

c'est qu'il a en quelque sorte "brûlé" car il a dépassé le degré normal de maturation. »

Al-Djâhiz évoque aussi le cas d'animaux possédant des caractéristiques communes à deux classes différentes. Sur les anguilles, il émet deux hypothèses : soit ce sont des reptiles marins qui se seraient adaptés au milieu marin au point d'acquérir des caractéristiques de poissons, soit elles sont issues d'une hybridation entre un poisson et un serpent.

En d'autres termes, al-Djâhiz explique qu'il y aurait un déterminisme environnemental chez certains animaux (dont les êtres humains) et propose que des caractères soient acquis et transmis aux descendants. Doit-on y voir pour autant un précurseur du transformisme formulé par le naturaliste Jean-Baptiste de Lamarck à la fin du XVIII^e siècle, selon lequel les êtres vivants se transforment au fil des générations, en partie sous l'effet de leur environnement, ou de la théorie de l'évolution de Darwin ? N'allons pas jusque-là. Il ne s'agit pas d'avoir une lecture anachronique. Certes, le monde décrit par al-Djâhiz est dynamique : il n'y a pas de fixisme dans l'univers jahizien, mais ce n'est pas pour autant un raisonnement lamarckien ou darwinien, car les mécanismes exposés ne sont pas ceux du transformisme de Lamarck ou de l'évolutionnisme de Darwin.

Une œuvre reconnue, puis oubliée

Malgré un travail rigoureux, une œuvre considérable et de nombreux phénomènes biologiques observés, décrits et analysés, al-Djâhiz est peu connu des historiens modernes de la biologie. Dans la période médiévale, son œuvre a été lue, assimilée et commentée. Elle a même influencé nombre d'auteurs de l'époque et des siècles suivants, tels l'écrivain Abu Hayyân al-Tawhîdî (930-1023), qui a écrit un ouvrage contenant un chapitre zoologique, le naturaliste égyptien al-Damirî (1344-1405), auteur d'une compilation encyclopédique des animaux, ou le médecin et philologue arabe Abdellatif al-Baghdadi (1162-1231), qui a écrit un résumé du *Livre des animaux* et est réputé pour avoir étudié la faune de l'Égypte. On retrouve même des

traces des réflexions d'al-Djâhiz sur l'organisation du monde vivant chez le savant historien maghrébin du XIV^e siècle, Ibn Khaldun.

Pourtant, nous n'avons pour l'instant aucune trace de la transmission du texte d'al-Djâhiz au monde latin. Certes, à l'époque médiévale, plusieurs traités zoologiques arabes ou grecs traduits en arabe ont circulé en Europe ; par exemple, Frédéric II, qui a régné sur le Saint Empire romain germanique de 1220 à 1250, a écrit *De l'art de chasser au moyen des oiseaux* vraisemblablement à partir de traités de fauconnerie arabes, de textes d'Aristote et de ses expériences personnelles de chasseur ; le philosophe et théologien Albert Le Grand, quant à lui, a compilé Aristote et les commentaires arabes dans *De animalibus*, en 1270. Mais nous n'avons aucune information sur une quelconque transmission du *Kitâb al-Hayawân* au monde latin ou d'éventuels commentaires de l'ouvrage. Pourquoi cette absence de transmission ? Dans divers lieux de traduction en Europe, tels Salerne et Tolède, les traducteurs suivaient un programme répondant aux questions posées par leur société et leurs mécènes ; l'ouvrage, peut-être classé comme texte littéraire, a pu ne pas être sélectionné.

Historiens et chercheurs n'ont décelé la part de biologie dans l'œuvre d'al-Djâhiz que depuis quelques décennies. Plusieurs raisons expliquent cet « oubli ». D'une part, al-Djâhiz étant réputé pour ses talents de *adib* – homme de lettres –, il a été étudié par des spécialistes de la langue et de la littérature arabes, qui ont valorisé la beauté de sa langue, son esprit brillant et facétieux, ses satires sociales, mais ont délaissé l'œuvre biologique. D'autre part, l'énorme masse de l'ouvrage et son organisation particulière, qui évoque plus un journal ou un cahier de laboratoire qu'une œuvre achevée, découragent les chercheurs.

Enfin, à partir du XIX^e siècle, les œuvres littéraires d'al-Djâhiz ont mieux circulé que son corpus naturaliste. Le *Livre des Avars* a été traduit, mais le *Livre des animaux* n'est toujours pas traduit en intégralité dans une langue européenne, probablement à cause de sa densité et de la difficulté lexicologique dans la dénomination des espèces animales. C'est la tâche à laquelle s'attellent à présent les historiens des sciences. ■



2. PORTRAIT D'AL-DJÂHIZ sur un timbre poste du Qatar imaginé par le peintre Arturo Ortis (1971). Figure littéraire arabe, al-Djâhiz a traversé presque un siècle, durant lequel il a côtoyé de nombreux vizirs et califes. Il est mort à 92 ans, en 868 ; selon la légende, il a été enseveli sous ses livres après la chute de sa bibliothèque.

✓ BIBLIOGRAPHIE

M. Ben Saad, *La connaissance du monde vivant chez le savant al-Djâhiz : les sciences de la vie et le regard d'al-Djâhiz dans les sciences arabes*, thèse, Université Paris 7, 2010.

