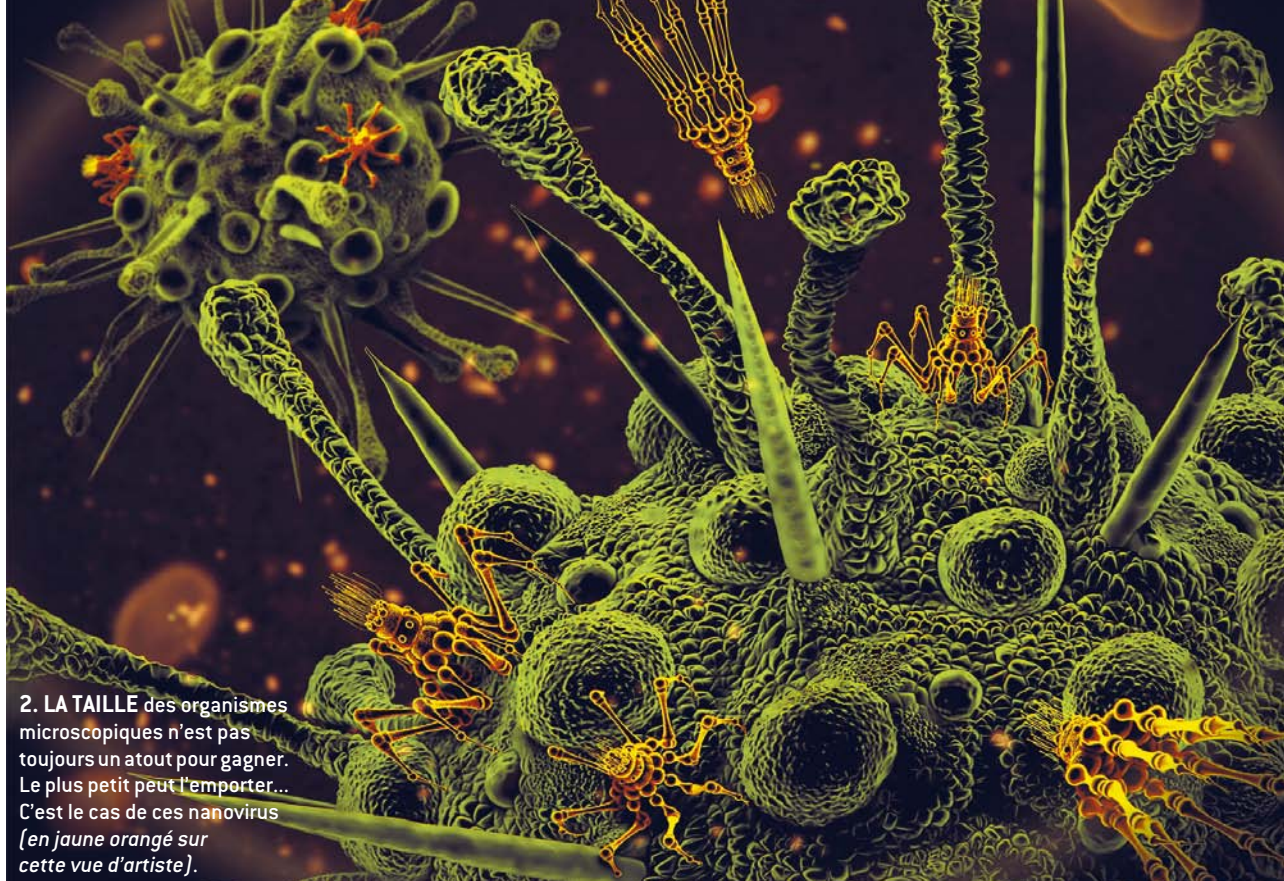




2. LA TAILLE des organismes microscopiques n'est pas toujours un atout pour gagner. Le plus petit peut l'emporter... C'est le cas de ces nanovirus [en jaune orangé sur cette vue d'artiste].

Mais les virus sont encore, plus que les bactéries, les héros d'un genre à part entière, la science-fiction « horrifique » ou « apocalyptique » : dans *L'Armée des douze singes* (Terry Gilliam, 1995), les survivants d'une terrible pandémie envoient des prisonniers dans leur passé pour tenter de trouver l'antidote. En 1978, Stephen King met en scène dans *Le Fléau* un virus échappé d'une base de recherches de l'armée américaine et qui répand la mort.

