

La nage des ancêtres

Voici 530 millions d'années, la faune se diversifie et les océans se peuplent d'animaux aujourd'hui disparus. Pour comprendre la nage de l'*Anomalocaris*, l'un



des plus gros d'entre eux, Y. Usami, de l'Université Kanagawa, a modélisé la forme de la créature à partir de fossiles retrouvés dans les schistes de Burgess, au Canada, puis l'a animée en utilisant un «algorithme génétique». Cet algorithme améliore la nage : après plusieurs «générations», l'*Anomalocaris* artificiel nage efficacement, comme les raies aujourd'hui. C'était vraisemblablement un prédateur efficace.

Sevrage retardé

Pourquoi les nourrissons sénégalais nourris au sein plus longtemps sont-ils aussi les plus petits et les plus maigres ? Le lait maternel ne suffit-il pas à leur croissance ? Pendant sept ans, des nutritionnistes de l'ORSTOM ont suivi plus de 4 500 enfants d'une région rurale : ils observent que les mères choisissent de garder au sein les enfants qui présentent des signes de malnutrition, augmentant ainsi leurs chances de survie. La durée de l'allaitement est d'autant plus longue que les enfants présentent des retards de croissance.

À vous tourner la tête

Les montagnes russes sont-elles un amusement sans danger ? Selon Valérie Biousse de l'hôpital Lariboisière, à Paris, ces courses folles déclencheraient parfois des séquelles neurologiques. En examinant quatre personnes qui souffraient de maux de têtes persistants consécutifs à un tour de montagnes russes, les neurologues ont décelé de petites hémorragies dans la paroi de l'artère cervicale et de petits accidents vasculaires cérébraux.

ADN excrété

La paléocoprologie est née : une équipe composée notamment de biologistes de l'Institut Max Planck, à Munich, a extrait de l'ADN d'excréments datés d'environ 20 000 ans et recueillis dans une grotte, à 30 kilomètres de Las Vegas, dans le Nevada. Ces déchets ont été produits par une espèce de paresseux terrestre aujourd'hui disparue et dont des ossements avaient été retrouvés dans la grotte. Cette analyse a aussi révélé le régime alimentaire de l'animal, à base de câprier, de moutarde et de yucca.

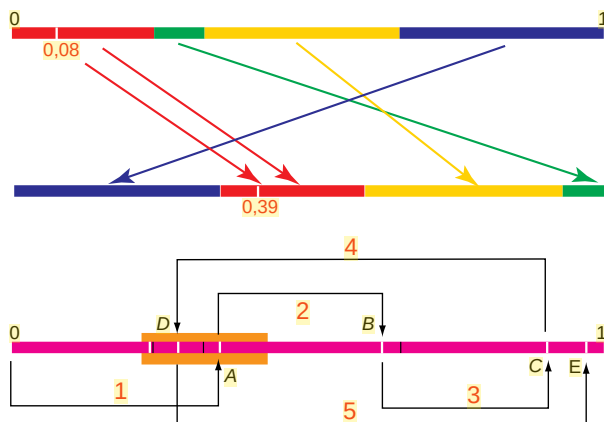
Suite page 22

Cette théorie des cordes, chère aux physiciens théoriciens, M. Kontsevitch y revient souvent. Inventée il y a une quinzaine d'années, elle décrit les interactions de particules subatomiques, et les physiciens théoriciens cherchent à l'utiliser pour réconcilier la mécanique quantique et la théorie de la relativité. Les cordes sont des surfaces de l'espace-temps ; certaines, des boucles qui vibrent, décrivent les particules subatomiques.