M. Ben Saad et M. Katouzian-Safadi, *Les insectes dans la classification des animaux d'al-Djâhiz : entre mythe et raison*, Actes du colloque international Explora Conference « Insects and Texts : spinning webs of wonder », à paraître.

P. Pellegrin, *Aristote, Les génies de la science*, n° 25, 2005.

A. Aarab et al., *La méthodologie scientifique en matière zoologique de Jâhiz dans la rédaction de son œuvre Kitâb al-Hayawân*, *Anaquel Estudios arabes*, vol. 14, pp. 5-19, 2003.

A. Aarab, *Étude analytique et comparative de la zoologie médiévale, cas du Kitâb al-hayawân de Jâhiz [776-868]*, thèse d'État de la Faculté des sciences de Tétouan, 2001.

N. Bel-Hadj Mahmoud, *La psychologie des animaux chez les arabes, notamment à travers le Kitâb al-Hayawân de Djâhiz*, Klincksieck, 1977.

 LOGIQUE & CALCUL

Infini et impossible !

Placer une infinité d'impossibilités dans un seul dessin peut sembler un peu futile. Cela produit pourtant de troublantes images où l'œil est mis à rude épreuve.

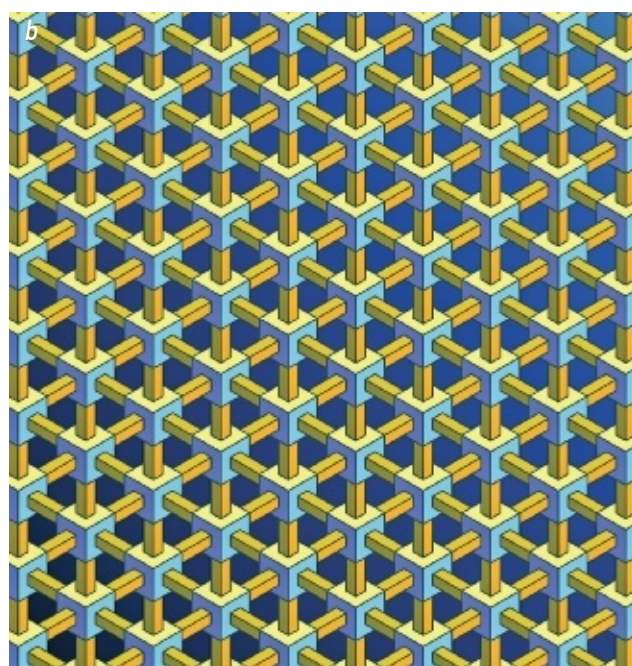
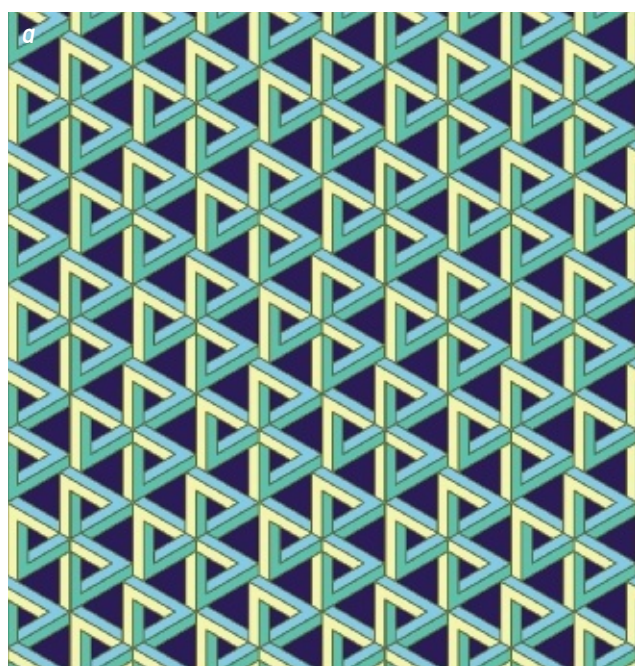
Jean-Paul DELAHAYE

Si l'infini n'existe pas dans le monde physique, ni l'infiniment grand ni l'infiniment petit, alors toute figure infinie est impossible. La représentation des deux rails d'une voie de chemin de fer qui se rejoignent à l'horizon, le flocon de von Koch au tracé découpé à toute échelle seraient des dessins approximatifs de structures mathématiques infinies absentes du monde réel : toute tentative de représentation graphique de l'infini serait illusoire.

Cependant, ni la physique ni la cosmologie n'ont tranché définitivement la question de l'existence réelle de l'infini ; cette question pourrait d'ailleurs être hors du champ de la science. Si l'on fait l'hypothèse que l'infini est une réalité physique, par exemple parce que l'espace n'est pas borné ni refermé sur lui-même (au contraire de la surface d'une sphère), alors le dessin de deux rails qui se rejoignent à l'infini est la représentation de quelque chose de possible.

Dans notre ignorance actuelle de ce qu'est la réalité matérielle ultime et de ce qu'il en est de l'infini physique, la représentation des structures mathématiques infinies n'est pas absurde. Du coup, on peut s'amuser à concevoir dans l'abstrait des objets qui, en plus de leur propriété d'être infinis, seront impossibles à cause de leur structure même.

C'est là un jeu un peu gratuit, un divertissement mathématique, mais récemment, plusieurs contributions ont agrémenté cet



art de l'infiniment impossible. C'est le sujet de cette rubrique.

