

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.

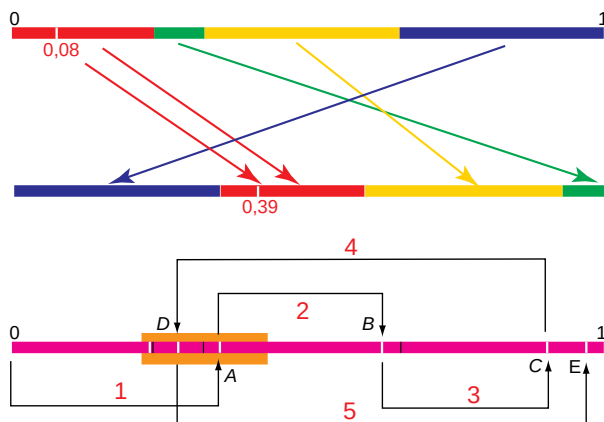
Suite page 22

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 dégénèrent 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), qui est projeté 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

Le retour des oiseaux sur l'île Saint-Paul

Les rats et des lapins, qui avaient éliminé les pétrels noirs, ont été exterminés.

Les îles des Terres australes antarcétiques françaises (TAAF), situées dans l'océan Indien Sud, sont parmi les plus isolées au monde ; pourtant leur patrimoine naturel a été fortement perturbé depuis leur découverte aux XVII^e et XVIII^e siècles. Les dégradations majeures ont été causées par l'exploitation de leurs ressources naturelles (à l'époque, les éléphants de mer, les otaries, les baleines), par des incendies et, surtout, par l'introduction de mammifères, dont les rats et les lapins.

Les ressources naturelles abondantes et l'absence de prédateurs et de compétiteurs ont permis aux rats de proliférer dans 80 pour cent des îles du monde. Ils ont réduit de moitié le nombre d'espèces d'oiseaux qui s'y reproduisaient et amené au bord de l'extinction plusieurs d'entre elles. Les lapins ont un fort impact sur la végétation et même, comme aux îles Kerguelen, sur les sols. Ils ont une action néfaste sur les milieux naturels et sur les habitats disponibles pour les oiseaux, en particulier les pétrels, qui nidifient en terriers.

Le district des îles Amsterdam et Saint-Paul a été le plus fréquenté. Il abritait les écosystèmes les plus originaux, avec une faune subantarctique dans des eaux subtropicales. La Roche Quille, îlot situé à 150 mètres des côtes de l'île Saint-Paul et qui représente à peine 0,25 pour cent de la superficie totale de l'île (800 hec-

tares), est le dernier refuge de plusieurs espèces d'oiseaux.

En 1987, l'administration des TAAF a entamé une réhabilitation écologique de ce district avec le projet de restauration de l'île Amsterdam. Ce projet s'est concrétisé par le confinement et la régulation d'un troupeau de bovins, qui avaient été introduits en 1871, et s'est poursuivi par la restauration partielle de la végétation. Toutefois, l'île Saint-Paul, à 80 kilomètres au Sud d'Amsterdam et sept fois plus petite que celle-ci, offre une possibilité de réhabilitation écologique supérieure si l'on pouvait y éradiquer de toutes les espèces de mammifères introduites. De plus, la présence de la Roche Quille permettait la recolonisation de l'île par les oiseaux marins des dernières colonies de reproduction encore à l'abri des rats.

La réhabilitation de l'île Saint-Paul a une grande importance sur le plan de la protection de la biodiversité. Pour évaluer celle-ci, les relations de voyage et les journaux de bord des navigateurs, pêcheurs et innombrables naufragés qui y ont séjourné sont d'un grand secours : ils décrivent les millions d'oiseaux qui y tournoyaient et permettent de dresser une liste des espèces ayant peuplé cette île avant qu'elle ne soit dévastée par l'homme. À plusieurs reprises, des moutons, des porcs et des chèvres ont été introduits pour servir de réserve de nourriture d'une année sur l'autre. En 1874, les porcs avaient été éliminés, quelques chats subsistaient, mais les chèvres, les rats et les souris étaient abondants sur toute l'île. Les seules espèces encore présentes au début des années 1990 étaient les lapins, introduits à la fin du siècle dernier, les rats et les souris. Les pétrels, encore présents sur l'île en

1874, avaient alors disparu, seule une population relique subsistait sur l'îlot de La Roche Quille.

