- Vitesse inférieure à 5,9 m/s
- Entre 5,9 et 6,8 m/s
- Entre 6,8 et 7,4 m/s
- Entre 7,4 et 8 m/s
- Entre 8,1 et 8,5 m/s
- Entre 8,6 et 9,3 m/s
- Vitesse supérieure à 9,4 m/s

La vitesse annuelle moyenne des vents à une altitude de 80 mètres au-dessus de la surface du globe a été représentée sur ces cartes. La mer du Nord est une des zones les plus ventées. À partir du bleu foncé, la vitesse est suffisante pour produire de l'électricité.



Chiffres au vent

Admirez les deux sculptures couplées de Jessica Stockholder en hommage aux travaux du mathématicien norvégien Thoralf Skolem (1887-1963). Quand il inventa les suites numériques portant son nom, il n'a pas imaginé qu'elles seraient un jour le sujet de sculptures. Nos actes se détachent de nous pour mener une existence propre, prophétisait Antigone.

J. Stockholder a endossé l'habit du géomètre pour expliciter l'abstraction de la suite de nombres. Il n'y a pas d'ange de la géométrie et de diable de l'algèbre, mais une complémentarité exprimée par les élèves qui ont contribué, lors des « Mathématiques dans la ville » en 2000, à faire naître

la sculpture. En cette année mondiale des mathématiques, Jean-Pierre Bourguignon, directeur de l'Institut des hautes études scientifiques (IHES, près de Paris), et Jean Brette, alors responsable des mathématiques au Palais de la découverte, animèrent des salles de classe avec l'étude des suites de Skolem. Ces suites passionnèrent des collégiens et il sembla intéressant de donner à ce riche sujet mathématique un prolongement artistique. Toutefois, il a fallu de multiples bonnes volontés pour faire naître l'œuvre d'art, notamment l'aide de la Fondation de France.

Le sujet de la sculpture est une suite comportant toutes les paires d'entiers de 1 à n , tels que deux nombres soient dis-

tants d'un « nombre de nombres » égal à leur valeur moins une unité. Ainsi, dans la suite 3523275864117468, les deux 3 sont distants de deux unités, les deux 1 sont côte à côte, les deux 8 sont séparés par les sept chiffres 6411746, etc. Il n'existe pas de suite ayant cette propriété pour n égal à 2 ou 3 : la première suite possible correspond aux quatre paires de 1 à 4. Ces impossibilités, déstabilisantes pour un non-mathématicien, ont un intérêt pédagogique : nous avons trop l'habitude que tout problème posé (par le fait même qu'il est posé) ait une solution.

De taille monumentale (9 mètres sur 11) et installée à l'IHES, l'œuvre – *Skolem - Chocs de blocs et chiffres au vent* – est composée de huit volumes d'une hauteur variant de 0,3 mètre à 1,5 mètre placés sur un quadrillage, les largeurs des objets correspondant, selon l'angle de vue, à une suite de Skolem.

Skolem est plus connu comme logicien que comme théoricien des nombres. Comme il a publié ses théorèmes importants en norvégien, ses travaux ont été redécouverts par d'autres, en toute bonne foi. Il est remarquable que la Norvège ait donné naissance à autant de mathématiciens de talent, en commençant par Abel et en continuant par Sophus Lie et bien d'autres. Petit pays par la taille, la Norvège est grande par les mathématiques. Elle a créé, il y a trois ans, un prix de mathématiques, le prix Abel, équivalant aux prix Nobel des autres disciplines scientifiques. Il est décerné cette année 2005 au mathématicien américain Peter Lax, spécialiste des équations aux dérivées partielles.

Ph. B.



Laurent Lecat

Chiffres au vent est un hommage au mathématicien Thoralf Skolem. Sur la partie au premier plan les largeurs des enjambements varient de 1 à 8. Au fond, selon deux points de vue, les largeurs des structures constituent chacune une suite de Skolem pour les paires de nombres de 1 à 8.