Une première méthode pour créer ces figures « infiniment impossibles » consiste à partir d'une figure impossible finie, par exemple la tripoutre de Penrose (trois poutres non coplanaires et qui semblent cependant se rejoindre en formant un triangle impossible), et à en remplir l'espace de la feuille périodiquement en liant les composants pour conférer une unité apparente au dessin.

Une figure impossible répétée indéfiniment

Selon la représentation précise de la tripoutre utilisée, on obtient divers pavages infinis impossibles dont l'ingénieur et artiste anversois Jos Leys a réalisé de jolies versions (voir la figure 1).

Chacune de ces images est troublante, et cela, plus encore que l'image impossible qui sert de composante élémentaire à sa construction. Ainsi, en regardant la figure 1b, on a d'abord le sentiment d'être face à un réseau illimité tridimensionnel, analogue par exemple à un réseau de cubes évidés placés les uns contre les autres et

remplissant les trois dimensions de l'espace. Toutefois, cette première impression évolue en une autre, un peu désagréable cette fois, d'incohérence générale et grave de toute l'image. L'incohérence se manifeste dans chaque zone du pseudo-espace que l'image prétend représenter. Nous comprenons, à mesure que nous examinons le dessin, que celui-ci est partout fallacieux et infiniment contradictoire.

Une autre création infiniment impossible de J. Leys est un peu plus simple. Elle a été obtenue en appliquant une translation selon une seule direction à un schéma d'escalier paradoxal. Cet escalier a été conçu de façon que, mis bout à bout, deux exemplaires s'associent parfaitement. Le résultat est un escalier infini, qui, si on l'empruntait dans le sens de la descente, conduirait toujours plus haut (voir la figure 5) ! On trouvera une collection d'images de cette catégorie réalisée par J. Leys sur son site : http://www.josleys.com/show_gallery.php?galid=232

Depuis longtemps, on a noté que la tripoutre de Penrose ou l'escalier fou ne sont impossibles qu'à la condition que l'œil interprète les droites apparentes comme

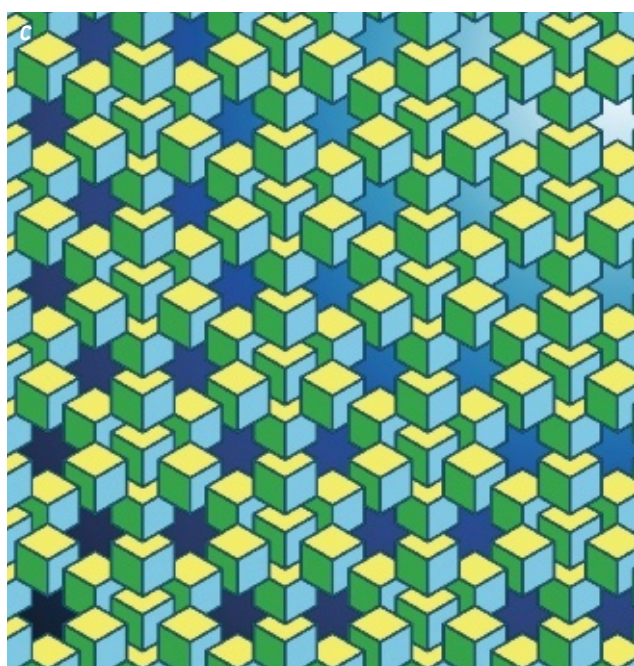
des droites réelles et les positionnements relatifs des composants de la façon la plus simple.

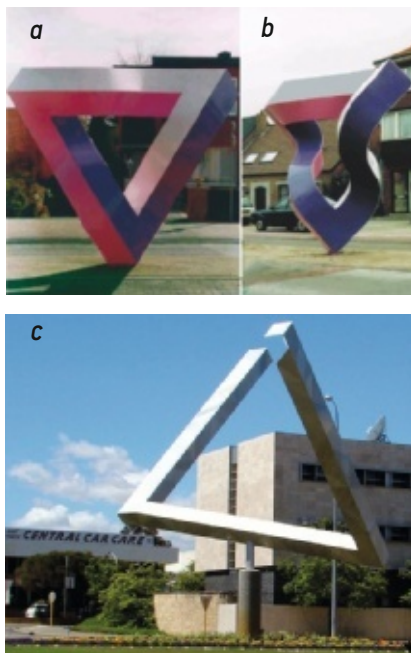
De nombreuses pages Internet proposent de remarquables dispositifs de tromperies visuelles réalisant l'impossible géométrique. Les constructions sont parfois fabriquées et parfois présentées sous la forme de modèles informatiques. Voir : <http://www.cs.technion.ac.il/~gershon/EscherForReal/>.

Mouvement perpétuel à la Escher

Il existe même de petits films dont le plus extraordinaire est la réalisation de la célèbre gravure de l'artiste néerlandais Maurits Escher *La chute d'eau*, dont la mise en fonctionnement produit un mouvement perpétuel que l'on serait tenté de croire réel – voir : <http://im-possible.info/english/anim/youtube-real-waterfall.html>

1. LES INFINIS IMPOSSIBLES DE JOS LEYS. Obtenus en pavant le plan par un motif impossible répété dans deux directions, ces dessins infinis impossibles créent l'étrange impression d'un espace tridimensionnel et pourtant sans véritable profondeur.





