

Art and Mathematics: a series of films

by Michele Emmer

Topologie Structurale #7, 1982

L'art et les mathématiques: une série des films

Structural Topology #7, 1982

Notre intention est de fournir des stimuli visuels susceptibles d'éveiller l'intérêt et l'imagination de personnes ayant les préoccupations les plus diverses, en particulier les étudiants, non seulement dans le domaine des mathématiques, mais aussi en arts, en architecture et en biologie. Nous fournissons les éléments qui devraient constituer des points de départ interdisciplinaires, en nous concentrant surtout sur les effets visuels et en ne perdant jamais de vue que nous utilisons un langage cinématographique; nous créons des films et non des livres. Les films sont destinés non seulement aux étudiants, mais aussi aux professeurs des différents disciplines et pourraient idéalement s'adresser à tout le monde. En fait, les films furent le sujet de débats et de discussions partout où l'auteur a été invité à les présenter; on a même discuté de plusieurs d'entre eux avant qu'ils ne soient terminés.

Naturellement, même si l'intention ultime était de stimuler le «public» au sens large, le point de référence demeure les mathématiques, ce qui peut représenter un handicap pour un certain nombre de gens. Toutefois, les spectateurs sont fascinés à certains moments par l'aspect mathématique des films, à d'autres, par l'aspect artistique et à d'autres moments encore, par l'aspect biologique. Cela dépend du thème de chaque film en particulier.

Même si la manière de décrire les choses est délibérément simple et se rapproche parfois de la conversation - au point même d'atteindre parfois la limite de la plaisanterie - l'approche des divers sujets est fondamentalement rigoureuse. Toutes les personnes impliquées dans les différents films sont des gens qui ont travaillé dans ces domaines. Ils parlent de choses qu'ils connaissent bien, ce ne sont pas des amateurs. Comme le

Our intention is to provide visual stimuli capable of exciting the interest and imagination of people with the most varied interests, especially students, not only of mathematics, but also of art, architecture, biology. We provide what should be interdisciplinary points of departure, concentrating on visual effects and never forgetting that we are using cinematographic language; we are creating films, not books. The films are intended not only for students, but also for teachers in the various disciplines, and, more ambitiously, for everybody. In point of fact, the films have been the subject of debate and discussion wherever the author has been invited to present them. Many of the films were already being discussed before they were even finished.

Naturally, even though the broader aim has been to stimulate the «public» in the widest sense of that word, the point of reference remains mathematics, which for some may seem a grave handicap. Nevertheless, viewers find themselves fascinated at times with the mathematical aspect of the films, at other times with the artistic aspect, and at yet others, with the biological. The proportions depend on the theme of the particular film.

Even if the way of describing things is deliberately simple and conversational - so much so as to border at times on the playful - the approach to the various subjects is fundamentally rigorous. All the people involved in the various films are people who have worked in these fields of study. They speak about things they know well, there are no jacks-of-all-trades. As the great mathematician A. Courant said: «To popularize well,

disait le grand mathématicien A. Courant: «Pour bien vulgariser, il faut bien posséder son sujet.» Tous les renseignements fournis dans le film sont le résultat de recherches approfondies. En fait, une bibliographie traitant de tous les thèmes présentés dans les films en constitue le complément essentiel.

L'auteur, Michele Emmer, est assistant en mathématiques à l'Institut G. Castelnuovo, Università degli Studi, Piazzale A. Moro, 00100 Rome. Remarque: Le projet *Art and mathematics* n'est pas complété; on produit encore d'autres films, alors que d'autres sont encore à l'état de projet; parmi ceux qui sont déjà commencés, citons **Ars Combinatoria**, **M.C. Escher** (Déjà édité), **Fourth Dimension**, **Flatland** - dont on a déjà produit quinze minutes. Ce film est un film d'animation qui traite de figures géométriques situées dans un espace bi-dimensionnel; il est issu du livre du même nom de E.A. Abbot, théologien, professeur de mathématiques et grand ami de Lewis Carroll.

La bande de Moebius

Le film débute par une brève introduction sur la topologie et son histoire. Les figures illustrées sont de plasticine et sont animées... Par la suite, on construit un cylindre pour présenter la *bande de Moebius* qui n'a qu'une surface et qu'une arête.

Le sculpteur Max Bill explique comment il a découvert la *bande de Moebius*, une surface à un seul côté, mais à trois dimensions qui est également très intéressante du point de vue artistique. On y présente plusieurs sculptures de Max Bill.

On voit par la suite l'utilisation de la *bande de Moebius* dans l'industrie; la relation qu'il y a entre la *bande de Moebius* et l'infini.

