

Jean-Michel Alberola Sir Michael Atiyah Jean-Pierre Bourguignon BUF Alain Connes

Raymond Depardon et Claudine Nougaret Nicole El Karoui Ergo-Robots (INRIA-LABRI) Misha Gromov

Takeshi Kitano David Lynch Beatriz Milhazes Satellite Planck (ESA) + Grand Collisionneur de hadrons (LHC)

Patti Smith Hiroshi Sugimoto Cédric Villani Tadanori Yokoo Don Zagier



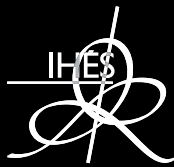
Mathématiques – un dépaysement soudain
21 octobre 2011 – 18 mars 2012

Fondation *Cartier*
pour l'art contemporain

L'exposition *Mathématiques, un dépaysement soudain* a été conçue
en collaboration avec l'IHÉS.

Elle est présentée sous le patronage de L'UNESCO, avec le
concours de la Commission nationale française pour l'UNESCO.

The exhibition *Mathematics: A Beautiful Elsewhere* was developed
in association with the Institut des Hautes Études Scientifiques
(IHÉS) and is presented under the patronage of UNESCO, with
the support of the French National Commission for UNESCO.



Mathématiques, un dépaysement soudain

21 octobre 2011 – 18 mars 2012

Créée à l'initiative de la Fondation Cartier pour l'art contemporain, l'exposition *Mathématiques* propose «un dépaysement soudain», selon la formule du mathématicien Alexandre Grothendieck. La Fondation Cartier a ouvert ses portes à la communauté des mathématiciens et sollicité des artistes pour les accompagner : ensemble, ils ont été les artisans, les découvreurs, les penseurs, les constructeurs de cette exposition.

Parmi les très nombreux mathématiciens et scientifiques qui ont contribué à la création de l'exposition, huit en ont été les maîtres d'œuvre : SIR MICHAEL ATIYAH, JEAN-PIERRE BOURGUIGNON, ALAIN CONNES, NICOLE EL KAROUI, MISHA GROMOV, GIANCARLO LUCCHINI, CÉDRIC VILLANI et DON ZAGIER. D'origines géographiques et de champs mathématiques variés, ils évoluent dans des domaines comme la théorie des nombres, la géométrie algébrique, la géométrie différentielle, la topologie, les équations aux dérivées partielles, les probabilités, l'application des mathématiques à la biologie...

Sollicités pour leur capacité exceptionnelle d'écoute, de curiosité et d'émerveillement, neuf artistes ayant tous déjà exposé à la Fondation Cartier les y accueillent : JEAN-MICHEL ALBEROLA, RAYMOND DEPARDON ET CLAUDINE NOUGARET, TAKESHI KITANO, DAVID LYNCH, BEATRIZ MILHAZES, PATTI SMITH, HIROSHI SUGIMOTO et TADANORI YOKOO, avec le concours de Pierre Buffin et de son équipe (BUF). Ensemble, ils métamorphosent la pensée abstraite des mathématiques en une expérience sensible et intellectuelle offerte à tous.

La Fondation Cartier a également convié un ensemble d'institutions scientifiques prestigieuses : l'Institut Henri Poincaré (IHP), l'Institut d'astrophysique de Paris (IAP), le Laboratoire européen pour la physique des particules (CERN), l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA), l'université de Bordeaux/LABRI et l'Agence spatiale européenne (ESA).

L'exposition est conçue avec l'Institut des hautes études scientifiques (IHÉS) et présentée sous le patronage de l'UNESCO. Elle a été dirigée par Hervé Chandès, directeur général de la Fondation Cartier, Jean-Pierre Bourguignon, directeur de recherche au CNRS et directeur de l'IHÉS, et Michel Cassé, astrophysicien, directeur de recherche au CEA et chercheur associé à l'IAP, avec Giancarlo Lucchini, Thomas Delamarre et toute l'équipe de la Fondation Cartier. Le visiteur pourra

prolonger son expérience du dépaysement à travers un catalogue, une application iPad, le site internet de la Fondation Cartier et une série d'événements nocturnes : les Nuits de l'incertitude. *Mathématiques, un dépaysement soudain* se propose d'offrir à tous des fragments de splendeur mathématique à la faveur d'une conjonction géométrique, algébrique, artistique et cinématographique.

Hervé Chandès,
Directeur général de la Fondation Cartier pour l'art contemporain

Parcours de l'exposition

Des mathématiques pures aux mathématiques appliquées, de la discipline elle-même aux femmes et hommes qui la vivent et la portent, l'exposition propose au visiteur un voyage au cœur de la pensée mathématique. Nourri de la réflexion de l'ensemble des mathématiciens engagés dans l'exposition, David Lynch imagine une structure en forme de zéro accueillant la Bibliothèque des mystères de Misha Gromov. D'Archimède à Poincaré, de Descartes à Einstein, cette bibliothèque, mise en images et en sons par le réalisateur américain avec la complicité de Patti Smith, retrace les étapes majeures de l'histoire des mathématiques et de la pensée humaine : « Vous vous apercevez que les symboles sont des mots et les miroirs des livres. Vous entamez la lecture et votre conversation avec l'Univers commence¹. » Comme un pendant à cette perspective historique, scientifique et philosophique, David Lynch, rejoint par Takeshi Kitano et Beatriz Milhazes, déploie par ailleurs un ensemble d'images et d'installations présentant la diversité des mathématiques et notamment leur contribution à la recherche scientifique la plus avancée. Deux contributions exceptionnelles permettent ainsi de suivre en temps réel le déroulement de deux expériences majeures de la science contemporaine : les expérimentations sur la matière menées par le CERN au sein du Grand Collisionneur de hadrons (LHC) et la cartographie de l'univers primordial enregistrée par le satellite Planck de l'ESA, dont les données sont analysées par les astronomes européens, notamment à l'IAP. Enfin Pierre-Yves Oudeyer et ses collaborateurs de l'INRIA et de l'université de Bordeaux exposent les derniers résultats de leurs travaux sur une société de robots doués de curiosité. Leur présence active dans l'exposition constitue en elle-même une expérience qui permettra à ces scientifiques de franchir un nouveau pas dans leurs recherches révolutionnaires.

Le visiteur part ensuite à la découverte de femmes et d'hommes qui font la vie des

mathématiques. Raymond Depardon et Claudine Nougaret ont réalisé un film donnant à chacun d'entre eux quatre minutes de parole libre sur la passion qui l'anime. Jean-Michel Alberola, quant à lui, cartographie la pensée d'Henri Poincaré (1854-1912), un des derniers savants universels, en exposant son œuvre sous la forme d'un « ciel mathématique ». Il montre également dans un film le jaillissement de l'idée chez le mathématicien, à travers la main de Cédric Villani. Pour clore ce parcours, Hiroshi Sugimoto, en écho à l'élégance de la pensée abstraite évoquée par les mathématiciens devant la caméra de Raymond Depardon et Claudine Nougaret, expose une forme hyperbolique, une surface de révolution à courbure négative constante, qui, tel un point d'orgue tendu vers l'infini, pose la question irréductible au cœur du projet : comment représenter l'abstraction mathématique ?

1. Misha Gromov, extrait du texte *Entre deux miroirs*, publié dans le catalogue de l'exposition.

Rez-de-chaussée

À partir des idées du mathématicien Misha Gromov, David Lynch a organisé et scénographié le rez-de-chaussée de l'exposition. Il a composé pour ces espaces une bande-son, *Mathematics Tripscape*.

0 La Bibliothèque des mystères

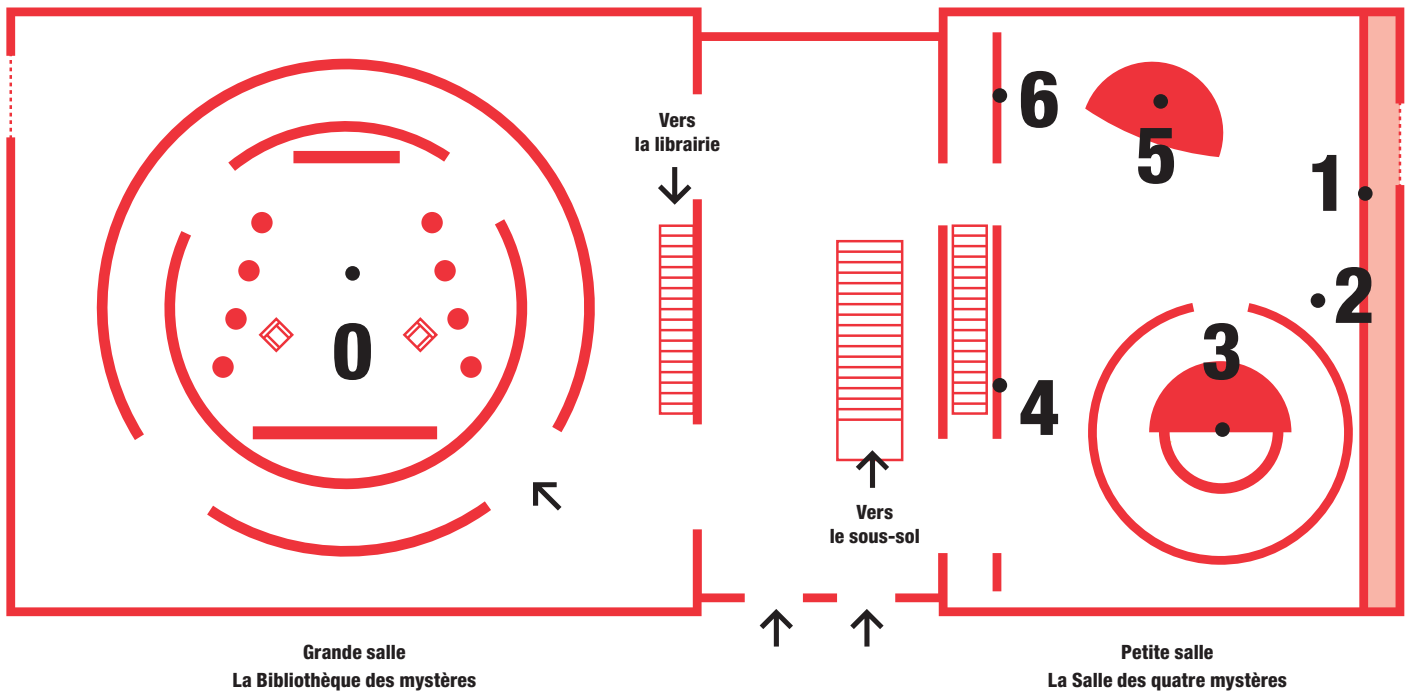
Une structure en forme de zéro accueille la Bibliothèque des mystères imaginée par Misha Gromov avec David Lynch. Mise en scène et en images par le réalisateur américain, cette bibliothèque présente un ensemble de livres choisis par Misha Gromov pour leur place essentielle dans l'histoire des mathématiques et de la pensée humaine en général.

Sur la coupole est dépeinte toute la litanie des objets de l'univers, classés par ordre de taille, depuis la minuscule perle de Planck (le plus petit objet que l'on puisse concevoir, de 10^{-33} cm de rayon) jusqu'à l'univers observable (sphère de 10^{28} cm de rayon). Entre les deux s'étagent les protons et neutrons, les noyaux d'atomes, les atomes, les molécules, les cristaux, les montagnes, les continents, les planètes, les galaxies, les amas et superamas de galaxies.