2. DESSINS PARADOXAUX DEVENUS RÉALITÉ.

En se plaçant au bon endroit de cette place du village d'Ophoven près de Maastricht, on observe l'impossible tripoutre de Penrose (a). Pour comprendre l'illusion, il suffit de changer l'angle de vision en se déplaçant : on découvre que les segments du triangle impossible sont en réalité courbés (b). Une autre astuce a été mise en œuvre par des artistes australiens à Perth (c).

Deux artistes ont utilisé ces jeux géométriques avec l'absurde pour des sculptures monumentales qu'ils ont su vendre et installer sur des places publiques. L'une, due au Belge Matheau Haemakers, se trouve dans le village d'Ophoven en Belgique, non loin de Maastricht, et utilise la méthode de la torsion : les barres de la tripoutre de Penrose ne sont pas rectilignes, contrairement à ce que croit notre œil quand la perspective produit l'illusion.

L'autre réalisation monumentale de la tripoutre se trouve en Australie, dans la ville de Perth. C'est une œuvre créée en 1999 par Brian MacKay et Ahmad Abas, qui ont utilisé cette fois la méthode de la cassure : sous un certain angle, notre œil croit que sont liés des éléments de la construction qui ne le sont pas, et, de ce fait, observe l'image d'une sculpture qu'il juge impossible.

L'infini impossible est-il possible ?

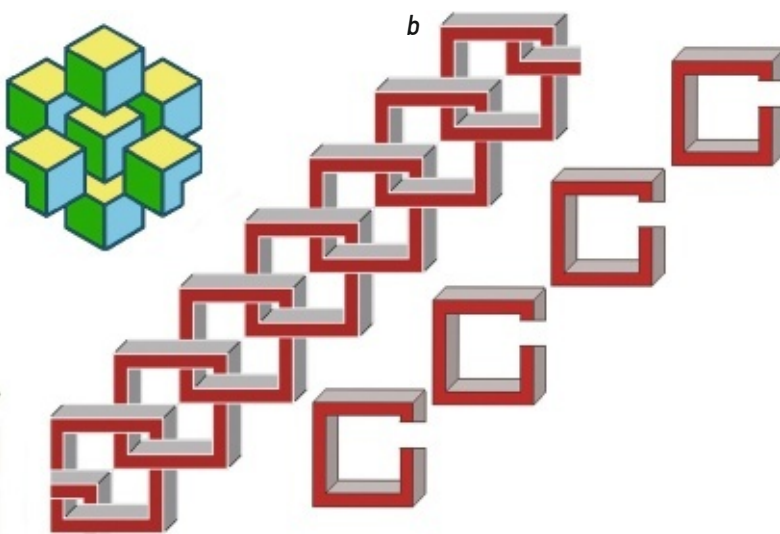
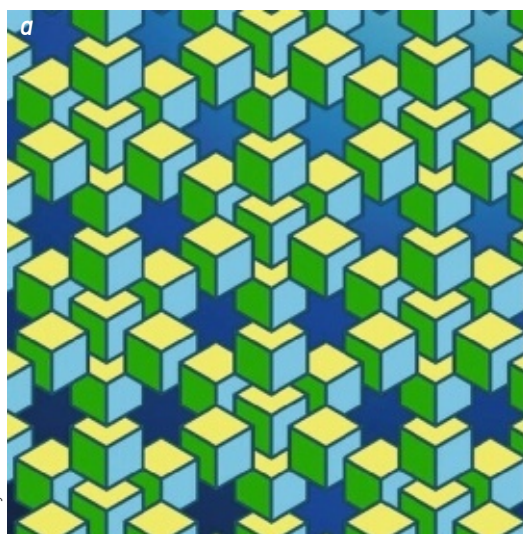
On peut se demander ce qu'il en est pour les schémas infinis proposés par J. Leys : pouvons-nous concevoir des objets tridimensionnels qui occuperaient tout l'espace « pour de vrai » et qui, vus d'un certain

point, produiraient l'image impossible infinie dessinée ?

Je ne connais pas la réponse pour chacun d'eux, mais pour certains, il est assez facile de concevoir des formes qui rendent possible l'infini géométrique paradoxal.

Prenons par exemple la figure 1c. Elle est composée de la répétition à l'infini de paquets de sept cubes : six cubes entourant un cube central. Ces sept cubes seuls n'ont rien d'impossible et ce n'est que le positionnement relatif des divers paquets de sept cubes qui produit l'apparente absurdité. Pour que cette juxtaposition des paquets devienne possible, il suffit juste d'imaginer que les deux cubes du Sud-Est et du Sud-Ouest de chaque paquet de sept cubes sont en fait des L, c'est-à-dire des cubes découpés comme indiqué sur la figure 3a.

Un autre exemple de figure impossible infinie rendue possible est obtenu en considérant une chaîne illimitée d'anneaux carrés disposés en ligne (voir la figure 3b). La réalisation dans l'espace de cette chaîne infinie paradoxale s'obtient par le découpage d'un segment de chaque anneau juste au bon endroit pour que la barre placée en arrière crée l'illusion de passer devant.