La restauration des populations et des milieux dégradés par ces milliers de rats et de lapins nécessitait l'éradication totale des rongeurs, qui à terme auraient pu envahir la Roche Quille, dernier refuge intact et très vulnérable du fait de sa proximité de l'île Saint-Paul.

L'administration des TAAF s'est intéressée dès 1993 à ce projet de réhabilitation écologique de l'île Saint-Paul et en est devenue le maître d'œuvre, le financement étant assuré conjointement par le Fonds européen de développement (Commission européenne). Le Centre d'études biologiques de Chizé (CNRS) intervint dans le suivi scientifique des populations d'oiseaux.

Les études préliminaires, menées en 1995 et 1996 sur l'île Saint-Paul, avaient établi que les appâts empoisonnés étaient extrêmement attrayants pour les rats et les lapins, mais ne présentaient aucun danger pour les oiseaux.

L'opération d'éradication a eu lieu en janvier 1997 : un hélicoptère a répandu 14 tonnes d'appâts empoisonnés sur la totalité de l'île. Après l'épandage, une équipe de cinq personnes est restée trois mois sur Saint-Paul pour vérifier le succès de l'éradication et la compléter par des moyens terrestres (piégeage, tir). Cette équipe était composée d'un responsable scientifique, d'un expert ornithologue, d'un médecin et de deux techniciens néo-zélandais, spécialistes de ce type d'opération et accompagnés de deux chiens dressés pour la chasse aux lapins. Plus aucun rat vivant n'a été vu deux semaines après l'épandage ; quelques lapins avaient survécu aux appâts empoisonnés sur Saint-Paul et 48 d'entre eux ont été éliminés avec l'aide des chiens. Au départ de l'équipe en avril 1997, les rats semblaient avoir disparu et seulement quelques lapins subsistaient. Le succès de l'opération a été vérifié un an plus tard : aucune trace de rats n'a été relevée malgré plus de 130 kilomètres parcourus pour relever régulièrement les 260 indicateurs (des rondelles de saucisson entre autres !) destinés à détecter la présence de rats. Des appâts empoisonnés ont été disposés sur le site et devaient empêcher toute nouvelle introduction.

Les premiers retours de pétrels noirs, que l'on croyait disparus à jamais de la zone, ont été observés sur l'île, laissant bien augurer de la réussite du projet, mais la reproduction de ces oiseaux est lente et la recolonisation de l'île Saint-Paul demandera du temps.

Thierry MICOL et Pierre JOUVENTIN
Centre d'études biologiques de Chizé



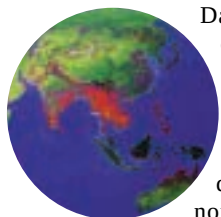
La Roche Quille (petit îlot à droite) était le sanctuaire des pétrels noirs.

La peinture refoule les moules

Les moules et autres crustacés qui s'accrochent aux coques des navires sont une nuisance. La mise au point de peintures spécifiques, dites antifouling, est délicate, car ces peintures doivent repousser les crustacés sans les tuer, ni polluer. Les chercheurs de l'Institut de biotechnologie marine de Shimizu, au Japon, ont mis au point une telle peinture. Son ingrédient principal est la tribrogramine, un composé produit par un zooplancton qui vit sur les rochers découverts à marée basse. La tribrogramine bloque les récepteurs de la sérotonine, un neurotransmetteur utilisé par les larves de bernacles et de moules. De la même manière que la production de cette substance protège l'habitat du zooplancton des moules, la peinture antifouling à base de ce composé protègent la coque des bateaux.

Un monde en flamme

Chaque année le feu ravage 71 millions d'hectare dans le monde. En 1997, la sécheresse consécutive au phénomène El Niño a amplifié le phénomène.



Dans le pays le plus touché, l'Indonésie, la végétation de plus de deux millions d'hectares est partie en fumée. Les feux actuels en Amazonie, Mexique, Grèce et Floride risquent de faire de 1998 une nouvelle année record. Les informations sur les feux dans le monde sont répertoriés sur le site internet : http://modarch.gsfc.nasa.gov/fire_atlas/fire.html.

