



**MATHEMATIQUE ET ART**  
**INSTITUT HENRI POINCARÉ**

**7 JUIN – 25 JUILLET 2010**

**EXPOSANTS & INTERVENANTS**

<b>François APÉRY</b>	<b>Slavik JABLAN</b>
<b>Benno ARTMANN</b>	<b>Patrice JEENER</b>
<b>Boris ASSANCHEYEV</b>	<b>Dmitri KOZLOV</b>
<b>David AUSTIN, William CASSELMAN, David WRIGHT</b>	<b>Oliver LABS</b>
<b>Tom BANCHOFF</b>	<b>Hervé LEHNING</b>
<b>Luc BÉNARD &amp; Richard PALAIS</b>	<b>Jos LEYS</b>
<b>Anders BJÖRNER &amp; Frank LUTZ</b>	<b>Sylvie PIC</b>
<b>Philippe CHARBONNEAU</b>	<b>Ulrich PINKALL</b>
<b>Jean-François COLONNA</b>	<b>Philippe RIPS</b>
<b>Jean CONSTANT</b>	<b>Irène ROUSSEAU</b>
<b>Richard DENNER</b>	<b>Radmilla SAZDANOVIC</b>
<b>Tamás FARKAS</b>	<b>John SULLIVAN</b>
<b>Mikael FIELD</b>	<b>François TARD</b>
<b>Charles GUNN</b>	<b>Dick TERMES</b>
<b>George HART</b>	<b>Miroslav ZEC</b>
<b>Herwig HAUSER</b>	

## François APÉRY

Ancien élève de l'École Normale Supérieure de Cachan, Maître de Conférences à l'Université de Haute-Alsace, il a passé sa thèse sous la direction de Bernard Morin en topologie différentielle. Son centre d'intérêt touche à la géométrie et à la topologie en petites dimensions. Il aime à réaliser des objets physiques, figures en trois dimensions d'objets mathématiques.

Est présentée ici la trame d'une surface du sixième degré connue sous le nom de surface de Boy, du nom du mathématicien qui l'a imaginée en 1901. Cette surface a longtemps été un objet de nature abstraite dont les seules représentations étaient empiriques.

C'est seulement en 1983 que l'auteur en a obtenu une version algébrique, autrement dit une description par une équation polynomiale de degré six. La simplicité de cette définition a permis d'en réaliser des modèles concrets et exacts, comme celui qui figure ici.

Le principe qui a présidé à sa réalisation repose sur la nécessité de représenter un objet géométrique aussi fidèlement que possible, c'est-à-dire en respectant à la lettre les données algébriques issues des équations qui le définissent, en jouant par ailleurs sur certains degrés de liberté pour accentuer les qualités esthétiques, même si elles restent subjectives. Parmi ces degrés de liberté, figurent notamment le choix de l'échelle et des proportions, celui des matériaux.

Ce sont ces qualités, déjà exploitées pour les surfaces réglées, que l'on veut étendre à des surfaces engendrées par d'autres familles de courbes, et pour commencer, par des coniques comme les ellipses, en utilisant les propriétés mécaniques du fil métallique, notamment celles du fil d'acier du type corde à piano. Son élasticité se traduit par le fait qu'il ne garde pas la trace des déformations qu'il subit, pourvu qu'elles ne soient pas trop importantes. Un fil de longueur donnée soumis à des contraintes prend une position d'équilibre que matérialise une courbe. Si on impose, par exemple, aux extrémités de se toucher en un point donné suivant un angle plat, ce qui représente quatre contraintes, la position d'équilibre est un cercle.

Si maintenant on impose, en outre, au fil de passer par un second point du plan du cercle, ce qui fixe une cinquième contrainte, le fil prend comme position d'équilibre une courbe plane qui, dans le cas qui nous intéresse, sera convexe et peu différente d'une ellipse. D'où l'idée de construire une surface engendrée par des ellipses à l'aide d'un bâti sur lequel sont montés des fils d'acier astreints à satisfaire au moins cinq conditions. La surface représentée de cette façon donne, comme les surfaces réglées, l'impression de n'exister que virtuellement par le biais de ses contours apparents.



**Surface de Boy fibrée en cercles.  
François APÉRY**

◆

## Benno ARTMANN

Benno Artmann, né en 1933, travaille après la guerre et pendant quelques années comme maçon, puis reprend ses études, et obtient son Doctorat en mathématiques en 1965. Après avoir été professeur de mathématiques à l'Université Technique de Darmstadt jusqu'à sa retraite en 1998, il vient à Göttingen où il enseigne à mi-temps au Mathematisches Institut. Son hobby est la sculpture. Au début des années 80, les écrits de George Francis (qu'il avait connu à Ann Arbor) et celui de Thomas Banchoff paru dans *The Mathematical Intelligencer* l'incitèrent à réaliser des sculptures mathématiques.



**Surface de Boy à 4 fenêtres.**

**Benno ARTMANN**

Plâtre, hauteur 40 cm, 1982.

*(D'après une idée de George Francis)*



**3-sphère décomposée en 2 tores.**

**Benno ARTMANN**

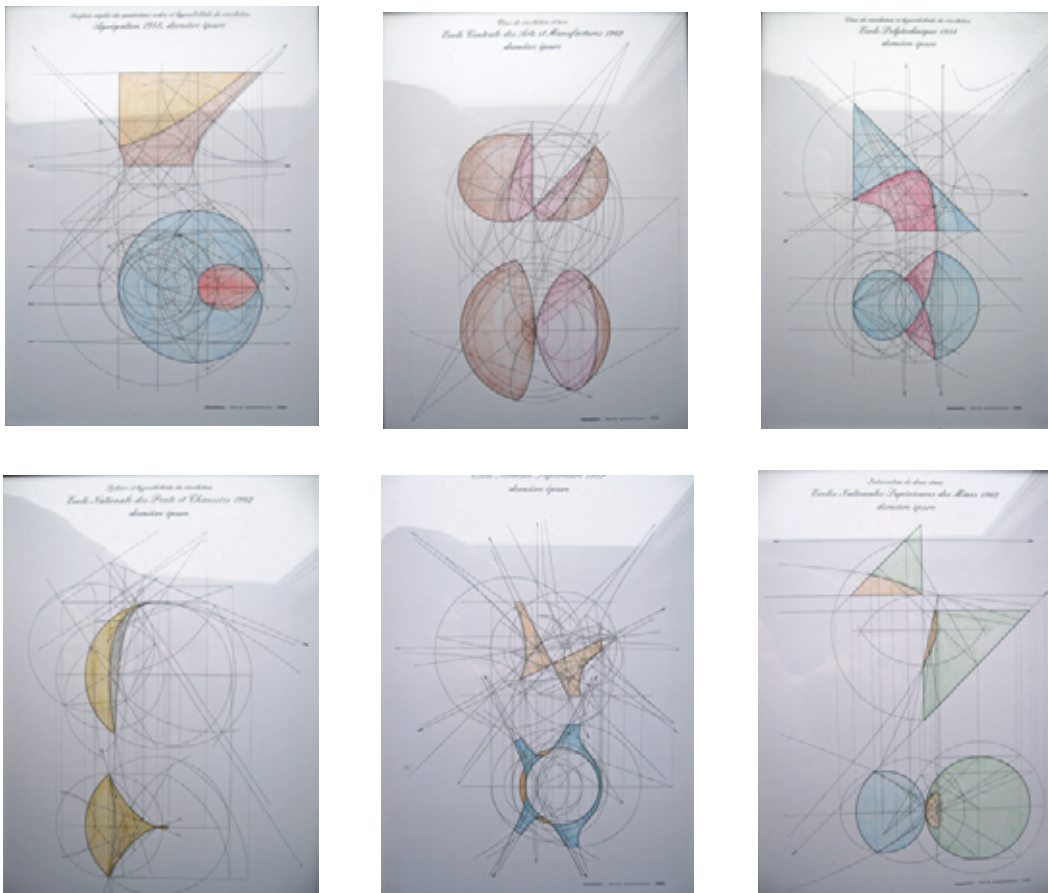
Plâtre, hauteur 35 cm, 1988.



## Boris ASSANCHEYEV

Né en 1938 à Paris, il a été Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Supérieure des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Ecole Spéciale des Travaux Publics, et ingénieur-conseil, notamment pour le calcul des structures. Il s'est passionné pour les épures de géométrie descriptive, une discipline qui figurait autrefois aux concours des grandes écoles scientifiques. Son ouvrage « Epures de Géométrie descriptive » publié aux éditions Hermann en montre 79 parmi celles qui ont servi d'épreuve au concours d'entrée à l'ENS. Leur dessin en a été réalisé par l'ordinateur.

La géométrie dite « descriptive » a été introduite par Monge à la fin du dix-huitième siècle. Elle consiste à représenter un objet par ses projection sur un plan vertical (l'objet est vu de face) et sur un plan horizontal (une vue de dessus). Les objets traditionnels à représenter étaient pour la plupart des intersections de surfaces de rotation standard : plans, cônes, quadriques (ellipsoïdes dont la sphère, paraboloides et hyperboloïdes), tores.



**Epures.**  
**Boris ASSANCHEYEV**

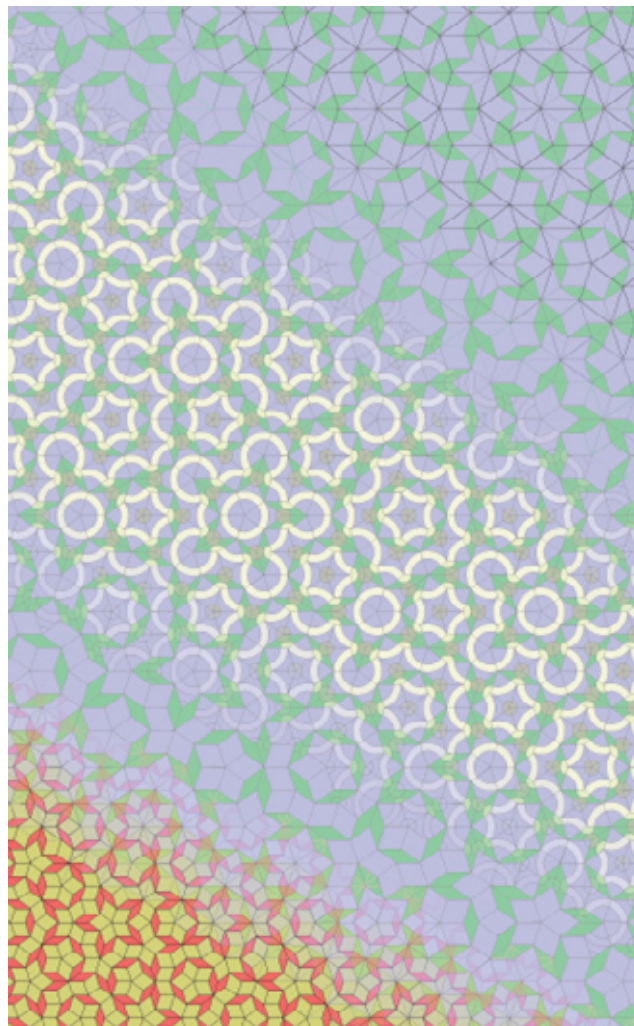


**AUSTIN David CASSELMAN William WRIGHT David**

**David Austin** est professeur de mathématiques à l'université de Grand Valley à Allendale, Michigan, et l'un des contributeurs réguliers de la colonne "Feature" du journal électronique de *l'American Mathematical Society*

William Casselman est retraité du département de mathématiques de l'université de British Columbia en 2006. Editor graphique des *Notices of the American Mathematical Society*, il est l'auteur de **Mathematical Illustrations** (Cambridge University Press, 2004), et l'un des quatre contributeurs de la colonne "Feature" de l'A.M.S.

David WRIGHT est professeur de mathématiques à l'université Oklahoma - State. Avec David Mumford et Caroline Series, il est l'un des auteurs de **Indra's Pearls** (Cambridge University Press, 2002).



**Penrose II. 2002.**

**David AUSTIN - William CASSELMAN - David WRIGHT**

Vers 1977, Roger Penrose a découvert les pavages du plan qui portent aujourd'hui son nom. Ils possèdent des symétries locales d'ordre arbitraire, mais pas de symétries globales. Assemblés selon des règles locales, les pavés peuvent recouvrir entièrement le plan. On peut le prouver par

l'emploi d'un processus d'inflation/déflation permettant de passer d'un niveau d'assemblage donné à un niveau supérieur, ou au contraire de partitionner les pavés pour obtenir un niveau d'assemblage inférieur. Le rapport de dimension entre deux niveaux adjacents a pour valeur le nombre d'or : 1,618 ... Le processus d'inflation peut être observé dans la partie moirée de l'image qui assure la transition entre la partie basse à gauche et la partie supérieure à droite de cette image.



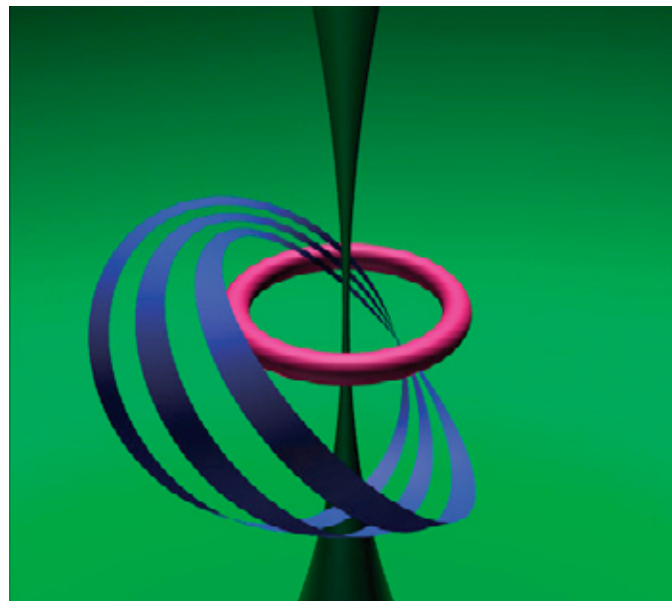
## Tom BANCHOFF

Président de la Mathematical Association of American pour l'année 1999-2000. Il a travaillé avec des informaticiens depuis 1968, pour visualiser des objets et des phénomènes dans les espaces à trois et quatre dimensions. En 1978, son film «*The Hypercube: Projections and Slicing*», réalisé avec l'informaticien Charles Strauss, reçut le Prix de la Recherche Fondamentale au Festival International du Film Scientifique et Technique à Bruxelles. La même année, l'invitation à donner une conférence au Congrès International de Mathématiques d'Helsinki lui permit de projeter un des tout premiers films réalisés sur ordinateur montrant des animations géométriques, le premier en tout cas se rapportant à la géométrie de la dimension quatre.

<http://www.math.brown.edu/TFBCON2003/art/welcome.html>

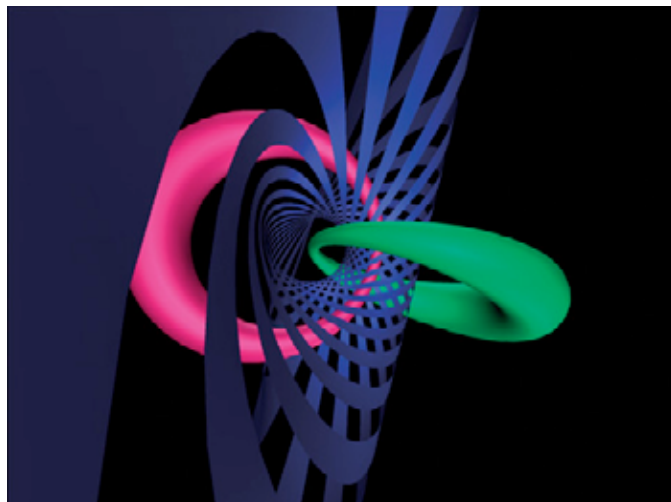
<http://www.math.union.edu/~dpvc/professional/brief.html>

*Mises sous la forme présente par Davide Cervone, les images qui suivent furent créées au début des années 1980 par Huseyin Kocak, Fred Bishopp, David Laidlaw, David Margolis et Thomas Banchoff.*



**Hopf Links.**  
**Tom BANCHOFF & Alii**

Un tore plein peut être décomposé en lamelles fines formées de tores creux aux rayons de plus en plus petits, le stade final étant un cercle. La sphère de l'espace à quatre dimensions peut être conçue comme l'association de deux tores pleins soudés par le tore creux de liaison qu'est leur surface. On a représenté ici les projections stéréographiques dans l'espace à trois dimensions de deux tores creux, l'un vert appartenant à l'un des tores pleins, l'autre rouge appartenant à l'autre tore plein. Des tores creux intermédiaires sont représentés par des bandes bleues peintes sur ces tores.



**Pendulum Tori.**  
**Tom BANCHOFF & Alii**

Le nom vient du fait que ces tores peuvent être employés à la représentation du système physique connu sous le nom de double pendule : il est constitué d'un second pendule placé et se balançant à l'extrémité d'un premier pendule. Pour un rapport donné entre les longueurs des deux pendules, les différentes positions du système correspondent aux points d'un tore fixe à l'intérieur de la famille représentée ici, liée à la constitution de la sphère dans l'espace à quatre dimensions.



**In and Outside the Torus.**  
**Tom BANCHOFF & Alii**

On peut fabriquer la sphère dans l'espace à quatre dimensions à partir de deux tores pleins (deux pains ayant chacun la forme d'une couronne), en les accolant par leur surface, le tore (creux). Ce tore creux de liaison est situé dans l'espace à quatre dimensions, sa forme est peu visible. On se l'imagine mieux par ses projections stéréographiques dans l'espace usuel, le centre de projection étant situé sur ce tore. Des cercles (dits de Hopf) tracés sur ce même tore sont représentés ici par des bandes colorées.



**Z-Squared Necklace.**  
**Tom BANCHOFF & Alii**

Cette image montre cinq vues partielles d'une surface située dans l'espace à quatre dimensions. La surface est définie à partir de la simple équation  $w = z^2$  où  $w$  et  $z$  sont des nombres de Chuquet-Cardan, également appelés nombres complexes. Les photographies de la surface ont été prises à partir de cinq points d'observation différents. On trouvera sur le site des auteurs des vues animées de la surface et une explication mathématique plus détaillée. (T.B.)



### **Luc BÉNARD- Richard PALAIS**

Les circonstances ont forcé Luc Bénard, canadien de Montréal, à quitter l'école à la fin du secondaire. Depuis toujours intéressé par les sciences et les l'art, il a continué à étudier par lui-même, notamment la physique des plasmas et l'électronique des hautes puissances. Toute sa carrière professionnelle s'est déroulée dans le domaine de la production télévisée, principalement dans le cadre des émissions consacrées aux informations. Avec la montée en puissance des ordinateurs, Luc a commencé par employer les fractals comme matériaux de base pour ses créations visuelles, utilisant surtout les logiciels de Stephen Ferguson et David B. Sprangler Smith. Depuis quelques années, il produit des images 3D avec les logiciels Bryce et Carrara. Mais sa rencontre avec le mathématicien Richard Palais a été déterminante.

Richard Palais, professeur émérite de l'université de Brandeis, laisse son nom de mathématicien dans le domaine de l'analyse différentielle. Son intérêt dans la visualisation des objets mathématiques l'a conduit à créer le logiciel renommé 3D-XplorMath, et, autour de ce logiciel,



à rassembler une équipe internationale d'artistes et mathématiciens, le 3DXM Consortium : son objectif final de ce consortium est création d'un Musée Mathématique Virtuel.

<http://3D-XplorMath.org>

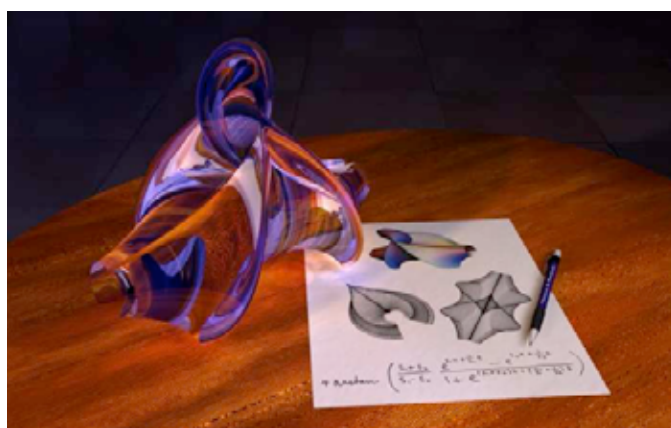
<http://virtualmathmuseum.org>

<http://virtualmathmuseum.org/mathart/Mathematical Art.html>



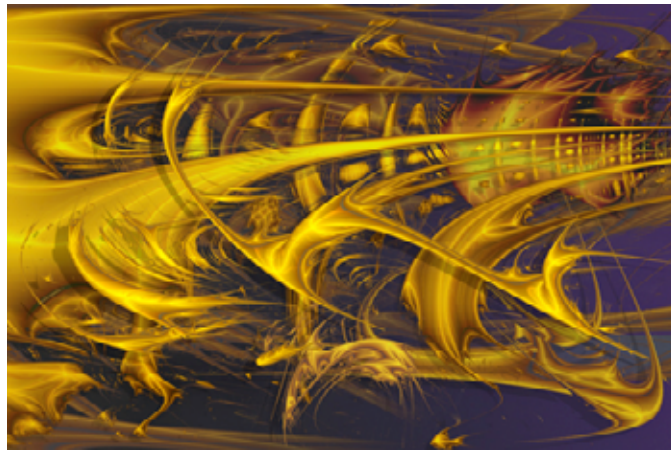
**Un mathématicien à Murano.  
Luc BENARD - Richard PALAIS**

Depuis le bas, à gauche, et en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, on rencontre : une bouteille de Klein, la surface minimale symétrique 4-noïd, la surface Breather, la surface de Boy, et enfin celle de Sievert-Enneper. Cette œuvre a été primée en 2006 par la National Science Fondation.