Généralement plus petit qu'une bactérie, un virus est une entité dépourvue de noyau dont la capacité de reproduction et d'évolution est foudroyante. Mais, contrairement à une bactérie, un virus ne peut se reproduire de façon autonome. Il pénètre dans sa victime et détourne sa machinerie biologique à son profit et s'y multiplie. De surcroît, les virus peuvent rester dans un état de latence, durant lequel ils sont inoffensifs, se transmettre par l'intermédiaire des fluides vitaux – sang, salive ou sperme –, se propager et se « réveiller » brusquement. Ces scénarios intéressent les auteurs de science-fiction, par exemple dans *Alerte !* (W. Petersen, 1995) – où le virus mis en cause rappelle étrangement *Ebola* – ou *Contagion* (S. Soderbergh, 2011) qui traite surtout de la panique mondiale se propageant plus vite que le virus !

La fiction se nourrit de la réalité, mais certains faits divers dépassent la fiction. Ainsi, durant l'été 1999, un New-Yorkais rentre de voyage, ignorant qu'il a été piqué par un mous-

tique porteur d'un virus très dangereux, le virus du Nil occidental. Après avoir gagné le Queens, la souche partira, pour la première fois de son histoire, à l'assaut de l'Occident. Dans 80 pour cent des cas, le virus du Nil s'installe *incognito* dans l'organisme, créant une infection dite asymptomatique. Dans les 20 pour cent qui restent, les sujets souffrent de diverses infections, d'une pseudogrippe jusqu'à la liquéfaction de l'encéphale... Quant aux sujets infectés dans le film *28 jours plus tard*, ils se transforment quasi instantanément en zombies hyperactifs.

Un rôle dans l'évolution ?

Aujourd'hui, virus et science-fiction nous rappellent qu'*Homo sapiens* est avant tout *Homo vulnerabilis*, et que des virus apparaissent tous les jours, les plus connus étant le VIH, responsable du sida et apparu à la fin des années 1970, et H5N1, virus de la grippe aviaire, à l'honneur en 2004, car on craignait une pandémie. Enfin, les virus ne connaissent aucune frontière : la grippe de 1918, dite grippe espagnole, a été déclenchée par une souche particulièrement virulente et contagieuse qui s'est répandue dans le monde entier. Cette pandémie a fait au moins 30 millions de morts selon l'Institut Pasteur ; ce fut la plus mortelle de l'histoire en un laps de temps si court.

Quels sont les liens évolutifs entre l'homme et ces micro-organismes patho-

gènes ? Certains biologistes se demandent si notre espèce (et bien d'autres) ne serait pas apparue au cours de l'évolution... uniquement pour servir de support aux bactéries et aux virus ! Une idée qui se rapproche de celle du film *Phénomènes* (M. Night Shyamalan, 2008) où, pour se défendre contre les humains, les plantes développent un virus qui les pousse à se suicider en masse.

Ce concept de planète vivante capable d'autoréguler ses habitants est issu de l'hypothèse Gaïa, que le Britannique James Lovelock proposa en 1974. Il suggérait que la Terre est une sorte de superorganisme au sein duquel nous habiterions – un peu comme les bactéries et nous. Cela n'est pas sans rappeler *Matrix*, quand l'agent Smith dit à Morpheus retenu prisonnier : « Les humains s'installent pour se multiplier jusqu'à épuiser les ressources naturelles de l'endroit où ils vivent et leur seul espoir de survie, c'est de se déplacer jusqu'à un autre endroit. Il y a d'autres organismes sur la Terre qui ont adopté la même méthode, savez-vous lesquels ? Les virus. Les humains sont une maladie contagieuse, le cancer de la planète, ils sont la peste, et nous sommes le remède. » ■

J.-S. STEYER est paléontologue au CNRS-MNHN, à Paris. R. LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay.

Retrouvez les articles de J.-S. Steyer et R. Lehoucq sur www.pourlascience.fr



ART & SCIENCE

Le crochet, le corail et la géométrie

La forme du corail est l'une des manifestations de la géométrie hyperbolique. L'un des seuls moyens de représenter concrètement les espaces correspondant à cette géométrie est une activité surannée : le crochet.

