



La logique

Gilles Dowek

Réf. 74650878

Les outils et les méthodes de la logique, pour comprendre le sens du raisonnement.

Éditions Le Pommier 2015
128 pages - 7 € - 978-2-7465-0878-1



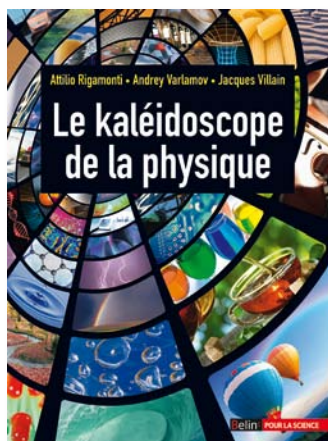
Drôle de chimie ! (nouvelle édition)

Pierre Laszlo

Réf. 74650882

Nourrir, vêtir, soigner, chauffer, transporter l'humanité, les 19 chapitres de ce livre nous permettent de faire la part des risques et des bienfaits d'une industrie trop peu connue. Cette édition est entièrement mise à jour.

Éditions Le Pommier 2015
400 pages - 10 € - 978-2-7465-0882-8



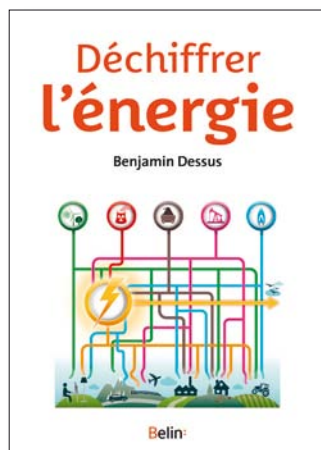
Le kaléidoscope de la physique

Andrey Varlamov,
Attilio Rigamonti et
Jacques Villain

Réf. 70116487

Pourquoi les cours d'eau dessinent-ils des méandres ? Comment faire chanter un verre à pied ? Que se passe-t-il lors de la cuisson d'un rôti ? Est-il possible de déguster un plat de pâtes al dente en haut de l'Everest ? Et d'y boire un bon café ? Toutes ces questions, et bien d'autres, trouvent leur réponse dans ce livre.

Éditions Belin 2014
256 pages - 27 € - 978-2-7011-6487-8



Déchiffrer l'énergie

Benjamin Dessus

Réf. 70116440

Par l'un des meilleurs spécialistes du sujet, voici une synthèse unique, richement illustrée de graphes et schémas explicatifs, pour s'y retrouver dans l'avalanche de chiffres et de données et comprendre les enjeux cruciaux de la transition énergétique.

Éditions Belin 2014
384 pages - 29,90 € - 978-2-7011-6440-3

BON DE COMMANDE

À retourner accompagné de votre règlement à :
Groupe Pour la Science • 628 avenue du Grain d'Or • 41350 Vineuil

☐ **Oui, je commande les livres** présentés dans la sélection de *Pour la Science*. Je reporte les titres, prix et références à 6 chiffres correspondant aux ouvrages choisis :

Titre	Réf.	Prix
		€
		€
		€
		€
		€
Frais de port (4,90 € France - 12 € étranger)		+ €
Total à régler		= €

J'indique mes coordonnées :

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

C.P. : _____ Ville : _____

Pays : _____ Tél.* : _____

E-mail* : _____

@ _____

*pour recevoir la newsletter Pour la Science (à remplir en majuscules).

Je choisis mon mode de règlement :

☐ par chèque à l'ordre de *Pour la Science*

☐ par carte bancaire

Numéro _____

Date d'expiration _____

Cryptogramme _____

Signature obligatoire



En application de l'article 27 de la loi du 6 janvier 1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès du groupe *Pour la Science*. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'organismes partenaires. En cas de refus de votre part, merci de cocher la case ci-contre ☐

Tous ces livres sont également disponibles en librairie.

LOGIQUE & CALCUL

De l'art avec les fractales

L'exploration de l'univers mathématique des fractales avec un ordinateur est un art analogue à la découverte esthétique du monde avec un appareil photo.

Jean-Paul DELAHAYE

On ne crée pas les objets mathématiques, on les découvre, affirmera un philosophe réaliste des mathématiques. Pourtant, leur variété est si grande qu'accéder aux plus intéressants ou aux plus beaux exige un délicat savoir-faire et du talent.

Nul ne met en doute que les motifs géométriques et décoratifs islamiques, que l'on admire par exemple à l'Alhambra de Grenade ou au palais de la Bahia à Marrakech, sont l'œuvre de grands artistes. Ces structures mathématiques préexistaient à leur matérialisation sur les murs, mais leur sélection parmi l'infinité des possibilités est un acte artistique créateur.

Qui est le dessinateur ?