Quand l'Univers sursaute

Les sursauts gamma sont les explosions les plus puissantes de l'Univers. Ils peuvent briller comme 100 millions de milliards de Soleil et annoncent généralement la mort d'étoiles et la naissance de trous noirs. Jusqu'à présent, seuls des sursauts de quelques secondes avaient été étudiés. Pour la première fois, la source d'un sursaut gamma extrêmement bref de 50 millisecondes a été localisée grâce au rayonnement X qui l'a suivi. Les astronomes interprètent ce sursaut comme la fusion de deux objets massifs, tels des trous noirs ou des étoiles à neutrons. Comment parviennent-ils à cette conclusion ?

Il existe deux types de sursauts gamma, longs et brefs. Les sursauts gamma qui durent plus de deux secondes seraient la conséquence d'explosions d'étoiles massives :

lorsqu'un astre n'a plus assez de gaz pour entretenir les réactions nucléaires qui le font briller, il s'effondre sous son propre poids. Des ondes de choc et des neutrinos traversent alors le gaz de l'étoile, ce qui produit des rayons gamma pendant une durée d'autant plus longue que la couche de gaz traversée est importante. Ce rayonnement peut durer plusieurs dizaines de secondes avant que l'astre ne se transforme en un trou noir.

Quant aux sursauts gamma durant moins de deux secondes, ils proviendraient de fusions de deux objets massifs, un trou noir et une étoile à neutrons ou deux étoiles à neutrons. Une telle fusion aboutit à la formation d'un trou noir entouré d'un disque d'accrétion, c'est-à-dire de matière qui tombe en spirale vers le trou noir. L'énergie

Une zone de la métaphore ?

« Il a encore mis la charrue avant les bœufs. Il aurait mieux fait de donner sa langue au chat. Ça lui apprendra peut-être à mettre de l'eau dans son vin. » Si vous avez pris ces phrases au pied de la lettre, vous ignorez certaines expressions de la langue française... ou vous avez subi une lésion du gyrus angulaire gauche.

À l'Université de Californie à San Diego, Vilayanur Ramachandran a interrogé quatre patients, chez qui cette zone du cerveau avait été endommagée, sur le sens d'une vingtaine de phrases contenant des tournures imagées et des métaphores. Ces personnes avaient toutes leurs facultés intellectuelles et parlaient un anglais courant, mais elles n'ont pas été capables d'aller au-delà d'une compréhension littérale.

Bien plus développé chez l'homme que chez les autres primates, le gyrus angulaire gauche serait une zone du cerveau indispensable à la compréhension des images, et plus généralement au sens de l'abstraction. Bien qu'il faille se garder de considérer cette aire cérébrale comme la zone des métaphores, son développement serait à la source de l'émergence de nombreuses capacités cognitives liées à la pensée symbolique.

M. G.

Congrès annuel de la Société américaine de psychologie, 26 mai 2005

36 heures...

C'est la durée de vie moyenne d'un article d'actualité publié en ligne sur un site web. Pour parvenir à cette estimation, Zoltan Desz et ses collègues de l'Université Notre Dame, dans l'Indiana, ont analysé la fréquentation du principal portail d'actualités hongrois. Ils ont regardé quels articles les visiteurs du site lisaient, et quand. En une journée, le site comptabilise en moyenne plus de 3 000 nouvelles informations et plus de 6,5 millions d'entrées. Le nombre d'entrées par article atteint un maximum d'une dizaine d'heures après la mise en ligne, et, au bout de 36 heures, l'article n'est quasiment plus consulté. Selon Z. Desz, un internaute ne voit ainsi que la moitié des nouvelles publiées sur son portail usuel.

Ph. R.-G.

dégagée par la fusion crée un jet de matière, qui cause le sursaut gamma. Mais comme il y avait peu de matière dans les deux astres ayant fusionné, le sursaut est bref.