1 Microcosme, macrocosme et la source du temps

L'accélérateur de particules LHC (Grand Collisionneur de hadrons) et le satellite Planck sont deux des expériences scientifiques et technologiques les plus importantes de notre temps. Elles éclairent parfaitement les liens entre physique et mathématiques, dont Henri Poincaré disait qu'elles « ne sont pas seulement des puissances limitrophes, entretenant des rapports de bon voisinage ; elles se péné-

REZ-DE-CHAUSSÉE



trent mutuellement et leur esprit est le même¹».

Grâce à l'anneau de collision du CERN, des chercheurs utilisent des champs électriques et magnétiques pour accélérer et guider des particules jusqu'à une vitesse très proche de celle de la lumière, dans le but de créer des particules et de la matière inconnues, reproduisant ainsi les conditions d'énergie qui étaient en place 10^{-12} seconde (un millième de milliardième de seconde) après le Big Bang. Au sein des milliards de collisions observées, le rôle des mathématiques est d'aider à séparer l'inconnu du connu. Des modèles mathématiques très élaborés sous-tendent également les théories physiques mises à l'épreuve par ces expériences.

Le satellite Planck, piloté par l'ESA, cherche à capter le rayonnement cosmologique fossile, la première lumière émise par l'univers, environ 380 000 ans après le Big Bang. Il cartographie ainsi l'univers primordial en vue de reconstituer avec précision les événements fondateurs de l'histoire de l'univers. Cet instrument astronomique puissant traduit les messages du rayonnement en une suite de signaux électroniques, puis les transmet sur Terre, où ils sont filtrés, analysés et interprétés dans le cadre de modèles physico-mathématiques.

Ces deux expériences sont présentées en temps réel sous forme d'images arrêtées rafraîchies à intervalles réguliers. Une connexion directe permet en effet de suivre l'analyse des données sur les écrans de contrôle des sites de recherche correspondants :

– Du 21 octobre au 4 décembre 2011 : images du LHC émises par le CERN depuis Genève.

– Du 6 décembre 2011 au 18 mars 2012 : images du satellite Planck émises par l'IAP, en lien avec l'ESA.

1. Henri Poincaré, *La Valeur de la science*, 1905

2 & 5 Paysage mathématique

O Paraíso (Le Paradis) est un collage créé par Beatriz Milhazes sur une suggestion de Cédric Villani. L'artiste a composé un paysage où plantes, animaux et divers phénomènes naturels se mêlent à des triangles, des cercles et d'autres formes géométriques inspirées des *sangaku* japonais. À ce paysage s'ajoute un ensemble d'équations permettant de décrire, au moyen des mathématiques, les phénomènes naturels illustrés : la discontinuité de la lumière (les rayons du soleil), le principe de Bernoulli (le vol de l'oiseau), l'irisation (la queue du paon), l'électromagnétisme (les éclairs), les ondes (les vagues), la diffusion de la chaleur (le feu) et la morphogenèse (le pelage du jaguar).

O Paraíso sert de point de départ pour un film réalisé par BUF, *Les Paradis mathématiques*, projeté dans la demi-sphère (5).

3 Ergo-Robots : curiosité artificielle et langage

Dans un grand œuf à peine ouvert, une tribu de jeunes créatures robotiques se développe et explore son environnement. Au-delà de leurs capacités innées, elles sont équipées de mécanismes leur permettant de découvrir des savoir-faire nouveaux et d'inventer leur propre langue. Dotées de curiosité artificielle, elles explorent les objets qui sont autour d'elles, ainsi que les effets que leurs vocalisations produisent sur les humains. En réagissant par

des gestes, les humains créent une boucle d'interaction, et une forme nouvelle de communication entre robots et humains s'auto-organise au cours du temps.

Ergo-Robots est une installation développée par l'INRIA en collaboration avec l'université de Bordeaux. Elle incarne le concept théorique d'ergosystème de Misha Gromov, correspondant aux modèles robotiques de la curiosité artificielle et de ses interactions avec le langage introduits par Pierre-Yves Oudeyer et Frédéric Kaplan.

4 & 5 Pavages de Penrose

Un pavage est un assortiment de pièces, de type unique ou multiple, disposées de manière à remplir un plan, sans se chevaucher ni laisser d'espace entre elles. Un nid d'abeilles ou un mur de briques, par exemple, représentent des pavages composés d'un seul type de pièce.

Il existe d'une part des pavages dits périodiques : dans ce cas, une partie isolée du pavage peut en remplir la totalité simplement par déplacement. Les mosaïques du palais de l'Alhambra à Grenade (XIII^e-XIV^e siècles), par exemple, se composent de plusieurs types de pavages périodiques, au motif régulier.

Il existe d'autre part des pavages non périodiques : ici, aucune partie du pavage ne peut remplir l'ensemble par déplacement. Les motifs ainsi composés sont irréguliers.

Le grand mathématicien et physicien anglais Sir Roger Penrose a découvert dans les années 1970 plusieurs sortes de pavages non périodiques, appelés depuis «pavages de Penrose», qui possèdent des propriétés mathématiques très profondes. Sur l'un des murs de la petite salle, un

ENTRE DEUX MIROIRS

INTRODUCTION À LA BIBLIOTHÈQUE DES MYSTÈRES

Deux miroirs semi-transparents : l'un cache derrière lui les tréfonds de votre esprit, l'autre fait écran entre l'Univers et vous. De multiples reflets de motifs lumineux vous submergent. Ces taches rouges sur l'écran sont-elles les restes d'une galaxie morte lointaine de plusieurs millions d'années-lumière qui se consomment, ou bien votre vision mentale éblouie par les braises rougeoyantes de peurs et de désirs reptiliens, vieux de plusieurs millions d'années, dans une chambre cachée de votre cerveau ? Perdu... mais scrutant profondément les ténèbres de l'espace anonyme, ni à l'intérieur ni à l'extérieur de ce que vous appelez « moi-même », vous percevez des chuchotements sans son, des visions sans lumière – l'Univers, se reflétant dans les miroirs des esprits des autres, essaie de vous parler dans un langage fait d'invisibles et silencieux cordons de symboles hiéroglyphiques. Douloureusement, avec effort, presque comme dans un rêve, vous vous apercevez que les symboles sont des mots et les miroirs des livres. Vous entamez la lecture et votre conversation avec l'Univers commence.

Misha Gromov

Liste des ouvrages réunis dans la Bibliothèque des mystères : Héraclite, *Fragments* – Platon, *Timée* – Aristote, *Traité du ciel* – Archimède, *L'Arénaire* – René Descartes, *La Géométrie* – Galilée, *L'Essayeur* – Galilée, *Discours concernant deux sciences nouvelles* – Blaise Pascal, *De l'esprit géométrique* – Isaac Newton, *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* – Buffon, *Histoire naturelle* – Pierre de Maupertuis, *Essai de cosmologie* – Antoine Laurent de Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie* – Lamarck, *Philosophie zoologique* – Georges Cuvier, *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes* – Bernhard Riemann, *Œuvres mathématiques* – Alfred Russel Wallace, *De la tendance des espèces à former des variétés* – Charles Darwin, *L'Origine des espèces* – Claude Bernard, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* – Gregor Mendel, *Recherches sur des hybrides végétaux* – Hermann von Helmholtz, *Écrits épistémologiques* – Henri Poincaré, *Analysis situs (Topologie)* – Henri Poincaré, *La Science et l'Hypothèse* – Henri Poincaré, *La Valeur de la science* – Henri Poincaré, *Science et Méthode* – Albert Einstein, *La Relativité* – Linus Pauling, *La Nature de la liaison chimique et la structure des molécules et des cristaux* – Erwin Schrödinger, *Qu'est-ce que la vie ? De la physique à la biologie* – Alan Turing, *Machines à calculer et intelligence* – Richard P. Feynman, *Lumière et Matière. Une étrange histoire* – Alexandre Grothendieck, *Récoltes et Semailles*

LES QUATRE MYSTÈRES DU MONDE

INTRODUCTION À LA SALLE DES QUATRE MYSTÈRES

Le premier mystère du monde est celui de la nature des lois de la physique. On pense à une structure rayonnant à partir d'un point unique, point de départ dont la seule caractéristique perceptible est une symétrie absolue, et cette symétrie se dilue et se dissipe au fur et à mesure que l'univers est déchiffré par l'observation humaine.

Le deuxième mystère est celui de la vie. La structure symétrique de la matière physique, se dissipant, évolue vers un autre type de structure, condensée en îlots de réalité dans l'exponentielle immensité des potentialités.

Le troisième mystère réside dans le rôle du cerveau. Une masse de matière organique, qui s'est développée accidentellement et apparemment amorphe, est capable, en suivant des voies dictées par la physique, de sélectionner une réponse adéquate dans un ensemble doublement exponentiel de possibilités (peut-être imaginaires?).

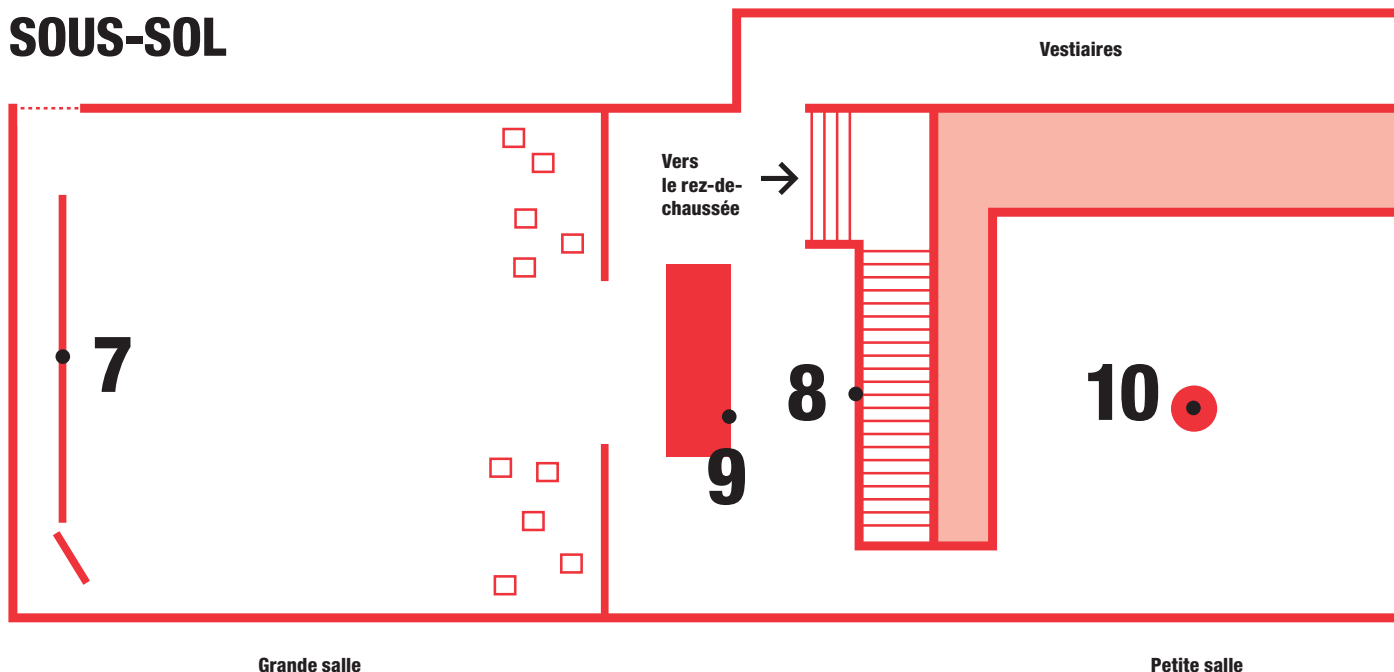
La seule manière de représenter l'une ou l'autre de ces trois structures dans un format que l'esprit (ou le cerveau?) humain puisse appréhender est de construire des modèles mathématiques.