Suit une entrevue avec l'artiste-graphiste J. Neitzert qui nous parle de son intérêt pour la vraie et la fausse *bande de Moebius*. On présente ensuite des prises de vue de différentes bandes de Moebius, des vraies et des fausses. On illustre également d'autres propriétés des bandes de Moebius.

La bande a également inspiré peintres et poètes comme par exemple Corrado Cagli et Charles Olson.

L'artiste-graphiste M.C. Escher connaissait bien les propriétés variées de la bande comme nous pouvons clairement le voir dans ses travaux sur ce thème.

(Couleurs 27 m., son optique, 16 mm.0. Le film fut tourné au Museum of Art Industry de Chicago, au Smithsonian Institute de Washington, au José de Rivera Studio de New York, au Max Bill Studio de Zurich, au Jorg Neitzert Studio de Paris et au Palais de la découverte de Paris.

Les bulles de savon

Ce film traite des bulles de savon ou des surfaces minimales. Les professeurs F. Almgren et J. Taylor de Princeton University sont deux experts des surfaces minimales. L'auteur travaille également comme mathématicien dans ce domaine. Dans ce film on aborde le calcul des variations; on examine les propriétés isopérimétriques des cercles et des sphères; on y présente des exemples de ces propriétés en architecture, particulièrement dans le projet des français Ledoux et Bouille.

you have to know your subject». All the information supplied in the films is documented. In fact, an essential complement to the films is a bibliography which deals all the themes introduced in the films.

The author Michele Emmer is lecturer of Mathematics at the ist. mat. «G. Castelnuovo», Università degli Studi, Piazzale A. Moro, 00100 Roma. Note: The project *Art and Mathematics* is by no means completed; more films are in production, while yet others are projected; among those already begun are **Ars Combinatoria**, **M.C. Escher** (being edited), **Fourth Dimension**, **Flatland** - of which fifteen minutes are already finished. This is an animated film whose characters are geometric figures living in a two dimensional space; it is based on the book of the same name by the theologian and teacher of mathematics, a friend of Lewis Carroll, E.A. Abbot.

Moebius Strip

The film begins with a brief introduction to the topology and story. The figures illustrated are in plasticine, animated... Then a cylinder is constructed to introduce the Moebius Strip which has only one surface and only one edge.

The sculptor Max Bill tells how he discovered the Moebius Strip, a surface with only one side but with three dimensions, very interesting also from the artistic point of view. Several of Max Bill's sculptures are shown.

Then the use of the Moebius Strip in industry is shown. The relationship between the Moebius Strip and infinity.

Interview with graphic artist J. Neitzert who talks about his interest in the true and false Moebius Strip. Shots of different Moebius Strips, false and true. some other properties of the strip are illustrated.

But the strip has also inspired painters and poets, like, for example, Corrado Cagli and Charles Olson.

The various properties of the strip were well know by the graphic artist M.C. Escher as can clearly be seen in several of his works on this theme.

(Colour 27 m., optical sound, 16 mm). The movie was filmed at: Museum of Art and Industry, Chicago, Smithsonian Institute, Washington, José de Rivera Studio, New York, Max Bill Studio, Zurich, Jorg Neitzert Studio, Paris, Palais de la Découverte, Paris.

Soap Bubbles

This film deals with soap bubbles or minimal surfaces. Professors F. Almgren and J. Taylor of the Princeton University are two experts on minimal surfaces. The author also works in this field as a mathematician. In the film the calculus of variations is introduced; we examine the isoperimetric properties of circles and spheres; examples are given of those properties in architecture, particularly in the project of the French Ledoux and Bouille.

Il y a des illustrations «au ralenti» de la production de surfaces variées, à partir de différentes formes immergées dans l'eau savonneuse; le problème dit «de Plateau», du nom du physicien belge qui fut le premier à aborder ce problème du point de vue de la physique expérimentale. Il y a aussi des illustrations des propriétés des intersections entre deux bulles ou plus.

On y montre plusieurs solutions à partir des pellicules savonneuses qui, en plus de l'intérêt mathématique et physique qu'elles présentent sont tout à fait magnifiques à cause des réflexions qu'on peut y voir et des couleurs produites par le phénomène d'interférence. Le sculpteur A. Pomodoro, dans son studio de Milan, explique comment la sphère, comme forme idéale, a fasciné les artistes. Finalement, on y traite de l'analogie avec d'autres phénomènes. Le cas du squelette siliceux de Radiolaria, des créatures marines microscopiques qui furent étudiées par Haeckel au siècle dernier au cours du voyage du bateau océanographique 'Challenger'. Dans le film, nous voyons d'abord des Radiolaria vivants à travers le microscope optique. La photographie microscopique a été faite en collaboration avec le professeur Cache du Centre de zoologie marine du Conseil national de la recherche français, à Villefranche sur Mer.