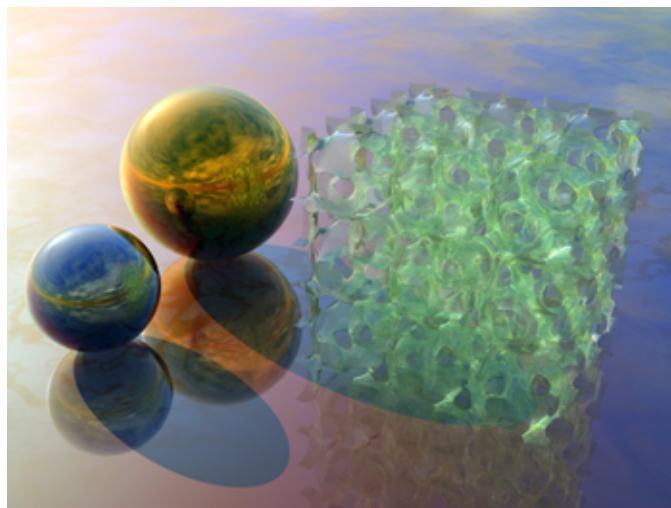
**Songe de l'étudiant.  
Luc BENARD - Richard PALAIS**

Cette surface, dite de Kuen, est de géométrie hyperbolique. Elle peut être décrite par l'équation figurant au bas de la page de la composition. Cette œuvre a été primée en 2009 par la National Science Fondation.



**Cuivres et ors, symphonie concertante.  
Luc BENARD - Richard PALAIS**

Superposition de plusieurs rendus de solutions d'équations de Marcus-Lyapounov - ces équations servent à étudier l'évolution de populations animales !



**Vert lumière.  
Luc BENARD - Richard PALAIS**

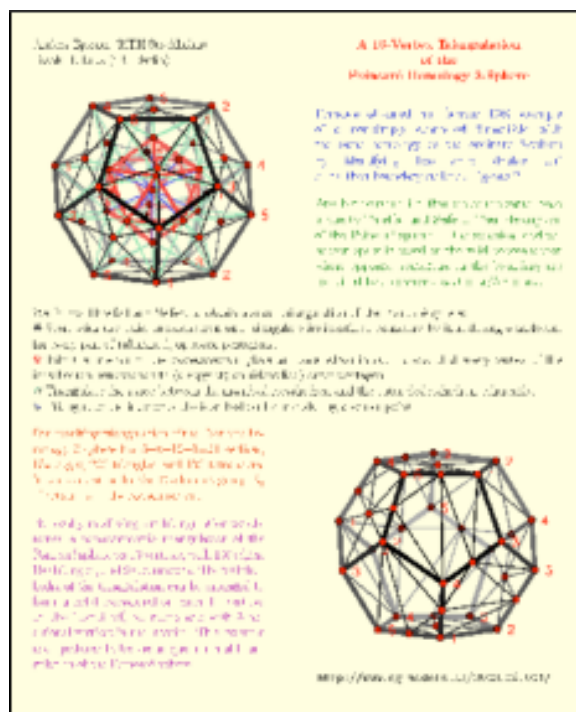
L'objet de teinte verte représenté dans cette image est une surface implicite triplement périodique, proche d'une surface minimale de Schwartz. Cet ensemble d'unités peut être visualisé comme une chambre centrale avec des tubes partant de chaque face ainsi que de chaque coin, reliant les autres chambres. Récemment son équation et d'autres semblables ont été étudiées par des spécialistes des matériaux pour modéliser la structure de certains polymères. Le modèle 3D original provient du "**The Scientific Graphics Project**" par David A. Hoffman et James T.



## Anders BJÖRNER- Frank LUTZ

Anders Björner a principalement travaillé sur les aspects combinatoires présents dans les différents domaines des mathématiques. Plusieurs prix ont couronné son œuvre. Il dirige actuellement l'Institut Mittag-Leffler à Uppsala près de Stockholm.

Frank Lutz, professeur à Berlin (TU), est également un spécialiste de la combinatoire et de la visualisation en topologie.



### La 3- sphère d'homologie de Poincaré. Anders BJÖRNER- Frank LUTZ

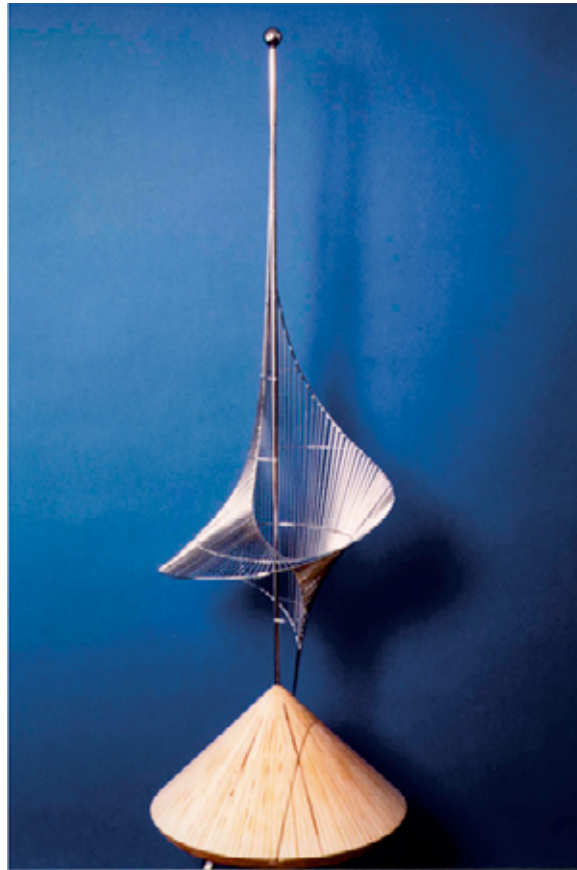
Cette œuvre n'est certes pas une œuvre d'artiste à proprement parler, mais une œuvre de mathématiciens. Elle montre divers aspects de leur travail, de la même nature que celui de l'artiste : souci de précision et richesse de construction, rôle de la symétrie dans l'expression du sentiment esthétique et de l'attrait exercé par les objets qui en sont dotés. Poincaré a pensé un moment que si la 3-sphère et un autre domaine compact de l'espace à 4 dimensions possédaient les mêmes groupes d'homologie, ledit domaine était continûment déformable en la sphère. Il a fallu déchanter, Poincaré lui-même trouvant ce contre-exemple.



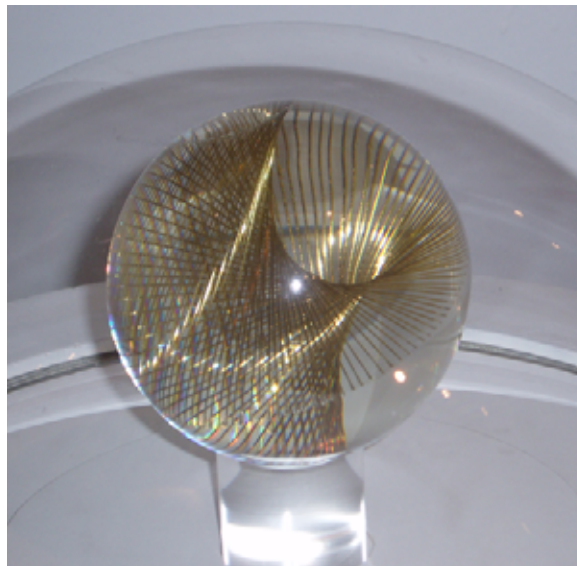
## Philippe CHARBONNEAU

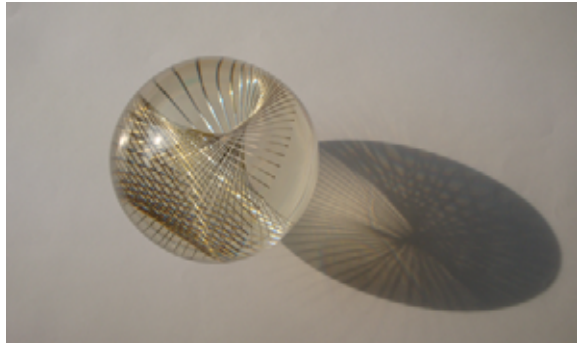
Né en 1936 en Vendée. Après une carrière professionnelle de dessinateur-projeteur en architecture, j'ai entrepris des recherches plastiques dans le domaine de l'espace et de la géométrie un peu pour prolonger et enrichir mes activités architecturales antérieures, avec d'ailleurs une ambition inavouée pour des réalisations monumentales. Mes recherches sont

principalement orientées vers les surfaces réglées du troisième degré. Au même titre que le ruban de Möbius par exemple, ces surfaces sont paradoxales. Toutes en courbures, elles ne sont cependant engendrées que par des droites. D'un principe simple, elles déterminent des formes et des volumes complexes qui déstabilisent et enrichissent notre sens de l'espace. Des notions aussi banales que faces, dessus, dessous, intérieur, extérieur, peuvent y perdre leur sens habituel.



**Biconique 4. 1999.**  
**Philippe CHARBONNEAU**





**Dans l'Ambre de Möbius. 2003.  
Philippe CHARBONNEAU**



**Jean-François COLONNA**

Docteur es Sciences, il est chercheur au Centre de Mathématiques Appliquées de l'École Polytechnique où il mène des recherches sur le Calcul Scientifique, le Génie Logiciel et la Visualisation Scientifique. L'ensemble de ses travaux débouche sur le concept d'Expérience Virtuelle, consistant à réaliser des expériences, non pas sur un système, mais sur son modèle mathématique. Les images et animations qu'il a créées, plus de 3000 à ce jour, couvrent de nombreux domaines tant de la physique que des mathématiques.

<http://www.lactamme.polytechnique.fr/>

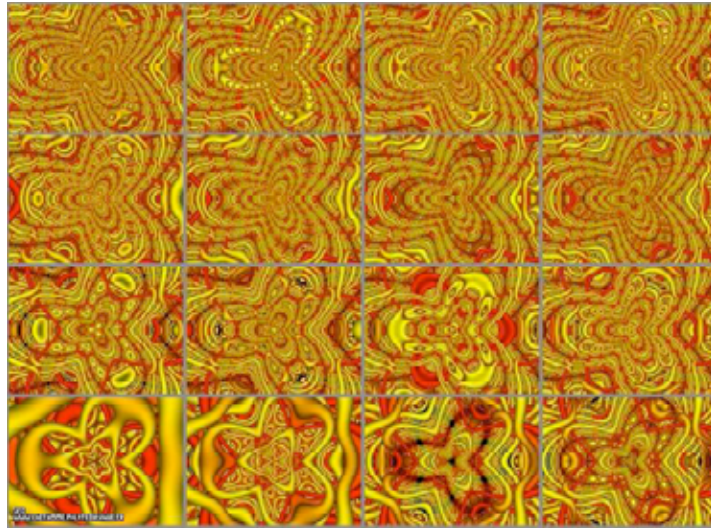


**Monument Valley au coucher de soleil. 1997.  
Jean-François COLONNA**

<http://www.lactamme.polytechnique.fr/Mosaic/descripteurs/MonumentValley.01.Fra.html>

Dans cette image, deux types d'objets fractals se côtoient : les nuages et les montagnes. Pour définir ces dernières, en supposant l'absence de surplombs, il suffit de donner l'altitude  $Z$  en chaque point  $\{X, Y\}$  d'un plan de référence, par l'intermédiaire d'une fonction  $Z(X, Y)$  qui traduit mathématiquement la propriété d'autosimilarité. Utilisée directement, elle donnerait naissance à un relief de type alpin. Mais il est possible de transformer les valeurs qu'elle produit

: c'est le cas ici où seules les basses et les hautes altitudes ont été conservées afin de simuler les reliefs caractéristiques de Monument Valley (Utah, USA), les couleurs choisies étant naturelles et l'éclairage correspondant à celui d'un coucher de soleil.

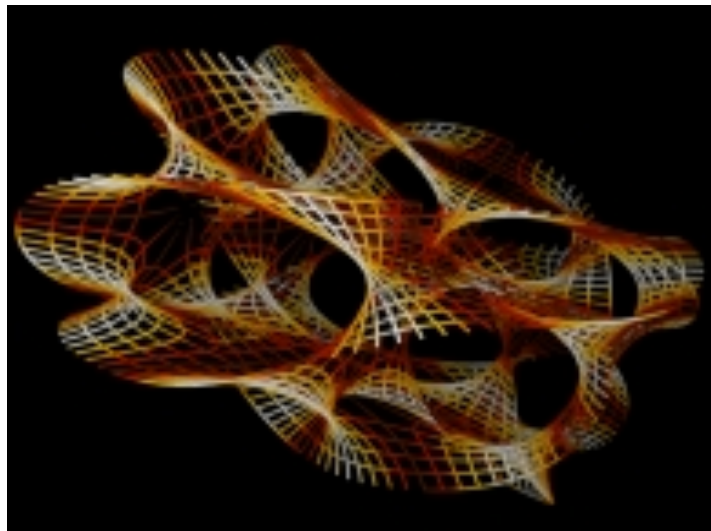


**Animation d'entrelacs. 2009.**

**Jean-François COLONNA**

<http://www.lactamme.polytechnique.fr/Mosaic/images/STRU.d4.16.D/display.htm>

Les entrelacs peuvent être facilement décrits mathématiquement en se donnant des "motifs décoratifs" élémentaires de préférence périodiques horizontalement et verticalement. Ces motifs sont ensuite transformés à l'aide de fonctions éventuellement récursives et paramétrées, ce qui permet, par exemple, en faisant varier le ou les paramètres, de les animer.



**Représentation tridimensionnelle d'une variété quadridimensionnelle de Calabi-Yau. 2002.**

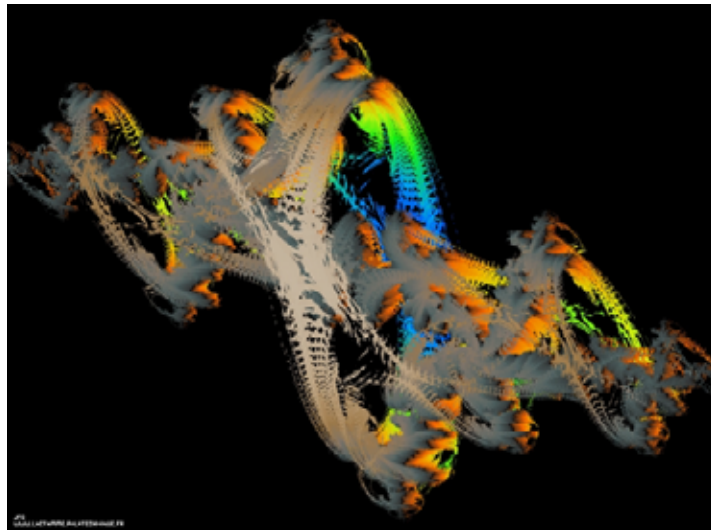
**Jean-François COLONNA**

Une importante théorie moderne des particules élémentaires représente celles-ci par des fils, par des cordes. Cette théorie fait appel à des objets géométriques situés dans des espaces de grande dimension. Les « variétés de Calabi-Yau » sont de tels objets. On voit ici une vue d'artiste de la section de l'une de ces variétés dans l'espace usuel à trois dimensions.



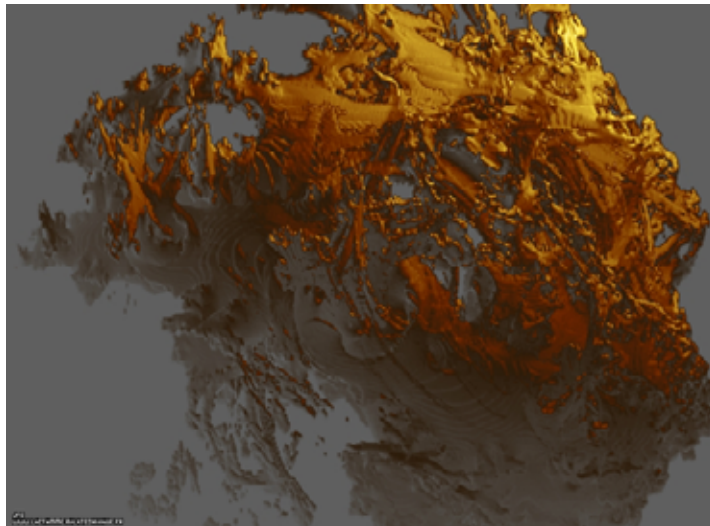
**La danseuse d'Yr. 2006.**  
**Jean-François COLONNA**

Un ensemble de Julia dans le corps des quaternions calculé pour  $c = (0, 1, 0, 0)$



**La nouvelle danseuse d'Yr. 2009.**  
**Jean-François COLONNA**

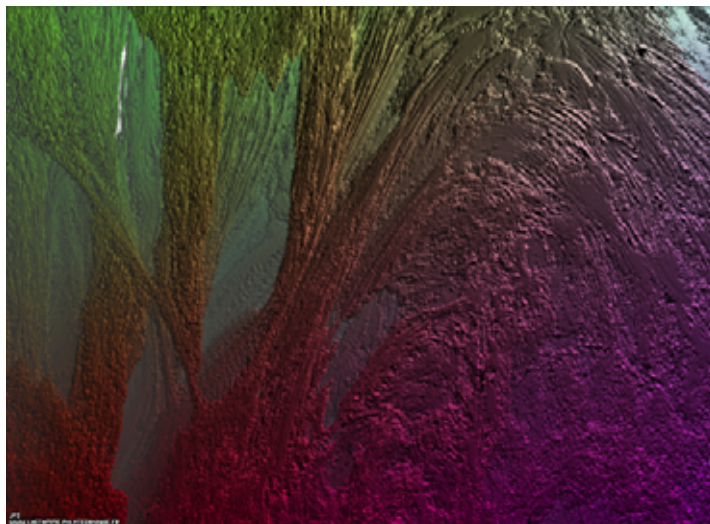
L'ensemble de Julia dans le corps des quaternions calculé pour  $A = (0.5815147625160462, 0.6358885017421603, 0, 0)$



**Hommage à Hernandez. 2010.**  
**Jean-François COLONNA**

Vue artistique d'un ensemble de Julia dans l'ensemble des pseudo-quaternions (comme un Mandel Bulb : un Julia Bulb) calculé pour  $A = (-0.5815147625160462, 0.6358885017421603, 0, 0)$

<http://www.lactamme.polytechnique.fr/Mosaic/images/JULI.v2.2.D/display.html>

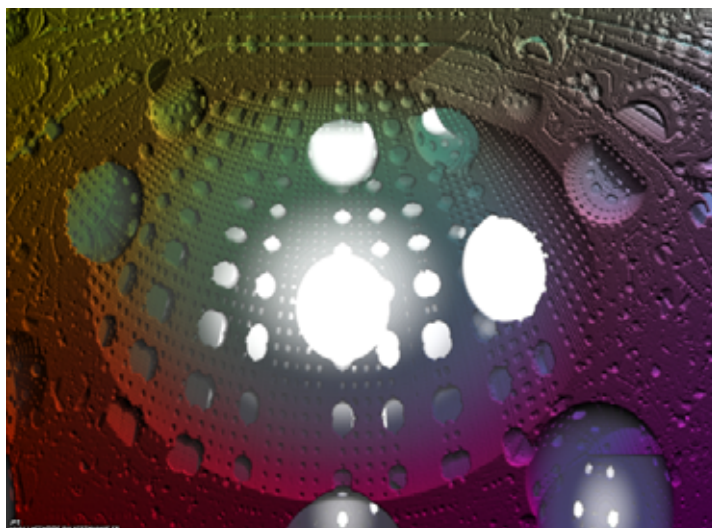


**Vingt mille lieues sous les mers. 2010.**  
**Jean-François COLONNA**

Agrandissement d'un ensemble de Mandelbrot dans l'ensemble des pseudo-quaternions (un Mandelbulb)

<http://www.lactamme.polytechnique.fr/Mosaic/images/MANE.11.2.D/display.html>

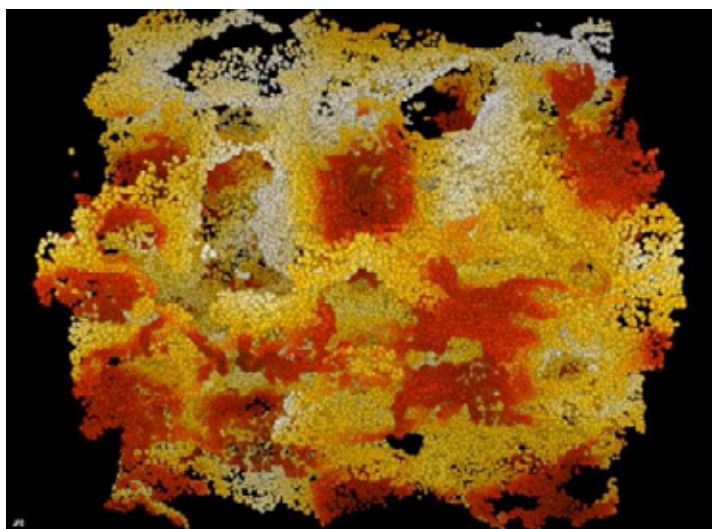




**Sous la coupole. 2010.**  
**Jean-François COLONNA**

Un détail d'un 'MandelBox' brumeux

<http://www.lactamme.polytechnique.fr/Mosaic/images/MANB.71.2.D/display.html>



**Synthèse fractale d'une structure spongieuse tridimensionnelle. 1998.**  
**Jean-François COLONNA**

<http://www.lactamme.polytechnique.fr/Mosaic/images/FRA3.D3.0029.D/display.html>

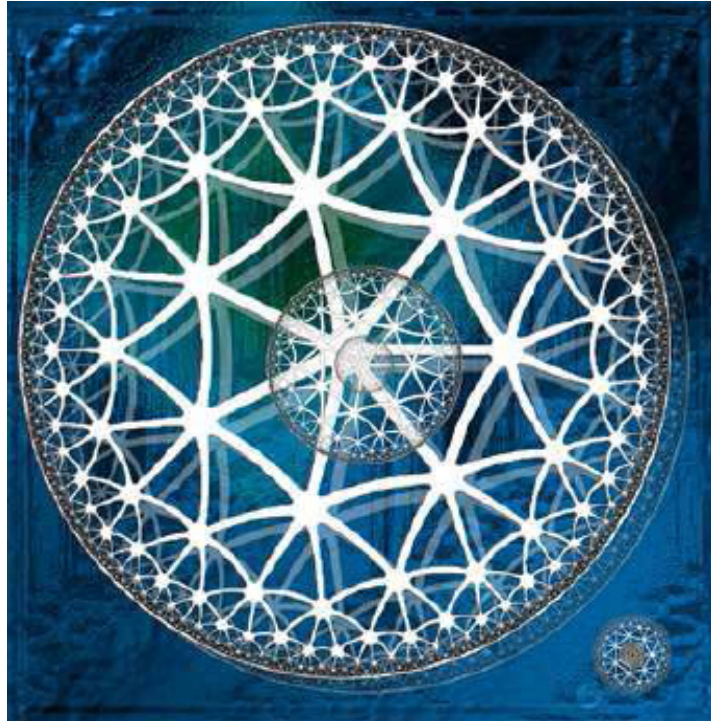


## **Jean CONSTANT**

De formation littéraire et artistique classique, Jean Constant vit aux États Unis et partage son temps entre l'enseignement des techniques numériques et graphiques sur ordinateur et ses études personnelles sur l'esthétique des sciences exactes et mathématiques. Ses recherches sur la géométrie Wasan et les structures de visualisation des fonctions itératives ont reçu le soutien de