Pratiquement tout ce que nous voyons en mathématiques aujourd'hui a évolué sous l'influence du premier de ces trois mystères. Les mathématiciens cherchent toujours et encore la symétrie ultime de l'univers rapportée à l'entendement humain. Mais rien de tel n'a jamais été à même d'élucider les structures de la vie et de l'esprit (ou du cerveau).

Et voici qu'apparaît le quatrième mystère, celui de la structure mathématique. Pourquoi et quand apparaît-elle? Comment pouvons-nous la modéliser, et comment le cerveau parvient-il à l'élaborer, à partir du chaos des inputs externes?

Misha Gromov

SOUS-SOL



grand pavage de Penrose collectif attend les visiteurs : il s'agit de disposer sur le mur deux types de pièces magnétiques – des « cerfs-volants » et des « chevrons ».

5 Spirale d'Ulam

Un jour de 1963, le mathématicien américain Stanislaw M. Ulam, passablement ennuyé par une conférence à laquelle il assiste, s'amuse à inscrire sur une feuille de papier, sous la forme d'une spirale carrée, la suite des nombres entiers positifs. Instinctivement, il entoure les nombres premiers, ces nombres uniquement divisibles par 1 et par eux-mêmes (2, 3, 5, 7, 11, 13, 17...), et découvre alors une propriété étonnante : ils montrent une tendance à se regrouper en lignes et en diagonales (ou en courbes régulières dans la version ronde dessinée par Robert Sacks en 1994). Alors que leur distribution dans la série des entiers positifs semble aléatoire, les spirales de nombres premiers révèlent l'existence d'une structure cachée qui se trouve au cœur des recherches de grands mathématiciens en théorie des nombres, comme celles de Don Zagier.

5 Sangaku

Entre le XVII^e et le XIX^e siècle au Japon, on plaçait traditionnellement à l'entrée des temples ou des sanctuaires des panneaux peints sur du bois ou d'autres matériaux : les *sangaku*. Ces panneaux exposaient des problèmes mathématiques à partir de formes géométriques simples telles que des cercles, des carrés, des triangles ou des ellipses, avec ou sans leur solution. Affichés dans les lieux sacrés en guise d'offrande aux dieux, ils étaient de cette façon accessibles au plus grand nombre.

5 Sangi

À partir du V^e siècle avant J.-C. et pendant plus d'un millénaire, les Chinois ont utilisé une méthode de calcul à base de bâtonnets (en japonais : *sangi*) disposés sur le sol ou une surface quadrillée. Cette méthode remarquable a permis à la civilisation chinoise de développer des techniques mathématiques fondamentales plus de 1000 ans avant l'Occident.

Au cours du calcul, les bâtonnets se déplacent, les nombres se décomposent progressivement et les différentes lignes d'opération s'effacent au profit du résultat : le problème initial a disparu, seule demeure la réponse.

6 La réponse est 2011

Takeshi Kitano a créé pour la télévision japonaise une série d'émissions consacrées aux mathématiques. Il propose ici aux visiteurs de l'exposition d'inventer des équations sur un écran tactile. Il suffit pour cela d'observer quelques règles du jeu imaginées par le cinéaste lui-même

1. Les nombres doivent être écrits dans l'ordre : 1, 2, 3, 4, ..., et ainsi de suite.

2. Entre les nombres, on peut mettre n'importe quel opérateur, comme +, -, ×, ÷, √, !, etc.

3. L'installation est en quelque sorte une compétition – plus la formule est courte, meilleure elle est.

Sous-sol

7 Au Bonheur des Maths

À l'initiative de la Fondation Cartier, Raymond Depardon et Claudine Nougaret ont réalisé un film en cinémascope qui donne la parole aux mathématiciens ayant activement collaboré à la création de l'exposition. Ils sont neuf à s'exprimer devant leur caméra pour raconter la passion qui les anime : Sir Michael Atiyah, Jean-Pierre Bourguignon, Carolina Canales González et Giancarlo Lucchini, Alain Connes, Nicole El Karoui, Misha Gromov, Cédric Villani et Don Zagier.

8 Un ciel mathématique – Henri Poincaré (1854-1912)

Le mathématicien, physicien et philosophe français Henri Poincaré est considéré comme l'un des derniers grands savants universels, capable de diriger ses réflexions vers des domaines très divers de la science. Pour sonder cette pensée exceptionnelle, Jean-Michel Alberola a réalisé avec la collaboration de Giancarlo Lucchini une fresque murale composée d'une sélection subjective des écrits du savant. Les titres sont reliés entre eux en fonction de leur contenu scientifique et disposés sur le mur selon des « constellations » thématiques. La fresque propose au final une cartographie de la pensée d'Henri Poincaré, prolongée par d'autres écrits de grands scientifiques aux contenus voisins.

9 La Main de Cédric Villani

Jean-Michel Alberola a filmé Cédric Villani présentant au tableau noir le problème sur

lequel il a obtenu ses premiers résultats significatifs: la conjecture de Cercignani. Sont successivement esquissés l'énoncé finalement démontré, sa preuve et ses implications.

10 Surface de révolution à courbure négative constante

Dans l'exposition *Étant donné: Le Grand Verre*, présentée en 2004 à la Fondation Cartier, Hiroshi Sugimoto a exposé une série de photographies d'objets représentant des fonctions mathématiques. Parmi ces objets, une sculpture en plâtre d'une vingtaine de centimètres de hauteur décrit une surface que les mathématiciens appellent une pseudo-sphère, un objet de nature hyperbolique. Tout comme la rotation d'un cercle autour de son diamètre engendre une sphère, la pseudo-sphère est une surface obtenue par la rotation d'une courbe, composée de deux lignes disjointes qui montent en se rapprochant sans cesse, sans jamais se rencontrer. Ce comportement est dit asymptotique: les deux courbes ne peuvent se toucher qu'en un point situé « à l'infini ». Alors que le modèle original en plâtre présentait une section finale relativement épaisse, l'artiste a reproduit un modèle de cette surface en aluminium, d'une hauteur de trois mètres et dont la pointe n'a que deux millimètres de diamètre, réalisé grâce aux technologies avancées de la robotique actuelle.

Légendes des œuvres

Scénographie du rez-de-chaussée : David Lynch

Prévisualisations : John Chalfant.
Production : Atelier Boutin

Mathematics Tripscape

Durée: 1h, en boucle. Composition:
David Lynch et Dean Hurley

0

David Lynch, *Universe Coming From Zero (L'Univers à partir de zéro)*

Film d'animation. Projection. Durée: 7 min 43, en boucle. Animation, réalisation, montage: David Lynch. Direction technique et co-montage: Noriko Miyakawa. Son: David Lynch et Dean Hurley

David Lynch, *Library of Mysteries (La Bibliothèque des mystères)*

Film d'animation. Projection. Durée: 1h21, en boucle. Animation et réalisation: David Lynch. Direction technique: Noriko Miyakawa. Son: David Lynch et Dean Hurley

La comptine *Baa, Baa, Black Sheep* est chantée par Patti Smith et enregistrée par Tony Shanahan.

David Lynch, *Mathematical Fire (Le Feu mathématique)*

Film d'animation. Vidéo. Durée: 12 s, en boucle. Animation et réalisation: David Lynch. Direction technique: Noriko Miyakawa. Son: David Lynch et Dean Hurley

Fauteuils Proust: Alessandro Mendini

1

Projets conçus et réalisés avec la précieuse collaboration de Bruno Mansoulié (directeur de recherche au CEA, chercheur au sein de la collaboration ATLAS/CERN) et François Bouchet (astrophysicien à l'IAP, responsable de l'exploitation scientifique de l'instrument Planck-HFI). Mise en place et diffusion live: CERN, IAP, ESA

2

Beatriz Milhazes, *O Paraíso*

Collage sur papier. 36,5 × 50,5 cm. Agrandissement: 7,30 × 10,10 m

3

Conception, développement et installation: INRIA Bordeaux Sud-Ouest (Jérôme Béchu, Fabien Bénureau, Haylee Fogg, Paul Fudal, Matthieu Lapeyre, Olivier Mangin, Pierre-Yves Oudeyer – coordinateur –, Pierre Rouanet), université de Bordeaux/LABRI (Hugo Gimbert, Olivier Ly). Scénographie et design des objets: David Lynch

5

Beatriz Milhazes et BUF, *Les Paradis mathématiques*

Film d'animation. Projection. Durée: 10 min, en boucle. Production et réalisation: BUF. Direction artistique: Beatriz Milhazes

6

Takeshi Kitano, *La Réponse est 2011*

Conception: Takeshi Kitano. Design: David Lynch. Programmation (écran tactile): Frédéric Kaplan et Laurent Bolli / OZWE

7

Raymond Depardon et Claudine Nougaret, *Au Bonheur des Maths*

Film en 35 mm noir et blanc format Scope 2.40. Son numérique 5.1. Projection. Durée: 32 min, en boucle. Réalisation: Raymond Depardon et Claudine Nougaret. Production: Palmeraie et désert

8

Jean-Michel Alberola, *Un ciel mathématique – Henri Poincaré*

Fresque murale. Peinture acrylique. 3,93 × 9,80 m. Réalisation: Michel Bertrand et Alicia Vaisse. Portrait d'Henri Poincaré: Laboratoire d'histoire des sciences et de philosophie – Archives Poincaré (CNRS/université de Lorraine). Objets mathématiques: Bibliothèque de l'Institut Henri Poincaré, Paris

9

Jean-Michel Alberola, *La Main de Cédric Villani (la conjecture de Cercignani)*

Vidéo. Durée: 8 min, en boucle. Réalisation: Jean-Michel Alberola. Image: Thomas Lallier assisté de Cyril Colmant

10

Hiroshi Sugimoto, *Conceptual Form 011, 2008*

Surface de révolution à courbure négative constante. Aluminium, miroir. 3 × 0,70 m

Biographies

Jean-Michel Alberola

Jean-Michel Alberola est un peintre français né en 1953 qui mène à travers son œuvre une réflexion sur l'histoire, la religion, la mythologie, la tradition picturale et la légitimité de la peinture, le rôle de l'artiste et le pouvoir de l'image peinte. Véritable pensée du monde, sa peinture se prolonge souvent à travers de multiples moyens d'expression : sculptures, objets, vitrines, textes, films... Synchrétique et métissée, son œuvre s'articule alternativement autour de réminiscences de la peinture classique ou d'évocations de la culture non occidentale. Faites de « signes » entremêlés et de références éclatées, ses œuvres gardent la trace d'une mémoire dont l'unité échappe sans cesse, où l'abstrait bouscule les formes reconnaissables et le mot rencontre la couleur. En 1995, Jean-Michel Alberola a réalisé pour la Fondation Cartier une installation monumentale, *L'Effondrement des enseignes lumineuses*, fragment d'un discours sur la place laissée aujourd'hui à la peinture par la société des images.

Sir Michael Atiyah

Sir Michael Francis Atiyah est un mathématicien britannique né à Londres en 1929 d'un père libanais et d'une mère écossaise. Sa carrière académique s'est déroulée en majeure partie au Royaume-Uni et aux États-Unis. Il est aujourd'hui professeur honoraire à l'université d'Édimbourg. Sir Michael Atiyah a reçu la médaille Fields en 1966, la médaille Copley en 1988 et le prix Abel en 2004.

