

Stewart Dickson

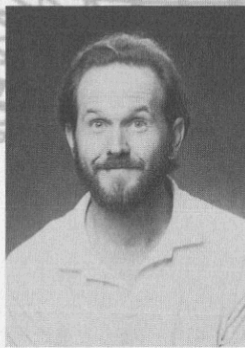
STEWART DICKSON received a Bachelor of Electrical Engineering from the University of Delaware in 1981. The primary result of this work was United States Patent 4,248,120, "*Stringed Musical Instrument with Electrical Feedback*." Mr. Dickson has been a professional computer programmer since 1981 and administrator of UNIX computing networks for digital image production since 1985. Mr. Dickson's first one-man exhibition of sculpture was in 1982. Since 1988 Stewart Dickson has pioneered the visualization of mathematical forms using direct three-dimensional computer "printing" known as rapid mechanical

prototyping equipment, such as the so-called Stereolithography Apparatus. Mr. Dickson has worked full-time or on a cooperative or consulting basis at the University of Delaware, AT&T Bell Laboratories, Massachusetts Institute of Technology, the University of Illinois at Chicago, Wolfram Research, Inc., California Institute of the Arts and the Banff Center for the Arts.

Mr. Dickson has lectured and exhibited his work in Budapest, Hungary; Chicago, USA; Monte-Carlo, Monaco; Punkaharju, Finland; Zürich, Switzerland; Las Vega, Nevada, USA; Banff, Alberta, Canada; Philadelphia, USA; Princeton, New Jersey,

USA; Sydney, Australia. Mr. Dickson's work has been published in the USA, UK, France, Italy, Japan and Australia.

Stewart Dickson is currently the Systems Manager at ReZ.n8 Productions, Inc., Hollywood.



STEWART DICKSON a obtenu un baccalauréat en génie électrique de l'Université du Delaware en 1981. Les premiers résultats de ses travaux, *Stringed Musical Instrument with Electrical Feedback*, ont été enregistrés selon la loi américaine des brevets sous le numéro 4 248 120.

Monsieur Dickson a agi comme programmeur professionnel et, depuis 1985, comme administrateur de réseaux UNIX orientés vers la production d'images numériques. C'est en 1982 que M. Dickson présentait sa première exposition personnelle de sculptures. Depuis 1988, Stewart Dickson innove tel un pionnier de la visualisation de formes

mathématiques en utilisant une « impression » tridimensionnelle directe par ordinateur à l'aide d'un équipement de photocomposition mécanique rapide tel le *Stereolithography Apparatus*.

Monsieur Dickson a travaillé à plein temps ou sur des bases de coopération ou de consultation à l'Université du Delaware, aux laboratoires AT & T Bell, au Massachusetts Institute of Technology, à l'Université de l'Illinois à Chicago, à l'Institut des Arts de Californie et au Centre des Arts de Banff.

Il a prononcé des conférences et exposé ses travaux à Budapest, Hongrie; à Chicago, États-Unis; à Monte-

Carlo, Monaco; à Punkaharju, Finlande; à Zurich, Suisse; à Las Vegas, États-Unis; à Banff, Alberta, Canada; à Philadelphie, États-Unis; à Princeton, New Jersey, États-Unis; à Sydney, Australie. Les travaux de Stewart Dickson ont fait l'objet de publication aux États-Unis, en Grande-Bretagne, en France, en Italie, au Japon et en Australie.

Stewart Dickson est actuellement administrateur des systèmes à ReZ.n8 Productions inc., à Hollywood.

Human use tools to extend the range of our senses and our physical selves. The digital computer is a radically novel tool in the history of humankind. Never before have we known such a tool with which we can explore the structure of our understanding of ourselves and our world.

My sculpture is based upon deep abstraction. My interaction with the computer is on the basis of formal language. I am therefore exploring a universe of philosophical discourse. In the graphical computer, however, the language I use can also produce imagery or a three-dimensional object. The object is therefore necessarily connected to an abstract statement.

Because the computer is such a general-purpose device, it can be used to treat any subject which can be discussed using language, images or solid objects. The computer is also the arena of contemporary high science, therefore, the secrets of the universe at the frontier of human knowledge become accessible to non-scientists though this common tool.

Cyberspace, an abstract construct of a computing environment, is an internal world. Concretization of abstraction by creating

images or objects from computer data externalizes the abstraction.

The computer, as a creative device, is an expressive conduit of our profound internal being. The image is a loaded visual presentation which stirs the senses and touches the emotions and soul of the viewer.

The terms of computer art consist of nothing less than the immutable absolutes which form the structure of the universe. Inasmuch as we are products and part of our universe, we have the potential to use this extension of ourselves to treat every aspect of our physical and abstract existence. I see this as a source of great social benefit and cultural change. I hope to have the opportunity to make my art a part of this.

L'homme se sert d'outils pour étendre la portée de ses sens et dépasser ses limites physiques. L'ordinateur numérique apparaît comme un outil radicalement nouveau dans l'histoire de l'humanité. Jamais nous n'avions connu un tel outil nous permettant d'explorer la structure de la compréhension que nous avons de nous-mêmes et de notre monde.

Mes sculptures sont fondées sur de pures abstractions. Un langage formel fait office d'interface entre moi et l'ordinateur. J'explore ainsi un univers de discours philosophique. Mais le langage que j'utilise avec l'ordinateur graphique peut également produire une image ou un objet tridimensionnel. Ainsi, l'objet est nécessairement mis en relation avec un énoncé abstrait.

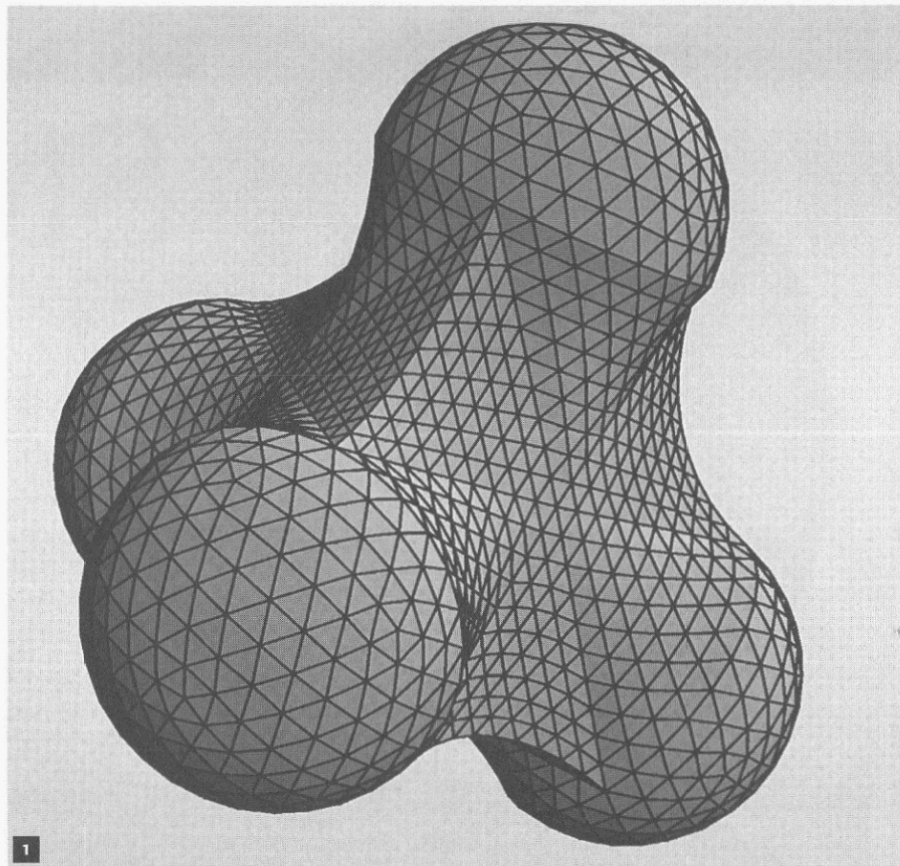
Puisque l'ordinateur est un outil multifonctionnel, il peut être utilisé pour traiter tout sujet qu'on peut aborder à l'aide du langage, des images ou de solides. L'ordinateur, comme lieu de rencontre des sciences actuelles, devient l'outil commun qui ouvre, aux non scientifiques, la porte des secrets de l'univers à la frontière de la connaissance humaine.

