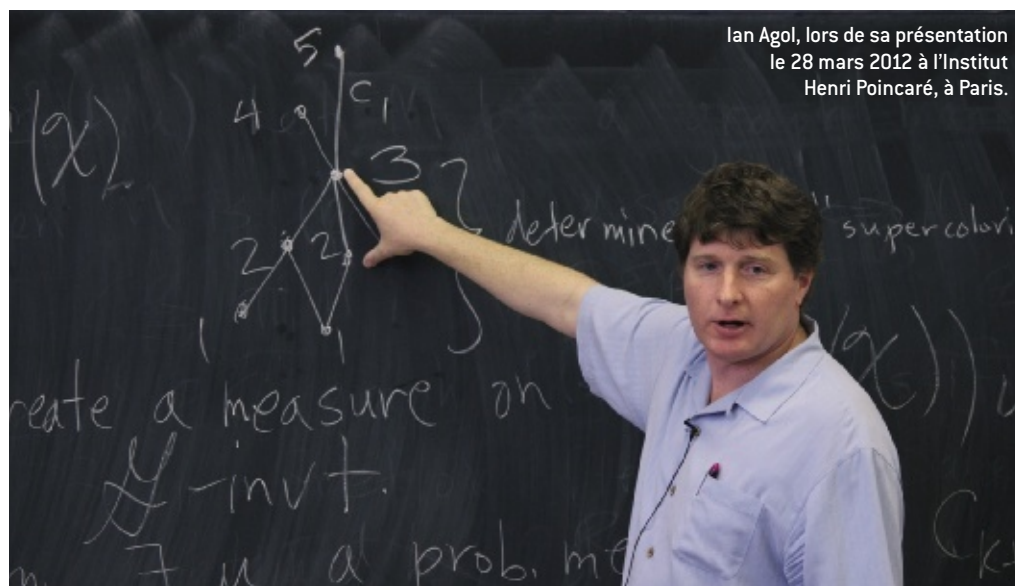


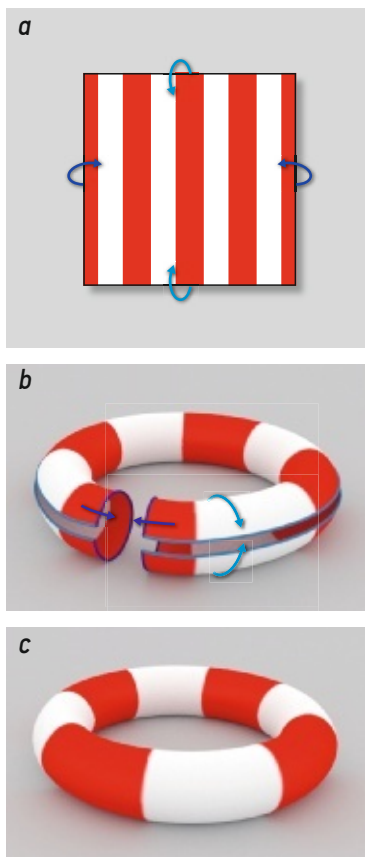
Mathématiques

La conjecture de fibration virtuelle démontrée

L'Américain Ian Agol a prouvé une conjecture de géométrie énoncée en 1982 par William Thurston dans le cadre d'un vaste programme qui englobait notamment la conjecture de Poincaré.



On peut décrire le tore T^2 comme un carré (a) dont on recolle les côtés deux à deux opposés (b) : on obtient ainsi une surface en forme de bouée (c). Ce tore constitue une variété de dimension 2.



En 1982, l'Américain William Thurston posait 24 problèmes. L'un d'eux était la « conjecture de géométrisation », démontrée en 2003 par le Russe Grigory Perelman et qui prouvait du même coup la conjecture de Poincaré (l'équivalent en dimension 3 du fait que toute surface fermée et sans trou peut être déformée continûment en une surface sphérique). L'un des deux problèmes qui restaient en suspens vient d'être résolu par Ian Agol, de l'Université de Californie à Berkeley. Il s'agit de la conjecture dite de fibration virtuelle, qui affirme que toute variété de dimension 3 dont la géométrie est de type hyperbolique peut être dépliée en une variété fibrée. Expliquons-nous.