Pour M. Kontsevitch, le résultat sur les cartes d'échange était inattendu ; c'est un de ceux qui naissent sans douleur, mais, souvent, le mathématicien doit se faire orpailleur : il doit tamiser longtemps la rivière de l'esprit pour en recueillir les pépites. Dans cette recherche, on ne doit pas se laisser pousser par le vent, mais, inversement, le travail ne doit pas être acharné, car les problèmes dégènerent quand on y pense trop longtemps de façon exclusive. Le poète Olivier de Magny pensait-il aux mathématiques en écrivant : «Dans la mesure où un auteur réussit trop bien à communiquer son message conscient, les Dieux, jaloux de lui, refusent leur collaboration» ? En tout cas, M. Kontsevitch préfère étudier plusieurs problèmes à la fois, de sorte que plusieurs recherches se fassent inconsciemment, en parallèle. Il ne se concentre que pendant quelques heures, puis il teste des conjectures à la main, fait des essais variés. Il utilise aussi beaucoup le réseau *Internet* pour discuter – de mathématiques – avec ses amis.

Collaboration, échange, goût de la discipline... Ces ingrédients suffisent-ils à donner une médaille Fields ? Selon Jean-Pierre Bourguignon, directeur de l'IHES, M. Kontsevitch n'a pas utilisé de «recette», pour obtenir la médaille Fields : il ne l'a pas cherchée, et s'est contenté de faire des mathématiques avec bonheur, en compagnie de nombreux amis mathématiciens.

Ainsi, en 1992, alors qu'il étudiait des objets que l'on nomme des groupes quantiques, M. Kontsevitch considéra la classification des nœuds. Le problème est lancinant, en mathématiques : étant donné deux fils noués, comment déterminer si les nœuds sont identiques ou différents ? M. Kontsevitch «sécha» longtemps, mais il trouva finalement une issue : on part d'un



2. Le problème des cartes d'échange se pose quand on définit une transformation qui projette tout nombre réel de l'intervalle $[0, 1]$ sur un autre nombre du même intervalle. Plus précisément, on divise l'intervalle en segments (quatre sur la figure supérieure) que l'on intervertit. Ainsi un nombre de l'intervalle (0,08, par exemple) est projeté vers un autre nombre, en conservant sa place relative dans l'intervalle où il se trouvait initialement (0,08 est ainsi associé à 0,39). On s'intéresse alors aux propriétés des itérations de cette transformation : dans la partie inférieure de la figure, on a représenté les points obtenus à partir de 0 : 0 est projeté en A (opération 1), qui est projeté en B (opération 2), B en C (opération 3), etc.

point sur un nœud fermé et on numérote les croisements. Les calculs effectués sur ces indices conduisent à un invariant, c'est-à-dire un nombre qui est identique pour deux nœuds équivalents.

Géométrie algébrique, physique quantique, analyse... Que de champs explorés ! Problèmes nouveaux, problèmes anciens... M. Kontsevitch cherche toujours le sens profond, et la compréhension du sens le conduit à des solutions. Cette stratégie s'enseigne-t-elle ? C'est à l'École normale supérieure que M. Kontsevitch transmet aujourd'hui ses idées... sous la forme de séminaires où il présente ses résultats récents. Pour un enseignement à des personnes moins avancées en mathématiques, il préconise toutefois la présentation de la géométrie : l'algèbre, dit-il, ne fait que développer des capacités de calcul, indispensables pour compléter les idées géométriques.

Recherche, enseignement... Et à côté ? Il est marié à une mathématicienne passionnée de mode, il déteste jouer aux échecs, mais il aime la lecture, la musique (il joue du violoncelle), le tennis, les voyages quand ces derniers lui montrent de nouveaux endroits et de nouvelles personnes.

S'il lui arrivait de rencontrer des extraterrestres, au cours d'un de ces voyages, il leur demanderait si les mathématiques extraterrestres sont les mêmes que les nôtres : la réponse serait un indice pour savoir si les mathématiques préexistent ou si nous les créons ; M. Kontsevitch est tenté de penser que l'on crée des notions, mais que l'on découvre les mathématiques. Est-ce une tentation ou un besoin de l'esprit humain