Avec Isadore Singer, il a établi le théorème de l'indice qui s'est révélé un pont essentiel entre analyse et géométrie et un outil crucial pour l'étude globale des espaces. Ses travaux les plus récents concernent l'interface entre géométrie et physique théorique.

Jean-Pierre Bourguignon

Jean-Pierre Bourguignon est un mathématicien français né en 1947, ingénieur de l'École polytechnique (1968) et docteur d'État ès sciences mathématiques de l'université Paris VII (1974). Directeur de recherche au CNRS, il est depuis 1994 directeur de l'Institut des hautes études scientifiques à Bures-sur-Yvette (IHÉS) et professeur de mathématiques d'exercice partiel à l'École polytechnique. Ses domaines de prédilection sont la géométrie différentielle, notamment dans ses relations avec les équations aux dérivées partielles, et la physique mathématique. Il s'est tout particulièrement intéressé à la courbure de Ricci, tant pour son impact dans des questions mathématiques que pour le rôle qu'elle joue en relativité générale.

Alain Connes

Alain Connes est un mathématicien français né en 1947. Il est professeur au Collège

de France où il est titulaire de la chaire d'analyse et de géométrie ainsi qu'à l'Institut des hautes études scientifiques (IHÉS). Il est par ailleurs membre de l'Académie des sciences de Paris. Alain Connes a reçu la médaille Fields en 1982, le prix Crafoord en 2001 et la médaille d'or du CNRS en 2004. Spécialiste reconnu des algèbres d'opérateurs, il est l'un des pères fondateurs de la géométrie non commutative. Ses travaux s'étendent des mathématiques à la physique théorique, incluant des domaines variés comme la théorie des nombres, la géométrie différentielle et la physique des particules.

Raymond Depardon et Claudine Nougaret

Raymond Depardon et Claudine Nougaret partagent leur passion depuis vingt-cinq ans. Lui à l'image et elle au son, ensemble ils ont signé plusieurs films : *Urgences* (1988), *La Captive du désert* (1990), *Délits flagrants* (1994), *Paris* (1998), *10^e Chambre* (2004). Autodidactes et épris de liberté, ils ont fondé en 1992 leur propre maison de production, Palmeraie et désert. En signant le son direct du film *Le Rayon vert* d'Éric Rohmer (Lion d'or du Festival de Venise en 1986), Claudine Nougaret devient la première femme chef-opératrice du son du cinéma français et elle garde toujours intact son amour du son direct dans ses productions. Raymond Depardon occupe quant à lui une place singulière dans le champ de l'image contemporaine. Photographe autant que cinéaste, il met l'image fixe et animée au service d'une écriture simple et unique avec une volonté sensible de rendre compte de l'état de notre société, qu'il s'agisse de raconter quotidiennement l'errance, de témoigner de l'institution psychiatrique ou du sort de l'enfance abandonnée. Pendant cinq ans, il a photographié la France en grand format ; une partie de ce voyage a été exposée à la BnF François-Mitterrand en 2010 et 2011. À l'initiative de la Fondation Cartier pour l'art contemporain, Raymond Depardon et Claudine Nougaret ont réalisé des installations de films : *Amours* (1997), *Déserts* (2000), *Chasseurs et Chamans* (2002), *7x3* (2004). Pour l'exposition *Terre Natale, Ailleurs commence ici* signée conjointement avec Paul Virilio, ils ont présenté le film *Donner la parole* (2008) qui alerte sur la menace de la disparition des langues vernaculaires dans le monde. Leur dernier film *La Vie moderne* a obtenu le prix Louis-Delluc en 2008. Aujourd'hui ils sont en montage de leur prochain film *Journal de France* prévu pour 2012.

Nicole El Karoui

Née en 1944, Nicole El Karoui est une mathématicienne française, ancienne élève de l'École normale supérieure de jeunes filles (Sèvres). C'est à l'ENS qu'elle se découvre une passion pour les probabilités, qu'elle ne cessera d'essayer de transmettre comme professeur dans différents établissements dont l'université du Mans,

l'ENS Fontenay, l'université Pierre et Marie Curie et l'École polytechnique. À la fin des années 1980, à la faveur d'un semestre sabbatique dans la banque, elle découvre les mathématiques appliquées aux marchés financiers. Confronter théorie et pratique devient un vrai challenge, qu'elle relève en créant le master « Probabilité et Finance », Paris VI-École polytechnique dans lequel elle enseigne toujours. Cette formation a très largement contribué à la renommée internationale des « *quants* français ». Professeur pendant dix ans à l'École polytechnique, elle y construit une équipe de recherche en mathématiques financières. Responsable de la chaire « Risques financiers » financée par la Société Générale, Nicole El Karoui est considérée comme l'un des principaux précurseurs du développement international de la recherche en mathématiques financières, dans lequel la contribution de l'« école française » est de tout premier plan.

Misha Gromov

Né en 1943 à Boksitogorsk (Russie), Mikhaïl Leonidovitch Gromov est un mathématicien franco-russe installé en France depuis 1981. Il est aujourd'hui professeur permanent à l'IHÉS. Il a reçu le prix Abel en 2009 « pour ses contributions révolutionnaires en géométrie ». Il est en effet réputé pour ses apports innombrables à des domaines très variés de la géométrie, notamment la géométrie riemannienne, la théorie géométrique des groupes et la topologie symplectique. En plus de l'analyse et l'algèbre, son intérêt se concentre aussi fortement sur l'apport des mathématiques à la biologie.

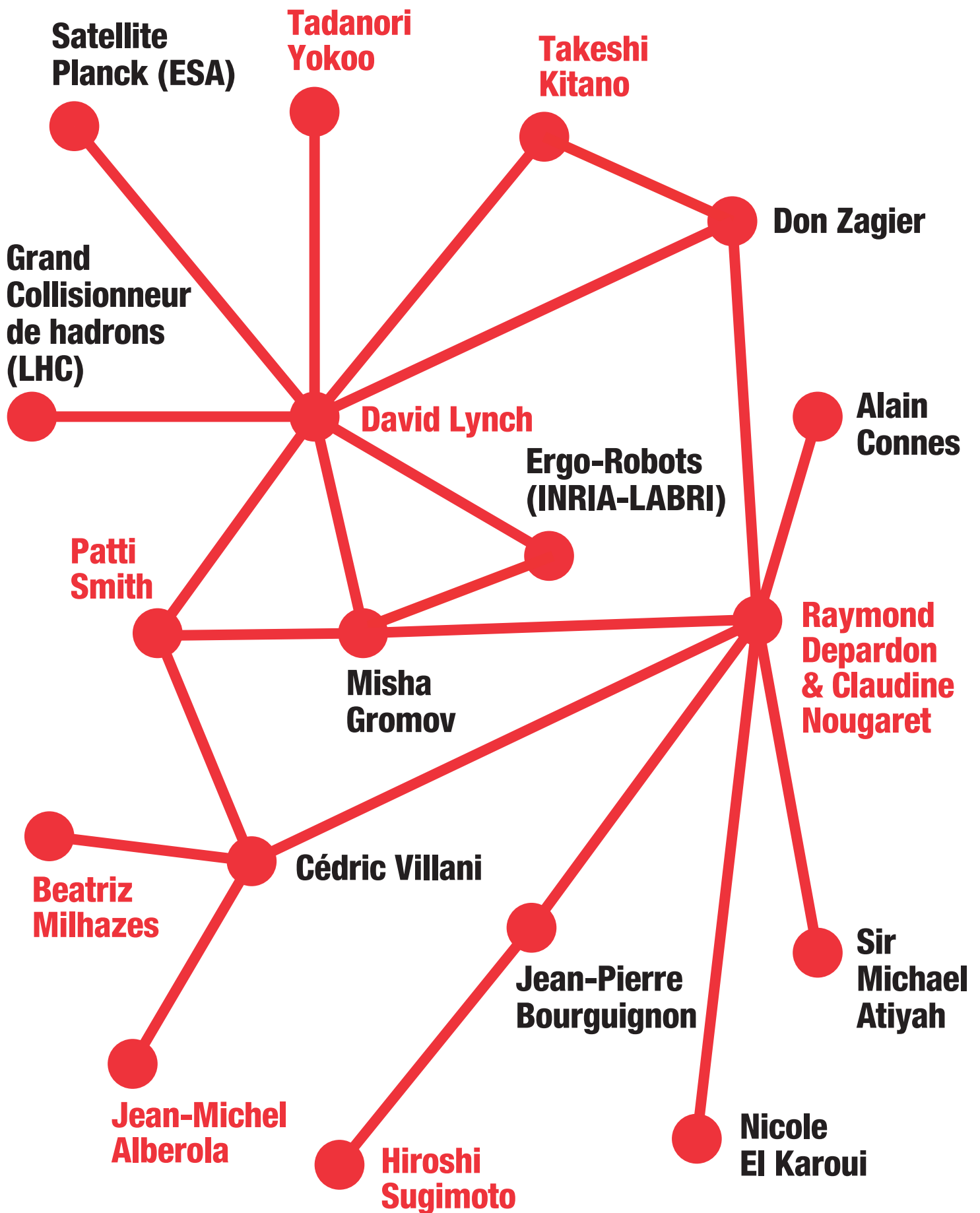
Takeshi Kitano

Né en 1947, Takeshi Kitano est un cinéaste japonais, auteur de films majeurs tels que *Sonatine* (1993), *Hana-Bi* (1997), *Zatoichi* (2003), *Achille et la Tortue* (2008) et *Outrage* (2010).

Célèbre dans le monde entier pour ses films, Takeshi Kitano jouit d'une immense popularité au Japon en tant que comique et animateur de télévision. Son infatigable curiosité, tout comme sa passion pour l'acquisition et la transmission du savoir, lui permettent de changer de domaine et de vocabulaire avec beaucoup d'aisance, passant de la violence à l'humour et de l'outrance à la retenue. En 2010, il a présenté sa première exposition personnelle à la Fondation Cartier pour l'art contemporain, *Beat Takeshi Kitano, Gosse de peintre*. À travers des peintures et des vidéos, des installations fantasmagiques et des machines sensationnelles, Kitano y conduisait le visiteur de surprise en surprise, se moquant de l'art contemporain, s'amusant avec les sciences et se jouant des clichés communément associés à son pays, le Japon.

David Lynch

Né aux États-Unis dans le Montana en 1946, David Lynch a passé son enfance à peindre et dessiner. En 1965 à Philadelphie,



il réalise son premier film expérimental à l'Académie des beaux-arts de Pennsylvanie. Depuis, il a tourné dix longs métrages, dont *Sailor et Lula* récompensé par la Palme d'or au Festival de Cannes en 1990. Reconnu comme l'un des réalisateurs les plus originaux de son temps, également photographe, musicien et peintre, il est le plus jeune cinéaste à recevoir un Lion d'or récompensant l'ensemble de son œuvre, à Venise en 2006. David Lynch présente en 2007 à la Fondation Cartier l'exposition *The Air is on Fire*, rassemblant un large choix d'œuvres remontant pour certaines aux années 1960 : dessins, peintures, photos, films expérimentaux et environnements sonores créés spécialement pour les espaces d'exposition.