Le cyberspace, comme construction abstraite dans un envi-

ronnement informatique, est un monde interne. La concrétisation d'abstraction par la création d'images ou d'objets à partir de données informatiques extériorise l'abstraction.

L'ordinateur, comme outil de création, est un canal expressif pour notre être profond. L'image est une présentation visuelle chargée qui stimule les sens et touche les émotions et l'âme de l'observateur.

Les composantes de l'art par ordinateur se fondent sur rien de moins que les absolus immuables qui forment la structure de l'univers. Comme nous sommes des produits et des parties de l'univers, nous sommes en mesure de profiter de ce prolongement de nous-mêmes pour explorer tous les aspects physiques ou abstraits de notre existence. C'est pour moi d'un grand intérêt social et j'y vois la source de changements culturels. J'espère que mes travaux y contribueront.



Software / hardware used for Figures 1 to 3:

Form originally developed on a DEC PDP11/40 using Tom DeFanti's GRASS, later adapted to Wavefront Technologies modeling environment and the Wolfram Research, Inc. Mathematica® system for doing mathematics by computer with C-language enhancements by Stewart Dickson. Computing hardware: SUN 3/160.

Logiciels et équipements utilisés pour les figures 1 à 3

Cette forme a été créée au départ sur un ordinateur DEC PDP11/40 à l'aide du logiciel GRASS de Tom DeFanti. Elle a ensuite été adaptée à l'environnement de modélisation de Wavefront Technologies et au système de mathématiques sur ordinateur Mathematica® de Wolfram Research inc. complété d'ajouts en langage C par Stewart Dickson. L'ordinateur utilisé était un SUN 3/160.

◀ Geodesic Tetrahedron (Figure 1)

Mathematica® computer visualization,
©Stewart Dickson 1990

This is the fundamental unit of an approximation of an *infinite, periodic minimal surface* of tetrahedral lattice topology. It is constructed by repeated instances of a smoothed, triangulated surface patch unit. The basic sub-assembly is homeomorphic to a tetrahedron with its vertices removed. The surface in the figure has been closed with geodesic hemispheres. The construction process is theoretically infinite and is a geodesic structure of non-spherical topology. The infinite variety of possible designs has a similar geometry to that of Carbon covalent bonds in organic compounds.

More information on the construction scheme can be found in:

DICKSON, Stewart, 1991. "Graphics Gallery: Many-Handled Surfaces." *The Mathematica® Journal*, vol. 1, no. 4, p. 51-58, spring 1991, Addison-Wesley, Publishers.

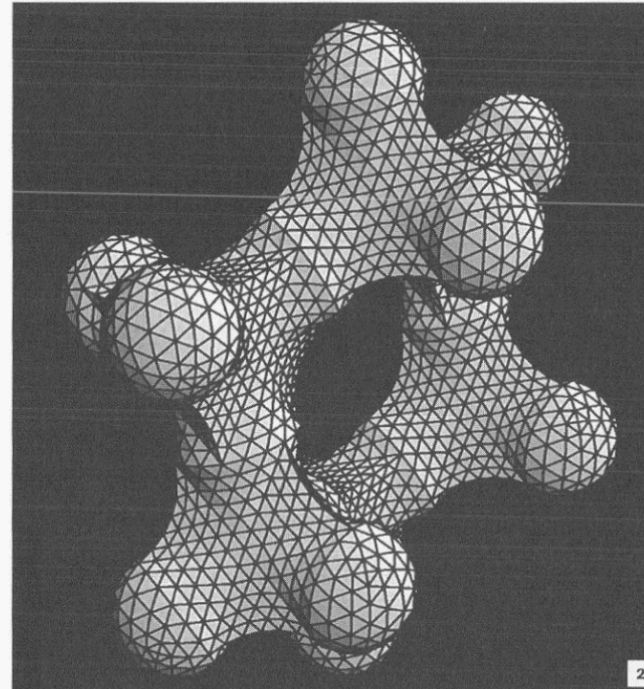
Tétraèdre géodésique (figure 1)

Visualisation sur ordinateur à l'aide de Mathematica®,
©Stewart Dickson 1990

C'est l'élément fondamental d'une approximation d'une *surface périodique minimale infinie* d'un réseau topologique tétraèdre. Sa construction est fondée sur la juxtaposition d'éléments d'une surface triangulée lissée. Le sous-assemblage de base est homéomorphe à un tétraèdre sans sommet. On a fermé la surface illustrée à l'aide d'hémisphères géodésiques. Le processus de construction est théoriquement infini et constitue une structure géodésique de topologie non sphérique. La diversité infinie des motifs possibles possède une géométrie semblable à celle des chaînes de carbone dans les composés organiques.

On peut trouver plus d'informations sur ce processus de construction dans :

DICKSON, Stewart, 1991. « Graphics Gallery: Many-Handled Surfaces. », *The Mathematica® Journal*, vol. 1, n° 4, p. 51-58, printemps 1991, Addison-Wesley.



2

◀ Cyclohexane géodésique (figure 2) et Adamantane géodésique (figure 3)

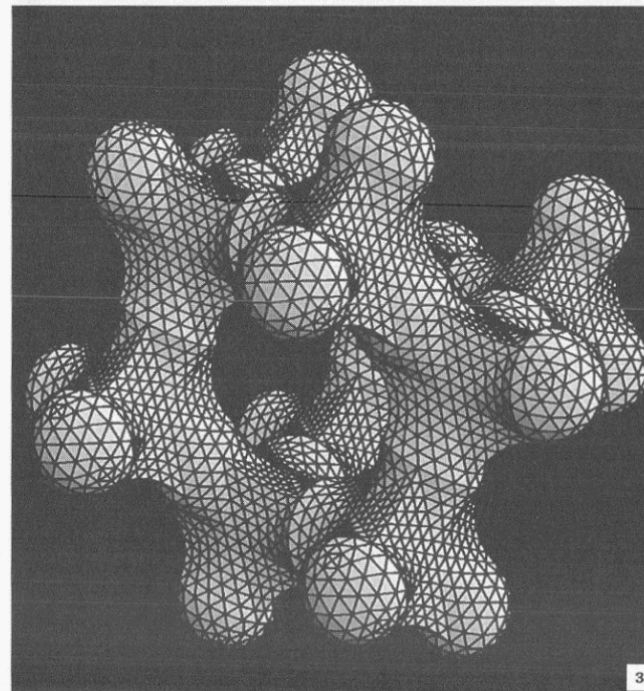
Interprétation sur ordinateur à l'aide de Mathematica®,
©Stewart Dickson 1991

Il s'agit de deux des possibilités parmi le nombre infini de motifs possibles fondé sur l'élément de réseau tétraèdre lissé.