Pourquoi, jusqu'à présent, seules les sources de sursauts gamma de plusieurs secondes avaient-elles été localisées ? Après un sursaut, un rayonnement contenant toutes les longueurs d'onde est émis, parfois pendant des semaines pour les longs sursauts – on peut alors les localiser précisément. En revanche, cette émission ne dure que quelques centaines de secondes pour les sursauts brefs : c'est pourquoi on n'avait encore jamais pu les étudier ni repérer leur source.

C'est désormais chose faite avec le télescope spatial anglo-américain *Swift* lancé en novembre 2004. Ce dernier localise rapidement et précisément les sursauts gamma, ce qui permet aux instruments au sol de prendre le relais pour les étudier. Mission accomplie avec, pour la première

fois, l'observation d'une émission de rayons X de 400 secondes après un sursaut gamma ayant duré 50 millisecondes. Les astronomes ont déterminé que la source se trouve dans une région proche d'une galaxie peuplée de vieilles étoiles, à trois milliards d'années-lumière de nous.

Cette position est compatible avec le scénario d'un sursaut bref dû à une fusion d'objets compacts plutôt qu'à l'effondrement d'une étoile massive. En effet, comme les étoiles massives épuisent très vite leurs réserves de gaz, leur vie est courte, et il est peu vraisemblable d'en trouver dans une région riche en étoiles vieilles. En revanche, un tel endroit doit receler beaucoup de trous noirs et d'étoiles à neutrons, aboutissement de la vie d'une étoile. Aussi les astronomes du télescope *Keck*, à Hawaï, scrutent-ils la région où s'est produite l'explosion détectée par *Swift* à la recherche d'indices sur sa source.

Stéphane Fay



NASA/EPO, Sonoma State University, Aurie Simomnet

Vue d'artiste de la fusion d'un trou noir et d'une étoile à neutrons ou de deux étoiles à neutrons. Un disque de matière spiralant vers le trou noir se formera à la suite de cette rencontre. Il dégagera suffisamment d'énergie pour créer un jet de matière responsable d'un bref sursaut gamma.

Les nombres premiers (qui ne sont divisibles que par eux-mêmes et par 1) se raréfient à mesure que l'on va vers les grands entiers. En effet, plus il est grand, plus un entier a de chances d'avoir des diviseurs.

Les mathématiciens savent qu'en moyenne, l'écart entre un nombre entier premier p et le suivant croît comme le logarithme de p . En revan-

che, ils ne savaient pas comment se comporte la plus petite distance possible entre deux nombres premiers consécutifs lorsque p augmente. Dan Goldston, à l'Université d'État de San José, en Californie, vient de montrer que par rapport à $\log(p)$, la plus petite distance possible entre deux nombres premiers consécutifs, $d(p)$, tend vers 0 quand p augmente. Autrement dit,

quand p tend vers l'infini, $d(p)/\log(p)$ prend des valeurs aussi petites que l'on veut. Selon Jean-Paul Delahaye, à l'Université de Lille, la démonstration de ce théorème rapproche un peu plus les mathématiciens d'une éventuelle démonstration de la conjecture énonçant qu'il existe une infinité de couples de nombres premiers jumeaux.

Deux nombres premiers sont jumeaux si leur diffé-

rence est égale à 2, par exemple (5,7) ou (29,31). Si de tels couples ont été identifiés jusqu'à des valeurs astronomiques, personne ne sait aujourd'hui s'ils ne finissent pas par disparaître au-delà d'un certain entier. Une chose est sûre, de l'avis de tous, le résultat de D. Goldston est d'importance.

M. G.

<http://fr.arxiv.org/abs/math.NT/0506067?front>

LES NOMBRES PREMIERS SE RAPPROCHENT



Les maîtres de la route du sel

Deux enfants de haut rang ont été enterrés non loin d'une princesse celte et à la même époque. Appartenaient-ils à la même famille ?

Dans la partie allemande du Parc archéologique européen de Reinheim-Bliesbruck, Walter Reinhard, du Service archéologique de la Sarre, vient de découvrir deux enfants celtes enterrés côte à côte au IV^e siècle avant notre ère. Cela pourrait nous éclairer sur le système de pouvoir dans la région au cours de La Tène.