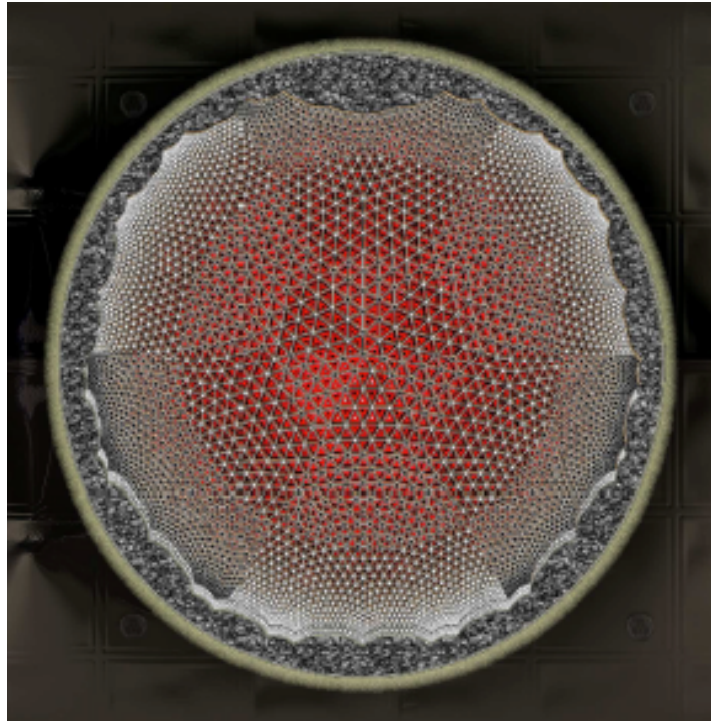
la National Science Foundation. Participant actif de l'association ARPAM depuis 2005, il maintient le site bilingue de l'association et, en collaboration avec Richard Denner et Andreas Matt, supervise le site et les moteurs de communication électronique de l'European Society for Mathematics and Art (ESMA). Ses travaux personnels de composition numérique, de recherche sur toile et sur papier, sont publiés régulièrement sur le site:

<http://hermay.org/jconstant>



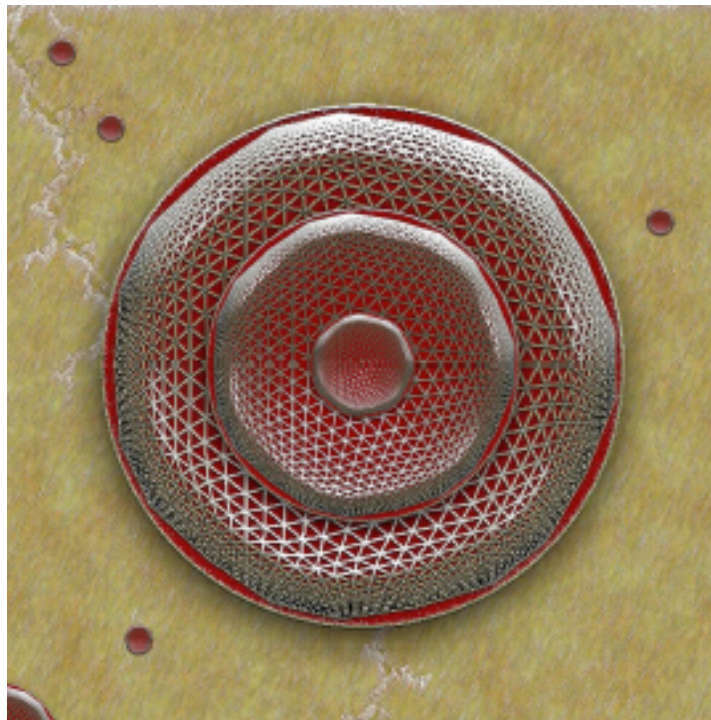
**Zillij style tiling - (Early medieval Morocco). 2007.  
Jean CONSTANT**

Pavage de Poincaré à 7 triangles avec épaissement des arêtes



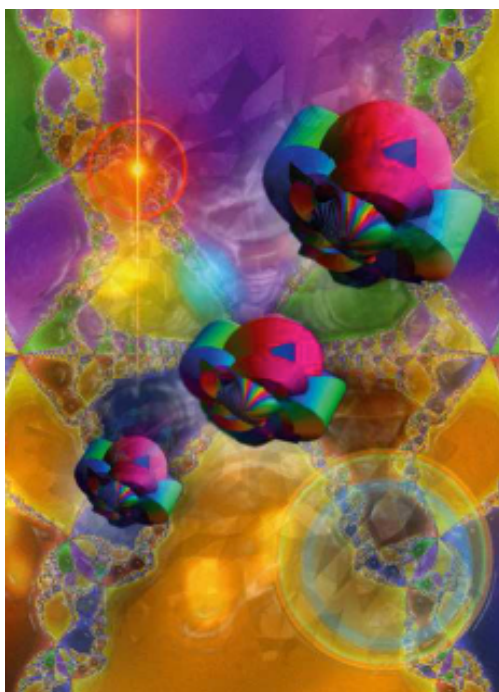
**Nuclear threat. 2007.**  
**Jean CONSTANT**

Variation d'un pavage hyperbolique; 7 triangles se rencontrant en chaque sommet



**Industrial age. 2007.**  
**Jean CONSTANT**

Dôme hyperbolique subdivisé par des géodésiques en projection de Klein



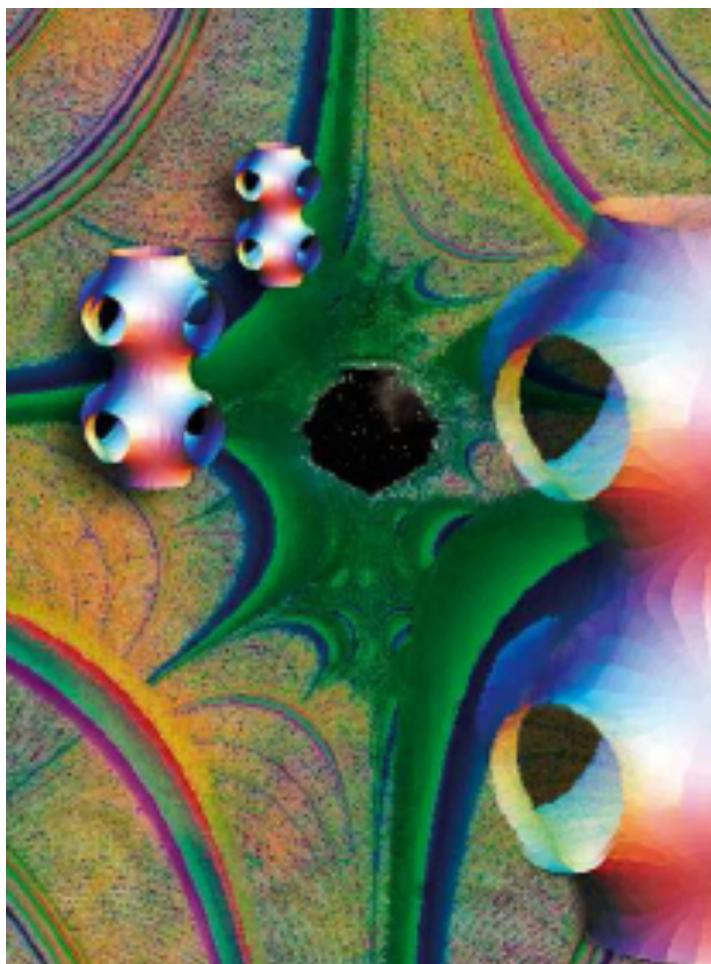
**Ascending stairways. 2004.**  
**Jean CONSTANT**

Définition d'une surface polynomiale sur un fond fractal. Les variations sur les parties créées avec l'algorithme du peintre ont été mise en relief par des aberrations optiques pour renforcer l'effet d'escalier en colimaçon, une proposition géométrique très intéressante.



**Couples. 2004.**  
**Jean CONSTANT**

La surface minimale d'Henneberg est une surface non orientable définie sur le disque unité. Elle est une immersion du plan projectif réel qui a été percée en plusieurs points (une fois à l'origine et quatre fois en chacune des racines de la métrique). Par suite, ce n'est pas une surface complète.



**L'élément perdu. 2004.**

**Jean CONSTANT**

Une surface de la famille des surfaces minimales de Schwarz DP (D pour losange, P pour triplement périodique), et plongée dans la famille à laquelle elle est associée, une troisième surface, la surface gyroïde (voir dans ce catalogue la gravure de Patrice Jeener). Une perspective ambiguë centrée sur un trou noir d'où nous viendrait la connaissance.



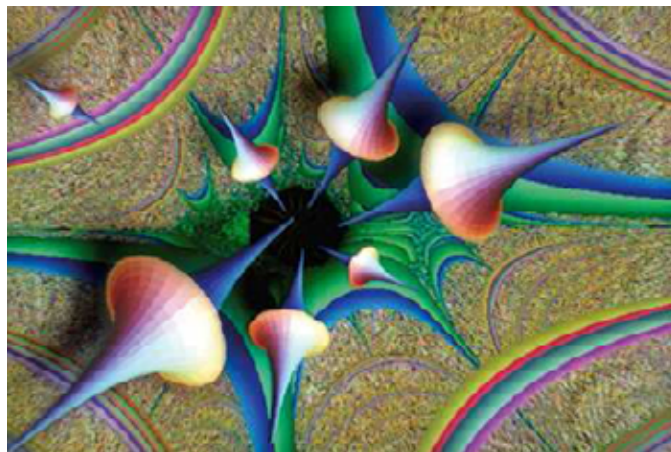
**Parabolo. 2004.**  
**Jean CONSTANT**

En mathématiques, un paraboloïde est une quadrique, un type de surface visible dans l'espace usuel. Il existe deux sortes de paraboloïde : l'elliptique et l'hyperbolique. Le paraboloïde elliptique a la forme d'une coupe. Le paraboloïde hyperbolique a la forme d'une selle ; il est une surface réglée. Une mythologie renversée célébrant l'esprit d'alchimistes oubliés qui auraient pu inspirer l'esthétique moderne.



**Aphroditis. 2004.**  
**Jean CONSTANT**

Variation sur la bande de Moebius et la bouteille de Klein. *Aphroditis* est une boucle sans fin dans l'imagination de l'homme. Un concept renforcé par les manipulations fractales. Ce mystère participe à notre subconscient, quelles que soient les dimensions ou la structure du système en place.



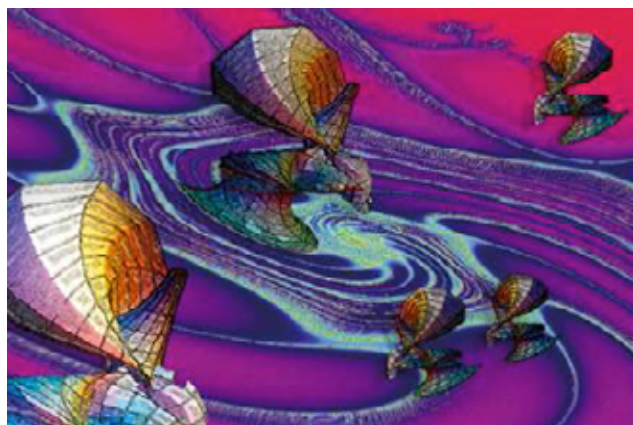
**Évasion de B. 2004.**  
**Jean CONSTANT**

Pseudo sphères de Beltrami émergeant de l'inconscient mathématique.



**Chagall revisité. 2004.**  
**Jean CONSTANT**

Variation sur les propriétés de définition d'une fonction analytique complexe. La combinaison de manipulations multiples d'un modèle elliptique dans une grille de couleurs prédéterminées conduit à un effet "A la manière de" alors que les éléments flottent en surface et se rattachent les uns aux autres pour rendre la composition homogène. On reconnaît en particulier dans les dessins du chapeau et du visage la présence d'une surface pseudo sphérique.



**Cyclone doux. 2004.**  
**Jean CONSTANT**

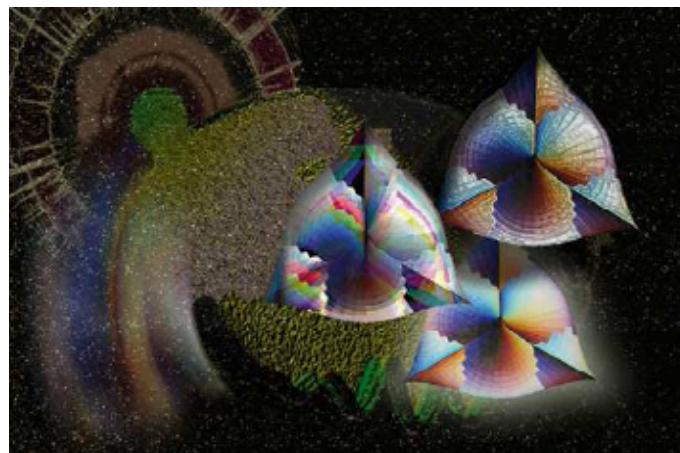
Exemple de solitons qui se fondent en un motif fractal pour créer une dynamique de mouvement dans l'espace à la manière des solutions d'une équation de Sine-Gordon.





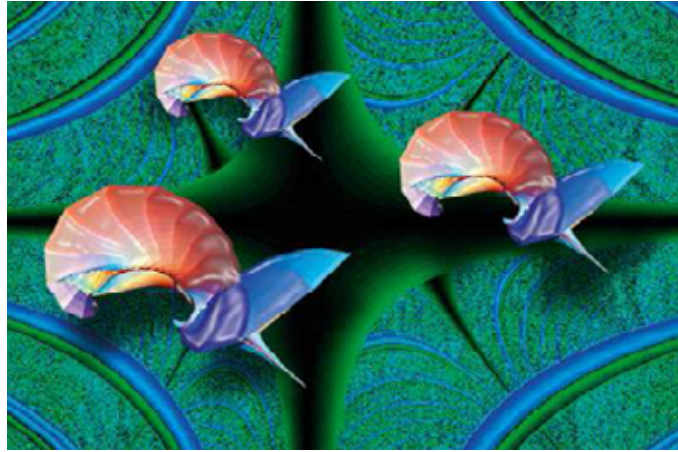
**Trois solitons: rencontre d'idées. 2004.**  
**Jean CONSTANT**

J'ai toujours été intrigué par le "Déjeuner sur l'herbe" de Manet. Quel type de nourriture pourrait satisfaire les exigences de cet auguste assemblé d'esthètes et de chercheurs d'absolu, si les participants étaient d'éminents scientifiques au lieu d'artistes hédonistes. Je soumettrai qu'un plateau composé de beignets de la maison Clifford-Hopf, de tores plats à la (sauce) Pinkall, et de pâtisseries elliptiques pourraient satisfaire les exigences de cette réunion distinguée.



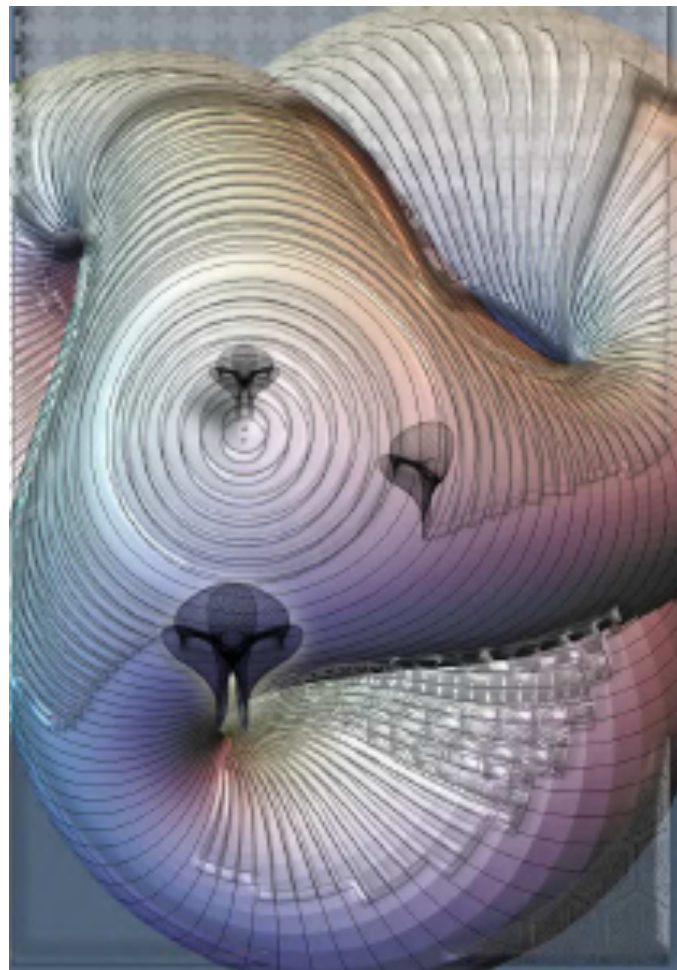
**L'effet de Chaco. 2004.**  
**Jean CONSTANT**

La surface paramétrique du reniflard (*Parametric Breather surface*). Trois surfaces pseudo sphériques émergent de la légende d'une civilisation perdue pour réaffirmer une dynamique universelle.



**Abeille joviennes. 2004.**  
**Jean CONSTANT**

Une «surface à n Solitons» (n vaut trois dans le tableau) est une surface de courbure gaussienne négative, et donc hyperbolique. Une projection intéressante dans le monde physique en termes de similarités avec des éléments connus.



**Txoria. 2008.**  
**Jean CONSTANT**

Composition faite à partir des surfaces de Boy-Bryant-Kusner et de Boy-Apéry.

*Txoria par Joxean Artze (traduit du basque)*

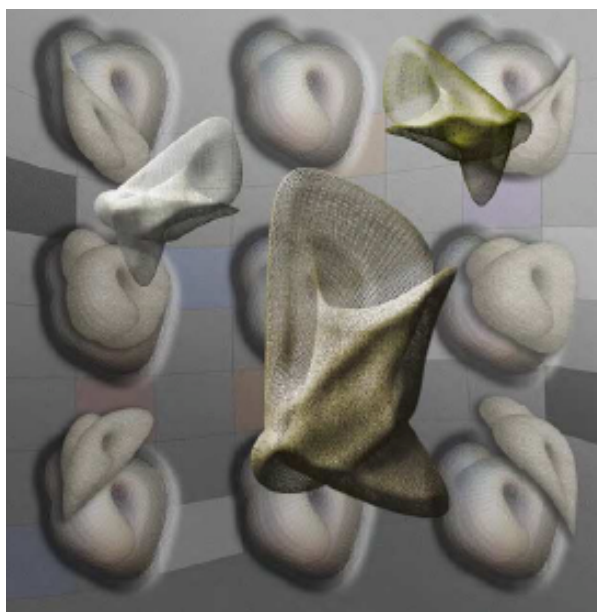
*Txoria Txori  
Hegoak ebaki banizkio,  
nerea izanen zen, ez zuen aldeginen;  
baina, honela  
ez zen gehiago txoria izanen,  
eta nik...  
txoria nuen maite*

*L'Oiseau Oiseau  
Si je lui avais coupé les ailes,  
Il aurait été à moi,  
Il ne serait pas parti  
Mais ainsi, il n'aurait plus été un oiseau  
Et moi ...  
C'est l'oiseau que j'aimais.*



**L'enfant et l'albatros. 2008.  
Jean CONSTANT**

Composition faite à partir des surfaces de Boy-Bryant-Kusner et de Boy-Apéry.



**Multiple de Z. 2008.  
Jean CONSTANT**

Composition faite à partir des surfaces de Boy-Bryant-Kusner et de Boy-Apéry.



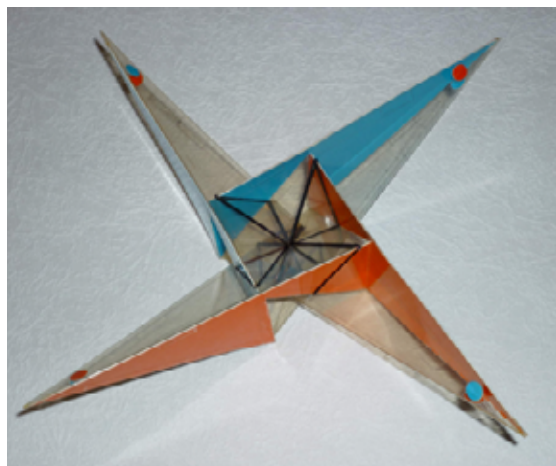
### **Richard DENNER**

**E**nseignant en collège, j'ai rencontré Bernard Morin lors de ma préparation au Capes. Par la suite, il m'a guidé dans l'approche du retournement de la sphère dans le domaine polyédrique et, en 1989, nous avons mené à leur terme les calculs du retournement du cuboctaèdre qu'il avait alors conçu. Ces modèles furent exposés lors du colloque Arts et Mathématiques de Maubeuge (sept. 2000). Depuis, grâce au logiciel JavaView, j'ai programmé des applets qui permettent d'animer ces modèles à l'écran. Ce travail de recherche trouve un aboutissement avec la mise au point de plusieurs retournements n'utilisant chacun que 5 modèles.