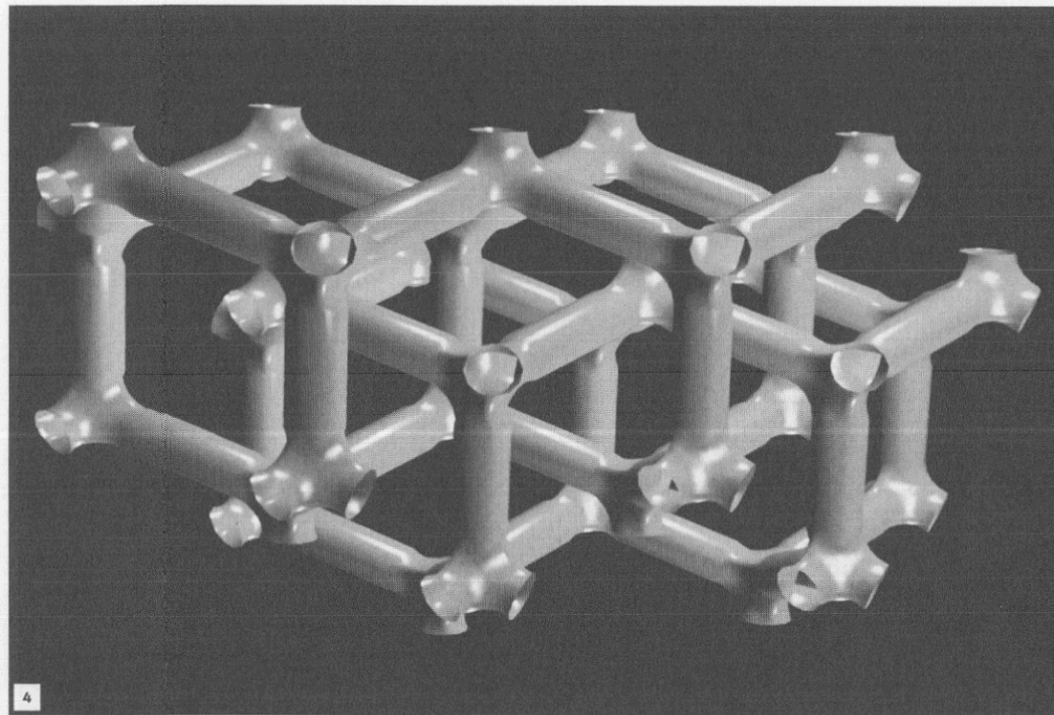
Geodesic Cyclohexane (Figure 2) and Geodesic Adamantane (Figure 3)

Mathematica® computer rendering,
©Stewart Dickson 1991

There are two of an infinite number of possible designs based upon the *smoothed tetrahedral lattice unit*.



3



▲ Interlocking Tetrahedral Lattices (Figure 4)

Wavefront Advanced Visualizer rendering, ©Stewart Dickson 1987

The figure depicts a possible structure derived by adding cylinders to the smoothed tetrahedral lattice unit construction.

Software / hardware used:

Form originally developed on a DEC PDP11/40 using Tom DeFanti's GRASS, later adapted to Wavefront Technologies modeling environment and the Wolfram Research, Inc. Mathematica® system for doing mathematics by computer with C-language enhancements by Stewart Dickson. Computing hardware: SILICON GRAPHICS IRIS 2400T. Rendering by Wavefront Advanced Visualizer.

Réseaux tétraèdres imbriqués (figure 4)

Interprétation sur Wavefront Advanced Visualizer, ©Stewart Dickson 1987

La figure illustre l'une des structures possibles obtenues en ajoutant des cylindres à la construction de l'élément de réseau tétraèdre lissé.

Logiciels et équipements utilisés

La forme a été créée au départ sur un ordinateur DEC PDP11/40 à l'aide du logiciel GRASS de Tom DeFanti. Elle a ensuite été adaptée à l'environnement de modélisation de Wavefront Technologies et au système de mathématiques sur ordinateur Mathematica® de Wolfram Research inc. complété d'ajouts en langage C par Stewart Dickson. L'ordinateur utilisé était un SILICON GRAPHICS IRIS 2400T. L'interprétation a été réalisée sur Wavefront Advanced Visualizer.

Geodesic Octahedron (Figure 5)

Mathematica® computer visualization, ©Stewart Dickson 1990

This is the fundamental unit of an approximation the Schwarz infinite, periodic minimal surface of simple cubic lattice topology. It is constructed by repeated instances of a smoothed, triangulated surface patch unit. The basic sub-assembly is homeomorphic to an octahedron with its vertices removed. The surface in the figure has been closed with geodesic hemispheres. The construction process is theoretically infinite and is a geodesic structure of non-spherical topology.

More information on the construction scheme can be found in:

DICKSON, Stewart, 1991. "Graphics Gallery: Many-Handled Surfaces." *The Mathematica® Journal*, vol. 1, no. 4, p. 51-58, spring 1991, Addison-Wesley, Publishers.

Software / Hardware used:

Form originally developed on a DEC PDP11/40 using Tom DeFanti's GRASS, later adapted to Wavefront Technologies modeling environment and the Wolfram Research, Inc. Mathematica® system for doing mathematics by computer with C-language enhancements by Stewart Dickson. Computing hardware: SUN 3/160.

Octaèdre géodésique (figure 5)

Visualisation sur ordinateur à l'aide de Mathematica®, ©Stewart Dickson 1990

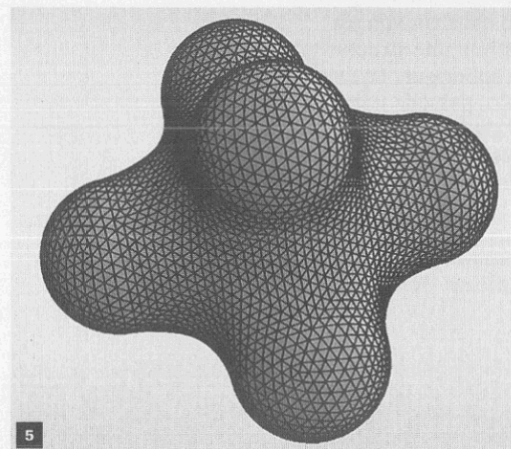
C'est l'élément fondamental d'une approximation d'une surface périodique minimale infinie de Schwarz d'un simple réseau topologique cubique. Sa construction est fondée sur la juxtaposition d'éléments d'une surface triangulée lissée. Le sous-assemblage de base est homéomorphe à un octaèdre sans sommet. On a fermé la surface illustrée à l'aide d'hémisphères géodésiques. Le processus de construction est théoriquement infini et constitue une structure géodésique de topologie non sphérique.