Beatriz Milhazes

Née en 1960 à Rio de Janeiro, Beatriz Milhazes a étudié au Curso de Comunicação Social (FACHA) et à l'Escola de Artes Visuais de Parque Lage au Brésil, de 1978 à 1982. Composées d'une superposition de motifs ornementaux hypnoïdants, ses peintures éclatantes et hypnotiques font référence au baroque colonial, au modernisme ainsi qu'à l'art populaire brésilien. Exposée dans de nombreuses galeries et biennales internationales (Biennale de Venise en 2003), son œuvre est présente dans les collections des plus grands musées du monde comme le Museo Reina Sofía à Madrid ou le 21st Century Museum of Contemporary Art de Kanazawa. À New York, elle est également l'une des rares artistes de sa génération à avoir des tableaux majeurs dans les collections du Museum of Modern Art, du Guggenheim et du Metropolitan. Pour son exposition à la Fondation Cartier en 2009, l'artiste a présenté un ensemble de peintures choisies parmi ses œuvres de ces dix dernières années ainsi qu'un collage monumental créé spécialement pour l'événement.

Pierre-Yves Oudeyer

Né en 1977 à Vendôme, Pierre-Yves Oudeyer est chercheur à l'INRIA et responsable de l'équipe FLOWERS. Auparavant, il a été chercheur pendant huit ans au Sony Computer Science Laboratory à Paris (1999-2007). Il s'intéresse à la robotique développementale et sociale, en particulier à la modélisation du développement sensorimoteur et à l'acquisition du langage chez les robots et chez les enfants. Il a reçu plusieurs prix pour ses travaux, notamment le prix *Le Monde* de la recherche universitaire en 2004, le prix ASTI 2005, et est lauréat d'une ERC Starting Grant depuis 2009.

<http://www.pyoudeyer.com>

<http://flowers.inria.fr>

Patti Smith

Née à Chicago en 1946, Patti Smith s'installe à New York en 1967 où elle rencontre des artistes et des écrivains tels que Robert Mapplethorpe, Sam Shepard, Brice Marden, Allen Ginsberg et William

Burroughs. S'intéressant très vite à la poésie et à l'art, elle s'adonne durant tout le début des années 1970 à la peinture, à l'écriture et aux arts de la scène. Au cours des années suivantes, elle se consacre à la musique, associant rock'n'roll et performance poétique. Durant les années 1980 et 1990, parallèlement à ses créations musicales Patti Smith poursuit son travail artistique, mêlant dessin, photographie et écriture. En 2008, Patti Smith a présenté à la Fondation Cartier pour l'art contemporain *Land 250*, une importante exposition personnelle réunissant polaroids, dessins et films, permettant de découvrir son univers spirituel et poétique. Patti Smith a reçu les insignes de commandeur de l'ordre des Arts et des Lettres en 2005 et a été intronisée au Rock and Roll Hall of Fame en 2007. Son ouvrage autobiographique *Just Kids* a remporté le National Book Award de l'essai en 2010.

Hiroshi Sugimoto

Né à Tokyo en 1948, Hiroshi Sugimoto quitte le Japon en 1970 pour étudier l'art à Los Angeles, à une époque où le monde artistique se passionne pour l'art minimal et l'art conceptuel. Ces deux mouvements l'amènent à définir une pratique originale de la photographie, fondée sur un attachement profond à la sérialité nourri d'une analyse pénétrante de la réalité empirique et d'une exigence de dépassement métaphysique. Hiroshi Sugimoto construit son œuvre sous forme de séries ; un concept, choisi après mûre réflexion, sert de point de départ à la création d'un corpus d'œuvres dédié à un thème spécifique. Cinq séries photographiques importantes ont marqué la carrière de l'artiste à ce jour : *Dioramas and Wax Museums* («Dioramas et musées de cire»), à laquelle il travaille depuis 1976), *Theaters* («Cinéma», depuis 1978), *Seascapes* («Paysages marins», depuis 1980), *Sanjusangendo, Hall of Thirty-Three Bays* («Sanjusangendo, pavillon des trente-trois intervalles», depuis 1995) et *Architecture* (depuis 1997).

En 2004, la Fondation Cartier a présenté *Étant donné: Le Grand Verre*, une exposition monographique dans laquelle Hiroshi Sugimoto présentait ses séries de photographies d'objets mathématiques et mécaniques conservés au musée de l'université de Tokyo (les *Mathematical Forms* et les *Mechanical Forms*).

Cédric Villani

Cédric Villani est un mathématicien français né en 1973. Il est professeur à l'université Claude Bernard de Lyon et dirige l'Institut Henri Poincaré (IHP) à Paris. Il a été récompensé par le prix de la Société européenne de mathématiques en 2008, par le prix Fermat et le prix Henri Poincaré en 2009 et a reçu la médaille Fields en 2010.

Les recherches de Cédric Villani se concentrent prioritairement sur la résolution mathématique de problèmes physiques et la théorie des équations aux dérivées par-

tielles. Il s'est particulièrement attaché à approfondir la théorie du transport optimal et la théorie cinétique des gaz.

Tadanori Yokoo

Né en 1936 à Nishiwaki (préfecture de Hyôgo, Japon) Tadanori Yokoo part étudiant au Nippon Design Center de Tokyo à l'âge de 24 ans et commence à travailler pour la publicité et l'illustration. Il est vite reconnu par des personnalités comme l'écrivain Yukio Mishima ou le créateur de mode Issey Miyake avec qui il entame d'étroites collaborations. Créateur prolifique dans des domaines d'expression très variés – peinture, design graphique, mais aussi décors et costumes pour le théâtre *kabuki* et le *kyôgen* –, il devient une véritable icône des milieux de l'art japonais. À partir de 1980, il se consacre prioritairement à la peinture. De nombreuses expositions personnelles ont été consacrées à son travail graphique au Japon, aux États-Unis et en Europe. Son exposition à la Fondation Cartier pour l'art contemporain en 2006 était sa première exposition de peintures en Europe.

Pour *Mathématiques, un dépaysement soudain*, il a créé l'affiche de l'exposition.

Don Zagier

Né en 1951, Don Bernard Zagier est un mathématicien américain qui a travaillé dans de nombreux pays tels que les États-Unis, l'Allemagne et les Pays-Bas. Il est l'un des directeurs du Max-Planck-Institut für Mathematik de Bonn et est titulaire de la chaire de théorie des nombres au Collège de France. Il a reçu le prix Cole en 1987 et le prix von Staudt en 2001. Après des travaux dans les domaines de la topologie et de la géométrie algébrique, Don Zagier a porté ses recherches sur la théorie des nombres et la théorie des formes modulaires, domaines dans lesquels il est reconnu comme l'un des plus grands spécialistes aujourd'hui. Dans les années 1980, il a développé avec Martin Eichler la théorie des «formes de Jacobi» qui a trouvé récemment de nombreuses applications en physique théorique, notamment en théorie des cordes.

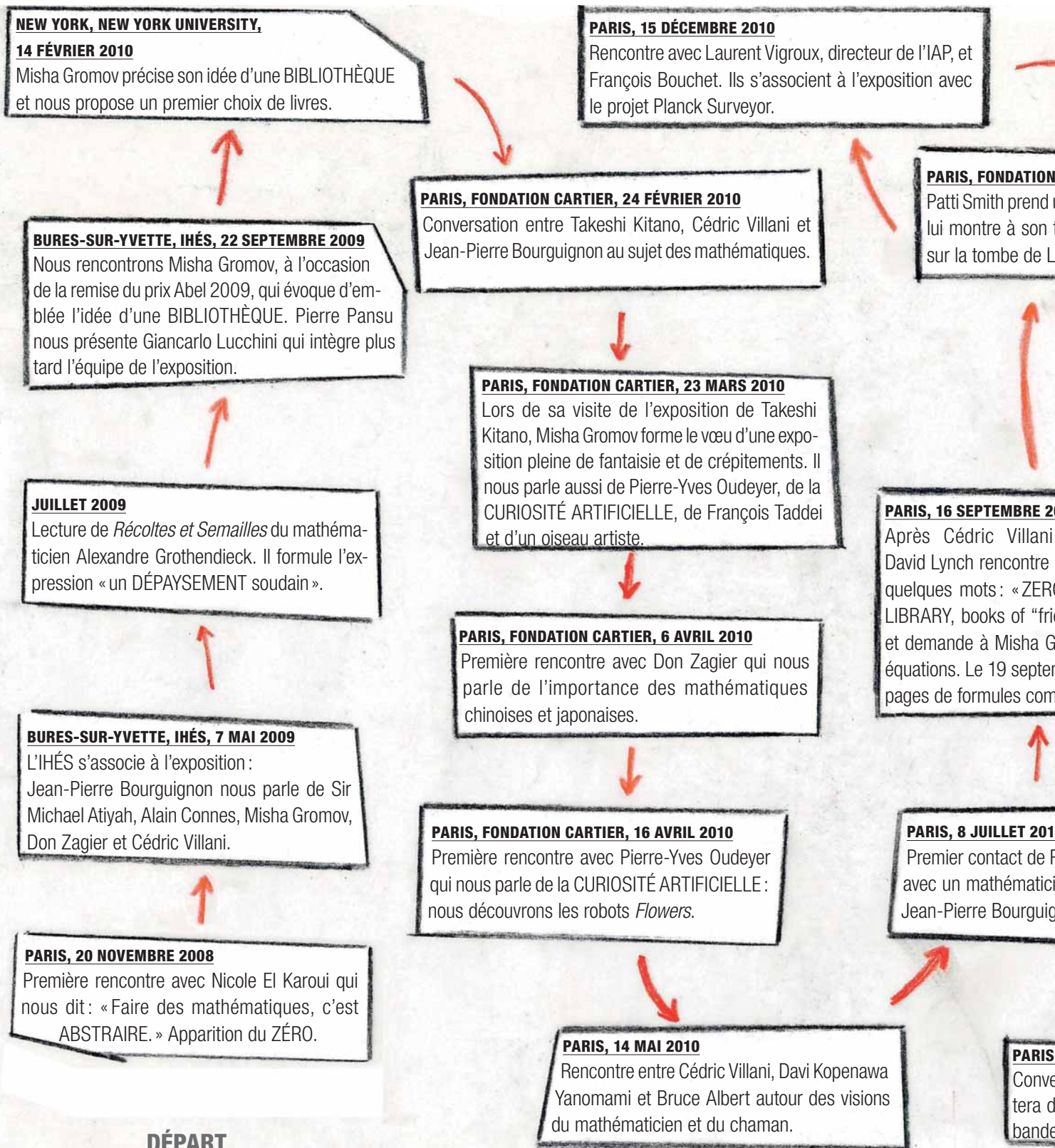
CHEMINS

Éclairés par Jean-Pierre Bourguignon, mathématicien, directeur de l'Institut des hautes études scientifiques, pendant deux ans nous avons avec Michel Cassé, astrophysicien, rencontré des mathématiciens de styles et d'horizons variés; plus tard sont apparus les artistes, friends of the past de la Fondation Cartier.

Ensemble, ils ont composé l'exposition, avec d'un côté les mathématiciens à voir, à écouter, à jouer et à méditer, et de l'autre des mathématiciens qui mettent à découvert l'intériorité de leur art. Le dessin ci-après désigne les temps forts et les trajectoires fécondes qui ont marqué sa création.

Hervé Chandès

Extrait de l'introduction au catalogue de l'exposition. Dessin réalisé par Jean-Michel Alberola.



CARTIER, 6 OCTOBRE 2010
Une photo de Cédric Villani qui tourne autour d'un portrait de lui-même et d'Albert Einstein et Ludwig Boltzmann.

PARIS, COLLÈGE DE FRANCE, 7 JANVIER 2011
Alain Connes explique à Raymond Depardon et Claudine Nougaret que quatre minutes devant la caméra, ni plus ni moins, lui seraient nécessaires afin d'évoquer la profondeur des mathématiques. Ce sera le principe de leur film.