Loïc MANGIN

Le crochet a mauvaise réputation : cet avatar de la dentelle ne serait pratiqué que par des femmes, plutôt âgées, réunies dans des clubs. Cette image désuète est fautive, au moins en partie. Depuis quelques années, l'art du crochet est redevenu à la mode et l'on ne compte plus les blogs dédiés. Mieux, de la science se cache dans ces ouvrages en mailles qui ornent les fauteuils et le dessus des téléviseurs.

Cet aspect a été exploré en 2005 par Margaret et Christine Wertheim, fondatrices de l'*Institute for Figuring* (IFF), à Los Angeles. Cette institution promeut l'esthétique et les dimensions poétiques de la science et des mathématiques sans recourir à la manipulation de concepts abstraits.

Leur premier projet, nommé *Crochet coral reef*, fut la confection en crochet d'un récif corallien ! L'idée semble saugrenue, elle est pourtant pertinente. Voyons pourquoi. Dans le monde vivant, beaucoup de formes sont crénelées, dentelées, frisées... Citons les algues, les feuilles de laitue, les limaces de mer... et les coraux. Ces surfaces relèvent de la géométrie hyperbolique, l'un des trois types de géométries qui existent.

Une façon de les décrire est fondée sur le postulat des parallèles. Selon Euclide, par un point extérieur à une droite donnée ne passe qu'une parallèle à cette droite. Pendant quelque 2 000 ans, on a tenu ce postulat pour incontournable. Pourtant, au XIX^e siècle, des mathématiciens (Riemann, Lobatchevski...) s'en sont

affranchis. Dans la géométrie sphérique, le nombre de parallèles à une droite donnée est nul ; dans la géométrie hyperbolique, il est infini.

Ainsi, depuis des millions d'années, des organismes exhibent, souvent avec moult couleurs, des concepts découverts il y a moins de 200 ans ! Cependant, alors que les géométries euclidienne et sphérique sont facilement modélisables par un objet physique, respectivement un plan et la surface d'un ballon, la géométrie hyperbolique a longtemps résisté aux tentatives. L'idée est de représenter graphiquement et de façon cohérente une géométrie et ses propriétés.

Depuis des millions d'années, des organismes vivants exposent en couleurs des concepts découverts il y a moins de 200 ans.

Pour la géométrie hyperbolique, la difficulté est telle que beaucoup en ont conclu que cette représentation était impossible.

Plusieurs modèles ont certes été proposés, par exemple celui de Klein-Beltrami et le disque de Poincaré (plusieurs œuvres d'Escher sont fondées sur cette représentation), mais ils restaient trop conceptuels. Le mathématicien William Thurston avait créé un modèle en papier, mais il était très fragile. Puis, en 1997, Daina Taimina, mathématicienne à l'Université Cornell, montra que le crochet pouvait relever le défi.

De fait, le principe du crochet, selon lequel on augmente progressivement le nombre

de mailles des rangs, coïncide avec une propriété de la géométrie hyperbolique : la circonférence d'un cercle augmente de façon linéaire avec le rayon sur un plan euclidien, mais de façon exponentielle sur un plan hyperbolique. Ainsi, la géométrie hyperbolique, dont le corail est une des représentations, peut être confectionnée au crochet !

Plus encore, selon la règle suivie, on obtient des modèles différents. Par exemple, on augmente d'une maille à chaque rang dans la figure *b* et tous les trois rangs dans la figure *c*. La figure *d* montre des droites (*en jaune*) cousues sur un plan hyperbolique.

Le projet de l'IFF a commencé par une petite annonce pour recruter des « crocheteurs ». Il a pris de l'ampleur et rassemble aujourd'hui des milliers de participants de par le monde. Le musée Andy Warhol, de Pittsburg, en Pennsylvanie, fut parmi les premiers intéressés par le projet : l'institution exposa un premier récif corallien en laine (*voir la figure a*) dans le cadre de son exposition consacrée au réchauffement climatique.

Puis ce fut Chicago, où une galerie de 300 mètres carrés fut remplie, ensuite New York, Londres... Aujourd'hui, le résultat de cette œuvre participative est visible à Denver et à Copenhague. À chaque fois, une antenne locale de l'IFF est créée afin de fédérer les bonnes volontés de la région. Le *Crochet coral reef* est sans doute devenu l'un des plus grands projets associant l'art et la science. ■