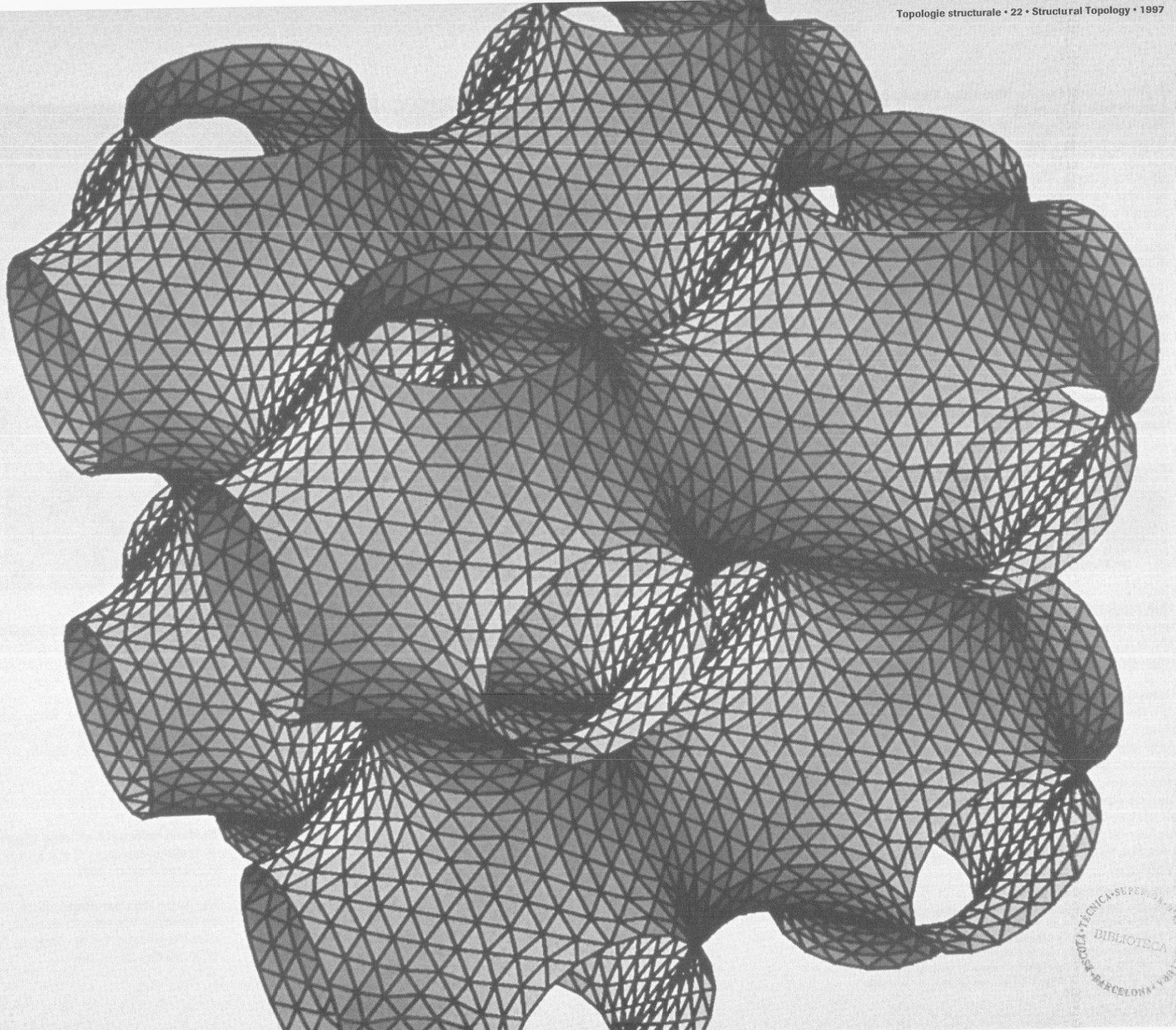
On peut trouver plus d'informations sur ce processus de construction dans :

DICKSON, Stewart, 1991. «Graphics Gallery: Many-Handled Surfaces.», *The Mathematica® Journal*, vol. 1, n° 4, p. 51-58, printemps 1991, Addison-Wesley.

Logiciels et équipements utilisés

La forme a été créée au départ sur un ordinateur DEC PDP11/40 à l'aide du logiciel GRASS de Tom DeFanti. Elle a ensuite été adaptée à l'environnement de modélisation de Wavefront Technologies et au système de mathématiques sur ordinateur Mathematica® de Wolfram Research inc. complété d'ajouts en langage C par Stewart Dickson. L'ordinateur utilisé est un SUN 3/160.





ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA
BIBLIOTECA
BARCELONA

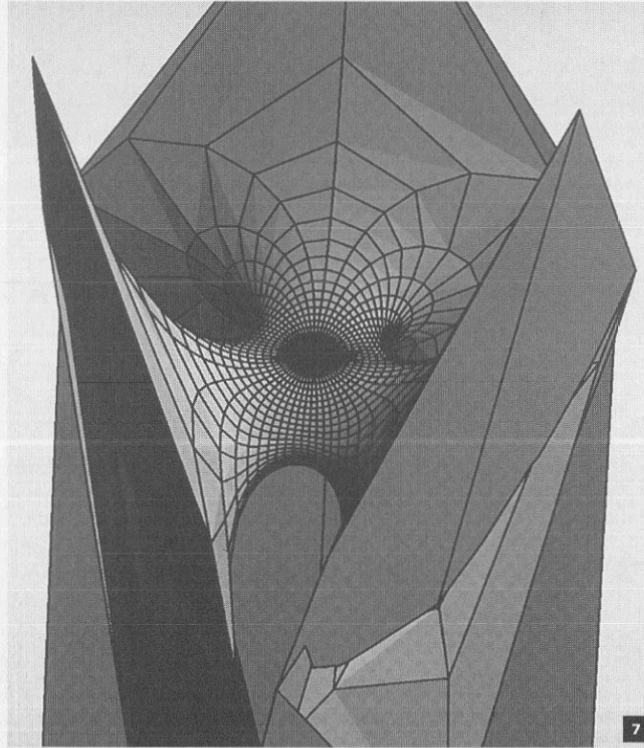
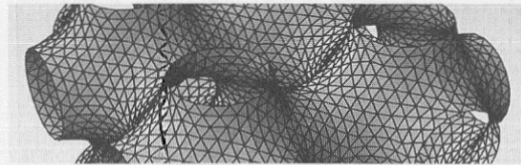
Eight Instances of the Smoothed Octahedral Lattice Unit (Figure 6)