Une variété est une généralisation de la notion de surface. La surface d'un tore est un exemple en deux dimensions que l'on peut imaginer « plongé » dans un espace de dimension supérieure, où il devient une bouée dont seule la surface importe. On peut aussi se dispenser de cette plongée. La surface d'un tore, noté T^2 , peut alors

être représentée par un carré muni d'instructions de recollement des côtés opposés deux à deux (voir la figure). Avec une dimension supplémentaire, un tore T^3 correspond à un cube dont on recolle les faces deux à deux opposées.

On obtient une classe intéressante de variétés en épaississant une surface quelconque sans bord de façon à former un objet tridimensionnel ayant comme bords une surface intérieure et une autre extérieure. Le recollement de ces deux surfaces conduit à une variété de dimension 3 – un empilement de surfaces – que l'on peut balayer tout au long de l'épaisseur. La variété est dite fibrée en surfaces.

Toutes les variétés de dimension 3 sont-elles fibrées en surfaces ? Non, c'est justement l'enjeu de la conjecture de fibration virtuelle que l'on peut reformuler ainsi : toute variété hyperbolique de dimension 3 est fibrée quand elle est dépliée de façon adéquate. Pour comprendre cette étape, revenons au tore vu comme un carré recollé. Une autre façon de le voir est d'imaginer un quadrillage infini

du plan euclidien dont chaque carré est une copie du carré initial.

Dans cette configuration, deux points sont équivalents quand on peut passer de l'un à l'autre par une combinaison finie de pas (vers la droite, vers la gauche...) de longueur égale au côté du carré. Le dépliage consiste à ne s'intéresser qu'à un sous-groupe de ces transformations qui obéit à certaines contraintes (notamment, la composition de deux transformations doit aussi appartenir à ce sous-groupe). On sait désormais que pour toute variété hyperbolique, il existe une façon de la déplier pour obtenir une variété fibrée que l'on comprend particulièrement bien.

Les mathématiciens se réjouissent de cette preuve, car les travaux qu'elle a nécessités ont conduit à de nombreux développements dans divers champs des mathématiques. En outre, elle utilise des idées issues de branches inattendues telles que l'algèbre, les systèmes dynamiques et les probabilités. C'est à cela que l'on reconnaît un résultat important.

→ Loïc Mangin

Astrophysique

Des collisions d'étoiles aux supernovae

Les supernovae de type Ia se produisent dans des systèmes binaires et l'étoile qui explose est une naine blanche. En revanche, la nature de la seconde étoile n'est pas connue. Ce pourrait être une géante rouge, dont la naine blanche absorbe la matière progressivement, ou une autre naine blanche; les deux naines, en rotation rapide l'une autour de l'autre, se rapprochent progressivement jusqu'à entrer en collision. Pour tester cette seconde hypothèse, Carles Badenes et Dan Maoz, de l'Université de Tel-Aviv, en Israël, ont utilisé une approche statistique. Ils ont sélectionné dans le catalogue spectroscopique du *Sloan Digital Sky Survey* des systèmes binaires de deux naines blanches.

Ils ont alors estimé la fréquence des coalescences de ces étoiles dans notre Galaxie: environ une tous les 300 ans. Or ce nombre est comparable à celui des supernovae de type Ia, ce qui appuie l'hypothèse que les binaires de naines blanches sont à l'origine de ces explosions très énergétiques.

→ Sean Bailly

C. Badenes et D. Maoz, *The Astrophysical Journal Letters*, vol. 749, L11, 2012



Simulation numérique d'un système binaire de deux naines blanches se rapprochant et créant des ondes gravitationnelles.

Tod Strohmayer, GSFC/CXC/NASA

En bref

LA SCIE DU POISSON-SCIE

Le poisson-scie se sert-il de sa scie? Oui, répond une équipe australienne, mais pas pour fouiller le fond sableux en quête d'une proie, comme on le pensait. L'étude de jeunes poissons-scies *Pristis microdon* montre que l'appendice sert de capteur électrique et d'arme. L'animal repère sa proie à l'aide de récepteurs électriques qui recouvrent sa scie. Puis, avec celle-ci, il frappe à grands coups sa victime avant de la retourner pour l'avaler la tête la première.