3. L'INFINI IMPOSSIBLE RENDU POSSIBLE. Pour un « œil qui réfléchit », la figure impossible infinie 1c (page 3) devient possible. En découpant deux cubes de chaque paquet de sept cubes comme le dessin l'indique (a), on obtient des structures qu'on peut réellement disposer en colonnes

infinies, ces colonnes infinies pouvant être mises côte à côte. On obtient alors un « papier peint » qui produit exactement l'image de Jos Leys (et qui rend fou !). Une autre figure infinie d'anneaux emboîtés est rendue possible par la technique classique du découpage (b).

Une animation de cette idée (cette fois en perspective conique et non plus en perspective cavalière) a été réalisée par Francesco De Comité, de l'Université de Lille, et se trouve sur la page : <http://www.flickr.com/photos/fdecomite/sets/72157626054113902/>.

Des fractales impossibles

Une figure peut être infinie parce qu'elle s'étend (potentiellement) sans limites du fait de sa structure répétitive, ou, en termes savants, du fait de son invariance par translation selon une ou deux directions. Cependant, à côté de cet infiniment grand auquel la géométrie nous a accoutumés depuis plus de deux millénaires, un autre infini géométrique a été mis en évidence, celui des fractales.

Le terme créé en 1974 par Benoît Mandelbrot (1924-2010) désigne de manière générale toute figure ou objet infiniment découpé ou fractionné. Ces constructions possèdent souvent une symétrie interne : on retrouve en elles-mêmes leur forme globale en plus petit, à la façon de poupées russes : en termes savants, elles présentent une invariance par homothétie.

Rappelons que leur première apparition s' st produite il y a maintenant plus d'un siècle, quand les mathématiciens cherchaient à élucider la structure fine du continu, c'est-à-dire de la droite géométrique. Cantor a découvert autour de 1870 ce que l'on dénomme aujourd'hui l'ensemble triadique de Cantor ou pouss re de Cantor : partant d'un segment, on en retire le tiers médian, ce qui donne deux segments, dont on retire le tiers médian, ce qui en donne quatre segments, etc.

Les courbes de Peano (1890), puis le flocon de von Koch (1905) rendent visibles des singularités topologiques que l'on pensait impossibles : des courbes passant par chaque point d'un carré plein, des courbes sans tangentes, des courbes de longueur infinie délimitant une aire bornée, etc.

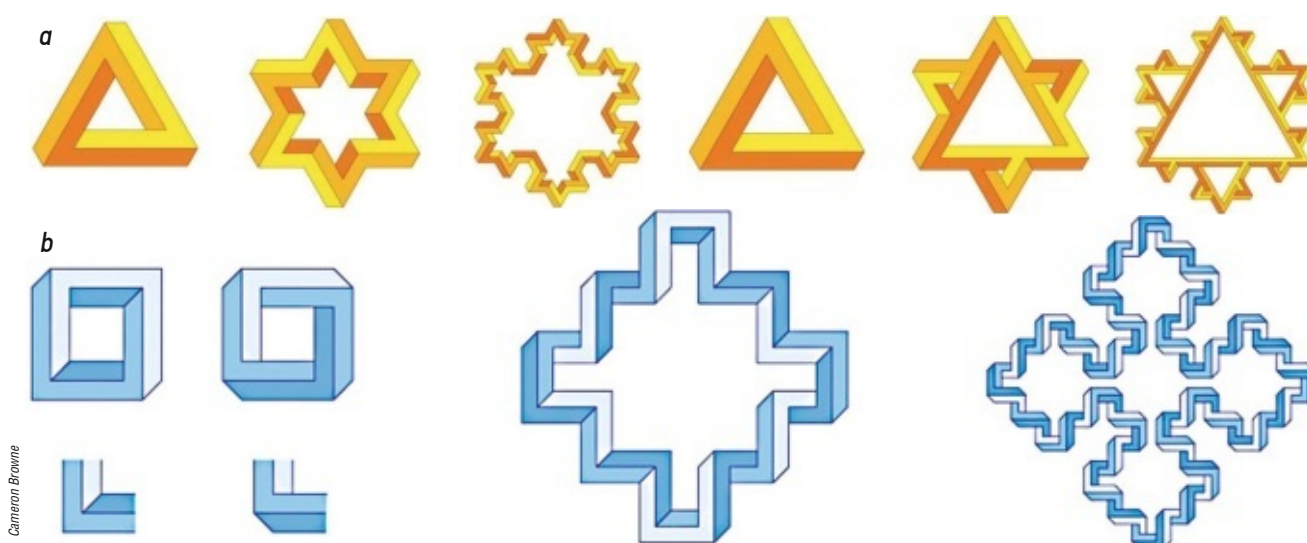
En géométrie classique, on assimile l'espace physique à l'ensemble des couples de nombres réels (pour le plan) ou à l'ensemble des triplets de nombres réels (pour l'espace). C'est bien commode et cette conception nous a permis de comprendre des notions comme la continuité, la vitesse, l'accélération, la connexité, etc.