LOS ANGELES, 14 JANVIER 2011
David Lynch s'engage dans l'exposition et nous parle d'une structure en forme de ZÉRO. Il est très intrigué par la CURIOSITÉ ARTIFICIELLE et les expériences du grand accélérateur de particules de Genève (LHC).

PARIS, 10 JANVIER 2011
Après avoir rencontré Don Zagier, Misha Gromov. Il griffonne : « Silence, fire, reflection, ends of the past », feeling » Gromov de choisir de belles images, Misha lui envoie deux documents.

NEW YORK, 18 JANVIER 2011
Rencontre avec Hiroshi Sugimoto : nous évoquons son œuvre *Surface de révolution à courbure négative constante*.

PARIS, 4 SEPTEMBRE 2011
Misha Gromov finalise son choix de livres qui sera mis en images par David Lynch. Il écoute l'enregistrement de Patti Smith : « She has a voice of many dimensions », dit-il en souriant.

BONN, INSTITUT MAX PLANCK, 12 ET 13 JUILLET 2011
Don et Silke Zagier choisissent les situations mathématiques à partir desquelles Pierre Buffin et Beatriz Milhazes vont créer des films d'animation.

PARIS, IHP, 4 JUILLET 2011
Avec Cédric Villani, Jean-Michel Alberola évoque l'idée d'un ciel mathématique des écrits d'Henri Poincaré.

PARIS, FONDATION CARTIER, 17 JUIN 2011
Rencontre avec Raymond Depardon : rencontre avec Raymond Depardon.

PARIS, FONDATION CARTIER, 17 JUIN 2011
Conversation avec Beatriz Milhazes autour des mathématiques : elle nous parle d'ART ABSTRAIT et de spiritualité.

GENÈVE, 30 JUIN 2011
Visite du LHC avec Bruno Mansoulié. Rolf Heuer, directeur général du CERN, s'associe à l'exposition.

FONDATION CARTIER, 27 JUIN 2011
Conversation avec Patti Smith, elle chante des textes de Misha Gromov sur une vidéo de son de David Lynch.

Nous : Hervé Chandès et Michel Cassé
IAP : Institut d'astrophysique de Paris
IHÉS : Institut des hautes études scientifiques
IHP : Institut Henri Poincaré
LHC : Grand Collisionneur de particules
CERN : Laboratoire européen pour la physique des particules

Extraits du catalogue de l'exposition

Questions aux mathématiciens

Une démonstration est-elle éternelle ? Un théorème est-il éternel ?

Sir Michael Atiyah : « Non. Les démonstrations peuvent être modifiées, améliorées, généralisées, absorbées dans la littérature. Les théorèmes sont des affirmations plus solides, mais les démonstrations sont techniques, et les techniques changent. »

Don Zagier : « Mon cerveau me dit qu'aucun des deux n'est éternel : l'univers lui-même n'est pas éternel, alors tout ce qui touche aux aventures humaines l'est encore moins. Mais mon cœur répond "oui" aux deux questions : les démonstrations peuvent être modifiées ou affinées au cours du temps, à mesure que la compréhension des mathématiques et les critères de rigueur évoluent, mais un théorème correct et une démonstration correcte survivront à leur auteur, à l'espèce humaine et même à l'univers physique. C'est l'humanité qui a découvert que tous les nombres premiers de la forme $4n + 1$ pouvaient être écrits exclusivement comme la somme de deux carrés parfaits, mais cette affirmation est vraie indépendamment de toute élaboration humaine ou même matérielle, et elle sera sûrement vraie même lorsque l'univers dans lequel nous l'avons observée aura cessé d'exister. »

Vous souvenez-vous d'un rêve mathématique ?

Nicole El Karoui : « Je me souviens mieux d'une angoisse de petite fille devant le zéro. Il me semblait que ce symbole était le signe d'une transgression majeure, surtout pour une fille : nommer le vide, lui donner de la consistance, même Dieu n'avait pas fait cela. En même temps, ce cercle dont l'intérieur était vide, ce cerceau me semblait l'entrée d'un univers mystérieux, très attractif, promesse d'une pensée virevoltante et sans limite... Alice au pays des merveilles... »

Cédric Villani : « Des rêves mathématiques j'en fais souvent, mais les mathématiques y sont absurdes, mélangées avec le reste.

– Un mari trompé qui a peur de perdre le contrôle de l'équation de Fokker-Planck.

– Un mathématicien qui danse dans un costume de lapin.

– Une attaque aérienne en forme d'interpolation.

– Des sommes divergentes et la récurrence de la marche aléatoire, venant "polluer" des aventures sur un paquebot. »

Lorsque vous fermez les yeux, voyez-vous quelque chose de mathématique ?

Misha Gromov : « Je n'ai pas besoin de fermer les yeux pour cela, mais ce que je vois n'est pas visuel. »

Nicole El Karoui : « Lorsque je ferme les yeux, les mathématiques sur lesquelles je travaille sont très présentes, sous forme d'équations s'il s'agit de cela, mais plus souvent sous forme d'énoncés ou de phrases muettes, mais très sonores. Souvent, les idées fument ou tournent en rond, partent sur la tangente et dans l'impasse, ou se fissurent pour faire surgir l'inattendu, souvent faux d'ailleurs quand on rouvre les yeux. Mais quelle intensité dans cet instant... »

Misha Gromov distingue quatre mystères dans le monde : la nature des lois de la physique, le mystère de la vie, le rôle du cerveau, le mystère de la structure mathématique reliée aux trois premiers. En voyez-vous autant, moins ou plus ?

Alain Connes : « L'on peut formuler nombre de questions. L'une des évolutions actuelles les plus frappantes est l'émergence progressive mais bien réelle d'une « super intelligence » qui se traduit par exemple au niveau de l'expérimentation en physique par l'expérience du LHC au CERN, ou bien au niveau de la mémoire globale par Google. La puissance de l'ordinateur comme assistance au mathématicien est indéniable. Il reste heureusement ce terrain pour le moment inaccessible de l'intuition, de l'analogie où le cerveau humain a encore une avance considérable, que nous devons chérir et préserver à tout prix. »

Jean-Pierre Bourguignon : « Le très beau texte de Misha Gromov auquel vous faites référence suit en quelque sorte la ligne de temps de l'évolution de l'univers, sauf pour le quatrième mystère qui, traitant des questions de structures, est pertinent à chaque niveau. Il est par contre à sa place dans la ligne de temps si on le voit comme l'identification et l'appropriation des structures par l'homme. Si l'on accepte ce mode de lecture, ce qui est mon cas, il est difficile de proposer d'autres façons de découper les mystères du monde. Il faut voir cependant qu'il s'agit là d'une convention car chacun des trois premiers "mystères" s'inscrit dans le précédent. »

Questions aux artistes

Pourquoi avez-vous souhaité contribuer à l'exposition ?

Patti Smith : « J'ai toujours trouvé beaux les modèles mathématiques. J'ai toujours adoré la perfection de la géométrie, même si ma relation avec elle est d'ordre esthétique. Les figures créées par Piero Della Francesca pour illustrer ses études sur Archimède sont de toute beauté. Cette exposition célèbre ce genre de beauté intrinsèque et elle nous rappelle pourquoi Eric Temple Bell considérait les mathématiques comme "la reine des sciences". Elle permet également à tout le monde d'entrer dans ce merveilleux domaine de manière humaniste et accessible. »

Je suis très intéressée par la géométrie, qui est un sujet mathématique. Cependant, ce que je considère comme la question ou la réponse-clé, dans ce projet, est qu'il nous permet, d'un point de vue artistique, de découvrir que les maths sont partout dans le monde, qu'elles font partie de notre vie ! »

Beatriz Milhazes : « Lorsqu'Hervé Chandès m'a expliqué le projet, j'ai tout de suite trouvé l'idée très originale, très intelligente et tout à fait unique.

Les maths sont liées aux œuvres d'art depuis toujours, les artistes s'en servant comme d'un point de référence et comme d'un élément susceptible de les aider à développer leur recherche artistique.

Je suis très intéressée par la géométrie, qui est un sujet mathématique. Cependant, ce que je considère comme la question ou la réponse-clé, dans ce projet, est qu'il nous permet, d'un point de vue artistique, de découvrir que les maths sont partout dans le monde, qu'elles font partie de notre vie ! »

Hiroshi Sugimoto : « Je crois que l'art, les mathématiques et même la religion servent le même but : nous expliquer des choses que nous ne comprenons pas. Associer l'art et les mathématiques dans une même exposition tombait sous le sens. »

Pour Misha Gromov, le sentiment scientifique est « autour de nous, près de nous, profond et grand, doux comme les ténèbres et vif comme la lumière » (Algernon Charles Swinburne, Loch Torridon). Que vous inspire cette pensée ?

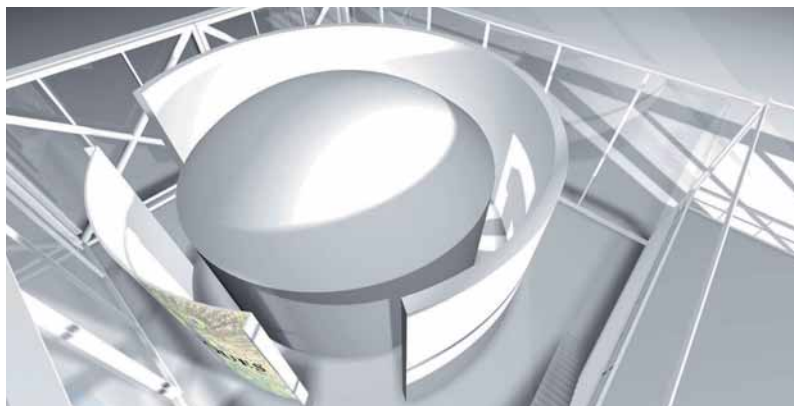
Raymond Depardon et Claudine Nougaret : « Nous sommes bien petits face à l'immensité de la pensée des scientifiques. »

Patti Smith : « Je crois que ces vers de Swinburne laissent entendre que nous ne sommes pas seuls. Qu'il y a quelque chose d'à la fois mesurable et incommensurable autour de nous. Quelle que soit la manière dont cela se traduit pour chacun d'entre nous, c'est quelque chose de rassurant, à la fois dans l'infini de son étendue et dans ses propres limites. »

Takeshi Kitano : « Je suis d'accord avec M. Gromov. Ce qu'il y a de particulièrement extraordinaire dans la science, c'est qu'elle peut être tout autour de nous – y compris de vous et moi – sans que nous la remarquions. »

Misha Gromov distingue quatre mystères dans le monde : la nature des lois de la physique, le mystère de la vie, le rôle du cerveau, le mystère de la structure mathématique reliée aux trois premiers. Quel serait pour vous le cinquième mystère ?