Adoptons une posture analogue pour les « images fractales » qui, comme les pavages décoratifs, sont des structures géométriques déterminées par des formules, et examinons quelques questions sur le sujet :

– L'auteur doit-il être le concepteur du programme qu'il utilise ? En appuyant sur quelques touches du clavier, a-t-il sélectionné un jeu de paramètres qui, après les calculs menés par la machine, lui a fourni un dessin susceptible d'être obtenu par n'importe qui ?

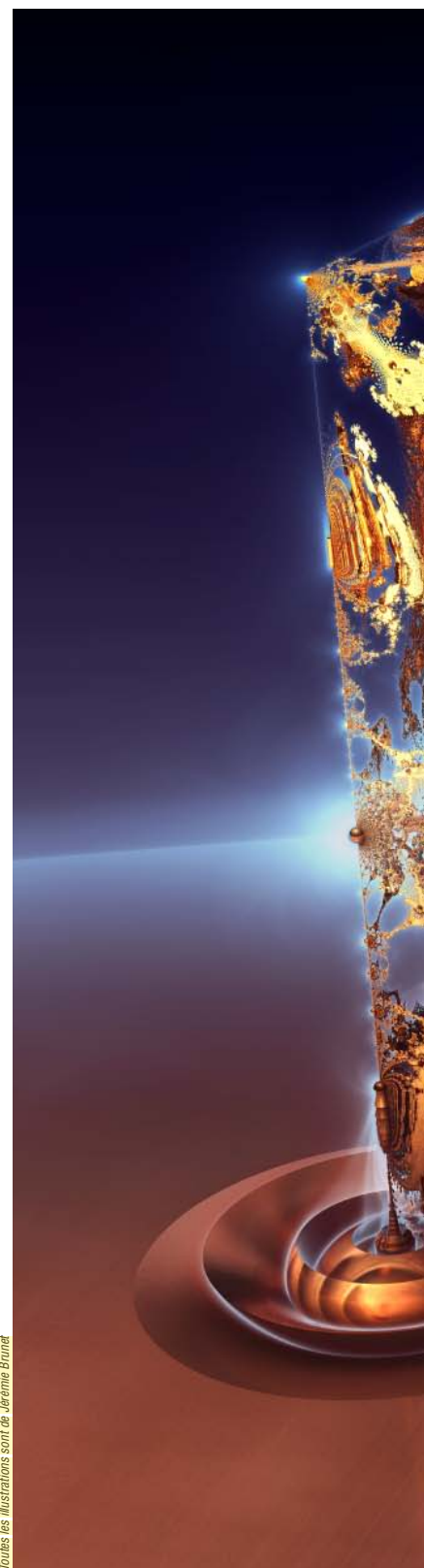
– Les créateurs des images ne sont-ils pas ceux qui ont inventé les formules et écrit les programmes, travail délicat et long ?

– Le calcul et donc les mathématiques sont-ils à l'origine de ces splendeurs, et cet art est-il sans créateur ?

Nous répondrons *non* à chacune de ces questions !

Comme pour tous les arts géométriques, dont celui des mosaïques de Grenade, le fait que l'œuvre soit identifiable comme un objet géométrique ou mathématique ne doit pas contredire l'idée que des artistes ont choisi et exposé une forme ; il a fallu travailler, explorer et faire preuve d'imagination. Une maîtrise technique et un travail minutieux ont été nécessaires pour

JÉRÉMIE BRUNET A CRÉÉ POUR CET ARTICLE cette image intitulée *Treasure*. Il s'agit d'une *Mandelbox*, un objet fractal à trois dimensions découvert par Tom Lowe en 2010 ; la fonction que la *Mandelbox* itère a la particularité d'utiliser des transformations conformes de l'espace [transformations qui conservent les angles]. La richesse des structures de la *Mandelbox* et sa capacité à produire des variantes intéressantes en ont fait une des formules préférées des créateurs de fractales 3D. Les paramètres numériques utilisés pour cette image sont plus simples que ceux de la formule « standard ». L'artiste a recherché une harmonie graphique en épurant la formule au maximum tout en maintenant une grande diversité des motifs. La *Mandelbox* est expliquée par exemple dans un article de Jos Leys (<http://images.math.cnrs.fr/Mandelbox.html>) et dans le livre de Jérémie Brunet.



Toutes les illustrations sont de Jérémie Brunet



que la structure soit matérielle et durable. Qu'un ordinateur et des programmes interviennent dans le processus de création ne doit pas nous faire nier que ces œuvres sont élaborées. Dans la photographie et le cinéma, les artistes utilisent de nombreux dispositifs techniques, dont l'ordinateur qui joue un rôle pour les effets spéciaux, l'ajustement et la correction des paramètres de luminosité et de contraste, etc. L'utilisation d'outils techniques n'exclut pas qu'il y ait un travail, de l'imagination, du talent, voire du génie.

Les programmes qui calculent des fractales produisent certes facilement des images étonnantes, comme les appareils photo numériques qui se règlent automatiquement sans demander de compétence; mais seul celui qui les manipule, qui explore leur potentialité, fait acte de création.