Cependant, la mécanique quantique et l'impossibilité pratique de descendre

L'AUTEUR

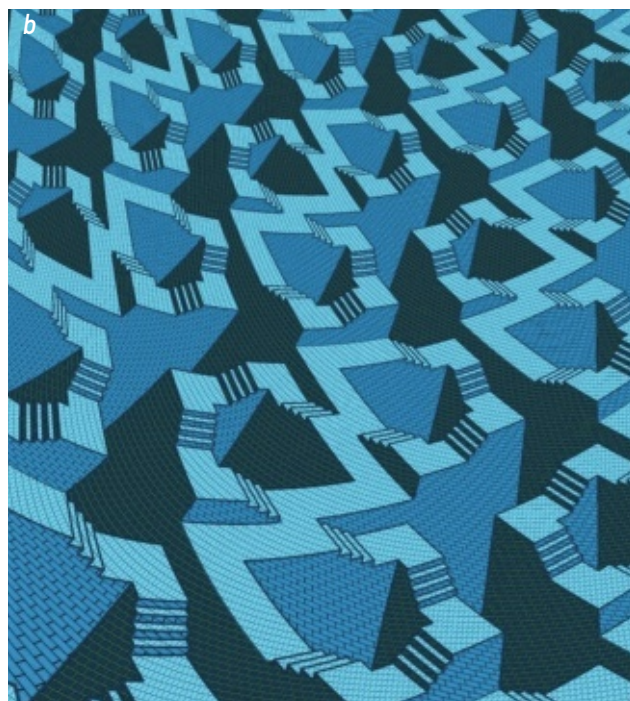
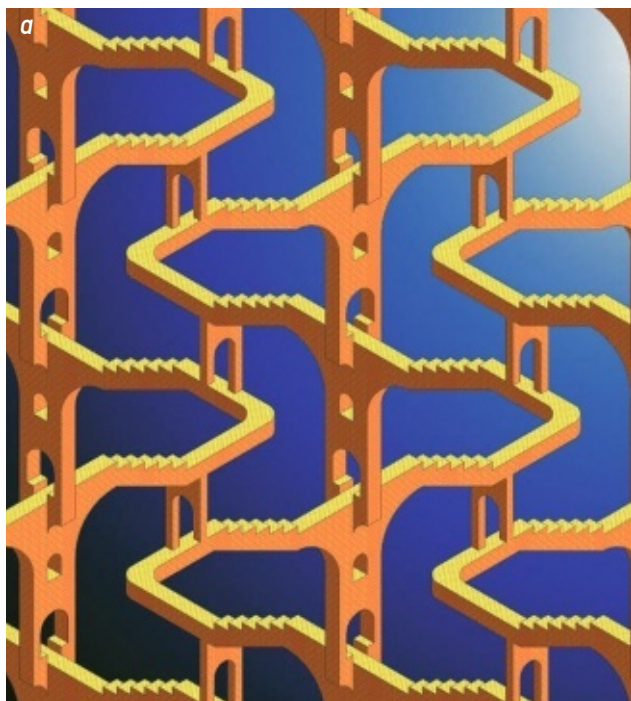


Jean-Paul DELAHAYE est professeur à l'Université de Lille et chercheur au Laboratoire d'informatique fondamentale de Lille (LIFL).



4. LA LIMITE DE L'IMPOSSIBLE. En combinant un schéma de figure impossible avec l'algorithme de construction du flocon de von Koch, le spécialiste d'informatique graphique Cameron Browne a obtenu une suite infinie (a) de figures impossibles (du moins au premier abord) conver-

geant vers le flocon de von Koch. Or dans l'espace euclidien des mathématiciens, ce flocon est une figure possible, sans recourir à aucune astuce. Un second exemple de suite de figures impossibles dont la limite est possible est obtenu en partant d'un carré (b).



5. POUR MONTER, IL SUFFIT DE DESCENDRE. Ces impossibles infinis de Jos Leys sont construits en partant d'un motif d'escalier paradoxal à la Escher qui s'accroche à lui-même. On obtient ainsi un dessin périodique

d'escalier ascendant... qui descend. L'escalier infini aurait dû figurer sur les armoiries du surintendant Fouquet : *Quo non ascendet* ? Croyant monter dans l'estime de Louis XIV, Fouquet en est descendu.

très loin dans l'infiniment petit font douter de la validité de ce modèle de l'espace fondé sur les nombres réels : il se pourrait que les objets infiniment découpés de la géométrie fractale soient des illusions théoriques du seul fait de leur finesse sans limite. Nous ne prendrons pas en compte cette objection et nous admettrons que le modèle classique de l'espace est conforme à celui du monde physique réel et que les fractales sont physiquement possibles.

L'impossibilité disparaît à la limite

N'existe-t-il pas alors des objets infiniment impossibles de taille bornée ? L'infinie impossibilité de leur structure ne serait plus, comme dans le cas des images de J. Leys, due à leur étendue illimitée (dont la feuille de papier ne rend d'ailleurs qu'imparfaitement l'image), mais se trouverait dans la finesse sans limites de leur organisation paradoxale.

Cameron Browne, de l'*Imperial College* de Londres, a répondu positivement à la question en proposant plusieurs images réalisées à l'aide de programmes informatiques. Il combine dans les images produites le découpage infini des fractales et des objets invariants par homothétie avec l'impossibilité des figures du type triangle de Penrose.

La figure 4 montre les étapes de construction d'un flocon de von Koch, l'un à l'intérieur totalement vide, l'autre avec des barres de supports internes. Le schéma utilisé par C. Browne est tel que chaque étape de construction est une figure impossible. Les figures limites de ces séries seraient donc des figures fractales cumulant les impossibilités introduites étape par étape.