La Bibliothèque des mystères de Misha Gromov
David Lynch



David Lynch
 Projet de scénographie pour l'exposition *Mathématiques, un déplacement soudain*, 2011
 Conception graphique: David Lynch
 Animation: John Chalfant
 Voir aussi p. 8 et 9

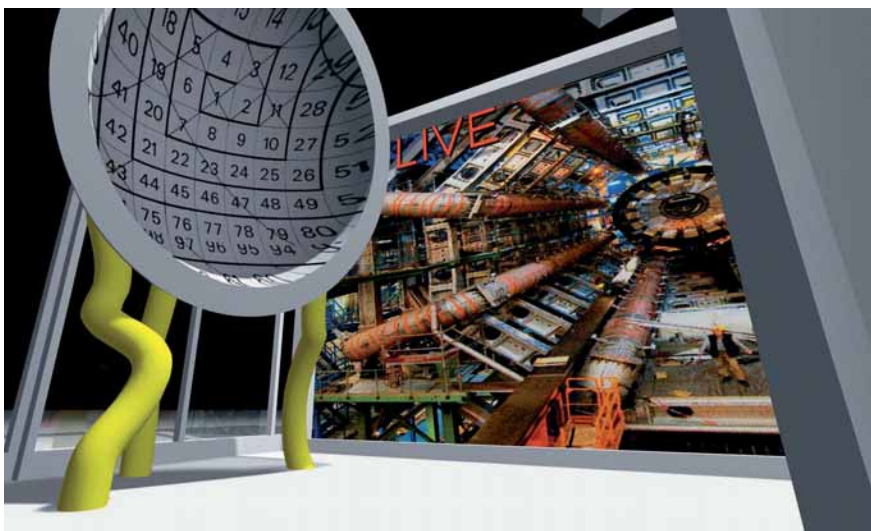
Pages suivantes:
David Lynch
Galaxy, 2011
 Film d'animation réalisé pour l'exposition *Mathématiques, un déplacement soudain*, 3 min
 Conception et animation: David Lynch



LA BIBLIOTHÈQUE DES MYSTÈRES DE MISHA GROMOV DAVID LYNCH



La Salle des quatre mystères
David Lynch



David Lynch
 Projet de scénographie pour l'exposition *Mathématiques, un déplacement soudain*, 2011
 Direction artistique: David Lynch
 Animation: John Chalfant
 Voir aussi p. 130 et 131

LA SALLE DES QUATRE MYSTÈRES DAVID LYNCH

$R_p - \frac{1}{2} R_p R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{pp}$

Sir Michael Atiyah
Tadanori Yokoo

Hiroshi Sugimoto

MATHÉMATIQUES

Un dépaysement soudain

Jean-Pierre Bourguignon
Beatriz Milhazes

David Lynch
Misha Gromov

Alain Connes
Takeshi Kitano

Patti Smith
Cédric Villani

Nicole El Karoui

Bruce Albert

Ergo-Robots (INRIA-LABRI)

Michel Cassé

Raymond Depardon et Claudine Nougaret

Don Zagier

Satellite Planck (ESA) + Grand Collisionneur de hadrons (LHC)

Jean-Michel Alberola

$\lim \Pr\left(\frac{S_n}{\sqrt{n}} \leq z\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt$

Fondation Cartier pour l'art contemporain

CATALOGUE DE L'EXPOSITION

LES MATHÉMATIQUES, UN FANTASME DE LA PERCEPTION ?

Entretien entre Hiroshi Sugimoto et Jean-Pierre Bourguignon

LES MATHÉMATIQUES : Les mathématiques sont-elles un fantasme de la perception ? C'est ce que suggère le titre de l'exposition. Comment les mathématiques peuvent-elles nous aider à mieux comprendre le monde ?

LES MATHÉMATIQUES : Les mathématiques sont un langage universel qui nous permet de décrire le monde. Elles sont à la fois une science et un art. Elles nous aident à comprendre la complexité du monde et à trouver des solutions à nos problèmes.

Cédric Villani

LES MATHÉMATIQUES : Cédric Villani est un mathématicien français. Il a travaillé sur la théorie des probabilités et la mécanique statistique. Ses recherches ont permis de mieux comprendre le comportement des systèmes complexes.

LES MATHÉMATIQUES : Cédric Villani est un mathématicien français. Il a travaillé sur la théorie des probabilités et la mécanique statistique. Ses recherches ont permis de mieux comprendre le comportement des systèmes complexes.

Éd. Fondation Cartier pour l'art contemporain, Paris
Disponible en versions française et anglaise
Inclus : CD inédit – Patti Smith, David Lynch, Misha Gromov
Prix : 44 €
ISBN : 978-2-86925-095-6

MATHÉMATIQUE EN VIE

Michel Cassé

LES MATHÉMATIQUES : Michel Cassé est un mathématicien français. Il a travaillé sur la théorie des probabilités et la mécanique statistique. Ses recherches ont permis de mieux comprendre le comportement des systèmes complexes.

O Paraiso Beatriz Milhazes

LES MATHÉMATIQUES : Beatriz Milhazes est une peintre brésilienne. Ses œuvres sont inspirées par les mathématiques et la géométrie. Elle utilise des formes et des couleurs pour créer des compositions complexes et fascinantes.

Le cerveau

LES MATHÉMATIQUES : Le cerveau est un organe complexe qui permet de penser et d'apprendre. Les mathématiques jouent un rôle essentiel dans le développement du cerveau et dans la résolution de problèmes.

Les plumes du paon

LES MATHÉMATIQUES : Les plumes du paon sont un exemple de la beauté et de la complexité de la nature. Elles sont formées par des structures mathématiques précises qui leur donnent leur couleur et leur forme.

Jean-Michel Alberola : «Le cinquième mystère est donc celui qui ne peut être nommé, celui qui accueille les quatre autres, à savoir la matière des rêves éveillé des magiciens, des conteurs, des chamans, des sorciers, des guérisseurs, des saintes et des saints, des artistes, des fantômes et des morts qui circulent autour de la Terre... des esprits de forêt, des cailloux, des rivières, des animaux et des étoiles. Toute cette densité chaude qui nous empêche encore aujourd'hui d'être perdus.»

David Lynch : «Ce serait de savoir à quoi ça ressemble de vivre dans la "Totalité".»

Takeshi Kitano : «Le cinquième mystère serait votre confiance en mes capacités – comme si j'étais capable de répondre à votre question!»

Patti Smith : «Le cinquième mystère est la poésie.»

Hiroshi Sugimoto : «Le mystère du temps.»

Tadanori Yokoo : «Le sort et le destin.»

Beatriz Milhazes : «L'amour et la passion!»

Raymond Depardon et Claudine Nougaret : «Le cinquième mystère pour nous, c'est cette incroyable joie que les mathématiciens dégagent.»

Le Mathématicien et le Chaman, les yeux fermés

Ce qui fait frémir les mathématiciens, ou qui les met carrément en transe, ce ne sont pas les images ou les arrangements de syllabes, ce sont les relations entre objets mathématiques, les symétries inattendues, les liens invisibles. Des relations si belles que l'on est tout de suite convaincu de leur réalité, frappé par une aveuglante évidence. Qu'est-ce qui est beau pour un mathématicien ? ou pour un scientifique ?

Lord Kelvin parlait avec émerveillement du «grand poème mathématique» de Fourier. Un poème de concepts, où l'on représente géométriquement les signaux de toute sorte, où même le feu est régi par des équations, où un univers d'une complexité insondable se résume en quelques formules bien senties. La concision, la puissance, le pouvoir explicatif font partie de la beauté mathématique.

Les équations aux dérivées partielles sont puissantes car elles résument en un objet compact un monde continu d'une complexité effarante, et elles se retrouvent dans tous les aspects du monde. Les équations aux dérivées partielles, depuis le premier jour du monde jusqu'à la fin du monde...

Mais pour apprécier le grand poème de Fourier, pour en comprendre tous les détails, il faut le pratiquer, s'astreindre à

un entraînement implacable, comme le sentait bien Bruce Albert. Alors que le poète ne cherche pas forcément à comprendre tous les aspects de son œuvre, ou de l'œuvre de ses collègues, le mathématicien, lui, cherche bien à en comprendre les moindres détails, et cela ne diminue pas le sentiment de beauté qu'il en éprouve.

La clarté est une vertu irremplaçable de l'esthétique mathématique. Alors on se méfie du verbe qui risque de rendre obscur, et qui est si puissant ! Von Neumann avait bien compris la tyrannie du verbe. Quand Shannon lui parla de son concept d'information, il lui suggéra le mot «entropie», un mot propre à impressionner, un mot improbable pour mesurer l'improbabilité, un mot magique qui susciterait l'émerveillement, un mot cruel qui paralyserait les contestataires. Le monde est si effrayant ! Souvent on me demande si je suis à la recherche de l'équation ultime. Je réponds qu'il n'y en a pas. L'univers restera incompréhensible, à tout jamais. Nous n'en comprendrons que quelques bribes, et ne pourrons jamais l'appréhender. Ce n'est plus un éléphant exploré par des aveugles, c'est un baobab exploré par des termites (aveugles comme il se doit). Et c'est le poème ultime, bien sûr. Alors le mathématicien le lit avec le prisme mathématique, s'en construit une représentation, inscrit le monde dans la mathématique et la mathématique dans le monde. Mais pour raconter ce monde aux autres, il faut bien en tirer des histoires.

Pour capter l'attention, les histoires doivent être inattendues et harmonieuses, tendres et cruelles.

La figure du conteur est certainement importante et universelle. Le conteur peut être scientifique ou chamanique, il s'agit d'une question de communion. «C'est notre devoir de nous raconter des histoires les uns aux autres», disait le grand conteur Neil Gaiman.

Il faut faire attention cependant à l'image de l'«être d'exception», pour reprendre l'expression de Bruce Albert, qui donne l'impression de quelqu'un qui se place au-dessus de la foule et du monde. Pour ma part au contraire, je me place toujours au milieu du monde ; catalyseur, synthétiseur, antenne-relais plutôt qu'émetteur. Et toujours derrière les mathématiques, qui sont bien plus grandes et merveilleuses que le cerveau qui les déchiffre.

Cédric Villani

Extrait de l'entretien entre Cédric Villani, David Kopenawa, Bruce Albert et Michel Cassé.

Publications

Mathématiques, un dépaysement soudain

Mélanges de textes, questionnaires et portraits, le catalogue *Mathématiques, un dépaysement soudain* montre la diversité de la pensée mathématique, qu'elle soit énoncée par des scientifiques ou des artistes, et souligne l'importance de la création dans ce domaine.

Éd. Fondation Cartier pour l'art contemporain, Paris

Disponible en versions française et anglaise
Relié, 22 x 28 cm, 224 pages

100 reproductions couleur et noir et blanc
Inclus : CD inédit – Patti Smith, David Lynch, Misha Gromov

Prix : 44 €

Coloriages mathématiques

La Fondation Cartier pour l'art contemporain a demandé à Beatriz Milhazes de réaliser un cahier de coloriage sur les mathématiques. Après ceux de Takeshi Kitano, Mœbius et Patrick Vilaire, *Coloriages mathématiques* est le quatrième numéro d'une collection unique de cahiers de coloriage d'artistes, publiés par la Fondation Cartier.

Cahier n° 4

Éd. Fondation Cartier pour l'art contemporain, Paris

24 x 34 cm, 24 pages

Retrouvez toutes les publications de la Fondation Cartier pour l'art contemporain et commandez vos ouvrages en ligne sur :

fondation.cartier.com/publications

Autour de l'exposition

Les Nuits de l'incertitude

Les Nuits de l'incertitude sont l'occasion d'une rencontre à la fois intime et informelle avec les chercheurs engagés dans l'exposition. Comptant parmi d'autres les participations de Don Zagier, Jean-Pierre Bourguignon, Misha Gromov, Cédric Villani et Pierre Pansu, la Fondation Cartier propose par cette série d'événements d'ouvrir le débat autour du projet de l'exposition en abordant des sujets chers aux mathématiciens.