(Couleurs, 27 m., son optique, 16 mm.) Le film fut tourné au département de mathématiques de Princeton University, à Princeton, au Museum of Science Industry de Chicago, au Smithsonian Institute de Washington, à la Station de biologie marine du CNRS à Villefranche sur Mer, au studio Arnaldo Pomodoro de Milan, avec la collaboration de la National Gallery of Art de Washington, de la Bibliothèque Nationale de Paris, de RV3, Télévision française de Paris, de l'Ambassade canadienne à Rome.

Les solides platoniques

Ce film traite des relations qui existent encore aujourd'hui entre l'art et les cinq solides réguliers à espace tri-dimensionnel. Le film fut produit en collaboration avec le professeur H.S.M. Coxeter de Toronto University. Il commence par les paroles même de Platon par lesquelles il décrit 'les cinq corps magnifiques' dans le dialogue avec Timaeus. Des modèles des cinq solides décorés de dessins d'après des originaux de Kepler, illustrant le livre *De Harmonice Mundi*, sont intercallés dans l'exposé. Par la suite, suivent de simples descriptions expliquant pourquoi il existe uniquement cinq solides platoniques.

La partie principale du film traite de la relation qui existe entre les cinq solides et l'art de la Renaissance: de Paolo Uccello, Piero della Francesca, Léonard de Vinci, Jacopo de Barbaris jusqu'à Sirigatti. Le professeur A.M. Liquori traite de la relation entre les solides et les structures chimiques, tant au niveau macroscopique qu'atomique.

Le biochimiste M. Wurtz, du Biozentrum de Basel, nous entretient de la structure habituelle de certains virus communs. On utilise des prises de vue faites à travers le microscope électronique pour illustrer ces structures.

Certains artistes contemporains comme A. Pierelli et L. Saffaro apparaissent dans le film. Par la suite, on donne des exemples de solides réguliers en architecture, et pour terminer, nous voyons le fameux peintre Salvador Dali travaillant au tableau intitulé 'Le dernier dîner'.

There are slow motion illustrations of the generation of various surfaces, beginning with different contours immersed in soapy water; the so-called problem of Plateau, named after the Belgian physicist who first tackled the problem from the point of view of experimental physics. There are also illustrations of the properties of intersections between two or more bubbles.

Various solutions with soap film are shown, which apart from their mathematical and physical interest, are «beautiful» for the reflections that are seen and for the colour generated by interference phenomena. The sculptor A. Pomodoro in his Milan studio explains how the sphere, as the ideal form, has attracted artists. Finally, the analogy with other phenomena is dealt with. The case of the siliceous skeleton of Radiolaria, microscopic marine creatures which were studied by Haeckel in the last century during the voyage of the oceanographic ship 'Challenger'. In the film, first we see living Radiolaria through the optical microscope. The microscopic photography was done with the help of Professor Cache at the Centre of Marine Zoology of the French CNR at Villefranche sur Mer.

(Colour, 27 m., optical sound, 16 mm). The was filmed at: Dept. Math., Princeton University, Princeton, Museum of Science and Industry, Chicago, Smithsonian Institute, Washington, Station de Biologie Marine du CNRS, Villefranche sur Mer, Arnaldo Pomodoro Studio, Milano, with the collaboration of: National Gallery of Art, Washington, Bibliothèque Nationale, Paris, TV3, Télévision Française, Paris, Canadian Embassy, Roma.

Platonic Solids

This film deals with the relationship which still exists today between the five regular solids of three-dimensional space and art. The film was produced with the collaboration of the Professor H.S.M. Coxeter of the Toronto University. It begins with Plato's own words in which he describes 'the five beautiful bodies' in the dialogue Timaeus. Interspersed with the reading are models of the five solids decorated with drawings based on the originals of Kepler for the book *De Harmonice Mundi*. Then there are simple descriptions of the reason why there are only five platonic solids.

The central part of the film is about the relationship between the five solids and the art of the Renaissance: Paolo Uccello, Piero della Francesca, Leonardo da Vinci, Jacopo de Barbaris, up to Sirigatti. Professor A.M. Liquori talks about the relationship between the solids and chemical structures, both at the macroscopic and atomic levels.