Mathematica® Graphics 3D,
©Stewart Dickson 1990

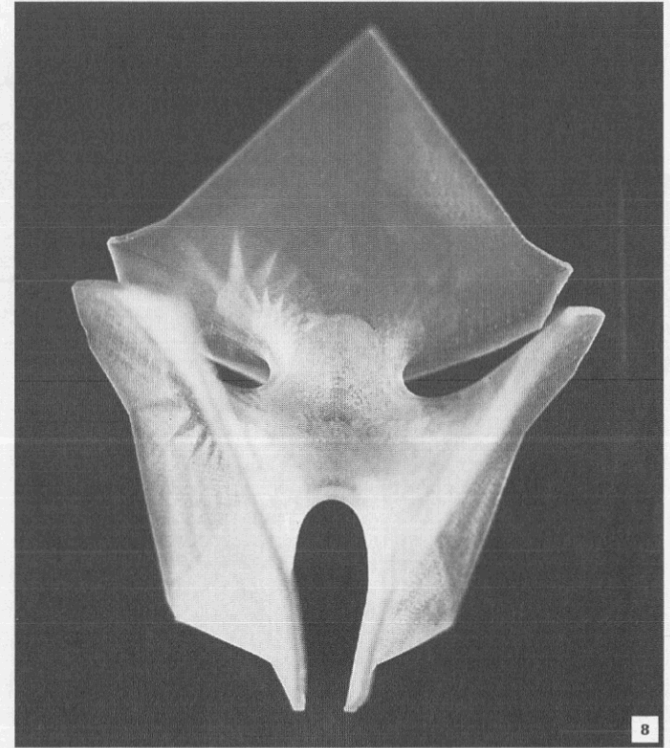
This is the basic way in which designs begin based upon the octahedral *infinite, periodic minimal surface* unit. Proposed designs range from four to hundreds of feet in height. The artist has researched and developed the methods for reproducing the structure via the more traditional means of fiberglass fabrication and using the same methods as are used in building architectural *geodesic domes*.

Software / Hardware used:

Form originally developed on a DEC PDP11/40 using Tom DeFanti's GRASS, later adapted to Wavefront Technologies modeling environment and the Wolfram Research, Inc. Mathematica® system for doing mathematics by computer with C-language enhancements by Stewart Dickson. Computing hardware: SILICON GRAPHICS PERSONAL IRIS 4D/25TG.



7



8

Huit répétitions de l'élément d'un réseau octaédrique lissé (figure 6)

Graphique tridimensionnel à l'aide de Mathematica®,
©Stewart Dickson 1990

Cette figure illustre les fondements de la construction des motifs à partir d'éléments de *surface périodique minimale infinie* octaédrique. Les motifs proposés s'échelonnent de quatre pieds à des centaines de pieds en hauteur. L'artiste, par ses recherches, a développé les méthodes de reproduction des structures dans un mode traditionnel au moyen de fabrication en fibre de verre et en employant les mêmes méthodes que celles utilisées dans la construction architecturale des *dômes géodésiques*.

Logiciels et équipements utilisés

La forme a été créée au départ sur un ordinateur DEC PDP11/40 à l'aide du logiciel GRASS de Tom DeFanti. Elle a ensuite été adaptée à l'environnement de modélisation de Wavefront Technologies et au système de mathématiques sur ordinateur Mathematica® de Wolfram Research inc. complété d'ajouts en langage C par Stewart Dickson. L'ordinateur utilisé était un SILICON GRAPHICS PERSONAL IRIS 4D/25TG.

Trinoid Minimal Surface (Figure 7)

Mathematica® computer visualization,
©Stewart Dickson 1990

The figure depicts a three-dimensional parametric plot of the Jorge-Meeks *trinoid minimal surface* computed in Mathematica® from the Global Enneper-Weierstrass form for *minimal surfaces*.

Surface minimale trinoïde (figure 7)

Visualisation sur ordinateur à l'aide de Mathematica®, ©Stewart Dickson 1990

La figure illustre un tracé paramétrique tridimensionnel de la *surface minimale trinoïde* de Jorge-Meeks calculé à l'aide de Mathematica® à partir de la forme globale Enneper-Weierstrass pour les *surfaces minimales*.

Trinoid Minimal Surface (Figure 8)

Dimensions: 8.5" × 8.5" × 8.5",
Stereolithograph,
©Stewart Dickson 1991

The form and Enneper-Weierstrass parameterization were discovered by L.P.M. Jorge and W.H. Meeks III in 1984.

Surface minimale trinoïde (figure 8)

Stéréolithographie, 8.5" × 8.5" × 8.5",
©Stewart Dickson 1991

La forme et la paramétrisation de Enneper-Weierstrass ont été découvertes par L.P.M. Jorge et W.H. Meeks III en 1984.

The complex projective varieties determined by $x^n + y^n = z^n$, (Fermat's last theorem), $n = 3$ (Figure 9)

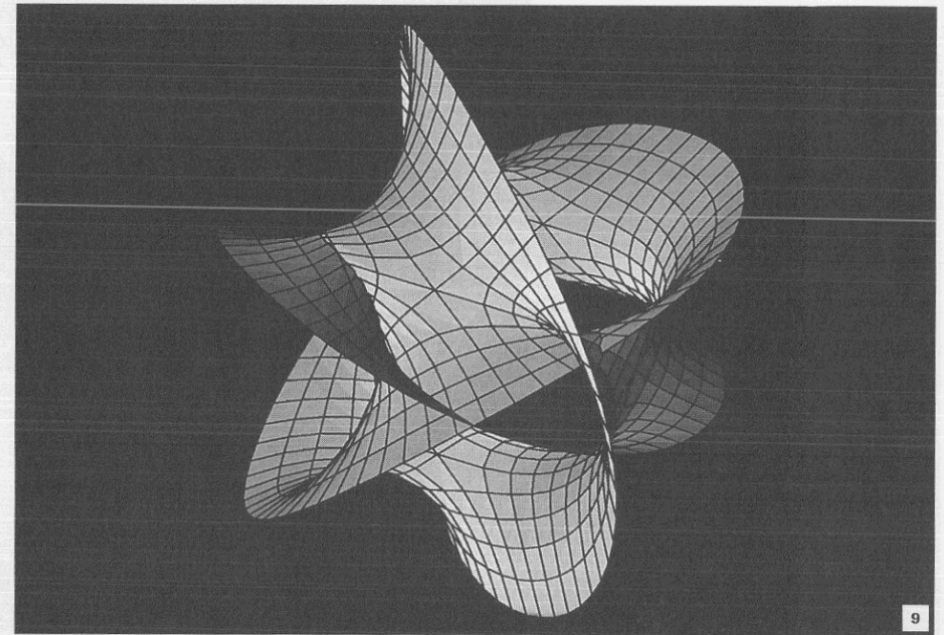
Mathematica® computer rendering, ©Andrew Hanson, Stewart Dickson 1990

The core Mathematica® code for the visualization was devised by Andrew Hanson, Indiana University. The form is a superquadric surface parameterized in complex 2-space and bears some mathematical similarity to Fermat's own proof of the $n=3$ case.

Les variétés complexes projectives déterminées par $x^n + y^n = z^n$, (dernier théorème de Fermat), $n = 3$ (Figure 9)

Interprétation sur ordinateur à l'aide de Mathematica®, ©Andrew Hanson, Stewart Dickson 1990

Pour cette visualisation, Andrew Hanson de l'Université de l'Indiana a conçu le noyau du code Mathematica®. La forme est une surface superquadrique paramétrisée dans un espace complexe de dimension 2. Elle présente certaines similarités mathématiques avec la preuve que Fermat lui-même donnait du cas $n=3$.