Les chirurgiens du silence

Les malades ont conscience de mots prononcés alors qu'ils sont sous anesthésie générale. G. Lubke et ses collègues de l'Université d'Atlanta ont fait entendre des séries de mots à des patients opérés dont le degré d'anesthésie était surveillé en continu par l'analyse des signaux électriques du cerveau. Après le réveil, on présentait à ces patients des mots à compléter, tel que «dim...». Les patients à qui l'on avait fait entendre le mot «limite» pendant l'anesthésie complétait ce mot plus souvent que ceux à qui on ne l'avait pas fait entendre. Le rappel inconscient des mots est meilleur lorsqu'ils sont prononcés pendant les phases légères de l'anesthésie, mais aucun patient n'a un souvenir conscient des mots prononcés.

La réinvention du papier

Bon marché, léger, consommant peu, l'affichage électronique de demain est dans les laboratoires.

Il y a 20 ans, Nicholas Sheridon eut une grande idée, une idée que les scientifiques talentueux et chanceux n'ont qu'une fois dans leur carrière. Ce jeune chercheur imagina de représenter des images sur des écrans portables, bien moins lourds que les tubes cathodiques et bien moins chers que les écrans à cristaux liquides. En théorie, son invention possède les avantages du papier : fin, flexible et durable. Ces afficheurs électroniques consommeraient peu et pourraient cependant afficher des images indéfiniment. Ils pourraient être utilisés pour l'écriture et la lecture. Ils seraient réutilisables des millions de fois et peu onéreux. Nommant son idée *Gyricon*, N. Sheridon déposa un brevet.

Hélas, son invention n'eut guère d'écho. Il y a 20 ans, les dirigeants du Centre de recherche de la Société Xerox, à Palo Alto (PARC, soit *Palo Alto Research Center*), préparaient les innovations de la révolution informatique : le concept de fenêtre, la souris, l'imprimante laser. Ces dirigeants n'avaient aucune vision d'avenir. «Mon chef m'a dit : "[La société] Xerox n'est pas réellement intéressée par les écrans. Pourquoi n'étudieriez-vous pas les techniques d'impression ?" Et c'est ce que j'ai fait», déclare N. Sheridon.

Quinze ans plus tard, notre physicien revient à sa première inspiration et, aujourd'hui,

la concrétisation de ses cogitations trône sur son bureau : le logo du Centre de recherche clignote en noir et blanc. Bien qu'il s'agisse d'un prototype, l'écran carré de 15 centimètres par 15 est très lisible. Sa faible consommation est remarquable : sa seule source d'énergie est une pile solaire. De surcroît, lorsque l'alimentation est coupée, le logo se fixe, mais ne disparaît pas.

Sortant doucement l'appareil de sa gangue de protection, N. Sheridon me montre sa structure : il n'est pas plus épais qu'un gant de latex et il a la même texture. Ce n'est pas une coïncidence : l'écran est fabriqué par l'insertion de minuscules sphères de plastique, de diamètre compris entre 0,03 et 0,1 millimètre, dans une crêpe de silicone fondu. Chaque bille est bicolore, moitié blanche, moitié noire. Après refroidissement, la crêpe est découpée en feuille, puis trempée dans l'huile. Comme une éponge, elle absorbe l'huile et gonfle. Ce faisant, des poches d'huile se forment autour de chaque bille, qui peuvent alors flotter et tourner librement.

Par un mécanisme dont le secret est jalousement gardé, on place sur chaque bille des charges électriques, avec un excès de charge sur l'un des hémisphères colorés. Ainsi, lorsqu'on applique une configuration de champ électrique déterminant l'image à la surface de la feuille, les billes sont soulevées de leur cellule d'huile, et pointent soit l'hémisphère noir, soit le blanc, vers le spectateur. Les billes sont ensuite relâchées dans leur cellule, au fond de l'écran. Là, elles restent immobiles, conservant l'image affichée jusqu'à ce qu'un champ électrique les déloge à nouveau. En modulant la tension, on



Le prototype de l'écran *Gyricon*, mis au point par la Société Xerox, a l'épaisseur de sept feuilles de papier et conserve l'affichage des mois durant, sans alimentation électrique.