Un autre facteur complique l'évaluation des productions par ordinateur : les outils informatiques évoluent très vite et il est délicat de distinguer ce qui se fait tout seul et ce qui exige efforts et savoir-faire. La loi de Gordon Moore selon laquelle les performances informatiques sont décuplées tous les cinq ans environ autorise l'exploration d'objets mathématiques qui étaient hors de portée, notamment des fractales en trois dimensions.

Une évolution récente

Depuis 2010, l'idée des hybridations (voir l'encadré ci-dessous) a été mise en œuvre pour la création de fractales 3D. Grâce à ce passage dans l'espace, l'art fractal propose des formes analogues à celle du monde réel, mais sublimées, enrichies et

géométriquement parfaites. En 2015, une multitude de logiciels prennent en compte les nouveaux procédés mathématiques de création de fractales. Le véritable créateur se donne le temps de parcourir les espaces rendus accessibles par les logiciels, de s'y promener, d'y tracer ses propres chemins, d'orienter son regard pour y découvrir des trésors cachés. Comme en photographie, ses visions sont personnelles et inimitables.

L'un des artistes est Jérémie Brunet, qui vient de publier *L'art fractal. Aux frontières de l'imaginaire* (Pole, 2014). Ce livre offre près de 150 images de fractales 3D. La richesse, la variété et la beauté d'un monde nouveau éblouissent et subjuguent. Le principal logiciel qu'il utilise se nomme *mandelbulb3D*, qu'a développé un certain Jesse (c'est un pseudonyme). Jérémie

L'hybridation, source

Les dessins fractals ont longtemps été bidimensionnels, voire tridimensionnels, mais déduits simplement de méthodes liées à la dimension 2. En particulier, on ne connaissait pas d'équivalent dans l'espace 3D de l'ensemble de Mandelbrot, autrement dit l'ensemble des points c du plan complexe tels que la suite $0, f(0), f(f(0)), f(f(f(0))), \dots$, où $f(z) = z^2 + c$, reste bornée.

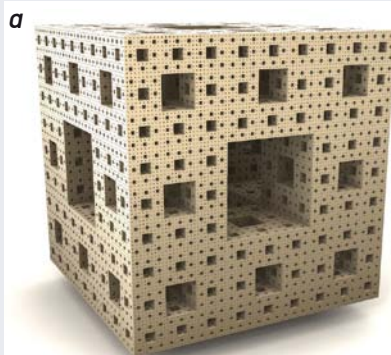
À partir de 2009, des méthodes, consistant dans un premier temps à trouver des adaptations, à la dimension 3, de l'opération $z \rightarrow z^2$ pour $z = x + iy$

complexe, ont permis de progresser, c'est-à-dire de disposer d'algorithmes efficaces et simples produisant des objets fractals de dimension 3.

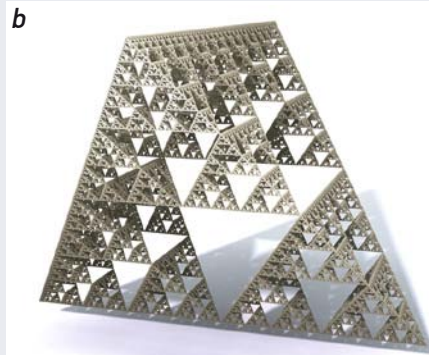
Des avancées dans les algorithmes de représentation des fractales 3D (par exemple les algorithmes dits de *ray marching*) et leur programmation ont multiplié les possibilités, ouvrant les portes à une formidable variété de formes et d'images, et à l'expression d'une sensibilité artistique nouvelle : l'art fractal.

Parmi les méthodes utilisées, l'hybridation est une source féconde. L'idée est de prendre non

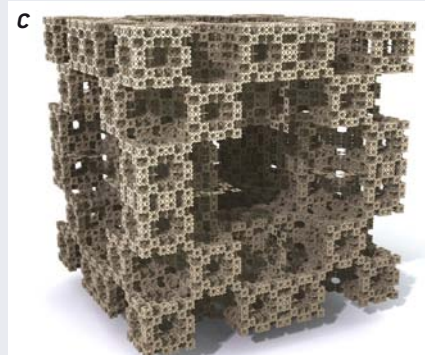
pas une seule fonction f et de déterminer la présence ou non dans la fractale du point de coordonnées (x, y, z) en observant le comportement de la suite $(x, y, z) \rightarrow f(x, y, z) \rightarrow f(f(x, y, z)) \rightarrow f(f(f(x, y, z))) \rightarrow \dots$, mais de considérer deux fonctions (ou plus) f et g déjà connues pour engendrer des fractales et de déterminer les points de la fractale selon la suite provenant de l'utilisation à la fois de f et de g .



Éponge de Menger [M]



Fractale 3D de Sierpinski [S]



Hybride MSMS