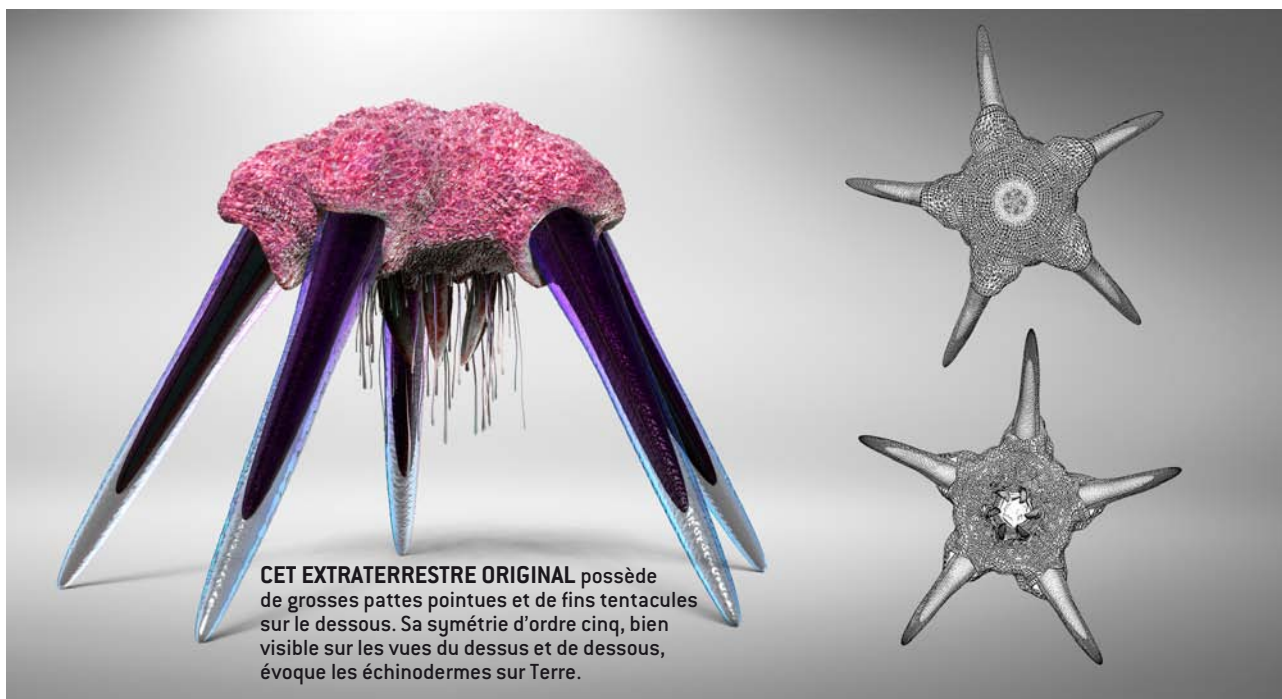




CET EXTRATERRESTRE ORIGINAL possède de grosses pattes pointues et de fins tentacules sur le dessous. Sa symétrie d'ordre cinq, bien visible sur les vues du dessus et de dessous, évoque les échinodermes sur Terre.

et les spongiaires, c'est-à-dire les vers, les arthropodes, les mollusques, les échinodermes et les vertébrés.

Quel est l'intérêt évolutif d'une symétrie bilatérale ? Un bilatérien n'est plus limité à une forme circulaire, ce qui rend possible des morphologies très variées et parfois plus adaptées à l'environnement. En outre, une symétrie bilatérale assure une certaine mobilité de l'animal, car elle permet d'équilibrer la traînée du côté gauche et celle du côté droit lors du déplacement, et donc de ne pas nager ou voler en rond !

En science-fiction, pour donner des repères au spectateur, on ne rencontre presque que des êtres vivants chez qui on reconnaît spontanément une symétrie bilatérale, une tête ou des yeux. C'est donc beaucoup de formes du vivant terrestre qui sont ignorées quand il s'agit d'imaginer des extraterrestres !

Or il existe de nombreuses « curiosités » terriennes. Par exemple, la plupart des échinodermes présentent une symétrie radiale d'ordre cinq, dite pentaradiée – ils perdent leur bilatéralité au cours de leur développement et exhibent cette nouvelle symétrie à l'âge adulte.