9

The complex projective varieties determined by $x^n + y^n = z^n$, (Fermat's last theorem), $n = 3$ (Figure 10)

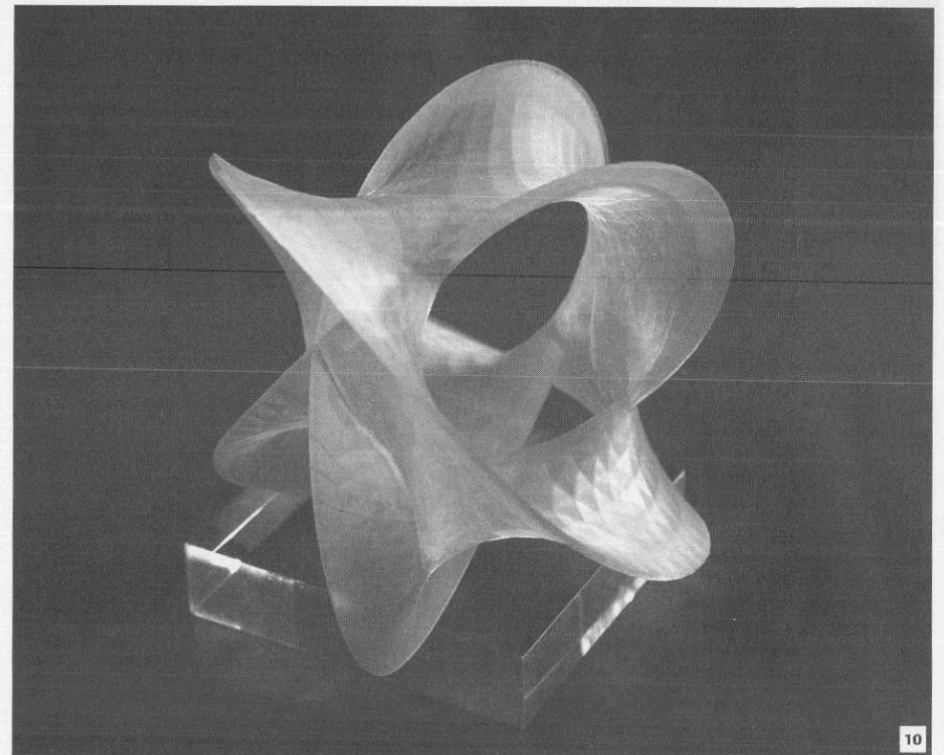
Dimensions: 8.5" × 6.0" × 6.0", Stereolithograph, ©Andrew Hanson, Stewart Dickson 1991

The core Mathematica® code for the visualization was devised by Andrew Hanson, Indiana University. The three-dimensional computer database for the surface was adapted for sculpture by Stewart Dickson.

Les variétés complexes projectives déterminées par $x^n + y^n = z^n$, (dernier théorème de Fermat), $n = 3$ (figure 10)

Stéréolithographie, 8.5" × 6.0" × 6.0", ©Andrew Hanson, Stewart Dickson 1991

Pour cette visualisation, Andrew Hanson de l'Université de l'Indiana a conçu le noyau du code Mathematica®. La base de données tridimensionnelles pour la surface a été adaptée à la sculpture par Stewart Dickson.



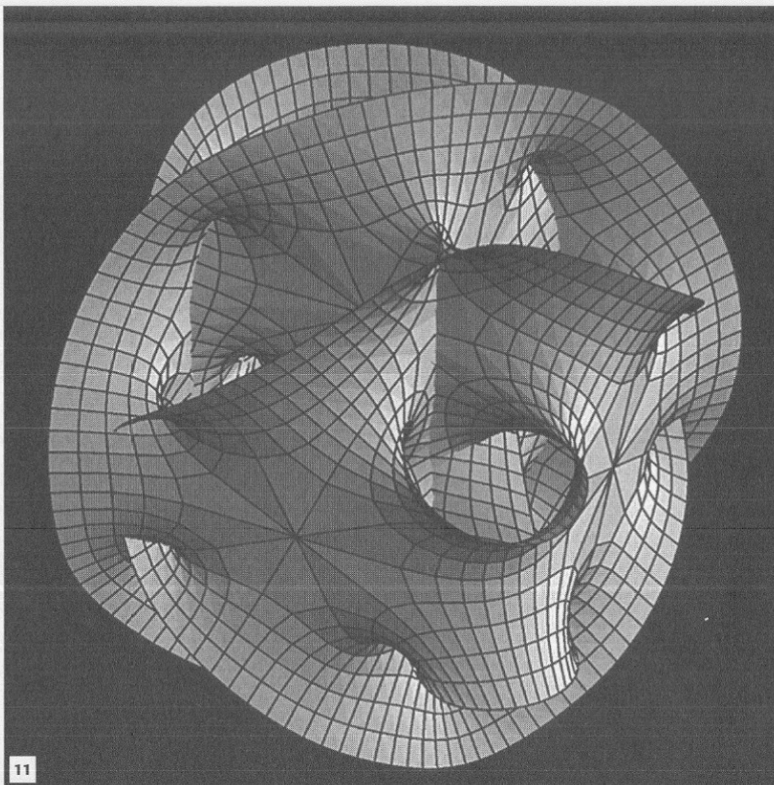
10

Software / Hardware used:

The Wolfram Research, Inc. Mathematica® system for doing mathematics by computer on a SILICON GRAPHICS PERSONAL IRIS 4D/25TG.

Figures 7, 9 and 11: Image was rendered and recorded to film at 2048 × 1366 pixel resolution from color PostScript output from Mathematica®. It was recorded onto Ektachrome film at 4096 × 2732 resolution using a Management Graphics Solitaire 8xp film recorder at The Post Group, Hollywood.

Figures 8, 10 and 12: Mathematica®-Wavefront-Stereolithography data interface by Stewart Dickson. Stereolithography by SLA-500 system at Hughes Aircraft Company, El Segundo, California.



11

Logiciels et équipements utilisés

Nous avons utilisé le système de mathématiques sur ordinateur Mathematica® de Wolfram Research inc. L'ordinateur était un SILICON GRAPHICS PERSONAL IRIS 4D/25TG.

Figures 7, 9 et 11 : L'image a été produite et transférée sur film à une résolution de 2048 × 1366 pixels à l'aide d'une sortie couleur PostScript de Mathematica®. Elle a été imprimée sur un film Ektachrome à une résolution de 4096 × 2732 en utilisant le système de phototraçage sur film 8xp de Management Graphics Solitaire à The Post Group, Hollywood.

Figures 8, 10 et 12 : L'interface entre Mathematica®, Wavefront et les données de stéréolithographie a été effectué par Stewart Dickson. La stéréolithographie a été réalisée sur un système SLA-500 à Hughes Aircraft Company, El Segundo, Californie.

▲ **The complex projective varieties determined by $x^n + y^n = z^n$, (Fermat's last theorem), $n = 5$ (Figure 11)**

Mathematica® computer rendering,
© Andrew Hanson,
Stewart Dickson 1990

The core Mathematica® code for the visualization was devised by Andrew Hanson, Indiana University.

Les variétés complexes projectives déterminées par $x^n + y^n = z^n$, (dernier théorème de Fermat), $n = 5$ (figure 11)

Interprétation sur ordinateur à l'aide de Mathematica®,
© Andrew Hanson,
Stewart Dickson 1990.