The biochemist M. Wurtz, of the Biozentrum of Basel, talks about the regular structure of certain common viruses. Shots through the electronic microscope are used to illustrate such structures.

Contemporary artists like A. Pierelli and L. Saffaro appear in the film. Then some examples are given of regular solids in architecture, and, to finish, we see the famous Salvador Dali painting 'The Last Supper'.

(Couleurs, 27 m., son optique, 16 mm.) Le film fut tourné au département de mathématiques de Toronto University de Toronto, au Biozentrum de Basel, au Musée du Louvre de Paris, à la Basilique San Marco de Venise, à la Libreria Nazionale Marciana de Venise, à la Biblioteca Ambrosiana de Milan, au Museo di Castelvecchio de Vérone, à la National Gallery of Art de Washington, à la Biblioteca Nazionale de Rome, à l'Institut de mathématiques de l'Université de Rome.

Symétrie et mosaïques

Le film débute avec différents tableaux dans lesquels on peut étudier la symétrie. On donne par la suite une illustration du concept de symétrie.

Maestro Roman Vlad nous entretient de symétrie et de proportion en musique, symétrie et proportion qui constituent la base de la plupart des entités organiques et inorganiques aux niveaux macroscopiques, microscopiques et ultrascopiques. Le professeur Vigna Tagianti de l'Institut de zoologie de l'Université de Rome traite de la symétrie dans le monde animal. Le professeur A.M. Liquori, physicien-chimiste de l'Université de Rome, illustre la symétrie d'une protéine.

Le docteur M. Wurtz du Biozentrum de Basel décrit à l'aide de modèles, les différents types de symétrie que l'on retrouve dans divers types de virus, symétrie d'après laquelle on a établi une classification de ces virus.

Vient ensuite la description de 17 groupes crystallographiques dans le plan. On présente ensuite les fameux dessins périodiques du renommé graphiste hollandais M.C. Escher.

Le professeur R. Penrose, de Oxford University, nous entretient de son recouvrement non périodique ou 'mosaïque' de surfaces planes.

Finalement, un grand nombre de prises de vue sont consacrées aux merveilleuses mosaïques arabes de l'Alhambra à Grenade en Espagne.

(Couleurs, 27 m., son optique, 16 mm.) Le film fut tourné au département de mathématiques d'Oxford University, Oxford, au Biozentrum de Basel, à l'Istituto di chimica, de l'Université de Rome, à l'Istituto di Zoologia de l'Université de Rome, à l'Alhambra de Grenade.

Tous ces films de Michele Emmer sont distribués par la compagnie FILM 7, Via Flaminia km 11 500 00187: Rome, Italie.

(Colour, 27 m., optical sound, 16 mm). The movie was filmed at: Dept. Math., Toronto University, Toronto, Biozentrum, Basel, Musée du Louvre, Paris, Basilica di San Marco, Venezia, Libreria Nazionale Marciana, Venezia, Biblioteca Ambrosiana, Milano, Museo di Castelvecchio, Verona, National Gallery of Art, Washington, Biblioteca Nazionale, Roma, Ist. Mat., Università di Roma, Roma.

Symmetry and Tesselations

The film begins with various paintings in which symmetry can be seen. Then an illustration is given of the concept of symmetry.

Maestro Roman Vlad talks about symmetry and proportion in music, symmetry and proportion which are at the basis of most organic and inorganic entities at the macroscopic, microscopic and ultrascopic levels. Professor Vigna Tagianti of the Institute of Zoology of the University of Roma talks about symmetry in the animal world. Professor A.M. Liquori, chimico-physicist of the University of Rome, illustrates the symmetry of a protein.

Dr. M. Wurtz of the Biozentrum of Basel, using models, described the various types of symmetry to be found in the different types of viruses on the basis of which a classification has been made.

Then follows a description of the seventeen plane crystallographic groups. The famous periodic drawings of the well-known Dutch graphic artist M.C. Escher are shown.

Professor R. Penrose, of the Oxford University, talks about his non-periodic covering or 'tesselation' of plane surfaces.

Finally, a large number of shots are dedicated to the marvellous Arabian mosaics of the Alhambra in Granada, Spain.

(Colour, 27 m., optical sound, 16 mm). The movie was filmed at: Dept. of Math., Oxford University, Oxford, Biozentrum, Basel, Istituto di Chimica, Università di Roma, Roma, Istituto di Zoologia, Università di Roma, Roma, Alhambra, Granada.

All of the above films by Michele Emmer are available for distribution through the company FILM 7, Via Flaminia km 11 500 00187: Roma, Italia.