**Surface polyédrique de Boy à 9 sommets.  
Richard DENNER**

La surface de Boy à 9 sommets présentée ici, issue des travaux d'Ulrich Brehm et adaptée par Bernard Morin à l'étude des retournements polyédriques de la sphère, est à l'origine de ce travail. La réunion des trois pentagones concaves rouges forme un ruban de Möbius sur le bord duquel se raccorde un assemblage de 7 triangles homéomorphes à un disque. La surface obtenue n'a qu'une seule face ; elle se traverse elle-même donnant naissance à une ligne de points doubles en forme d'hélice tripale et à un point triple.



**Modèle central ouvert du retournement polyédrique de la sphère.  
Richard DENNER**

Contrairement à la surface de Boy, le modèle suivant obtenu à partir d'un enchaînement de 4 pentagones concaves, placés en position verticale, est une surface ayant 2 faces comme une sphère. Le modèle s'obtient en complétant la construction avec 4 facettes triangulaires dorsales ayant en commun un point quadruple et par 4 facettes triangulaires ventrales qui referment le modèle par en dessous. La ligne d'auto-intersection prend la forme d'une hélice à 4 pales sur laquelle se greffent deux boucles qui s'entrecroisent. Ce modèle constitue une étape centrale d'un retournement polyédrique de la sphère. Il est dit *ouvert* car on peut accéder au point quadruple en passant par les 4 cavités latérales créées par la concavité des pentagones.



**Modèle central fermé du retournement polyédrique de la sphère.  
Richard DENNER**

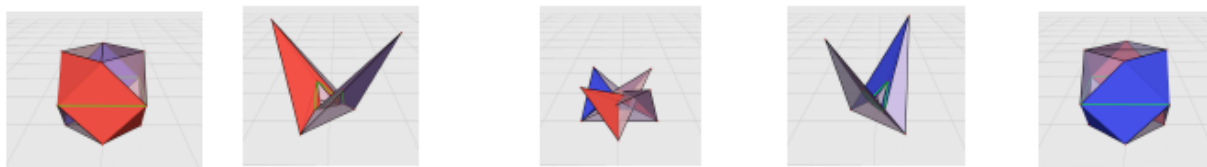
Lorsque l'on incline les 4 faces pentagonales vers l'axe de symétrie vertical du modèle précédent jusqu'à ce que les 4 plans dorsaux passent par le sommet des pentagones qui crée la concavité, ces accès se bouchent, et le modèle est alors appelé *modèle central fermé*. Voici le modèle qui fut retenu pour s'engager dans la recherche d'un retournement polyédrique de la sphère. Plus ramassé sur lui-même que le modèle central ouvert, il concentre en un petit espace les lieux où vont se produire les principales modifications. C'est en déformant de proche en proche ce modèle que Bernard Morin aboutit, en six étapes, à un modèle ne présentant plus aucune ligne d'auto-intersection et qui par des déformations supplémentaires peut-être transformé en un cuboctaèdre. Ce retournement, par mouvements élémentaires, est composé de 45 modèles. Il a été possible d'en faire une animation sur ordinateur à l'aide du logiciel JavaView.



**Étapes initiale, centrale et finale du retournement polyédrique de la sphère.  
Richard DENNER**

La sphère est ici représentée par un cuboctaèdre dont on a rajouté une arête supplémentaire dans chacune des 6 faces carrées. La déformation qui permet de retourner la sphère sans déchirure peut être menée de sorte que la surface se traverse elle-même et conduise à une étape centrale caractérisée par la présence d'un point quadruple. L'objectif poursuivi est la simplification du retournement avec 45 modèles en se réduisant à faire des interpolations linéaires entre 5 modèles seulement. Il faut alors imaginer des modèles intermédiaires présentant des étirements en forme de cornes, appelés *bicornes* pour rendre possible le retournement.

Les 5 images suivantes illustrent ce retournement:



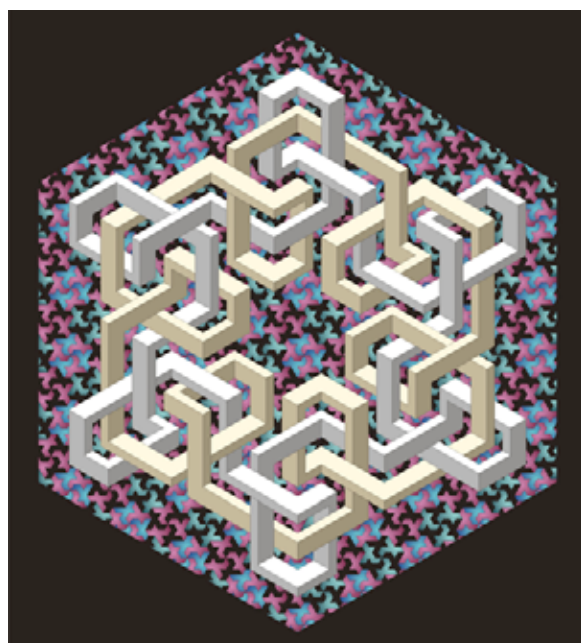
**Retournement du cuboctaèdre en 4 interpolations linéaires.**

**Richard DENNER**



**Tamás FARKAS**

Né en 1951 à Budapest, cet artiste devient en 1980 diplômé de l'université MOMA - Moholy-Nagy Art University, où lui-même a plus tard enseigné. Il enseigne maintenant à l'Université St. Istvan, à l'école d'architecture M. Ybl. Il s'est engagé dans les recherches géométriques dès 1972. A participé à 80 expositions collectives et 30 expositions individuelles à travers le monde, et présenté ses œuvres à l'occasion d'environ 25 conférences annuelles.



**Dimensio Geo. 669. 2009.**

**Tamas FARKAS**

B-30-76



TAMÁS F. FARKAS  
2010

**Dimensio Geo 100. 2008.**  
**Tamas FARKAS**

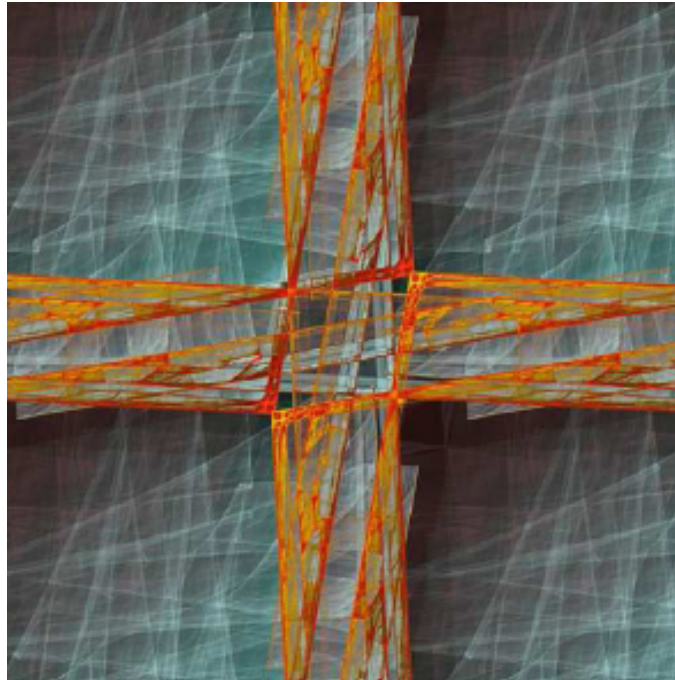


### **Mikael FIELD**

**Michael Field** est professeur de mathématiques à l'université de Houston depuis 1992. Il a aussi enseigné à l'université de Sydney, Australie (1976-1992), et de Warwick, UK (1970-1976).

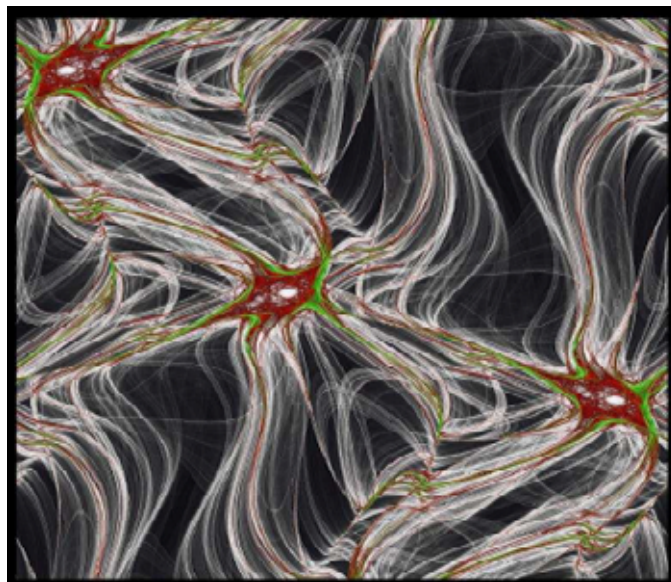
Ses recherches mathématiques sont concentrées sur le domaine des propriétés statistiques des systèmes dynamiques et de phénomènes de symétrie et plus récemment sur les théories structurelles et dynamiques des réseaux virtuels. Il a écrit 9 volumes ainsi que de nombreux papiers et monographies sur ce sujet. Il a développé un programme pour la réalisation de systèmes d'attracteurs de symétrie chaotiques en 1989 à Sydney et publie en 1992 « Symétrie et chaos » en collaboration avec Marin Golubitsy. Cet ouvrage comprend de nombreuses illustrations des théories qui y sont discutées. Une deuxième édition a été publiée récemment par SIAM. Ses visualisations graphiques ont été exposées en Europe, USA et Asie.

<http://nothung.math.uh.edu/~mike/>



**Enduring Illusions. 2004.**  
**Mikael FIELD**

Cette image représente un petit fragment d'un tableau bicolore, spécialement créé pour la première exposition de l'ARPAM, tenue à l'Institut Henri Poincaré en 2002. De même que dans de nombreux autres tableaux bicolores, sont présentes des illusions optiques et des ambiguïtés visuelles.



**Neural Net. 2002.**  
**Mikael FIELD**

*76 x 61cm Durst Lambda 130 print on glossy Kodak photographic paper.*

En même temps que son compagnon *EndGame*, *NeuralNet* a été montré pour la première fois dans la Galerie d'Art du Congrès SIGGRAPH 2003.





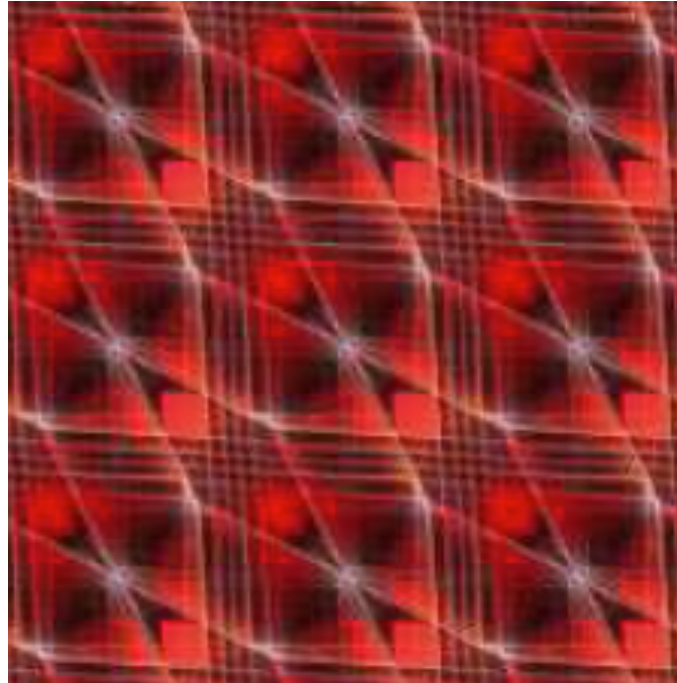
**EndGame. 2002.**  
**Mikael FIELD**

*EndGame* a été montré pour la première fois au Congrès SIGGRAPH 2003. Il fut ensuite retenu pour figurer dans le ACM 2003-2004 travelling Art Show.



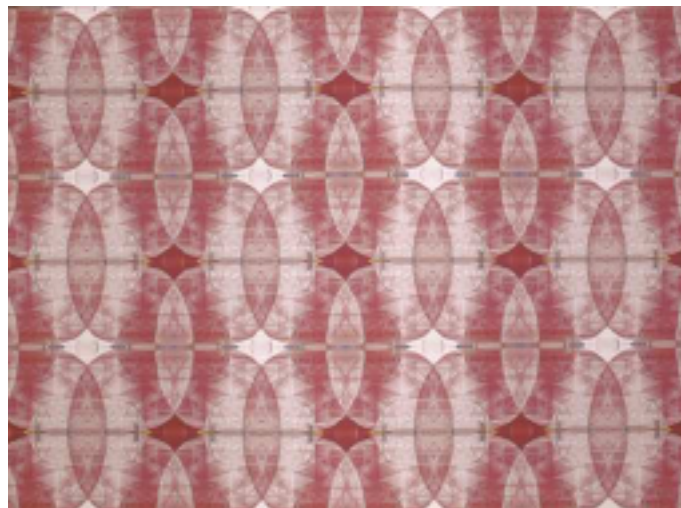
**Armies of the Night. 2000.**  
**Mikael FIELD**

*Armies of the Night* présente un motif répétitif bicolore. La moitié des symétries du motif préserve les couleurs, l'autre moitié les échange. Cette œuvre fut montrée pour la première fois au 8th New York Digital Salon, 2000.

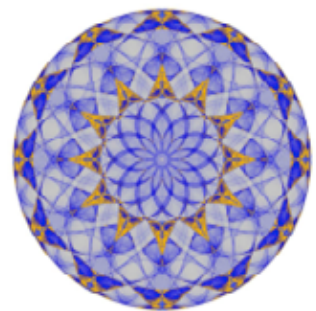
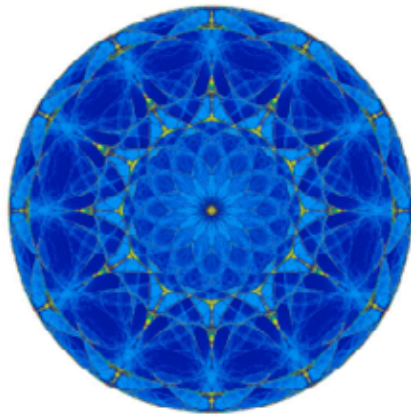
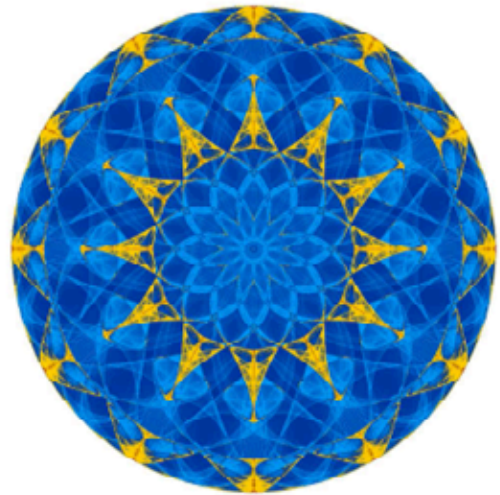


**FireQuilt. 2003.**  
**Mikael FIELD**

*FireQuilt* présente un motif répétitif qui possède une symétrie bicolore: les symétries du motif préservent ou échangent les couleurs. Pour réaliser ce dessin, il a fallu relever plusieurs défis à la fois d'ordre mathématique et artistique. Le résultat final est très dépendant de l'algorithme employé pour créer à la fois le dessin et le coloriage.



**SandStone Quilt. 2001**  
**Mike FIELD**

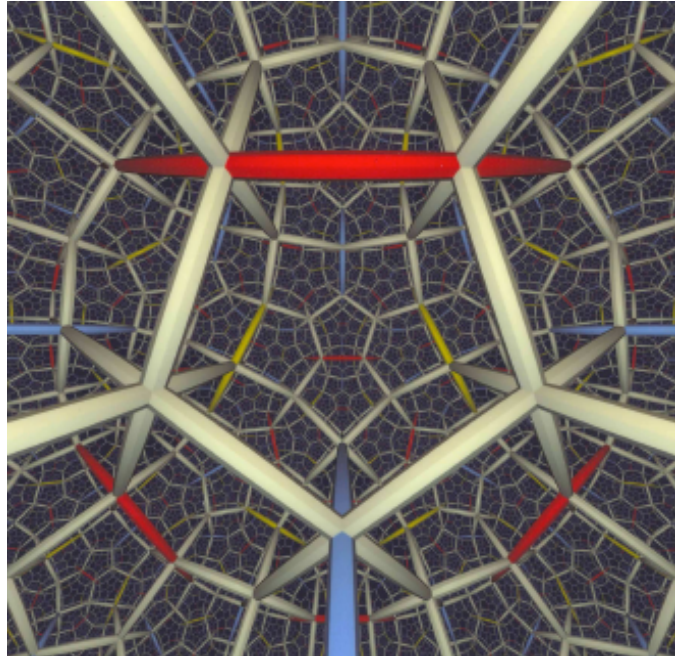


**Logomachie.**  
**Mike FIELD**  
*Sketches pour le logo de l'ESMA*



## Charles GUNN

Diplômé de l'Université de Caroline du Nord, il a été employé par les firmes Tektronix, Lucasfilm et Pixar, puis a travaillé au Geometry Center de l'université du Minnesota pendant cinq ans. Depuis 2003, il poursuit ses activités dans le groupe de travail sur la Visualisation Mathématique à l'Université Technique de Berlin. Outre le développement de logiciels à fins de visualisation mathématique et d'animation, son principal centre d'intérêt scientifique se rapporte aux géométries projective et non-euclidiennes.



**Espace hyperbolique.**  
**Charles GUNN**

Vue intérieure d'une portion de l'espace hyperbolique de dimension 3, pavé par des dodécaèdres réguliers. (Voir également le tableau de John Sullivan, 119 Bubbles). Cet espace, dit hyperbolique, peut être vu comme une déformation particulière de notre espace usuel, dont la courbure est nulle. Cette déformation courbe l'espace usuel de la même manière dans deux directions, autant mais d'une façon opposée dans la troisième direction, de sorte que la courbure de l'espace usuel ainsi déformé vaut -1.



## George HART

George W. Hart a le statut de Research Professor au Département "Computer Science" à l'université de Stony Brook. Il est également Chief Content Officer of the Museum of Mathematics. Son domaine premier de recherches est l'application des mathématiques et de l'algorithmique à la sculpture. Ses œuvres ont été exposées en de nombreux endroits à travers le monde, parmi lesquels MIT, Princeton, et l'Université de Californie à Berkeley.

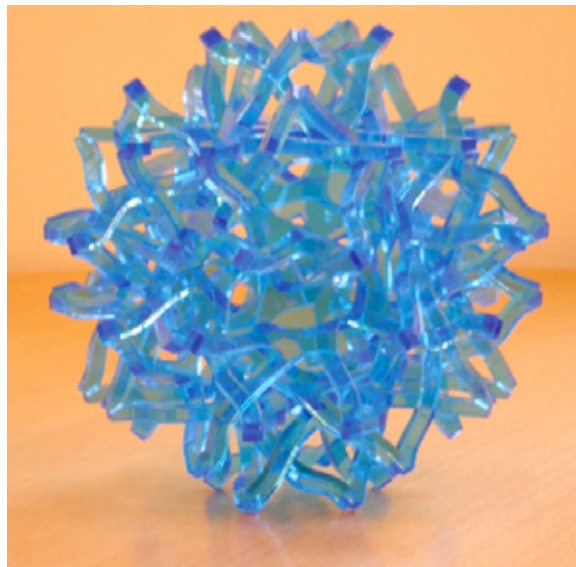
<http://momath.org>

<http://georgehart.com>



**This End Up.**  
**George HART**

This End Up a été assemblé à partir de 20 composants identiques. Chacun a été découpé au laser, puis biseauté sur 12 faces. Ces pièces sont liées 4 par 4 et il y a 30 de ces groupements. Les 4 pièces d'un groupement se rencontrent en un point situé sur la périphérie de la sculpture selon des faces biseautées et collées entre elles. À l'intérieur, les pièces se croisent de manière complexe et sans contact. La sculpture évoque l'intérieur d'un icosidodécaèdre. Les 20 plans des composants sont les extensions des faces planes d'un icosaèdre, conçu comme composé uniforme de 5 octaèdres. Cette forme est ainsi associée à un sous-ensemble d'un icosaèdre étoilé



**Deep Sea Tango.**  
**George HART**

**Deep Sea Tango** a été assemblé à partir de 12 composants identiques, chacun ayant la forme d'une étoile de mer à 10 bras. On peut voir dans cet arrangement une des figures d'un ballet aquatique ; les bras dansent les uns à travers les autres mais ne se touchent qu'en leurs extrémités. Chaque pièce a été découpée au laser, puis biseautée en ses 10 extrémités pour pouvoir obtenir les angles diédraux qu'il convient. Deux bras se rencontrent en chacun des 60

points situés sur le bord de la sculpture où les faces biseautées sont accolées. Les 12 plans des composants sont les faces planes d'un dodécaèdre, étendues pour se rencontrer comme dans le grand dodécaèdre - un arrangement de 12 pentagones qui s'auto-intersectent, décrit en 1809 par le mathématicien Louis Poincaré. Ici, la forme en étoile de mer associée à chaque pentagone, est agencée pour ne rencontrer aucune de ses copies, excepté en leurs extrémités.