Pour cette visualisation, Andrew Hanson de l'Université de l'Indiana a conçu le noyau du code Mathematica®.

The complex projective varieties determined by $x^n + y^n = z^n$, (Fermat's last theorem), $n = 5$ (Figure 12)

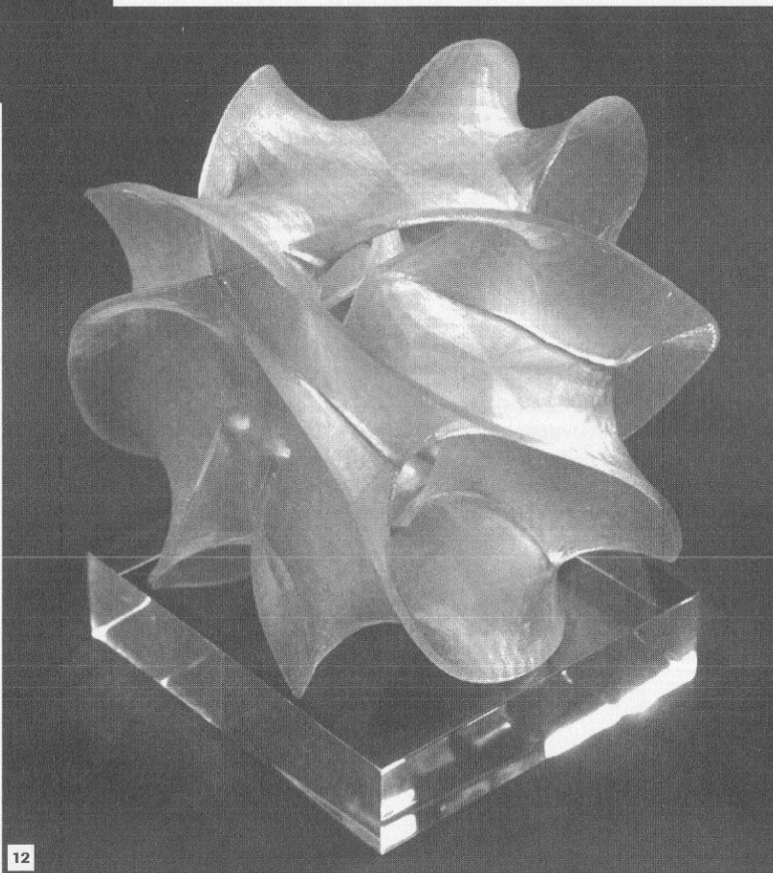
Dimensions: 9.0" × 6.8" × 6.8", Stereolithograph,
© Andrew Hanson,
Stewart Dickson 1991

The core Mathematica® code for the visualization was devised by Andrew Hanson, Indiana University. The three-dimensional computer database for the surface was adapted for sculpture by Stewart Dickson.

Les variétés complexes projectives déterminées par $x^n + y^n = z^n$, (dernier théorème de Fermat), $n = 5$ (figure 12)

Stéréolithographie,
9.0" × 6.8" × 6.8",
© Andrew Hanson,
Stewart Dickson 1991

Pour cette visualisation, Andrew Hanson de l'Université de l'Indiana a conçu le noyau du code Mathematica®. La base de données tridimensionnelles pour la surface a été adaptée à la sculpture par Stewart Dickson.



12

Genus 1, Four-Ended Minimal Surface (Figure 13)

Wavefront computer rendering, database designed by James Hoffman, modified for sculpture by Stewart Dickson

©David Hoffman, James Hoffman and Stewart Dickson 1990

The image is based upon the work of David Hoffman, University of Massachusetts.

Surface minimale à quatre frontières de genre 1 (figure 13)

Interprétation sur ordinateur à l'aide de Wavefront, la base de données a été conçue par James Hoffman et modifiée pour la sculpture par Stewart Dickson

©David Hoffman, James Hoffman et Stewart Dickson 1990

L'image est issue de travaux de David Hoffman de l'Université du Massachusetts.

Genus 1, Four-Ended Minimal Surface (Figure 14)

Dimensions: 18" x 18" x 18", Stereolithograph, database designed by James Hoffman, modified for sculpture by Stewart Dickson

©David Hoffman, James Hoffman and Stewart Dickson 1992

This work is based upon the work of David Hoffman, University of Massachusetts.

Surface minimale à quatre frontières de genre 1 (figure 14)

Stéréolithographie, 18" x 18" x 18", la base de données a été conçue par James Hoffman et modifiée pour la sculpture par Stewart Dickson

©David Hoffman, James Hoffman et Stewart Dickson 1992

L'image est issue de travaux de David Hoffman de l'Université du Massachusetts.

Software / hardware used:

Mathematical form discovered using Visual Programming Language (VPL) by James Hoffman on a RIDGE 32/110 computer with Raster Technologies One/380 graphics controller. Database adapted for sculpture by Stewart Dickson using original C-language enhancements to the Wavefront modeling environment on a SILICON GRAPHICS IRIS 3030.

Figure 13: Image rendered by Wavefront Advanced Visualizer on a SILICON GRAPHICS PERSONAL IRIS 4D/20G.

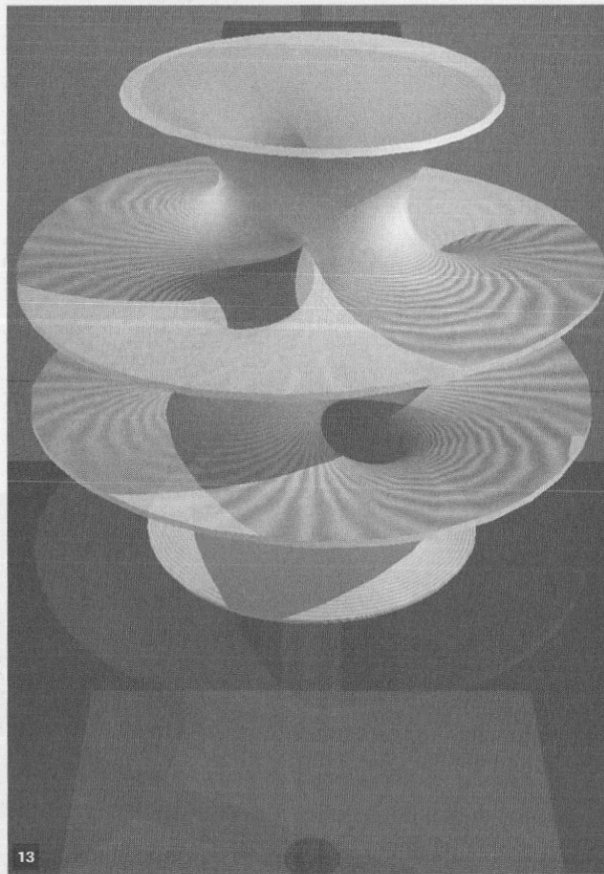
Figure 14: Wavefront-Stereolithography data interface by Stewart Dickson. Stereolithography by SLA-500 system, Johnson Controls, Inc., Milwaukee, Wisconsin.