Notons que très peu d'animaux sur Terre ont développé une symétrie radiale d'ordre trois : c'est le cas des trilobozoaires, un groupe de fossiles marins, très anciens (il y a environ 550 millions d'années) et dont la plupart ressemblaient à de petits disques ornements. Dans le roman *Rendez-vous avec Rama* (1972), Arthur C. Clarke décrit l'arrivée dans

le Système solaire d'un gigantesque et énigmatique vaisseau. L'exploration de cet appareil, avant qu'il ne reparte, soulève bien des questions, mais révèle que les êtres qui en sont à l'origine ont une symétrie ternaire.

De nouvelles formes, au gré de l'évolution

La forme d'un organisme, qu'elle soit symétrique ou non, est le fruit de l'évolution des espèces : les mutations aléatoires génèrent une certaine diversité (les évolutionnistes préfèrent le terme de disparité) qui est retenue ou non selon, notamment, les conditions du milieu, c'est-à-dire les contraintes physiques.

Ainsi, sur Terre en tout cas, les plantes arborescentes adoptent presque toutes la même structure : un axe principal vertical, le tronc, qui prend racine dans le sol et porte des appendices secondaires, les branches. On peut considérer cette forme caractéristique comme une réponse aux contraintes environnementales : un arbre capte d'autant plus de lumière qu'il est haut et étendu, et puise d'autant plus de nutriments que ses racines se développent. Cette structure était déjà présente chez les fougères arborescentes du Carbonifère, il y a environ 300 millions d'années.

Autre exemple, chez les animaux cette fois, plusieurs appendices natatoires sont apparus au cours de l'évolution : chez les « poissons » bien sûr, mais aussi chez les

ichtyosaures (reptiles marins d'il y a entre 255 et 90 millions d'années), chez les oiseaux plongeurs (manchots) ou chez les mammifères aquatiques (pinnipèdes, siréniens, cétacés). Leurs formes analogues (on parle de « morphotypes »), en ogive, sont liées au fait que la résistance exercée par l'eau sur un corps en mouvement est minimale pour un tel profil. On parle de convergences évolutives.

Des chercheurs ont développé une théorie physique de la morphogenèse qui contribue à éclairer la nature des contraintes exercées sur la morphologie. Ils tentent d'expliquer la formation de l'embryon grâce notamment aux propriétés de la matière organique, en particulier sa fluidité. Obéissant aux lois de l'hydrodynamique, la matière organique serait contrainte, dans son développement, par un ensemble de lois physiques qui expliquent en partie ces convergences évolutives.

Si des espèces génétiquement très distantes peuvent parfois se ressembler, ce n'est pas parce qu'il existe un plan divin ou un ordre cosmique, c'est tout simplement parce que les organismes vivants, produits de la sélection naturelle, sont parfois soumis aux mêmes contraintes physiques. Reste à connaître ces contraintes sur les autres planètes habitables... ■

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

ART & SCIENCE

L'art au service de la vaccination

La Fondation Bill-et-Melinda-Gates a commandité 30 œuvres d'art pour célébrer les succès des vaccins, mais aussi alerter sur les efforts nécessaires afin que tous en bénéficient.

Loïc MANGIN

Dans sa XI^e lettre philosophique, intitulée *Sur la petite vérole*, Voltaire raconte : « Un évêque de Worcester a depuis peu prêché à Londres l'inoculation ; il a démontré en citoyen combien cette pratique avait conservé de sujets à l'État ; il l'a recommandée en pasteur charitable. On prêcherait à Paris contre cette invention salutaire... » Le philosophe loue ainsi les avantages de ce que l'on nomme aujourd'hui la vaccination contre la petite vérole, c'est-à-dire la variole. Ce procédé consiste à préparer un organisme à une éventuelle rencontre avec un agent pathogène en lui introduisant de quoi stimuler son système immunitaire. La substance injectée, dite antigénique, est par exemple une bactérie atténuée, ou bien un fragment de virus.

Le succès de cette méthode est incontestable. Ainsi, la variole a été éradiquée en 1977 après une campagne massive de vaccination entamée en 1958. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la vaccination évite deux à trois millions de décès par an. Elle concerne de nombreuses maladies infectieuses (la diphtérie, le tétanos, la poliomyélite, la rougeole...) et quelques cancers, notamment celui du col de l'utérus.