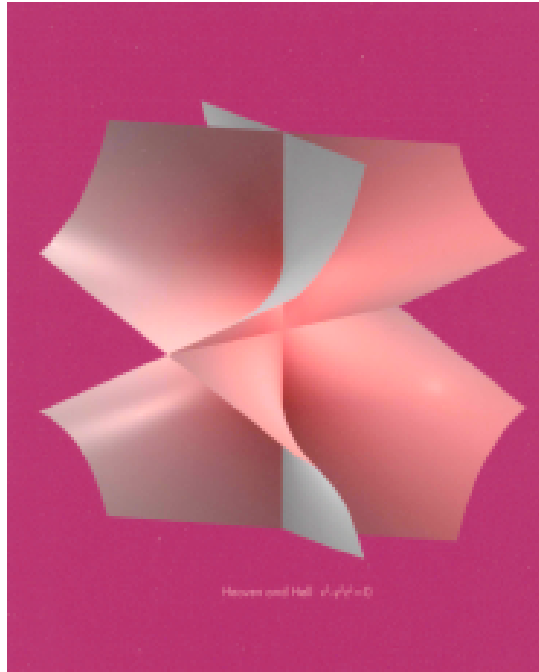


**Echinodermania. 2007.**  
**George HART**  
*Nylon, dyed.*



## **Herwig HAUSER**

Enseignant la géométrie algébrique et la théorie des singularités à l'Université de Vienne, il s'est également adonné, avec le groupe qui l'entoure, à la popularisation et à la visualisation des objets mathématiques pour un large public. Son film *Zero Set* a notamment été projeté au Congrès International de Mathématiques tenu à Madrid, 2006.



**Le Paradis et l'Enfer.  
Herwig HAUSER**

La couleur rouge est naturellement celle de l'enfer. L'enfer semble ici avoir la plus grande part. Illusion, comme le montrent les nombreuses symétries de la surface et de son équation fort simple. Les yeux fermés, posant le doigt sur une des feuilles de la surface : rouge ou bleue ?



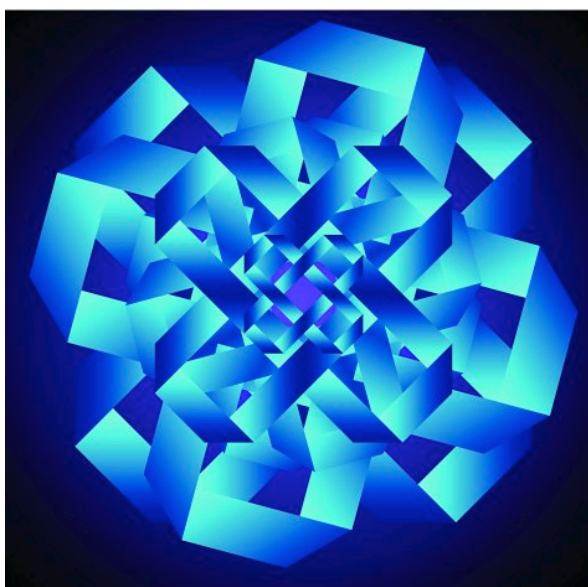
**Vis-à-Vis.  
Herwig HAUSER**

A la singularité pointue de Monsieur, à gauche, répond la singularité dodue de Madame, à droite. Cette forme est très sensible aux modifications qui peuvent affecter les coefficients des variables.

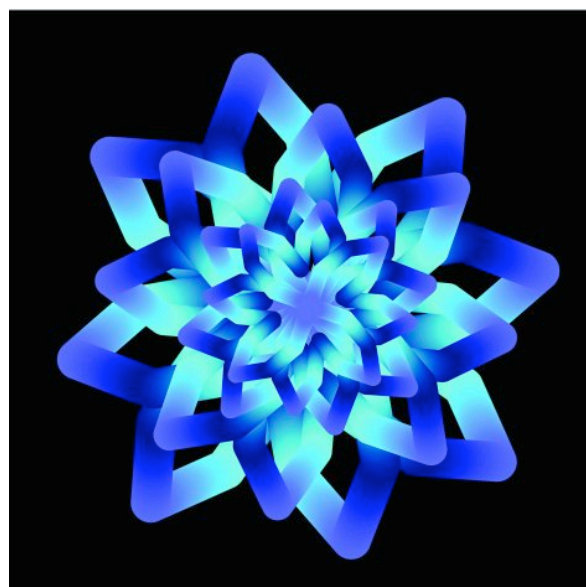


### **Slavik JABLAN**

Slavik Jablan soutiens sa thèse de doctorat auprès de l'Université de Belgrade en 1984, et obtint une Bourse Fulbright pour les années 2003/4. Ses centres d'intérêt concernent principalement la théorie des nœuds et tout ce qui touche à la symétrie, tant sur le plan mathématique qu'artistique. Membre très actif au sein de l'International Society for the Interdisciplinary Studies of Symmetry Il est également éditeur du journal électronique "Visual Mathematics" <http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/>



**Neon Flower.**



**Blue Flower.**

**Slavik JABLAN**

Ces deux œuvres, caractérisées par la présence de symétries et un phénomène de croissance, appartiennent à une série créée à l'aide de Corel Draw durant les années 2003-2008.

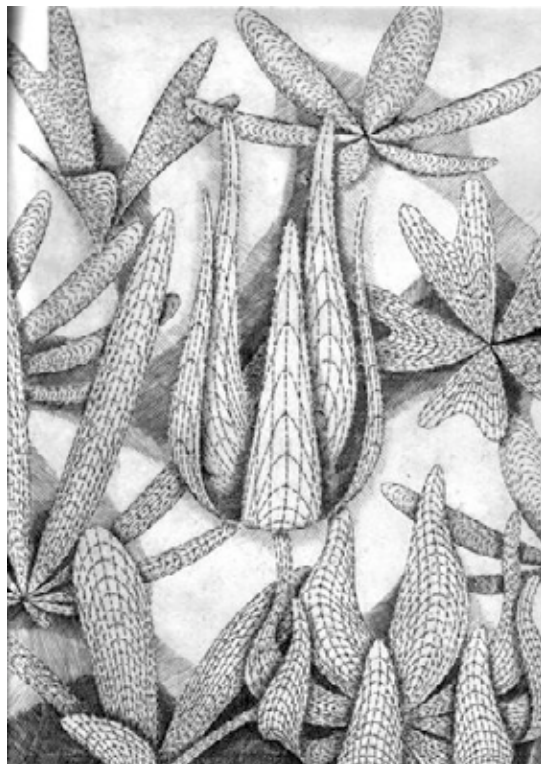


### **Patrice JEENER**

Entre en 1963 à l'École des Beaux Arts, dans l'atelier de gravure au burin. Boursier à Venise sur la recommandation de son professeur, Flocon. Il est aujourd'hui le seul artiste du domaine scientifique à maîtriser et à utiliser ce mode d'expression, la gravure. Déjà influencé par les œuvres de Escher et le traité de Flocon sur la perspective curviligne, il découvre au Palais de la Découverte et à l'Institut Henri Poincaré des modèles de fonctions mathématiques en plâtre, et

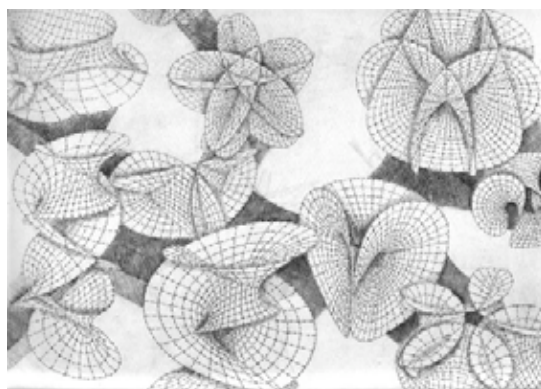


décide de s'en inspirer. Tout en étudiant les mathématiques en autodidacte, il s'emploie à représenter en gravures, de manière exacte, les nombreux objets remarquables rencontrés par les mathématiciens. Ses domaines de prédilection sont les polyèdres, les objets topologiques liés au retournement de la sphère, les surfaces minimales. Mieux que bien des universitaires, il aura fait lui-même œuvre de mathématicien pur, découvrant de nouvelles surfaces minimales et généralisant des objets classiques, tels que, par exemple, la bouteille de Klein. Il réside à La Motte Chalancon, charmant village de la Drôme Provençale, entre Vercors et Baronnies



**Floraison. 2009.**  
**Patrice JEENER**

A partir de la courbe génératrice d'une surface de révolution, il est possible de mettre en équation certaines formes de fleurs d'une manière élémentaire. Grâce à une transformation sur la surface, on choisira le nombre et la forme des pétales.



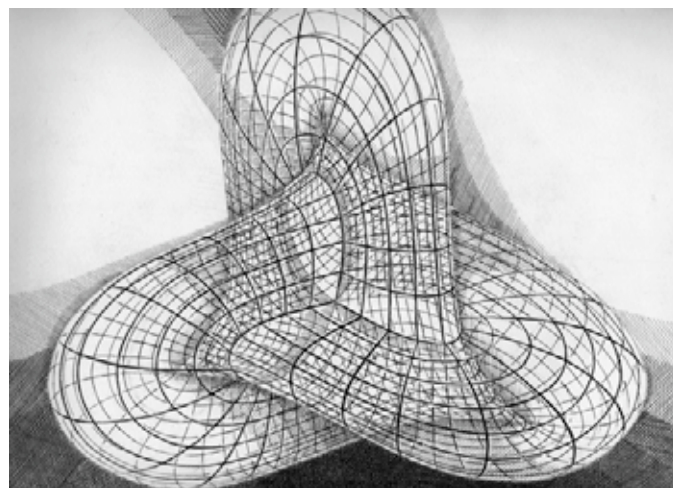
**Le jardin des surfaces minimales. 2009.**  
**Patrice JEENER**

Les formules de Weierstrass permettent d'écrire les équations d'une infinité de surfaces minimales. Cette famille de surfaces a la symétrie d'un polygone régulier. Leurs bords sont déterminés, ici, à partir de courbes fermées ; elles peuvent ressembler ainsi à des fleurs.



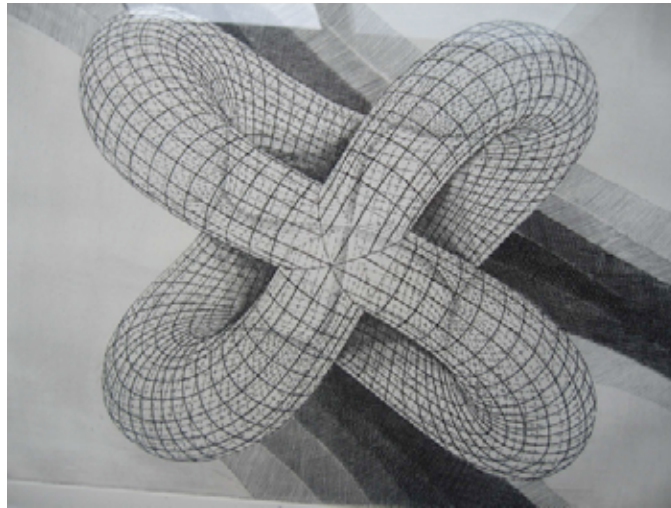
**Surface minimale "en olivier". 2008.  
Patrice JEENER**

Les surfaces minimales à trois périodes sans auto-intersection ont des applications dans différents domaines de la physique et de la biologie. A partir du bois d'olivier, il a paru intéressant de représenter ces surfaces avec d'autres matières.



**Surface de Boy. 2002.  
Patrice JEENER**

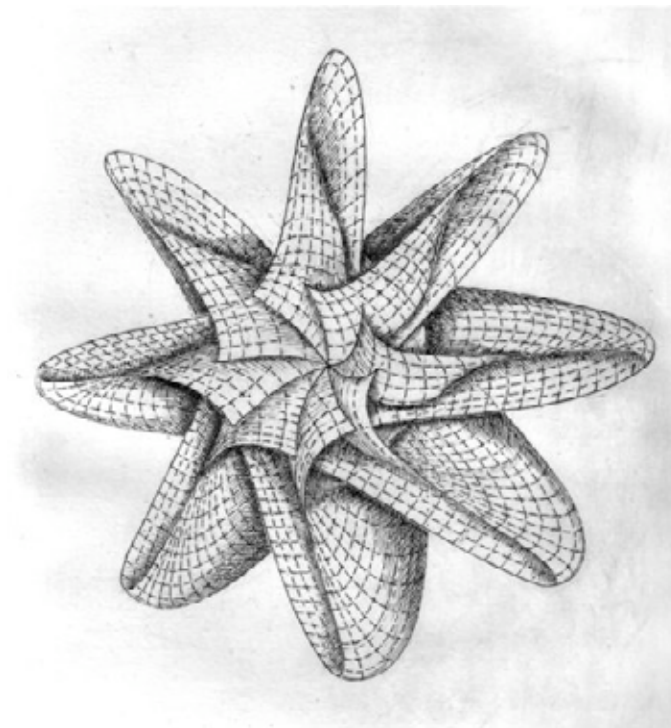
Découverte en 1902, cette surface, ayant même propriété de connexité que la sphère, ne possède qu'une seule face, d'où son rôle dans le retournement de la sphère



**La surface de Morin. 2008.**

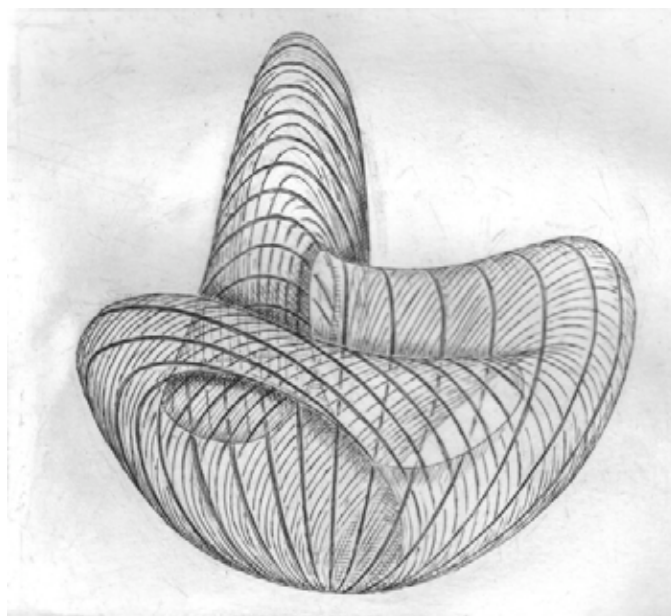
**Patrice JEENER**

*Ici en gravure (cf. la représentation métallique de François Apéry)*

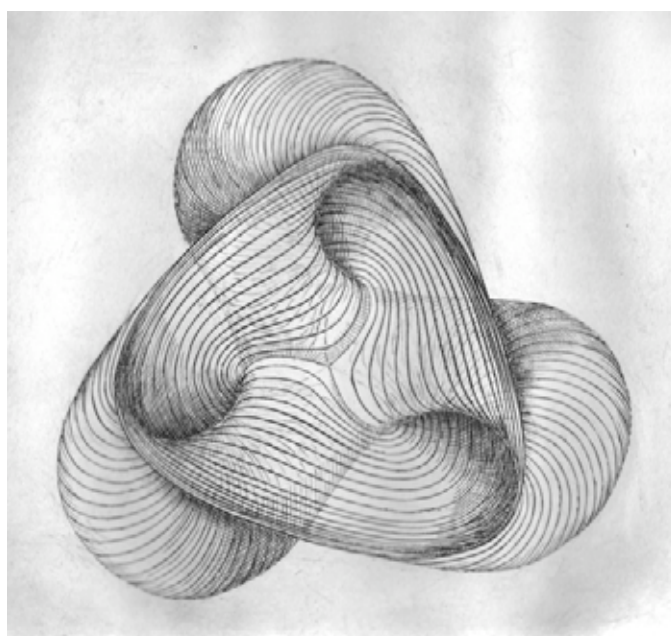


**Morin 8. 2008.**

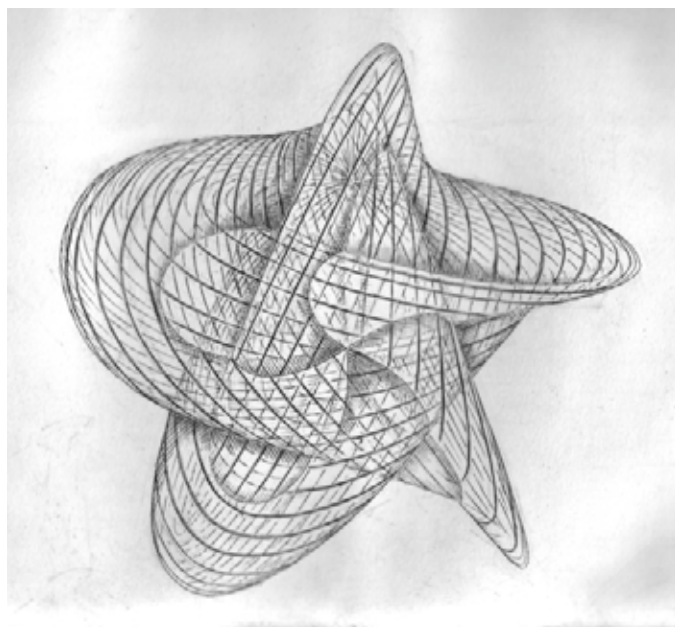
**Patrice JEENER**



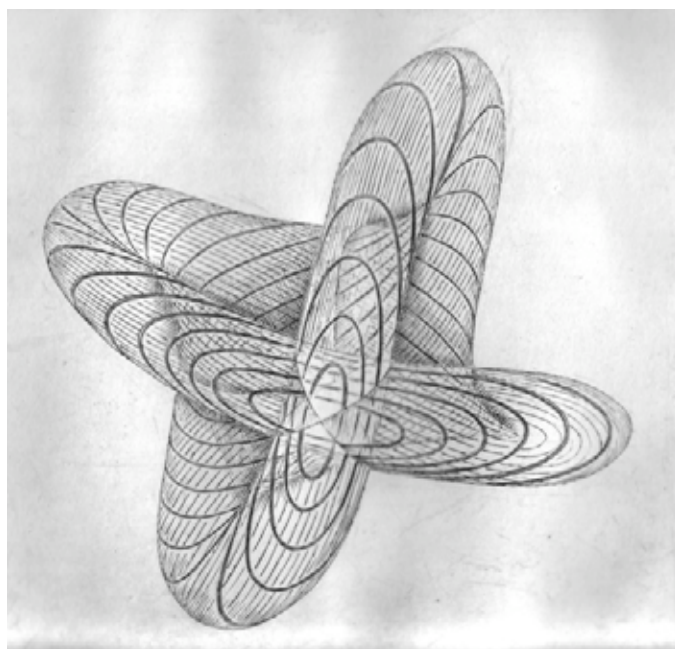
**Boy 3002. 2010.  
Patrice JEENER**



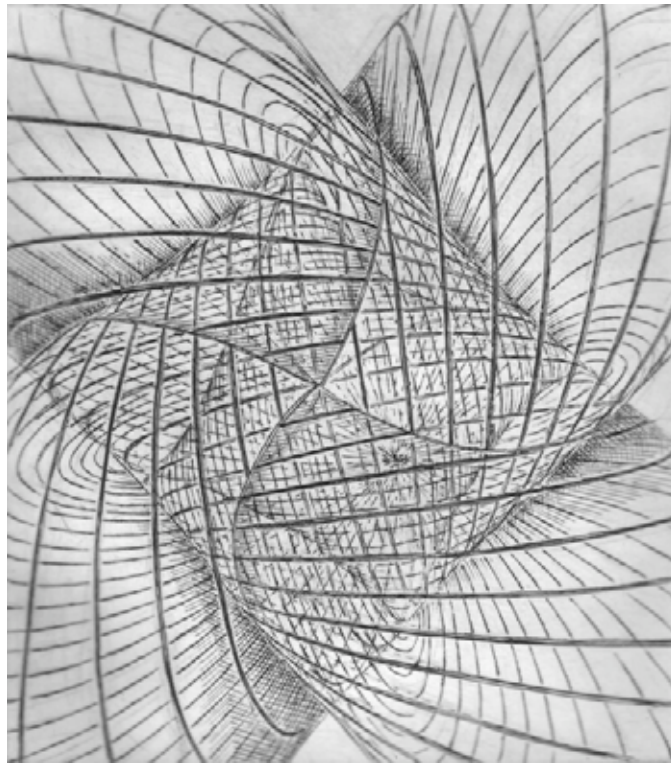
**Intérieur de Boy. 2010.  
Patrice JEENER**



**Boy 5008. 2010.  
Patrice JEENER**



**Boy Modèle ouvert 0004. 2010.  
Patrice JEENER, 2010**

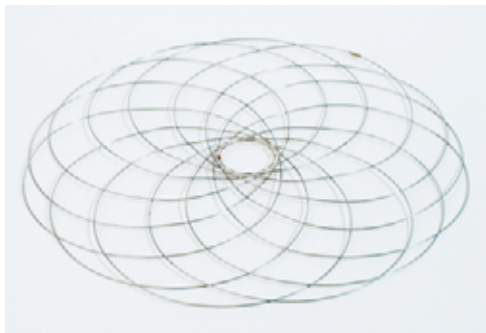


**Boy Modèle fermé 0007. 2010.  
Patrice JEENER**



### **Dmitri KOZLOV**

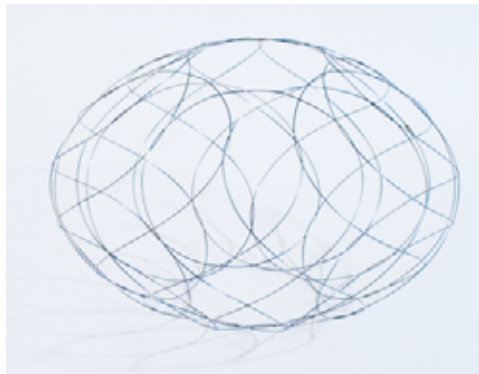
**Ph.D.**, architecte, designer et chercheur, il a travaillé de 1986 à 1999 au Laboratoire d'Architecture Bionique à Moscou. Il est maintenant en poste à l'Institut de Recherche sur la Théorie et sur l'Histoire de l'Architecture et de l'Aménagement des villes, une section de l'Académie Russe de l'Architecture et des Sciences de la Construction. Il s'intéresse tout particulièrement aux applications des principes naturels de génération des formes à l'art, le design et l'architecture. Dmitri Kozlov est auteur d'inventions dans le domaine de l'architecture bionique.