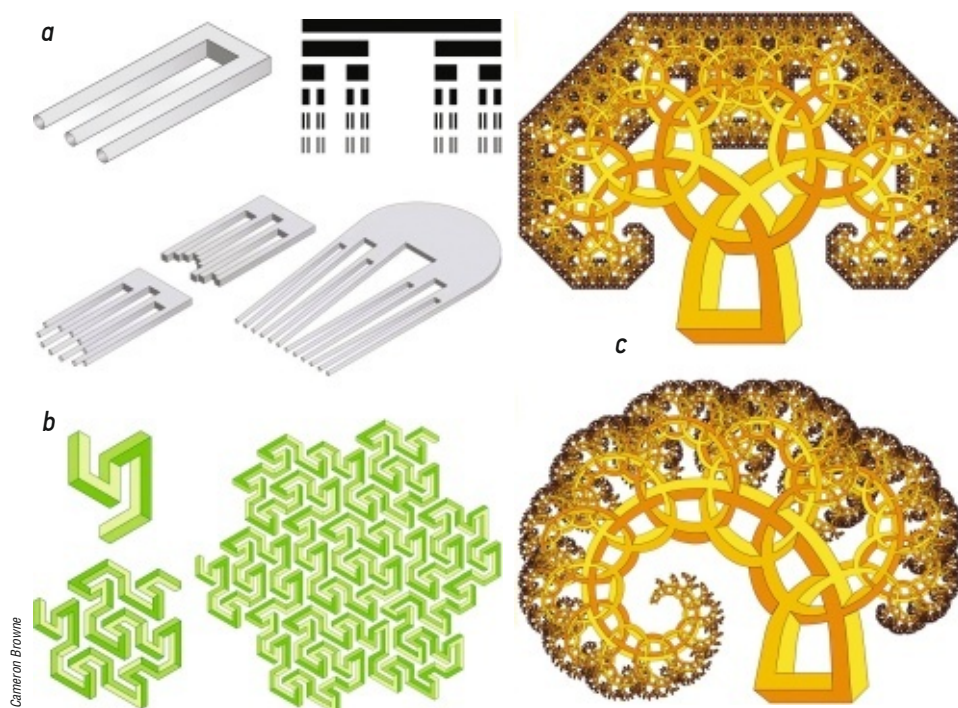
Phénomène amusant : la limite du dessin n'est rien d'autre que le flocon lui-même (ou sa variante avec des tracés internes) : nous avons donc une série d'images impossibles dont la limite est possible. Le cumul d'une infinité d'impossibilités fait dispa-

raître l'absurdité, qui est comme avalée par le passage à la limite !

L'une des figures impossibles les plus populaires est la fourche à deux et trois bouts, ou diapason absurde. C. Browne en a conçu plusieurs versions infinies en utilisant l'idée de la poussière de Cantor (voir la figure 6a).

Fourche impossible à la Cantor

Cette fois, l'impossibilité présente à chaque étape de la construction se retrouve dans la figure limite qui n'est pas dessinée, mais que nous imaginons sans mal. En effet, à mesure qu'on s'éloigne de la partie pleine (*en haut*), la section de l'objet représenté devient de plus en plus évidée : on en retire le tiers médian, puis on retire le tiers médian des deux parties restantes, etc. Pourtant, à l'extrémité basse de la pièce (*en bas*), celle-ci est pleine. Nous en tirons la leçon qu'en passant à la limite, l'impossibilité d'une figure fractale peut persister.



6. CAMERON BROWNE combine l'ensemble triadique de Cantor (*a*, en haut à droite) et le diapason impossible (*a*, en haut à gauche), puis utilise une courbe de Peano (*b*), pour obtenir des images impossibles (*c*). Les deux figures *c* sont impossibles à toute échelle.

Les figures 6b sont construites à partir de courbes de Peano : en associant un procédé classique pour créer des figures impossibles à l'idée des courbes de Peano, C. Browne produit des images impossibles dont à nouveau les limites sont possibles.

Pour les figures 6c, en revanche, l'impossibilité persiste dans la figure limite. Les deux figures sont cette fois de vraies fractales : elles possèdent des dimensions non entières. Comme le précise leur auteur C. Browne, ces dessins sont des exemples de figures impossibles à toute échelle. Contrairement à une tripoutre de Penrose dont chaque partie est possible (sans avoir à utiliser d'astuce), ici en s'approchant même de très près de la partie supérieure de ces formes, l'impossibilité géométrique persiste : elle est présente quel que soit le niveau de grossissement.

L'analyse des figures impossibles classiques montre toujours qu'en découpant la figure en un ensemble fini de zones, on obtient que chaque zone représente un

objet possible. Dans le cas des figures impossibles du type de celles proposées par J. Leys, il faut (si l'on ne trouve pas d'astuce comme celle de la figure 3) une infinité de zones. Chacune cependant a une aire supérieure à une constante valable pour tout le dessin. Pour les deux derniers dessins de C. Browne, un tel découpage en « zones possibles » doit se faire en une infinité de zones dont le diamètre tend vers 0 quand on s'approche de la frontière supérieure, qui a une dimension fractale supérieure à 1. C'est remarquable et cela conduit à une nouvelle question : peut-on faire pire et concevoir des images où l'accumulation des impossibilités se ferait sur une partie bidimensionnelle du plan ?