Cependant, il reste encore beaucoup à faire. De fait, toujours selon l'OMS, un enfant sur cinq échappe encore à la vaccination. En 2013, quelque 21,8 millions de nourrissons n'ont pas été vaccinés. Les raisons sont multiples : approvisionnement en deçà des

besoins, difficultés d'accès aux services de santé, manque d'informations sur la vaccination, soutien politique et financier insuffisant.

Engagée depuis janvier 2000 dans la diffusion des innovations en matière de santé, la Fondation Bill-et-Melinda-Gates a invité récemment une trentaine d'artistes (photographes, peintres, plasticiens...) de renommée internationale à se pencher sur le thème de la vaccination. C'est le projet *The Art of Saving a Life*. Les œuvres doivent rappeler les succès de la vaccination, les défis qu'elle doit encore relever, l'implication des scientifiques... Voyons quelques exemples.

Les fleurs évoquent la traduction chinoise du mot variole, soit tianhua, c'est-à-dire fleurs célestes...

La photographe australienne Alexia Sinclair s'est engagée dans l'aventure, notamment pour répondre aux campagnes antivaccinations qui ont cours dans son pays. Elle a composé une scène (*a*, page ci-contre) où l'on aperçoit, à gauche, une reconstitution de la première vaccination en Europe. Le 14 mai 1796, le médecin britannique Edward Jenner inocula à un garçon de huit ans, James Phipps, du pus récupéré sur une fermière infectée par la vaccine (la variole des vaches). L'enfant a été immunisé et résista à la variole humaine qu'on lui a transmise trois mois plus tard.

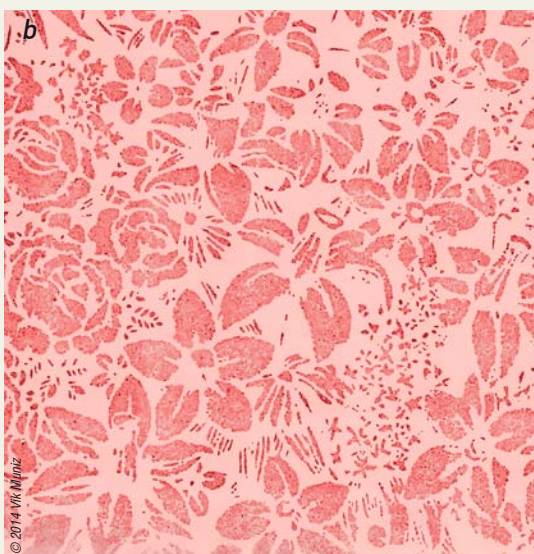
La femme richement vêtue, au centre du cliché, rappelle que la maladie touche toutes les classes sociales, sans distinction. Quant aux fleurs, elles évoquent la traduction chinoise du mot *variole*, soit *tianhua*. En effet, ce terme signifie *fleurs célestes*. Pour quelles raisons ? D'abord, la vaccination, ou variolisation, serait une graine de variole (une forme que l'on supposait peu virulente) semée dans le corps. Notons que la première mention indiscutable de la variolisation apparaît en Chine dès le XVI^e siècle. Ensuite, l'apparition des pustules serait un fleurissement. Enfin, la maladie ainsi déclenchée est parfois mortelle...

On retrouve des fleurs dans l'œuvre de Vik Muniz (*b*). Elles sont constituées de cellules hépatiques que l'infection par le virus de la variole rend rouges. Élaboré en laboratoire, le décor floral, microscopique, a été agrandi pour devenir une immense image.

Autre exemple : la sculptrice Katharine Dowson a gravé au laser, dans huit blocs de cristal, la structure moléculaire d'un fragment de l'enveloppe du VIH (*c*) qui pourrait conduire à la conception d'un vaccin.

Parmi les artistes invités, citons Olafur Eliasson, Sebastião Salgado, Angélique Kidjo, Chimamanda Ngozi Adichie, Luc Jacquet... Où voir leurs œuvres ? En fait, elles ne sont destinées qu'à être diffusées sur Internet, c'est-à-dire... viralement ! ■

Site du projet *The Art of Saving a Life* : <http://bit.ly/Gates-AOSAL>



VARIOLE. VIK MUNIZ a créé ce motif floral avec des cellules de foie devenues rouges après une infection par le virus de la variole.



SIDA. KATHARINE DAWSON a sculpté dans du cristal la structure d'un fragment du VIH qui pourrait être utile à la conception d'un vaccin. Le découpage en huit blocs illustre la nécessaire collaboration des chercheurs.