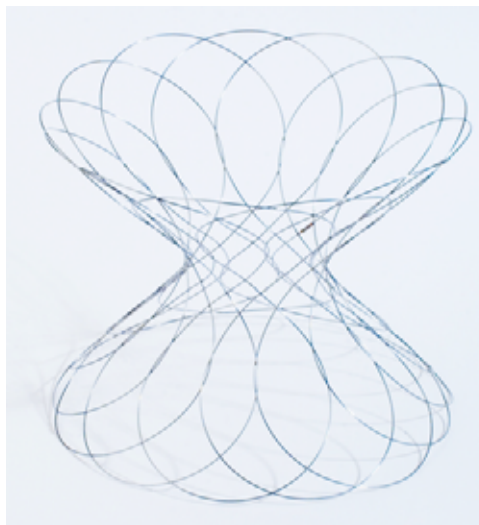
**Une structure nouée comme modèle de surface déformable à l'état plane.  
Dmitri KOZLOV**



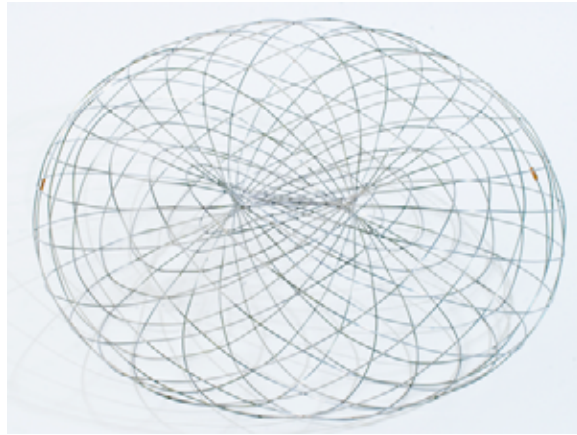
**La même structure au stade sphérique.  
Dmitri KOZLOV**



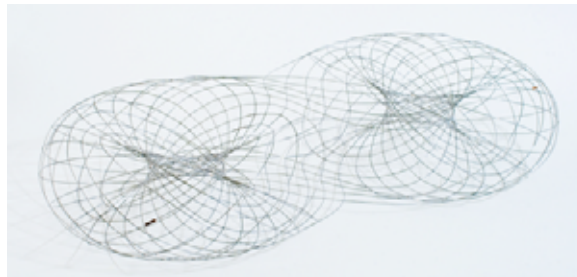
**Une structure nouée comme modèle de surface de forme elliptique.  
Dmitri KOZLOV**



**La même structure mais retournée comme modèle de surface hyperbolique.  
Dmitri KOZLOV**



**Surface d'un tore en tant qu'enlacement de deux nœuds toriques symétriques.  
Dmitri KOZLOV**



**Surface d'un bretzel en tant qu'enlacement de deux nœuds en forme de bretzels  
symétriques.  
Dmitri KOZLOV**

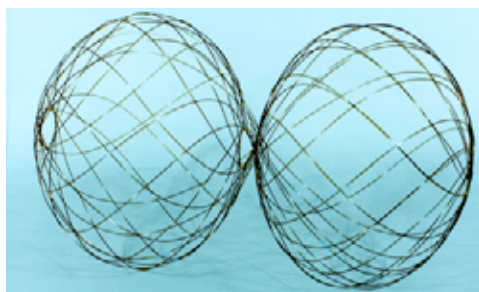


**Une structure nouée comme modèle de surface à une seule courbe d'auto-intersection.  
Dmitri KOZLOV**

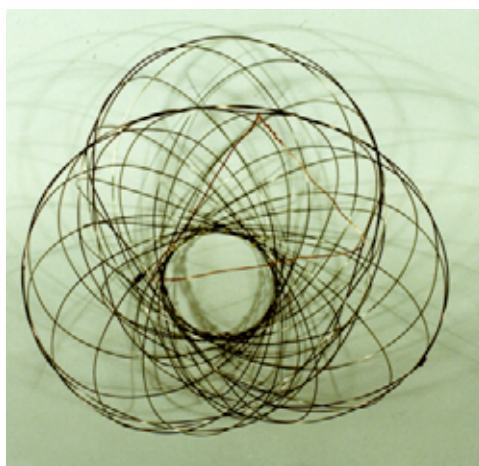




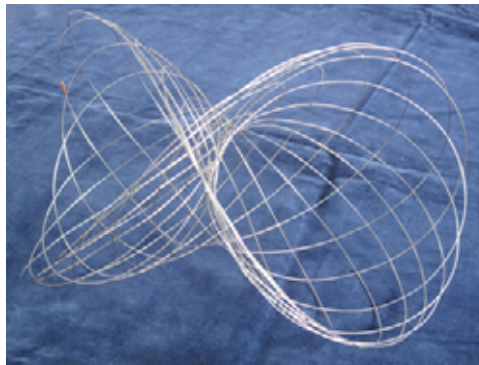
**Surface d'un tore comme modèle de surface ayant deux courbes de self-intersection.  
Dmitri KOZLOV**



**Une structure nouée avec une courbe de self-intersection comme modèle d'une double  
sphère.  
Dmitri KOZLOV**

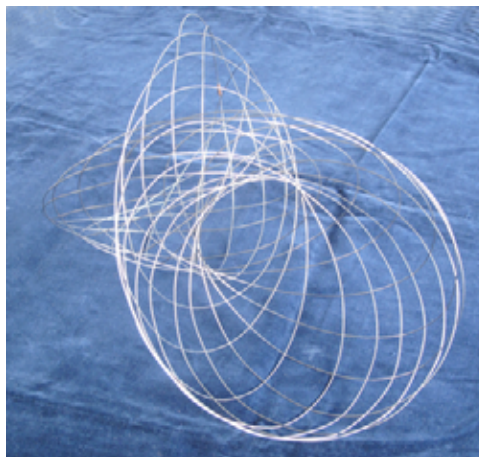


**Une structure nouée comme modèle de surface avec trois courbes d'auto-intersection en  
forme de nœud de trèfle.  
Dmitri KOZLOV**



**Une structure nouée comme modèle de surface unilatère ayant une courbe de self-intersection.**

**Dmitri KOZLOV**



**La même surface unilatère prise d'un autre point de vue: son bord est une figure à 8 courbes.**

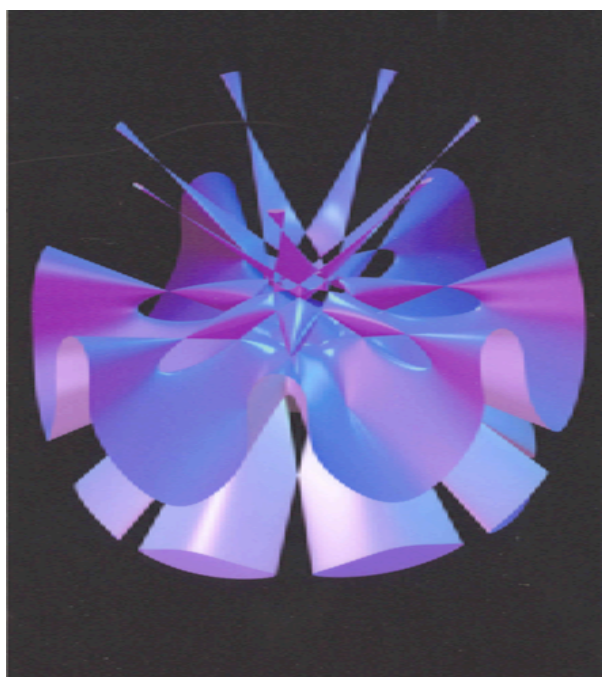
**Dmitri KOZLOV**



**Oliver LABS**

Les travaux d'Oliver Labs, mathématicien à l'Université de la Sarre, portent sur la géométrie algébrique algorithmique, la théorie des singularités et leurs applications, notamment à la visualisation. Il a en particulier développé différents programmes, dont, en collaboration avec d'autres co-auteurs, les programmes Surfex and Surfer.

<http://www.imaginary2008.de/surfer.php>



**Septique de Labs.  
Oliver LABS**

Cette septique possède la symétrie d'un polygone régulier à 7 côtés et 99 singularités. Il existe toute une famille de septiques à 99 singularités, dépendant de 5 paramètres. Oliver Labs a développé un logiciel « Singular » particulièrement adapté à la représentation des surfaces algébriques.



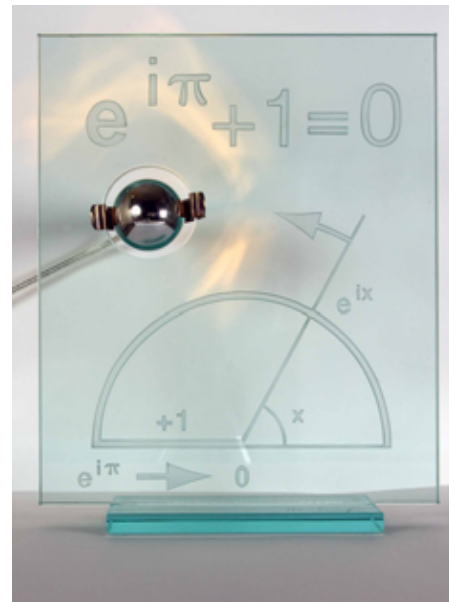
### **Hervé LEHNING**

**H**ervé Lehning est éditeur en chef de “Tangente”, un magazine français consacré à la popularisation des Mathématiques. Depuis 2007, il façonne des objets d'art avec le même objectif.

<http://www.lehning.eu>



**Lampe Klein.**



**Lampe Euler.**

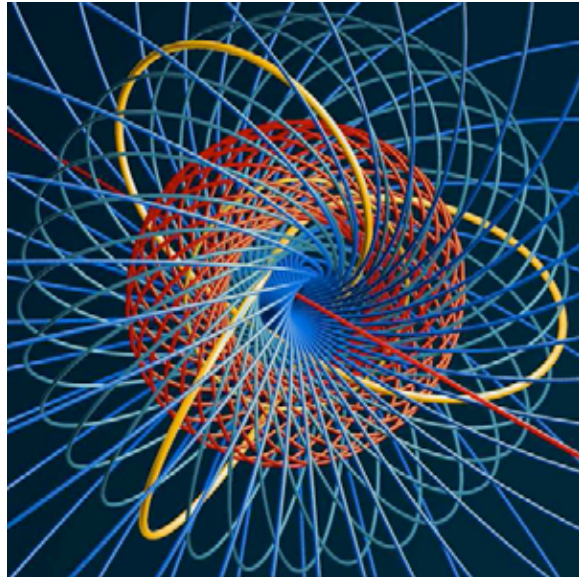
Hervé LEHNING



### **Jos LEYS**

Né en 1952 à Niel (Belgique). Ingénieur dans l'industrie chimique occupant d'importants postes de responsabilité, il quitte l'industrie en 2005, et peut alors s'adonner corps et âme à sa passion de l'art mathématique. Povray et Ultrafractal sont ses principaux outils informatiques de création. Artiste recherché par la communauté mathématique internationale, il est notamment renommé pour avoir remarquablement tiré parti de l'ouvrage de David Mumford « Indra Pearls » (Cambridge University Press), et pour avoir visualisé avec art les travaux d'Etienne Ghys, permettant ainsi à celui-ci de compléter son étude.

<http://www.josleys.com>



**Seifert Fibration. 2007.**  
**Jos LEYS**

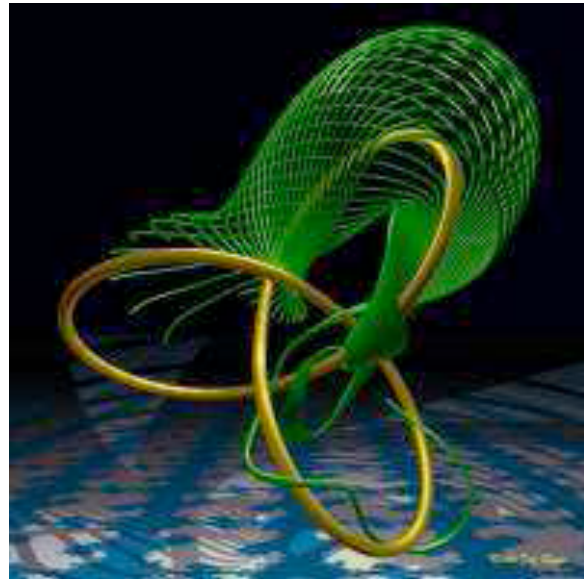
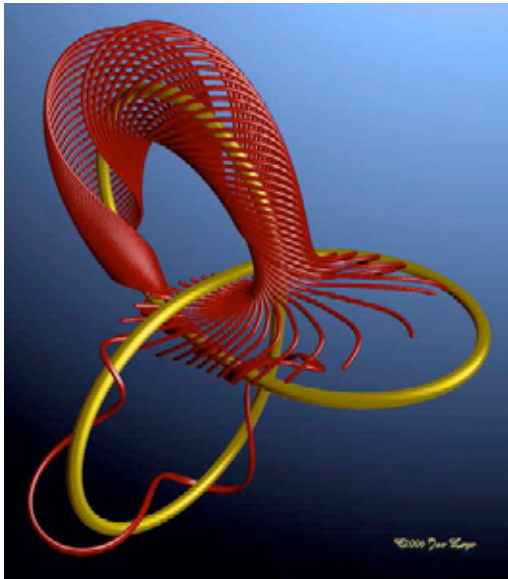
Projection stéréographique partielle de la sphère de dimension 3 feuilletée à la Seifert en nœuds de trèfles et deux cercles : un nœud de trèfle est une courbe fermée sur elle-même comme celle colorée en jaune. Il est possible de pratiquement remplir notre univers apparent et la sphère de dimension 3 (ici projetée stéréographiquement dans notre espace usuel) avec des nœuds de trèfle qui ne se touchent pas. L'image montre une petite collection de ces nœuds.



**L'attracteur de Lorenz. 2006.**  
**Jos LEYS**

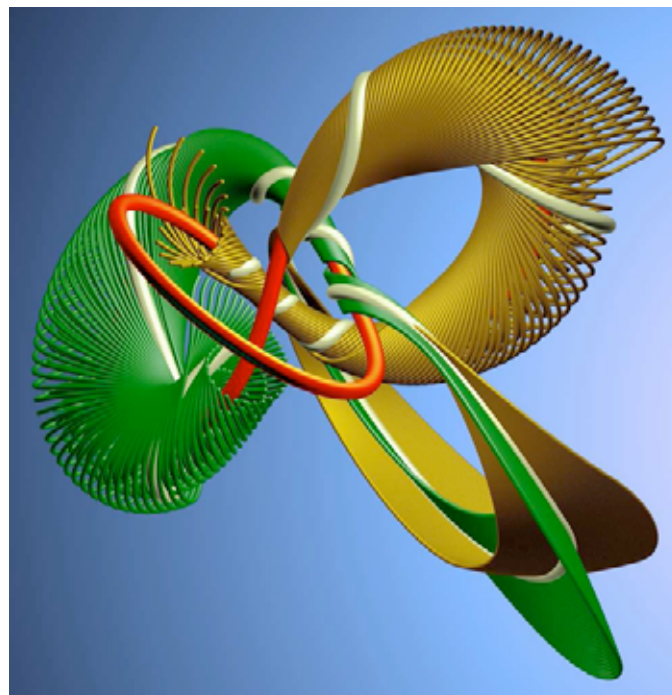
En 1963, le météorologue Lorenz établit un modèle simplifié pour l'étude des phénomènes de convection dans l'atmosphère. Les solutions obtenues illustrent l'effet « papillon » prévu par

Poincaré. L'image montre un ensemble de trajectoires ayant une forme voisine de celles des nœuds de trèfle et qui tendent à s'approcher d'un domaine appelé un attracteur étrange.

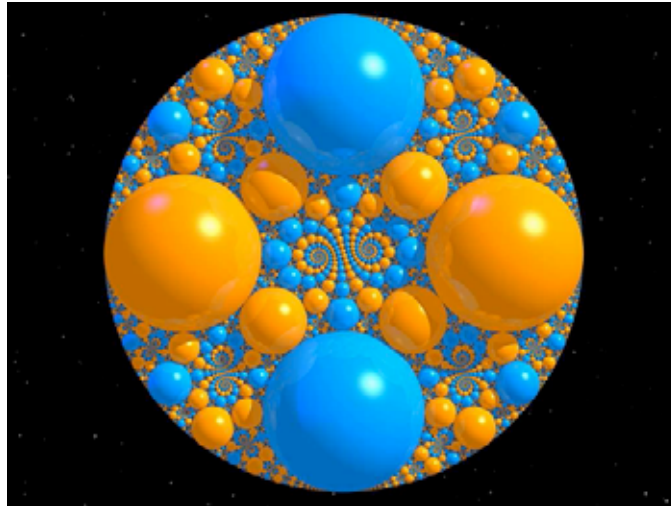


**Real Matrix. 2006**  
**Jos LEYS**

Les attracteurs des systèmes dynamiques sont des trajectoires fermées sur elles-mêmes vers lesquelles convergent ou d'où s'échappent les autres trajectoires. L'attracteur est ici un nœud de trèfle de couleur or.

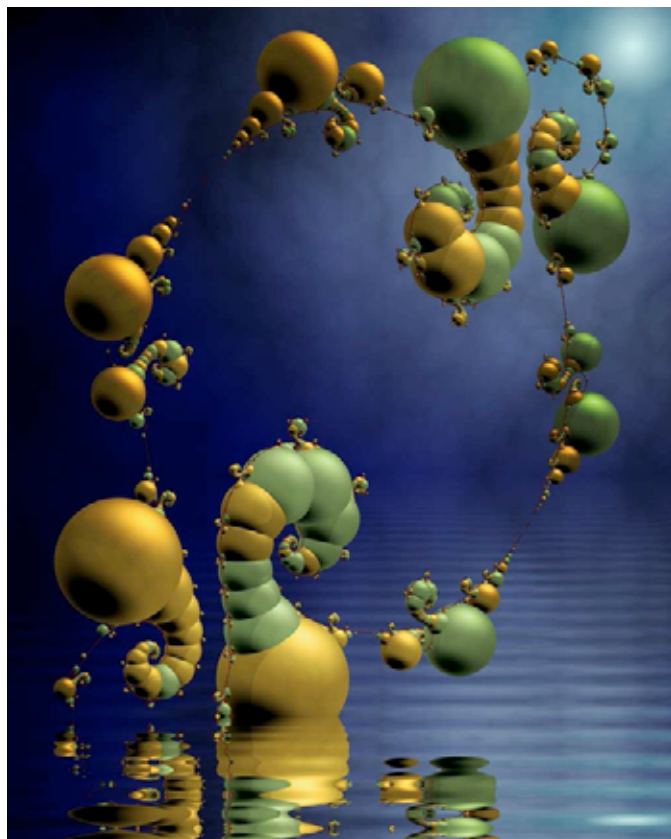


**Notices. 2006.**  
**Jos LEYS**

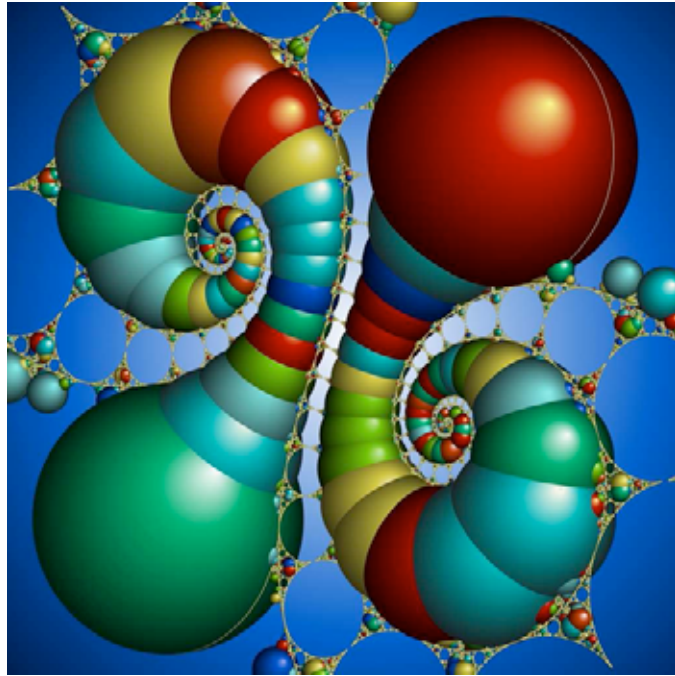


**1 on 15 cusp. 2007.**  
**Jos LEYS**

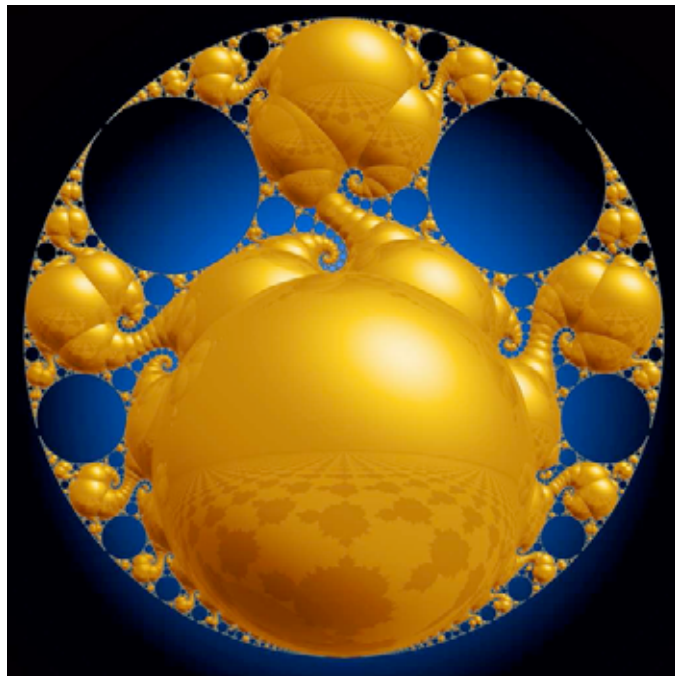
Les réflexions successives dans des miroirs sphériques peuvent engendrer des figures remarquables. « **Indra's Pearls** », un livre de David Munford, Caroline Series et David Wright, décrit les mathématiques de la "réflexion de tout l'univers" dans les perles de la déesse indienne Indra. Ces mathématiques font appel aux nombres complexes et aux transformations d'Euler-Moebius qui préservent les cercles et les sphères. Cette œuvre et les deux autres qui suivent (**Indra Family, Balloons, Pandora**) ont été créés par le même algorithme.