Logiciels et équipements utilisés

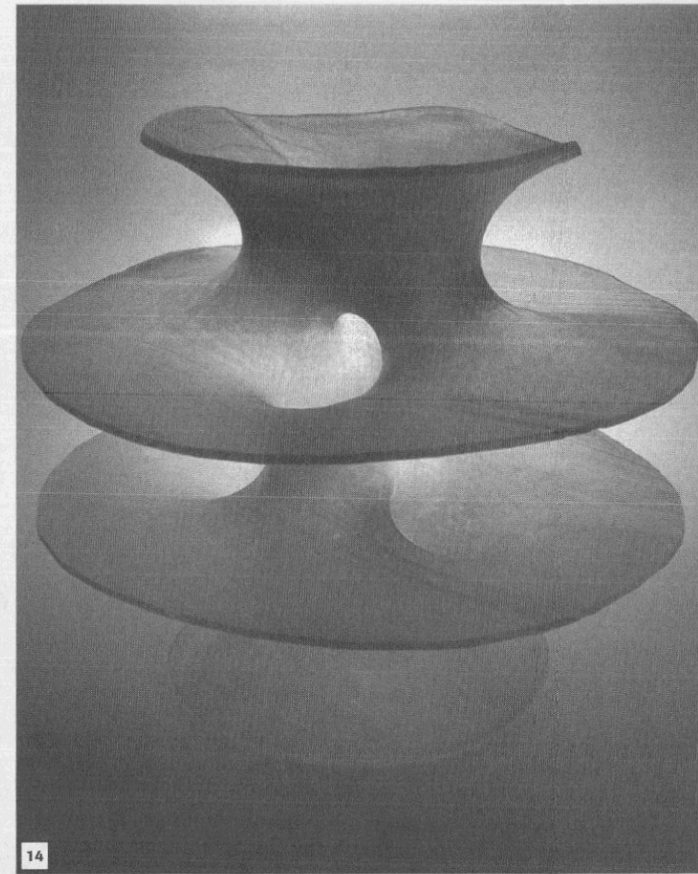
La forme mathématique a été découverte par James Hoffman en utilisant le langage VPL (Visual Programming Language) sur un ordinateur RIDGE 32/110 équipé d'un contrôleur graphique Raster Technologies One/380. La base de données a été adaptée à la sculpture par l'ajout de modules en langage C à l'environnement de modélisation Wavefront sur un ordinateur SILICON GRAPHICS IRIS 3030.

Figure 13 : L'image est interprétée à l'aide de Wavefront Advanced Visualizer sur un ordinateur SILICON GRAPHICS PERSONAL IRIS 4D/20G.

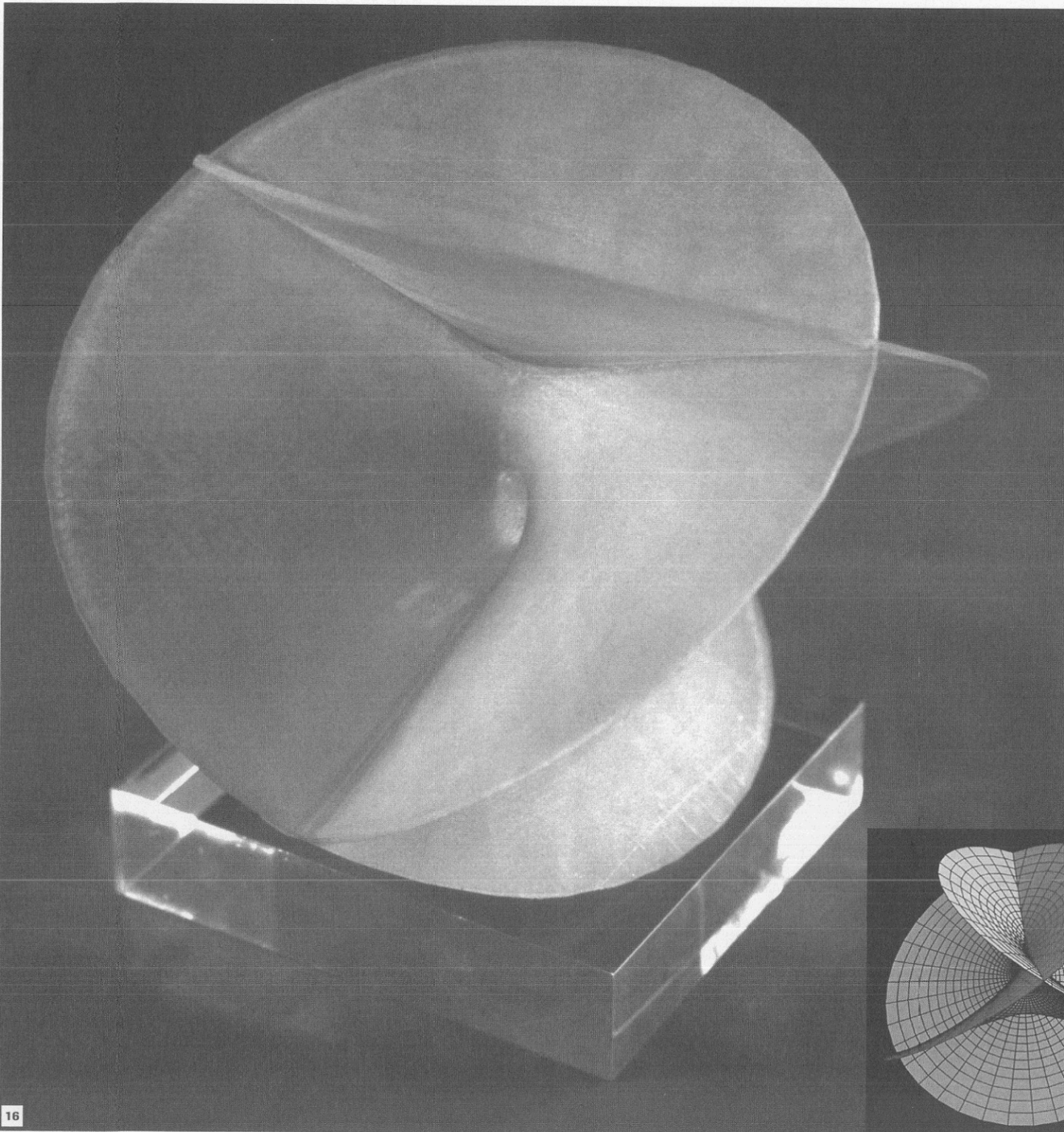
Figure 14 : L'interface entre Wavefront et les données de stéréolithographie a été effectuée par Stewart Dickson. La stéréolithographie a été réalisée sur un système SLA-500, à Johnson Controls inc., Milwaukee, Wisconsin.



13



14



◀ **Enneper's Minimal Surface (Figure 16)**
 Dimensions: 8" × 9" × 9",
 Stereolithograph
 © Stewart Dickson 1991

Surface minimale d'Enneper (figure 16)
 Stéréolithographie,
 8" × 9" × 9",
 © Stewart Dickson 1991

Enneper's Minimal Surface (Figure 15)
 Mathematica® stereoscopic
 computer visualization
 © Stewart Dickson 1992

Surface minimale d'Enneper (figure 15)
 Visualisation stéréoscopique
 sur ordinateur à l'aide de
 Mathematica®,
 © Stewart Dickson 1992