À cette époque, qui va de -450 au tout début du I^{er} millénaire, les Celtes formaient une société de castes dominée par une élite politique et religieuse. La Sarre est un haut lieu de la civilisation de La Tène. On y a trouvé 22 tombes princières. Les aristocrates vivaient au sein de grands domaines, où les maisons du maître et de ses paysans étaient entourées d'enclos. On cultivait alors avoine, blé amidonnier, millet, etc., et élevait veaux, vaches, cochons, couvées... À Reinheim, plusieurs domaines jouxtaient le siège d'une résidence princière sise sur une colline. Lieu d'échanges et refuge en cas de guerre, cette place forte contrôlait aussi la route du sel, par laquelle l'« or blanc » des Celtes, exploité en Lorraine sur les bords de la Seille, remontait vers le Nord. L'importance du site a été révélée par la découverte, en 1954, de la tombe de la « princesse de Reinheim », parée de bijoux d'or et équipée d'un riche mobilier pour son dernier voyage.

Un des bijoux qui ornaient la tombe de la princesse de Reinheim (*en haut*) et une fibule de bronze retrouvée dans la tombe récemment mise au jour dans la Sarre (*en bas*).

Dans ce contexte, les jeunes défunts intriguent, car ils ont été enterrés à la même époque que la princesse dans une nécropole domaniale située à 1400 mètres du tumulus princier. Il s'agit d'une fille de 14-15 ans et d'un garçon de 11-13 ans manifestement de haut rang, car eux aussi ont été enterrés sous un tumulus. Comme la princesse, ils ont été couchés sur le dos, tête orientée vers le Nord, dans une chambre funéraire en bois. La jeune morte portait deux torques de bronze (un collier ouvert rigide aux extrémités évasées) au cou et des bracelets du même alliage aux bras et aux chevilles. Le bras de son jeune compagnon était enserré par l'anneau de bronze typique des membres masculins de la classe dirigeante celte. Sortes de broches servant à fixer les vêtements, deux fibules de bronze ont été retrouvées, dont une ornée d'une représentation d'animal mythique. Les enfants mesuraient respectivement 1,50 et 1,55 mètre, ce qui est relativement grand. Ce trait et l'excellent état de leurs dents témoignent du régime riche en protéines de la classe aisée.

Apparemment, les enfants n'ont pas été blessés avant leur décès. Tandis que les anthropologues recherchent toujours les causes de leur mort, les généticiens vont comparer l'ADN de leur collagène à celui de la princesse. Si les enfants s'avéraient apparentés à la princesse, cela suggérerait qu'au début de l'époque de La Tène, le réseau aristocratique qui contrôlait la portion de route du sel passant par Reinheim était constitué d'une seule famille.

François Savatier



Alain Bénétou

Une salamandre géante

À la surface du marécage, rien ne bouge. De loin en loin, les méandres d'un cours d'eau ont inondé la plaine. Attendant leur heure, deux yeux patients dépassent de l'eau boueuse. D'un coup, une masse de 800 kilogrammes surgit de la vase, et fond sur un petit dinosaure qui ne l'a pas vu venir. Happé vers le fond, il sera dévoré par cet amphibien géant, un brachyopode appartenant au groupe des Temnospondyles, qui vécut sur Terre il y a environ 200 millions d'années.

Récemment, Jean-Sébastien Steyer, du Muséum d'histoire naturelle, à Paris, a ressorti d'un tiroir un morceau de la mâchoire de ce monstre, retrouvé en 1970, au Lesotho,

par une équipe de paléontologues français. À partir d'un fossile d'un brachyopode australien dont le squelette est complet mais plus petit, J.-S. Steyer a déduit la taille de l'animal. Comprise entre six et huit mètres, elle en ferait le premier ou le deuxième plus grand amphibien qui ait jamais vécu sur la Terre. Quoique son allure ait été celle d'une salamandre, le mode de vie de ce prédateur opportuniste devait évoquer celui des crocodiles actuels. C'est probablement parce qu'ils étaient en compétition avec les ancêtres des crocodiles que ces énormes brachyopodes ont disparu.