**Indra family. 2004.**  
**Jos LEYS**



**Balloons. 2004.**  
**Jos LEYS**



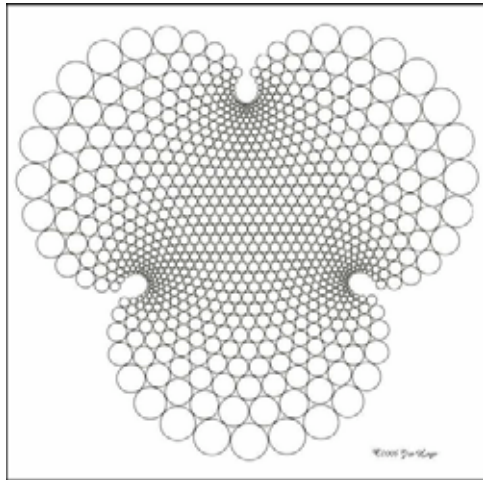
**Pandora. 2004.**  
**Jos LEYS**

*Les empilements de cercles*

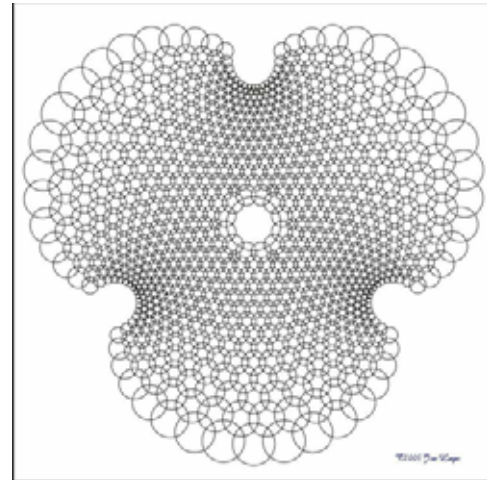
Dans les images précédentes de la série "Indra", on rencontre des familles de cercles ou de sphères qui se touchent et que je trouve fascinantes. J'ai alors cherché d'autres méthodes pour dessiner de telles familles, et j'ai découvert le travail de Ken Stephenson de l'Université de Tennessee. Il a décrit une méthode itérative pour ajuster les rayons d'une collection de cercles



de sorte qu'ils se touchent tous d'une façon imposée (nombre des cercles adjacents à un cercle donné, angles entre les rayons de deux cercles adjacents, etc..). Il en résulte des images dont certaines peuvent sans doute être matérialisées par des sculptures, un travail peut-être coûteux. Restons donc avec les images. Il est d'innombrables manières de combiner des cercles, mais ce qui m'a beaucoup plu, c'est de prendre des pavages de Penrose, et de les remplir avec des cercles. Cela donne des images qui parfois donnent un peu le vertige au spectateur... (J.L.)

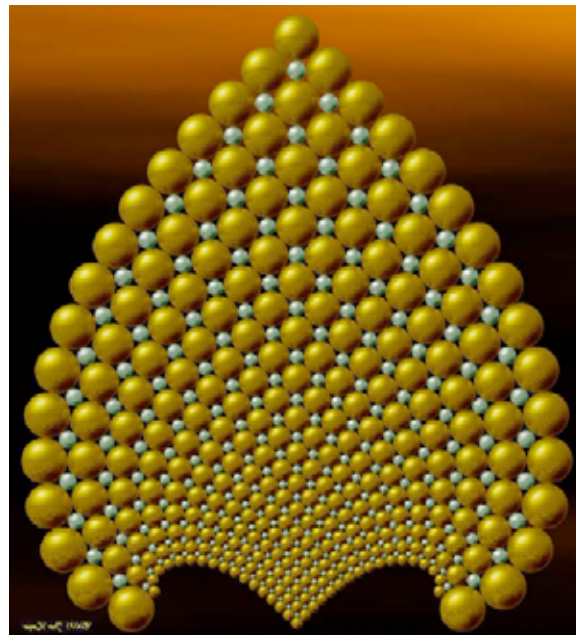


**Circle collection 1. 2005.**



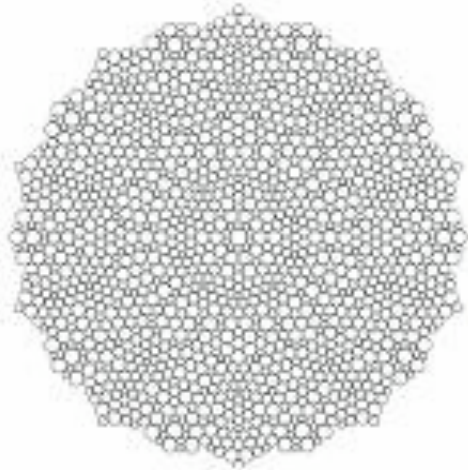
**Circle collection 2. 2005.**

**Jos LEYS**

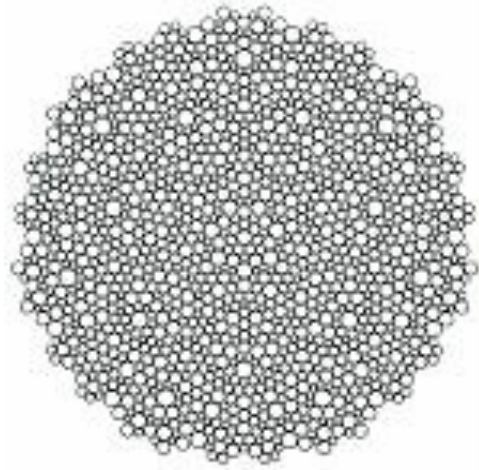


**Spearhead. 2005.**

**Jos LEYS**



**Penrose circles 1. 2005.**



**Penrose circles 2. 2005.**

**Jos LEYS**



### **Sylvie PIC**

Née en 1957, Sylvie Pic est diplômée de l'Ecole des Beaux Arts de Marseille, où elle réside. Son travail est centré sur l'espace réel (l'architecture), ou représenté (géométrie, topologie) jusqu'aux confins de l'abstraction. Elle expose en France, aux Etats-Unis, au Canada.

<http://www.documentsdartistes.org/pic>



**Trois Tores. 2007.**  
**Sylvie PIC**



**1, 2, 3 l'infini. 2007.**  
**Sylvie PIC**



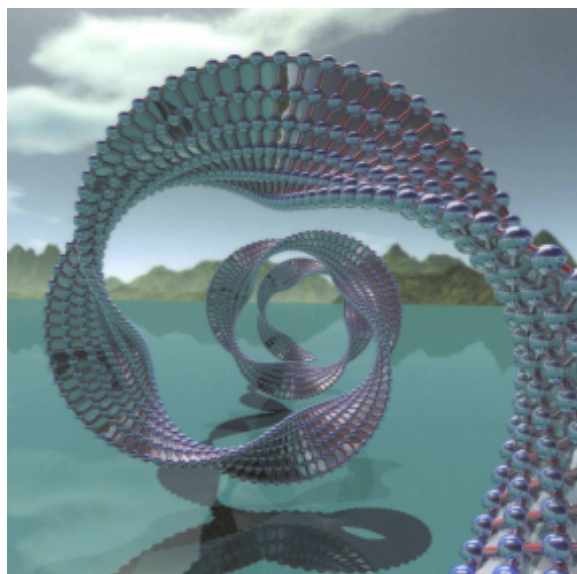
**Ulrich PINKALL**

**D**epuis 1986, enseigne la géométrie différentielle et la visualisation à la Technische Universität de Berlin, dirigeant avec John Sullivan le groupe de travail sur la « Visualisation Mathématique » au sein du l'unité de recherche Matheon, liée à leur visualisation. Son principal domaine d'activités est la géométrie différentielle des surfaces.



**Surface de Boy.**  
**Ulrich PINKALL**

Cette surface non orientable, qui apparaît dans le retournement de la sphère, est une représentation sans singularité de l'espace projectif à deux dimensions dans l'espace usuel. Elle est ici à courbure moyenne minimale (représentée selon la paramétrisation de Robert Bryant et Robert Kusner).



**Surface de Björling.**  
**Ulrich PINKALL**

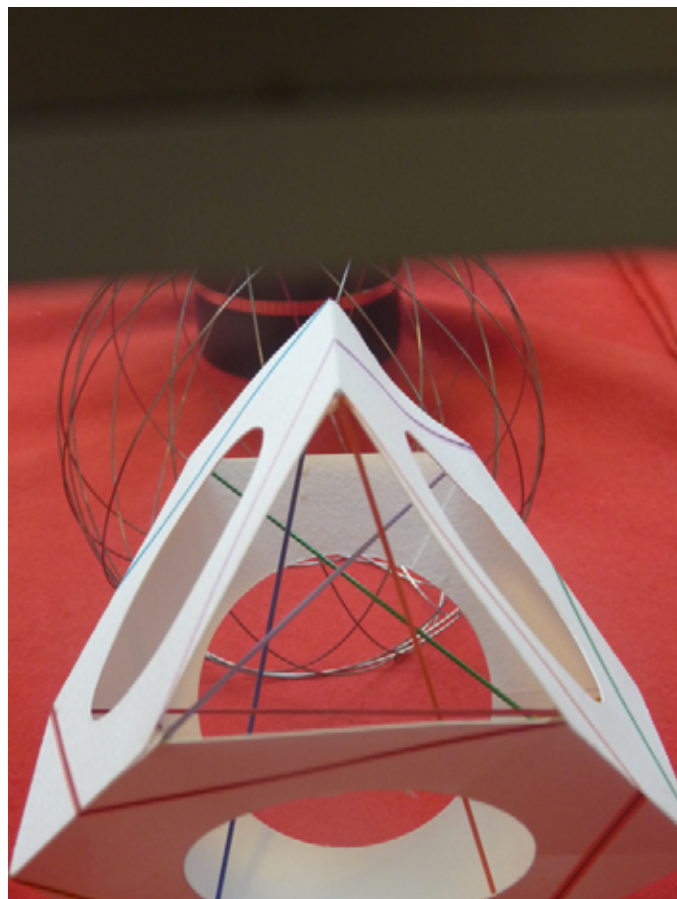
En 1844, E.G. Björling a montré qu'un élément de courbe peut être plongé dans une bande de

surface minimale. La courbe est ici une hélice, le long de laquelle la bande se vrille à vitesse constante. Matthias Weber a fourni les formules permettant de calculer cette surface particulière de Björling, le décor qui l'entoure est dû à Simon O'Callaghan: une œuvre de l'équipe Matheon.

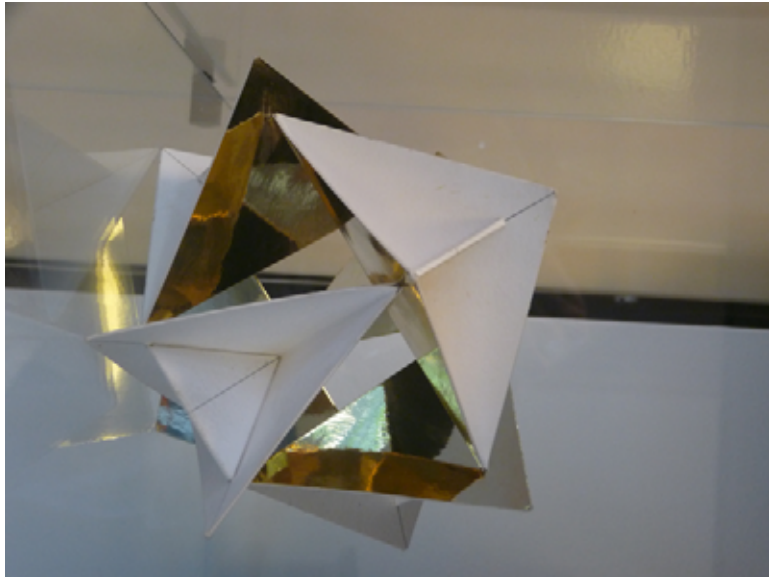


## **Philippe RIPS**

Artiste plasticien, né à Paris en 1953. Diplômé de l'Institut d'Urbanisme de l'Université Paris 8, ses recherches portent sur les structures auto-tendues à la Snelson pour l'auto-construction et la réalisation de mobiliers. Ses études visent à la création d'objets d'art cinétique en insufflant le facteur temps au sein d'objets géométriques à substrat polyédrique en particulier.



**Masque platonicien (piscis - evocatio). 2008.  
Philippe RIPS**

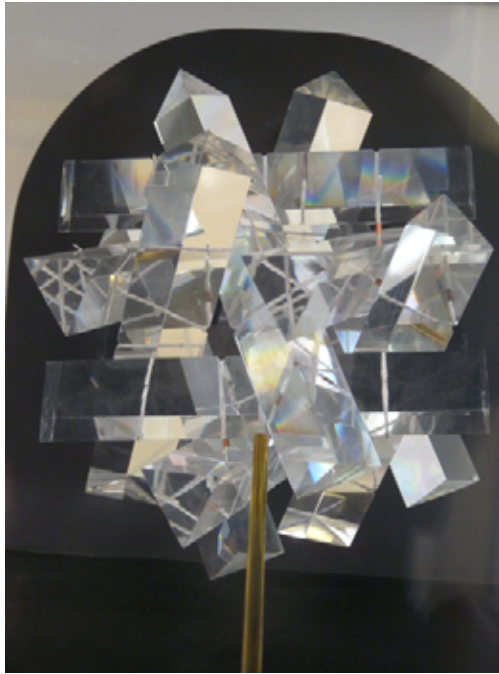


**Sans titre. 2010.  
Philippe RIPS**



**Boy feuilleté en nœuds de trèfles. 2008.  
Philippe RIPS**

Sur une idée de Claude Bruter, le feuilletage (avec singularités) de la surface de Boy par des nœuds de trèfle.



**Intérieur prismatique du cuboctaèdre. 2008.  
Philippe RIPS**



**Le cuboctaèdre en ses nœuds simples. 2008.  
Philippe RIPS**



## **Irène ROUSSEAU**

Plus d'une quinzaine de grands musées à travers le monde possèdent une œuvre d'Irène Rousseau dans leurs collections. Citons le National Museum of Contemporary Art de la Smithsonian Institution à Washington, le Museum of Modern Art, le Guggenheim et le Whitney Museum à New York, le British Museum, la Galerie Nationale d'Art à Rome, et MAMCO, le musée d'art contemporain de Genève. Elle a reçu la Presentation Design Award de l'American Institute of Architect. Elle a fait ses études à l'université de Claremont en Californie où elle obtint un MFA, puis à l'université de New York où elle obtint un Ph.D. en Interdisciplinary Studies.

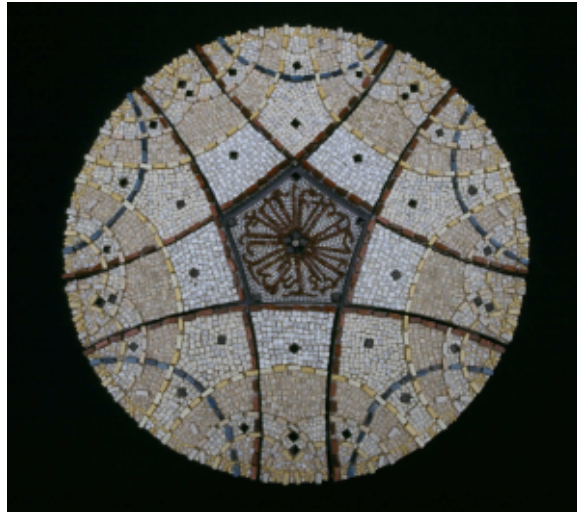
Son œuvre diffère de celle de nombreux artistes travaillant la mosaïque en ce sens qu'elle modèle des sculptures multidimensionnelles provenant de surfaces concaves. Faisant appel à des concepts mathématiques, les sculptures hyperboliques semblent « flotter sur les murs, défiant la substance matérielle ».



**Mosaïque hyperbolique I.**  
**Irène ROUSSEAU**

En tant qu'artiste, non mathématicienne, mon œuvre vient de ma sensibilité à l'esthétique de la forme géométrique, qui sous-tend la cohérence mathématique à l'arrière-plan du monde naturel. Quand on regarde la nature, on voit des motifs, des « patterns ». J'emploie ce terme dans un sens métaphorique pour désigner la structure et l'ordre formel caché des systèmes spatiaux que l'on rencontre dans la nature.





**Mosaïque hyperbolique II.**  
**Irène ROUSSEAU**

Mes sculptures sont construites à partir de motifs marquetés sous formes de mosaïques. Les pièces ou *tesserae* sont assemblées sur des surfaces courbées, selon des motifs inspirés par la géométrie hyperbolique. Pour les peintures faites sur des surfaces planes, les pièces sont remplacées par des petites tâches. Leur perception visuelle donne l'illusion d'épaisseur de l'espace tridimensionnel.



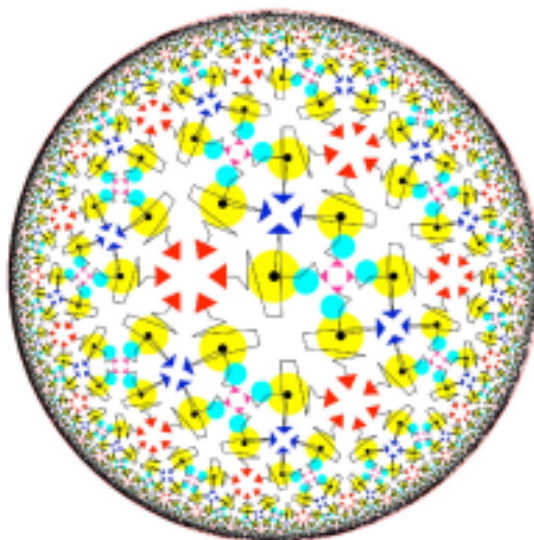
**Mosaïque hyperbolique III.**  
**Irène ROUSSEAU**

Ces sculptures et peintures sont mes véhicules d'expression des rythmes et des énergies "présents dans l'univers". En employant la licence artistique, ils représentent du point de vue métaphorique le concept de la petitesse infinie au sein d'une structure finie



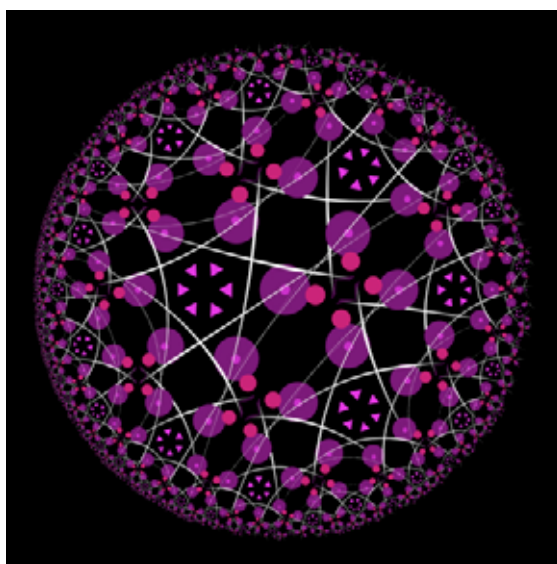
## **Radmilla SAZDANOVIC**

PhD en mathématiques de l'université George Washington et postdoc au MSRI, à Berkeley, au printemps 2010. Ses recherches portent sur la théorie des nœuds, les structures de la combinatoire. Co-auteur avec Slavik Jablan du livre "**LinKnot**", elle a obtenu la GWU Presidential Merit Fellowship, les Marvin Green Prize et James H. Taylor Graduate Mathematics Prize. En 2002, elle rejoint la communauté artistique inspirée par les riches structures géométriques présentes dans les pavages du plan hyperbolique et dans ses recherches en théorie des nœuds.



**Hyperbolic Klee. 2003.**  
**Radmilla SAZDANOVIC**

Cette œuvre repose sur un pavage uniforme de type  $(4, 4, 4, 6)$  du plan hyperbolique dont la structure a été enrichie par l'introduction d'un motif coloré asymétrique.