En vidéo sur www.pourlascience.fr

INVISIBILITÉ MAGNÉTIQUE

Des physiiciens slovaques et espagnols ont réalisé un dispositif qui constitue une cape d'invisibilité au champ magnétique. La cape de Fedor Gômöry et ses collègues est un cylindre dont la couche interne est formée d'un matériau supraconducteur, et la couche externe d'un matériau ferromagnétique. Avec ce dispositif, un champ magnétique extérieur uniforme reste perturbé, comme si le cylindre et l'objet qu'on peut placer à l'intérieur n'existaient pas.

LES GÈNES D'ÖTZI

Ötzi, cet homme du Néolithique retrouvé dans un glacier à la frontière italo-autrichienne, a des « cousins » en Corse et en Sardaigne. Le séquençage de son génome a montré qu'il portait les gènes des premiers paysans néolithiques méditerranéens, arrivés en Europe et dans les îles tyrrhéniennes il y a quelque 8 000 ans. Le marqueur génétique de ces premiers paysans est aujourd'hui présent chez moins de un pour cent des Européens continentaux, mais chez 9 pour cent des Sardes et 25 pour cent des Corses.

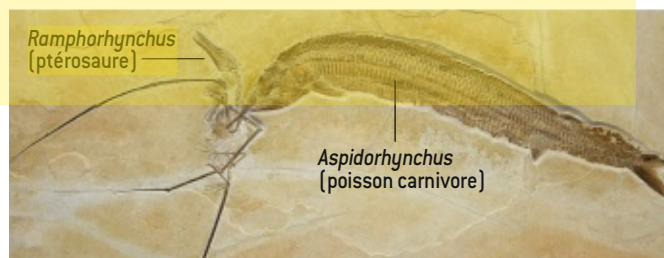
Paléontologie

Un ptérosaure fossilisé avec son prédateur

Son métabolisme est rapide; son vol battu vif et stable; le temps de deux battements d'ailes, et le cerveau du ptérosaure a déjà évalué la proie aperçue. Si la taille de cette dernière convient, le bec pointu, la tête, le cou puis le corps plongeront dans l'eau. Quelques instants plus tard, l'animal émergera et s'envolera, un poisson au bec...

Effectuée par Eberhard Frey et Helmut Tischlinger, deux paléontologues du Muséum d'État de Karlsruhe (Allemagne), l'analyse d'une scène de prédation fossilisée montre qu'il y a 120 millions d'années, les ptérosaures du genre *Ramphorhynchus* chassaient comme les martins-pêcheurs aujourd'hui.

L'un de ces petits reptiles, venant juste d'émerger de l'eau, s'élevait en l'air tout en avalant un petit poisson, quand un poisson carnivore – un *Aspidorhynchus* de 60 centimètres de long – l'attrapa et l'entraîna sous l'eau. Il n'aurait pas dû. Le *Ramphorhynchus* se mit à se débattre si vivement que son aile gauche s'accrocha fermement aux dents du poisson. Oppressé



La fossilisation a figé trois animaux dans une scène exceptionnelle: un poisson carnivore du genre *Aspidorhynchus* saisissant un ptérosaure *Ramphorhynchus*, lequel était en train d'avaler un petit poisson, ici difficilement visible (flèche).

d'être attaché à une proie aussi vive, celui-ci se mit aussi à secouer sa tête pour se libérer, mais sans parvenir à se décrocher sa gueule de la membrane de l'aile – un tissu probablement résistant en raison de son adaptation au vol.

Quand le ptérosaure, noyé, cessa de se débattre, l'*Aspidorhynchus* avait encore la force de le porter, mais de moins en moins celle de se détacher. Petit à petit, il fut entraîné vers les profondeurs anoxiques du lac. En l'absence totale d'oxygène, aucune bactérie ni organisme nécrophage ne vinrent consommer les cadavres, de sorte que la scène a été figée pour l'éternité... géologique.

→ François Savatier

PLoS One, vol. 7(3), e31945, 2012