M. G.

Bulletin de la société géologique de France, tome 176 n°3, pp 243-248, mai-juin 2005

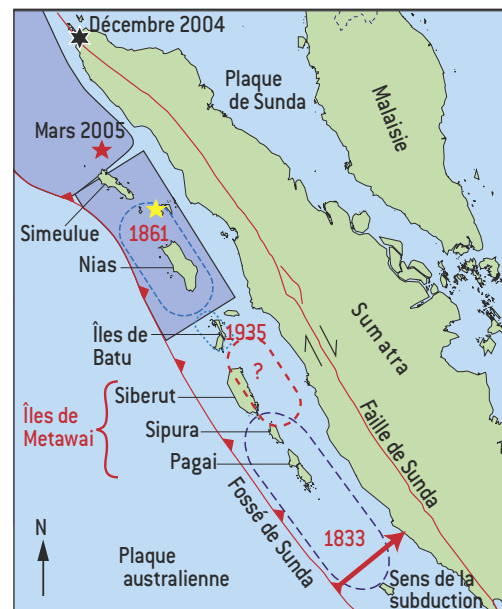
Inquiétants calculs pour Sumatra

La modélisation de la tectonique de la région de Sumatra indique une rupture sismique probable.

En décembre 2004 et mars 2005, deux séismes majeurs se sont succédé sur la faille de Sunda en Indonésie. Les zones de rupture étaient contiguës, de sorte qu'il est probable que le séisme de mars a été provoqué par celui de décembre. Pour apprécier si cette cascade de séismes va se poursuivre, Suleyman Nalbant et ses collègues de l'Université d'Ulster ont calculé les tensions supplémentaires induites par le séisme de mars dans les segments de la tranchée de Sunda qui lui sont voisines.

Les géologues ont modélisé les forces tectoniques dans la région, qui sont dues à la subduction de la plaque indienne et de la plaque australienne sous la plaque de Sunda (Sumatra). Selon leur modèle, le séisme de Sumatra-Andaman (de décembre) a provoqué une augmentation des tensions au foyer du séisme de Simeulue-Nias (de mars) de l'ordre de 0,17 bar. Cette faible valeur confirme qu'une contrainte externe relativement modeste peut déclencher un séisme dans une portion de faille « mature », c'est-à-dire parvenue au bout de son cycle sismique pendant lequel elle accumule des tensions jusqu'à atteindre le seuil de rupture.

Après cette constatation, S. Nalbant et ses collègues ont examiné l'augmentation des tensions engendrée par le séisme dans les autres sections de la faille. Si celle de Banda Aceh a été peu touchée, les segments qui se trouvent plus au Sud, le long de la faille de Sunda, l'ont été notablement : l'augmentation du « stress » culmine à huit bars sous le segment portant les îles de Batu, et atteint une valeur presque aussi grande sous le segment portant les îles de Metawai. Selon les sismologues, c'est dans le segment de Metawai que le risque de rupture est maximal (le dernier séisme dans le segment de Batu remonte à 1935).



D'après une modélisation des nouvelles contraintes engendrées par les séismes de décembre 2004 et de mars 2005, la région de Metawai serait la plus exposée.

Par ailleurs, dans les segments situés plus au Sud que celui de Metawai, les tensions ont été relâchées à la faveur d'un séisme de magnitude 8 en 1833. En revanche, aucun séisme majeur n'a secoué le segment de Metawai depuis 1797. Or les données historiques suggèrent que dans la région de la faille de Sunda, le cycle sismique dure environ 230 ans, c'est-à-dire qu'au terme d'une telle période, les tensions accumulées dans un segment de faille atteignent le seuil de rupture.