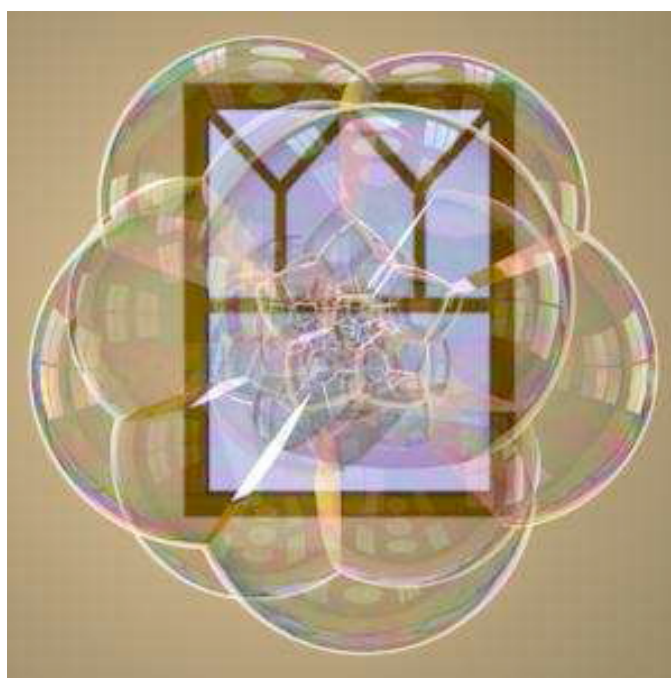
**Poincaré Berries. 2009.**  
**Radmilla SAZDANOVIC**

Cette œuvre, consistant de triangles et de cercles introduits dans le domaine fondamental, met en valeur les symétries par rotation d'ordre 4 et 6 du pavage (4, 4, 4,6) du plan hyperbolique.



## **John SULLIVAN**

Aujourd'hui professeur de Mathématiques à la Technische Universität de Berlin, il obtint son PhD à Princeton en 1990, après ses premières études à Harvard et Cambridge. Ses travaux en géométrie portent sur la recherche de formes optimales pour les courbes et les surfaces plongées dans l'espace usuel, avec comme exemples les amas de bulles de savon minimisant leur aire, ou les nœuds en forme de corde le plus resserrée possible et minimisant leur longueur. Il a fait appel de manière extensive à l'emploi de l'ordinateur pour illustrer à travers ses travaux l'art mathématique.

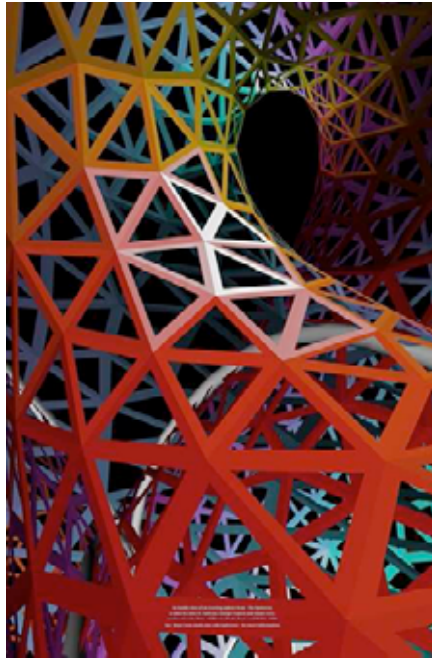


**119 Bubbles. 1990.**

**John SULLIVAN**

*Digital print, 20" x 20"*

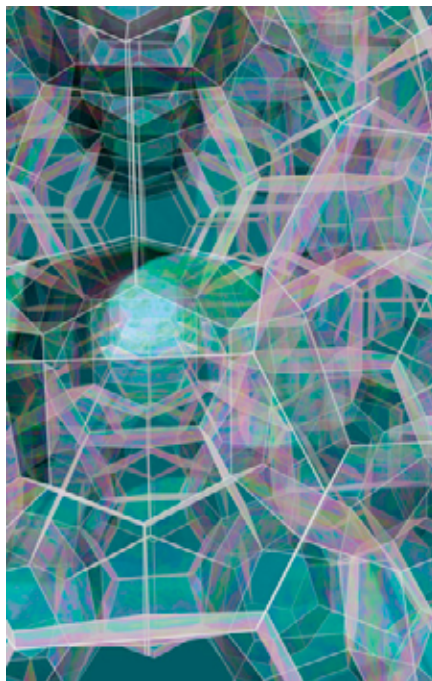
"119 Bubbles" montre la projection stéréographique du polytope régulier dans l'espace à quatre dimensions désigné sous le nom de code 120-cell, également illustré par Patrice Jeener. Il possède la géométrie exacte d'un accolement de bulles, l'une des 120 cellules représentant l'extérieur infini.



**Optiverse: Framework Interior.**  
**John SULLIVAN**

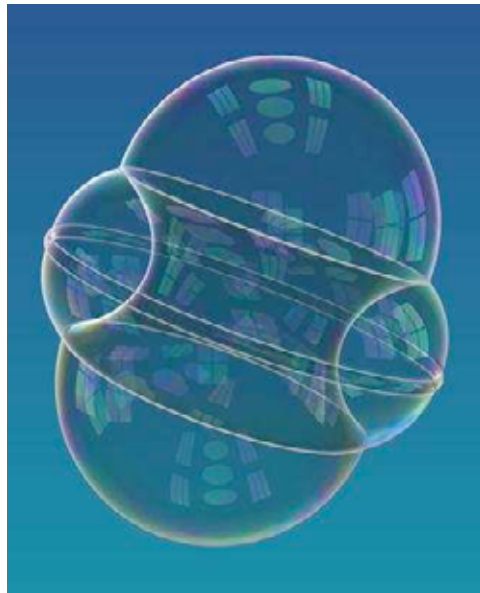
Cette image est extraite du film **Optiverse** où l'on suit le retournement de la sphère à énergie élastique minimale. On voit ici un morceau de la sphère en retournement dont la triangulation est faite par l'ordinateur. Le tube blanc indique la ligne le long de laquelle la surface se traverse elle-même (courbe de self-intersection de la surface).

<http://torus.math.uiuc.edu/optiverse/descr.html>



**Foamy Partition : Weaire-Phelan.**  
**John SULLIVAN**

*Foamy Partition* : Weaire-Phelan donne une vue de l'intérieur d'une écume de savon. Une telle écume est généralement considérée comme une collection infinie de bulles de savon se touchant, chacune d'elles essayant de minimiser l'étendue de sa surface tout en maintenant fixe le volume d'air qu'elle contient. Dans les années 1880, Lord Kelvin considéra le problème de trouver l'écume dont les bulles identiques auraient le volume optimal. Il conjectura une solution dont la preuve fut recherchée pendant plus d'un siècle, jusqu'à ce qu'en 1994 les physiciens irlandais Weaire and Phelan découvrent la structure ci-dessus plus compliquée mais donnant aussi un résultat meilleur. Certaines de ces bulles ont la forme de dodécaèdres pentagonaux, mais d'autres ont quatorze faces.



**Double Bubble Trouble. 1999.**  
John SULLIVAN

Double Bubble Trouble montre un accolement de bulles de savon dont l'équilibre physique est instable. L'accolement concerne trois bulles : une grosse bulle centrale, une moyenne bulle ceinturant la première, et une toute petite bulle ceinturant la seconde. Toutes les parois des bulles accolées font des angles de  $120^\circ$ . Ces images ont été créées pour illustrer la preuve de la conjecture générale sur les bulles doubles énoncée par Hutchings, Morgan, Ritore et Ross (2000).



**Willmore Duel. 2004.**  
John SULLIVAN

"Willmore Duel" montre une surface dite de Wilmore, elle minimise l'énergie élastique de courbure. Elle est la surface duale de l'une de celle qui apparaît dans le film The Optiverse, où elle est utilisée pour réaliser le retournement de la sphère à énergie minimale. Les trois images, **Willmore Duel**, **Double Bubble Trouble** et **119 Bubbles**, ont été réalisées à partir de modifications du logiciel « Pixar's Renderman.



**Minimal Flower 3. 2008**  
**John SULLIVAN**

La sculpture "Minimal Flower 3" a été mathématiquement conçue en tant que surface minimale. Elle représente une bulle de savon s'appuyant un contour métallique dont la forme est un nœud un peu compliqué. La tension superficielle maintient le film de savon rigide afin de minimiser son aire. La forme qui en résulte possède des symétries par rotation d'ordre 2 et 3, elle ne possède pas de symétrie miroir. Elle consiste en un domaine central ayant la forme d'une selle de cheval sur laquelle sont attachés trois rubans torsadés. Il s'agit donc, du point de vue topologique, d'une surface de Dyck trouée non orientable. Cette pièce est une manière d'hommage au sculpteur Brent Collins : son œuvre « Atomic Flower II » m'a incité à essayer de saisir à partir d'une surface minimale la même topologie et les mêmes symétries. La sculpture est fabriquée directement par une imprimante 3D à partir du logiciel de calcul. Au lieu d'épaissir la surface minimale de manière uniforme, on fabrique un objet plus fin près des bords et plus épais en son milieu en doublant le film de savon, et insufflant (virtuellement) de l'air entre les deux films ; les surfaces se faisant face sont par conséquent de courbure moyenne opposée en signe mais d'égale valeur absolue. (J.S.)

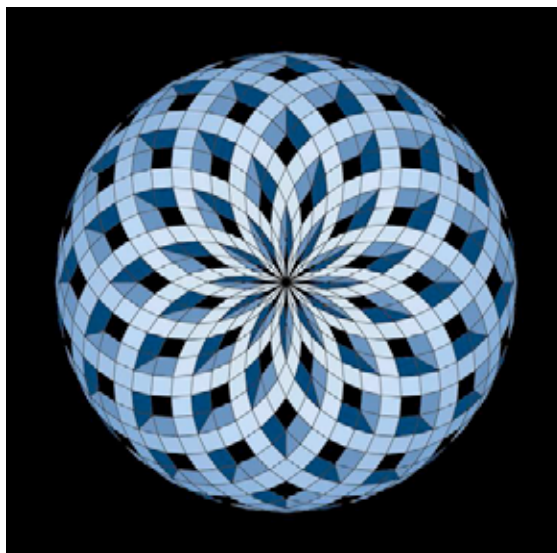


**Minimal Flower 4. 2010.**  
**John SULLIVAN**



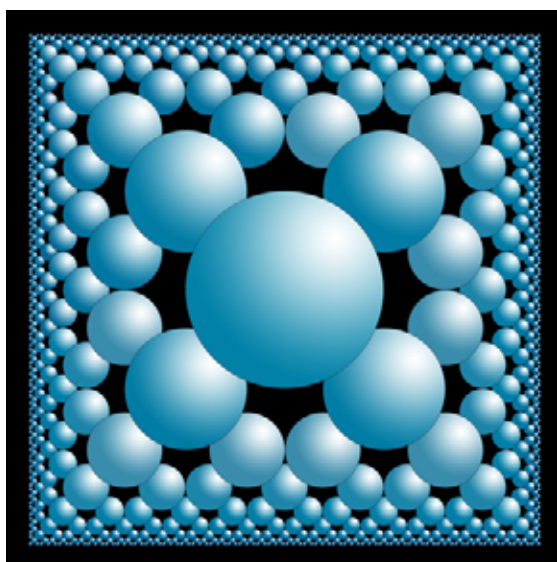
## François TARD

Entre en 1958 à l'École Polytechnique, et en 1959 à l'École Nationale Supérieure des Beaux Arts de Paris (section architecture). Conseil en organisation, puis création et développement de petites entreprises (jeux éducatifs, imprimerie, infographie, édition). Créateur de jeux logiques. Passionné d'infographie, il illustre par plusieurs de ses œuvres les lois du découpage en losanges qui régissent les polygones réguliers.

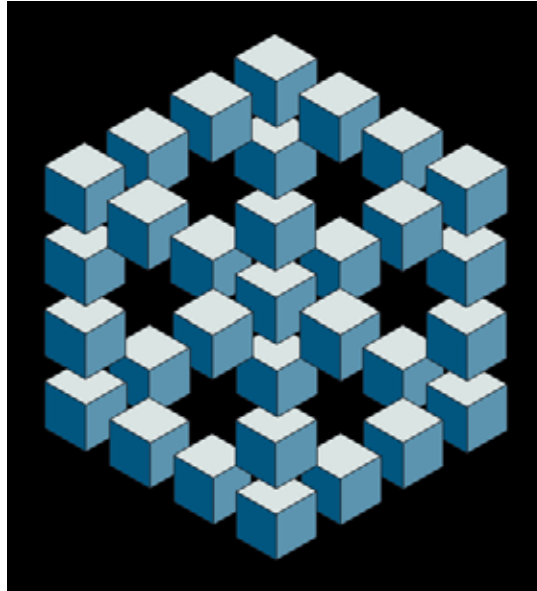


**Rosace d'aurichalcite. 2009.**  
**François TARD**

Tout polygone régulier ayant un nombre pair de sommets peut être découpé en un nombre entier de "losanges équilatéraux" (losanges dont les côtés sont égaux). Dans la "rosace d'aurichalcite", un *hexatriacontagone* (polygone régulier de 36 sommets) est découpé en 616 "losanges équilatéraux". Le premier anneau central de losanges constitue une étoile à 36 branches. En conséquence, la figure de base porte le nom de "*rhombohexatriacontagonehexatriacontaclonique*".



**Fractale tétragonale de sphères. 2010.**  
**François TARD**



**Le Langage. 2009.  
François TARD**

Les œuvres de Reutersvärd ont suggéré la construction de cet objet non euclidien



**Les trois cadres de la pensée. 2009.  
François TARD**

Cette composition non-euclidienne illustre les paradoxes et les frontières dans lesquels se referme et s'enferme la pensée.





## **TERMES Dick**

Sous l'influence de M.C. Escher et de Buckminster Fuller, Termes entreprit de peindre des sphères en 1968, alors qu'il obtenait son MFA à l'université du Wyoming. Il leur donna le nom de Termespheres. Il continua ses recherches dans cette direction et passa en 1971 sa thèse sur les Termesphere à l'Otis Art Institute de Los Angeles, où il reçut son diplôme de Masters of Fine Arts. Il n'a depuis guère quitté Black Hills dans le Dakota du Sud. Ses peintures sur sphères, plus de 160, ont fait le tour du monde, depuis San Francisco jusqu'à Paris, depuis New York jusqu'à Tokyo.

Chaque sphère est l'exploration et la représentation d'un univers clos. Ce que vous voyez quand vous regardez une Termesphere est une illusion d'optique, une vue depuis l'intérieur de la totalité du monde physique qui l'entoure. Elle vous paraîtrait normale si vous étiez effectivement à l'intérieur de la sphère, mais vous voyez cette vue intérieure depuis l'extérieur de la sphère. Elle est d'ailleurs en général peinte de l'extérieur, selon une technique mise au point par Termes : elle consiste à introduire un système de six points de perspective, qui correspondent aux centres des six faces d'un cube.

[www.termespheres.com](http://www.termespheres.com)



**The Paris Opéra. 1992.  
Dick TERMES**

Séjour parisien en 1992. Six jours de présence sur le grand escalier ont accompagné la réalisation de cette sphère. Elle est maintenant la propriété de Dave Ellis, Rapid City, SouthDakota.



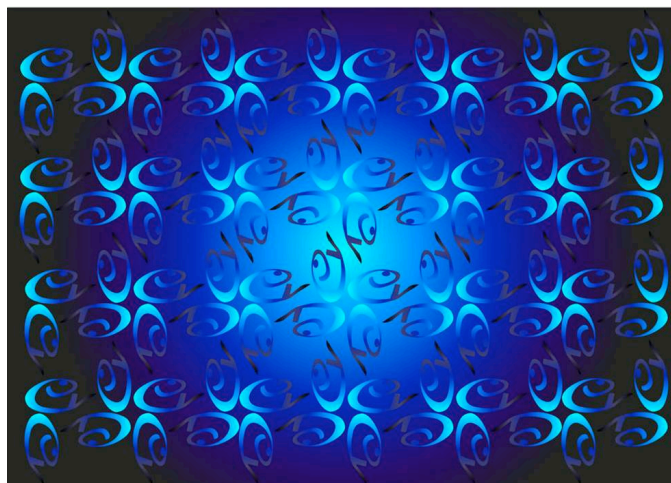
**Sainte Chapelle. 1993.**  
**Dick TERMES**

Pour réaliser la SAINTE CHAPELLE, je me suis projeté d'une dizaine de mètres au-dessus du sol pour me permettre de voir les merveilleux vitraux et les incroyables ornements que vous ne pouvez pas admirer quand vous êtes noyé dans la masse des visiteurs. Cette sphère est maintenant la propriété de Anne et Gayle Verret, de Floride.



### **Miroslav ZEC**

Il débute sa vie professionnelle dans la photographie et devient en 1999 le photographe et le graphiste de la revue "Ribolovacki Trofej". Il s'est depuis entièrement consacré à l'illustration et au graphisme, parachevant ses études dans ce domaine auprès de l'université Metropolitan de Belgrade, et devenant responsable de ce secteur pour l'entreprise YUHUNG à Novi Sad.



**EV-olution. 2007.**  
**Miroslav ZEC**

Le motif de base est asymétrique en forme de poisson. Il est représenté par un élément de courbe caractéristique, qui symbolise le mouvement continu circulaire sans fin présent dans la nature. Le motif est construit par l'union de deux lettres : la lettre "e" représente la tête et le corps du poisson, la lettre "v" en forme la queue. On fait appel au groupe de symétries p4 pour produire l'impression visuelle de mouvement circulaire sans fin. Ce groupe, engendré par les rotations d'ordre 4 et les translations, contient ainsi des éléments de symétrie dynamique. Il n'y a pas de réflexions, de sorte que ce décor possède deux formes énantiotropes, la gauche et la droite.



**CONTACT**

*Claude Bruter* [bruter@univ-paris12.fr](mailto:bruter@univ-paris12.fr)

<i>François APÉRY,</i>	<a href="mailto:f.apery@uha.fr">f.apery@uha.fr</a>
<i>Benno ARTMANN,</i>	<a href="mailto:artmann@uni-math.gwdg.de">artmann@uni-math.gwdg.de</a>
<i>Boris ASSANCHEYEV,</i>	<i>4, rue des petits champs 75002 Paris</i>
<i>David AUSTIN, William CASSELMAN, David WRIGHT,</i>	<a href="mailto:david@merganser.math.gvsu.edu">david@merganser.math.gvsu.edu</a> <a href="mailto:cass@math.ubc.ca">cass@math.ubc.ca</a> <a href="mailto:wrightd@math.okstate.edu">wrightd@math.okstate.edu</a>
<i>Tom BANCHOFF,</i>	<a href="mailto:tfb@cs.brown.edu">tfb@cs.brown.edu</a>
<i>Luc BÉNARD &amp; Richard PALAIS,</i>	<a href="mailto:ludev2@gmail.com">ludev2@gmail.com</a> <a href="mailto:palais@uci.edu">palais@uci.edu</a>
<i>Anders BJÖRNER &amp; Frank LUTZ,</i>	<a href="mailto:bjorner@mittag-leffler.se">bjorner@mittag-leffler.se</a> <a href="mailto:lutz@math.tu-berlin.de">lutz@math.tu-berlin.de</a>

<i>Philippe CHARBONNEAU,</i>	<a href="mailto:charbonneauphilippe@neuf.fr"><u>charbonneauphilippe@neuf.fr</u></a>
<i>Jean-François COLONNA,</i>	<a href="mailto:colonna@cmapx.polytechnique.fr"><u>colonna@cmapx.polytechnique.fr</u></a>
<i>Jean CONSTANT,</i>	<a href="mailto:jconstant@hermay.org"><u>jconstant@hermay.org</u></a>
<i>Richard DENNER,</i>	<a href="mailto:richard.denner@evc.net"><u>richard.denner@evc.net</u></a>
<i>Tamás FARKAS,</i>	<a href="mailto:f.farkastamas@freemail.hu"><u>f.farkastamas@freemail.hu</u></a>
<i>Mikael FIELD,</i>	<a href="mailto:mikefield@gmail.com"><u>mikefield@gmail.com</u></a>
<i>Charles GUNN,</i>	<a href="mailto:gunn@math.tu-berlin.de"><u>gunn@math.tu-berlin.de</u></a>
<i>George HART,</i>	<a href="mailto:george@georgehart.com"><u>george@georgehart.com</u></a>
<i>Herwig HAUSER,</i>	<a href="mailto:HerwigHauser@univie.ac.at"><u>HerwigHauser@univie.ac.at</u></a>
<i>Slavik JABLAN,</i>	<a href="mailto:sjablan@gmail.com"><u>sjablan@gmail.com</u></a>
<i>Patrice JEENER</i>	<a href="mailto:patricejeener@wanadoo.fr"><u>patricejeener@wanadoo.fr</u></a>
<i>Dmitri KOZLOV</i>	<a href="mailto:kozlov.dmitri@gmail.com"><u>kozlov.dmitri@gmail.com</u></a>
<i>Oliver LABS</i>	<a href="mailto:labs@math.uni-sb.de"><u>labs@math.uni-sb.de</u></a>
<i>Hervé LEHNING</i>	<a href="mailto:lehning@noos.fr"><u>lehning@noos.fr</u></a>
<i>Jos LEYS</i>	<a href="mailto:jos.leys@pandora.be"><u>jos.leys@pandora.be</u></a>
<i>Sylvie PIC</i>	<a href="mailto:sylviepicartiste@aol.com"><u>sylviepicartiste@aol.com</u></a>
<i>Ulrich PINKALL</i>	<a href="mailto:pinkall@math.tu-berlin.de"><u>pinkall@math.tu-berlin.de</u></a>
<i>Philippe RIPS</i>	<a href="mailto:rips.philippe@club-internet.fr"><u>rips.philippe@club-internet.fr</u></a>
<i>Irène ROUSSEAU</i>	<a href="mailto:mosaicartforms@comcast.net"><u>mosaicartforms@comcast.net</u></a>
<i>Radmilla SAZDANOVIC</i>	<i>c/o</i> <a href="mailto:sjablan@gmail.com"><u>sjablan@gmail.com</u></a>
<i>John SULLIVAN</i>	<a href="mailto:Sullivan@Math.TU-Berlin.DE"><u>Sullivan@Math.TU-Berlin.DE</u></a>
<i>François TARD</i>	<a href="mailto:tard.francois@wanadoo.fr"><u>tard.francois@wanadoo.fr</u></a>
<i>Dick TERMES</i>	<a href="mailto:termes@blackhills.com"><u>termes@blackhills.com</u></a>
<i>Miroslav ZEC</i>	<i>c/o</i> <a href="mailto:sjablan@gmail.com"><u>sjablan@gmail.com</u></a>