Nous invitons les lecteurs à nous envoyer d'autres constructions impossibles infinies. Nous publierons les plus intéressantes dans les prochaines rubriques. Une suggestion : l'éponge de Menger combinée avec le cube impossible donnerait certainement une belle structure paradoxale. ■

✓ SUR LE WEB

Impossible figures in the real world :
<http://im-possible.info/english/articles/real/index.html>

C. Browne, *Impossible fractals*, 2007 :
<http://eprints.qut.edu.au/15013/1/15013.pdf>

J. Leys, *Impossible geometry* :
http://www.josleys.com/show_gallery.php?galid=232

 ART & SCIENCE

William Kentridge et la négation du temps

Un artiste et un scientifique s'associent pour se confronter à la synchronisation, à la simultanéité et à la disparition du temps dans un trou noir. Leurs réflexions sont illustrées par divers moyens d'expression.

Loïc MANGIN

Le 9 juin 2012 débutera la XIII^e édition de la *documenta*, une importante exposition d'art qui se tient tous les cinq ans, à Cassel, en Allemagne, et dure 100 jours. En 2012, on commémorera également le centenaire de la mort du mathématicien français Henri Poincaré (1854-1912). Quel est le lien entre ces deux événements ? Le temps. En effet, à la *documenta* sera présentée une installation nommée *La Négation du temps*, fruit de la collaboration entre l'artiste sud-africain William Kentridge et le physicien américain Peter Galison, de l'Université Harvard, aux États-Unis. Le résultat des premières réflexions, le « prologue », est présenté au Laboratoire, un espace dédié aux rencontres entre art et sciences, à Paris.

Les protagonistes se sont intéressés à la notion de temps. Comment le définir ? Comment le matérialiser ? Comment s'en affranchir ? Que signifie l'idée de simultanéité ? Pour explorer ces questions, différents moyens d'expression ont été sollicités : machines, dessin, peinture, musique, films, danse, chant... L'objectif n'est pas tant une illustration physique des concepts en jeu qu'une exploration des liens qu'entretiennent ces diverses disciplines artistiques face à ces questions sur le temps. Par exemple, avec le cinéma, on peut inverser le temps, on peut superposer plusieurs plans (acteurs, ombres de machines, notes scientifiques...). Les recherches s'articulent autour de trois axes : le temps de Newton, le temps de Einstein et ce qu'il advient du temps aux abords d'un trou noir.

Le temps de Newton, qui a cours jusqu'à la fin du XIX^e siècle, est absolu. Dès lors, comment s'assurer qu'il est identique pour

tous ? Le Bureau des longitudes, fondé par l'abbé Grégoire en 1795, est chargé de ce problème. À cette époque, la simultanéité est notamment incarnée par un réseau d'horloges reliées par des tuyaux où circule de l'air comprimé : une horloge dite mère transmet, via des pulsations pneumatiques, le temps à des horloges filles. Prêtés par le musée des Arts et Métiers, à Paris, deux exemplaires sont visibles à l'exposition (*voir la figure a*). Poincaré, membre du Bureau des longitudes, étudia la simultanéité et utilisait pour ce faire le télégraphe électrique.

Ce système rendit obsolète le télégraphe optique, une autre méthode de transmis-

Les trous noirs détruisent-ils irrémédiablement tout ce qui y tombe ?

sion d'informations, notamment sur le temps, également représentée. La méthode consiste en des dispositifs articulés (dont la position code le message à transmettre selon le principe du sémaphore), installés en hauteur. Le plus connu est le télégraphe de Chappe (*voir la figure b*), dont les tours éponymes étaient distantes d'environ 25 kilomètres. En 1794, un message fut transmis entre Paris et Lille en six heures. Son concurrent, le télégraphe Bétancourt-Breguet, est aussi présent grâce à une maquette.

Le deuxième axe de l'exposition correspond au temps relatif de Einstein : on dispose chacun de son propre temps, aucun n'est absolu. L'une des pistes suivies pour rendre

compte de ces résultats de la théorie de la relativité est celle de la musique. Ainsi, le compositeur sud-africain Philip Miller, qui s'inspire notamment de Berlioz, illustrera le paradoxe des jumeaux de Langevin, chacun vieillissant à un rythme différent selon sa vitesse : deux mélodies au départ confondues s'éloigneront peu à peu l'une de l'autre.

Les trous noirs, le troisième axe de l'exposition, constituent un site de conflit pour le temps. Il s'agit cette fois d'illustrer un débat qui agite la communauté des astrophysiciens : les trous noirs détruisent-ils irrémédiablement tout ce qui y tombe ? Selon certains – Stephen Hawking fut de ceux-là – c'est bien le cas : on ne peut récupérer aucune information d'un trou noir. D'autres, par exemple Leonard Susskind, à Stanford, pensent que l'information reste à l'horizon du trou noir, la frontière marquant le point de non-retour. En d'autres termes, le temps et l'espace ne seraient pas détruits. Les trous noirs sont évoqués par une procession de danseurs en ombre chinoise (*voir la figure c*) qui se dirige vers un tel corps dense, et par les cônes de dispositifs mécaniques (*voir la figure d*).

Le dialogue entre artistes et scientifiques se poursuit. L'instantané qui est ici proposé illustre sa fécondité. C'était déjà le cas à l'époque de Einstein : l'année où était publiée la théorie de la relativité correspond à celle de la naissance du cubisme qui, riche des travaux de Poincaré, se faisait fort de représenter la simultanéité ! ■

La négation du temps - Prologue, au Laboratoire (4, rue Bouloi, 75001 Paris) jusqu'au 26 juin 2011.