Toutes ces observations suggèrent que le risque est maximal dans le segment de Metawai. Si un séisme majeur comparable à celui de 1833 se produisait, la faille coulisserait sur 10 mètres et provoquerait un tsunami destructeur pour les côtes et les îles de la région.

F. S.

Nature, vol. 435, pp.756-757, 9 juin 2005

Des planètes dans un jeu de quilles

Pourquoi le Système solaire est-il comme il est ? Pourquoi les planètes géantes – Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune – ont-elles des orbites légèrement allongées et inclinées ? Quelle est l'origine du bombardement intense qui a grêlé d'impacts la surface de la Lune ? D'où viennent les astéroïdes qui cohabitent avec Jupiter sur son orbite ?

Alessandro Morbidelli, de l'Observatoire de la Côte d'Azur, et ses collègues proposent une réponse unique à ces questions disparates. Ils ont modélisé et simulé une migration des planètes géantes, qui aurait entraîné une vaste réorganisation du Système solaire. Aiguillés au départ par la structure énigmatique de la ceinture de Kuiper, ces milliers de petits corps glacés tapis aux confins du Système solaire, les astronomes ont imaginé que cette population s'est formée sur des orbites proches avant d'être repoussée et dispersée. Mais par quel mécanisme ?

La migration planétaire est un candidat idéal. Planètes et petits corps s'influencent par le biais de la gravitation, et leurs orbites s'en trouvent modifiées. Lorsqu'une planète éjecte un planétésimal vers l'extérieur du Système solaire, par réaction, elle se rapproche légèrement du Soleil. À l'inverse, si elle envoie le corps vers l'intérieur, elle s'éloigne. Les astronomes ont donc simulé l'évolution d'un système comprenant des planètes géantes sur des orbites quasi circulaires, planes et resserrées – en accord avec les théories de formation des systèmes – entourées d'un disque de débris peuplé d'une multitude de petits corps. Sous l'influence des quatre planètes,

notamment Neptune, le bord interne du disque commence à être perturbé, et des planétésimaux sont éparpillés dans le Système solaire. En retour, les orbites des planètes géantes se modifient lentement. Tandis que Jupiter se rapproche du Soleil, les autres planètes glissent vers l'extérieur.

Tout s'accélère lorsque, entre 400 et 1 200 millions d'années, Saturne parvient dans une configuration particulière dite résonance, où elle fait une révolution pendant que Jupiter en fait deux. Comme cette résonance renforce l'interaction gravitationnelle, l'action de Jupiter augmente vite l'excentricité et l'inclinaison de Saturne. Une cascade de réactions brusques s'ensuit. Uranus est repoussée, tandis que l'orbite de Neptune double de rayon et devient très allongée. La géante bleue fonce dans le disque de planétésimaux comme une boule dans un jeu de quilles. Elle y disperse des milliers d'entre eux. Une masse de corps rocheux équivalant à 35 fois celle de la Terre est projetée sur le Système solaire interne.

Cela expliquerait l'étrange bombardement intense qu'ont subi la Lune et les planètes telluriques il y a 3,8 milliards d'années. La fourchette temporelle de la désagrégation du disque de débris est en effet compatible avec l'âge des bassins d'impacts de la Lune, et la masse de projectiles prédite concorde avec les estimations fondées sur l'analyse des cratères.

Autre succès : dans les simulations, les planètes se calent sur des trajectoires proches des orbites réelles, avec des excentricités et des inclinaisons correctes. Après la désagrégation, les corps circulant entre les planètes géantes ont entretenu la



Dans ce numéro, **Cerveau & Psycho** s'intéresse à diverses questions :

- Quelles différences y a-t-il entre une secte et une religion ?
- Pourquoi certains enfants tyrannisent-ils leurs parents ?
- Peut-on surmonter sa timidité ?
- Les animaux ont-ils des émotions ?
- Un ordinateur peut-il remplacer un inspecteur de police ?
- Avez-vous déjà vécu un "déjà-vu" ?
- Peut-on s'entraîner mentalement ?

Cerveau & Psycho
En vente chez votre marchand de journaux