Programmation détaillée sur :
fondation.cartier.com

Mathématiques pour tous ? Colloque à l'UNESCO

Les 30 et 31 janvier 2012, la Commission nationale française pour l'UNESCO, en collaboration avec la Fondation Cartier et l'IHÉS, organise un colloque consacré à la place des mathématiques dans notre environnement quotidien. Abordant des questions comme l'enseignement, la finance ou la science du vivant, il prendra pour point de départ l'exposition comme une expérience possible de transmission de la discipline.

Renseignements : fondation.cartier.com

Application iPad

La Fondation Cartier et Frédéric Kaplan ont développé une application pour iPad centrée autour de l'exposition *Mathématiques, un dépaysement soudain*.

Elle réunit les contributions des scientifiques engagés dans l'exposition, ainsi que celles des artistes, rappelant par des vidéos, des images et des textes leurs collaborations passées avec la Fondation Cartier.

Faisant écho à la formule d'Alexandre Grothendieck, «un dépaysement soudain», l'application propose à chacun de tracer son propre parcours, guidé par un algorithme de curiosité artificielle, parmi les individus, les événements, les rencontres, les lieux, les idées qui ont permis de construire l'exposition.

Conception, design et programmation : Frédéric Kaplan et Laurent Bolli / OZWE



Disponible sur
App Store

Disponible début novembre 2011.

Fondation Cartier › iTunes U

Pionnière de la représentation culturelle sur iTunes U – la plateforme gratuite de podcasts universitaires d'Apple –, la Fondation Cartier poursuit son engagement à l'occasion de l'exposition *Mathématiques, un dépaysement soudain* : en réunissant de prestigieuses institutions scientifiques, la page spéciale dédiée à l'exposition offre la possibilité d'accéder à leurs conférences, cours et outils didactiques.

L'Institut des hautes études scientifiques (IHÉS), l'université Pierre et Marie Curie (UPMC, Paris VI), l'Institut Henri Poincaré (IHP), le Collège de France et l'UNESCO mettent ainsi en commun leurs ressources liées aux mathématiques, regroupées par niveaux de connaissance, afin de poursuivre l'élan de diffusion du savoir mathématique.

fondation.cartier.com/itunes

Retrouvez l'actualité de l'exposition sur :



Les activités enfants

Dans le cadre de l'exposition *Mathématiques, un dépaysement soudain*, la Fondation Cartier pour l'art contemporain invite les enfants à des ateliers originaux et des parcours en famille les mercredis et les samedis à 15h.

Parcours en famille

Samedis 5, 12, 19 et 26 nov., 3, 10 et 17 déc., 7, 14, 21 et 28 janv., 4, 11, 18 et 25 fév. à 15h / À partir de 7 ans, durée 1h30.

Les enfants et leurs parents participent à un parcours ludique de l'exposition avec une médiatrice.

Petit campus mathématique

Séance de jeux animée par Giancarlo Lucchini, mathématicien chercheur / Mercredi 1^{er} fév. à 15h / À partir de 7 ans, durée 1h30.

Un mathématicien invite les enfants à discuter de la logique autour de jeux mathématiques, casse-têtes et autres énigmes, à résoudre tout en s'amusant !

Drôle d'espace mental

Atelier maquette de Margaret Iragui, architecte d'intérieur et enseignante à l'école Camondo / Mercredis 7 déc. et 11 janv. à 15h / À partir de 8 ans, durée 2h.

La scénographie conçue par David Lynch pour cette exposition invite le visiteur à s'immerger dans la rêverie mathématique. À leur tour, les enfants agencent points, lignes, plans et volumes pour construire la maquette étonnante du cerveau d'un mathématicien.

Le jardin si grand si petit

Atelier de paysage de Marion Dutoit, paysagiste-artiste / Mercredis 16 nov. et 15 fév. à 15h / À partir de 7 ans, durée 2h.

Après une promenade retraçant la géométrie du jardin de la Fondation Cartier, les enfants créent une maquette végétale à partir des éléments de leur récolte.

Les quatre mystères du monde

Les enfants sont invités à une série d'ateliers autour des quatre mystères du monde décrits par le mathématicien Misha Gromov : la physique, la vie, le cerveau et les mathématiques.

Suspension cosmique (la physique)

Atelier mobile de Florence Kormann, scénographe / Mercredis 23 nov., 21 déc. et 18 janv. à 15h / À partir de 7 ans, durée 1h30.

Les enfants confectionnent un mobile dont les plis colorés composent une constellation imaginaire.

Pelages géométriques (la vie)

Atelier collage de Clémence Passot, graphiste / Mercredis 28 déc., 25 janv. et 22 fév. à 15h / À partir de 7 ans, durée 1h30.

Les enfants composent la frise de croissance d'un félin en suivant l'évolution mathématique de ses taches.

Curieux robots (le cerveau)

Atelier de robotique de l'équipe Flowers de l'INRIA, jardiniers du numérique / Mercredis 30 nov., 4 janv. et 8 fév. à 15h / À partir de 8 ans, durée 2h.

Les enfants dialoguent et interagissent avec deux chercheurs et leurs fascinants robots, et fabriquent ensuite leur petite créature sensible à la lumière.

Pavages de Penrose (les mathématiques)

Atelier graphique de Clémence Passot, graphiste / Mercredis 14 déc. et 29 fév. à 15h / À partir de 7 ans, durée 2h.

À partir de formes géométriques simples, les enfants réalisent leur propre jeu de pavages pour créer et assembler à l'infini d'étonnants motifs colorés.

Informations pratiques

Renseignements et inscription indispensable (à partir d'un mois avant la date de l'atelier)

Service des publics :

Tél. 01 42 18 56 67

info.reservation@fondation.cartier.com

fondation.cartier.com/enfants

Tarif unique : 9 €

Les Soirées Nomades

Dans le cadre de l'exposition *Mathématiques, un dépaysement soudain*, les Soirées Nomades proposent une série de spectacles, de performances et de concerts.

Lundi 14 novembre à 20h30

Patrick Corillon, *Le Benshi d'Angers*

Performance (60 min)

À la manière des *benshi*, conteurs japonais qui commentaient les films à l'époque du cinéma muet, Patrick Corillon projette et commente les pages d'un livre qu'il a lui-même dessiné. Il conte ainsi une histoire intime ponctuée de souvenirs de famille et de légendes lointaines.

Lundi 21 novembre à 20h30

Scanner, *Toute la mémoire du monde & Le Chant du styrène* d'Alain Resnais

Ciné-concert (45 min)

Scanner, musicien et artiste sonore britannique, réinvente l'univers musical de deux étonnants documentaires d'Alain Resnais réalisés dans les années 1950. Pour ces films de commande teintés de surréalisme, il conçoit des flâneries électroniques hypnotiques.

Lundi 28 novembre à 20h30

Cristian Chironi, *Cutter*

Performance (45 min)

Pour cette performance, l'artiste italien Cristian Chironi utilise de vieux livres d'images dont il extrait au cutter les éléments naturels menacés d'extinction. En soustrayant animaux, plantes, fonds marins ou glaciers, il recompose par un jeu de superposition des paysages nouveaux et déroutants.

+

Ali Moini, *My Paradoxical Knives*

Performance (25 min)

Ali Moini revisite les danses sacrées des derviches en y associant l'idée de danger : un homme tourne sur lui-même, faisant graviter autour de lui des couteaux, et chante des poèmes soufis, suppliant le ciel de ne pas tourner sans lui.

Lundi 5 décembre à 20h30

Trajal Harrell et Perle Palombe,

Le Complot de la performance

Lecture (30 min)

À travers ce projet créé à New York en septembre 2011, les performers Trajal Harrell et Perle Palombe proposent une réflexion sur l'état de la performance contemporaine.

+

Laurent Goldring, *Terre Battue*

Vidéo (18 min)

Avec *Terre Battue*, série de plans serrés sur des ramasseurs de balles lors du tournoi de Roland-Garros, le vidéaste Laurent Goldring poursuit son travail sur la représentation du corps et s'intéresse ici à la relation entre dressage des corps et dressage des regards.

Lundi 12 décembre à 20h30

The Third Eye Foundation

Concert

Dix ans après *Little Lost Soul*, Matt Elliott redonne cours à son projet The Third Eye Foundation avec la sortie de *The Dark*, un album magistral et ténébreux. Pour ce concert à la Fondation Cartier, il est accompagné par Chris Cole (Manyfingers), Chris Adams (Bracken) et Louis Warynski (Chapelier fou).

Lundi 9 janvier à 20h30

Jonathan Burrows et Matteo Fargion, *Cheap Lecture & The Cow Piece*

Performance (en anglais) (60 min)

Avec *Cheap Lecture*, le chorégraphe Jonathan Burrows et le compositeur Matteo Fargion adaptent la conférence *Lecture on Nothing* de John Cage pour en faire un spectacle rythmé, drôle, exécuté avec virtuosité. La seconde performance est une méditation chaotique et pleine d'humour sur la danse, la musique et la mort.

Les mardis 24 et 31 janvier, 7 et 14 février, de 19h à 22h

Fanny de Chaillé, *Bibliothèque vivante*

Pour l'exposition *Mathématiques, un dépaysement soudain*, Fanny de Chaillé adapte son projet de bibliothèque vivante. Comme dans toute bibliothèque, les visiteurs sont invités à emprunter des livres. À ce détail près que les livres sont des êtres humains. Durant une vingtaine de minutes, chacun de ces « livres vivants » partage avec son lecteur une histoire personnelle évoquant les mathématiques.

Informations pratiques

Renseignements et réservation

(indispensable) tous les jours, sauf le lundi, de 11h à 20h.

Tél. 01 42 18 56 72

Plein tarif : 9,50 € / tarif réduit * : 6,50 €
fondation.cartier.com/soireesnomades

* Étudiants, moins de 25 ans, carte Senior, Amis des Musées, demandeurs d'emploi, ICOM

L'Atelier intérieur

Poésie, théâtre, performance, lecture... En direct tous les lundis de 23h à minuit sur france culture, *L'Atelier intérieur*, présenté par Aurélie Charon et réalisé par Thomas Dutter, est un rendez-vous dédié à la création contemporaine. Une fois par mois, un artiste des Soirées Nomades rejoint l'équipe de *L'Atelier intérieur* en studio pour une proposition artistique sur mesure.

Écoutez et podcastez l'émission sur franceculture.fr



Informations pratiques

L'exposition est ouverte au public tous les jours, sauf le lundi, de 11h à 20h. Nocturne le mardi jusqu'à 22h.

Droit d'entrée : 9,50 €

Tarif réduit * : 6,50 €

Gratuit **

Accès libre pour les moins de 18 ans le mercredi de 14h à 18h.

Réservation : magasins Fnac, fnac.com

* Étudiants, moins de 25 ans, carte Senior, Amis des Musées, demandeurs d'emploi.

** Laissez-passer, Cercle des amis, moins de 10 ans, ICOM.

Accueil des groupes

Visite guidée avec médiateur, du mardi au vendredi, de 11h à 18h (min. 10 pers.).

Tarif adultes : 10 € / pers.

Scolaires et seniors : 5 € / pers. (gratuit pour les accompagnateurs)

Visite libre, du mardi au dimanche, de 11h à 18h (min. 10 pers.).

Tarif adultes : 8 € / pers.

Scolaires et seniors : 4 € / pers. (gratuit pour les accompagnateurs)

Réservation indispensable

Service des publics :

Tél. 01 42 18 56 67

info.reservation@fondation.cartier.com

Laissez-passer

Le Laissez-passer offre un accès prioritaire, gratuit et illimité à la Fondation Cartier, un accès libre le mercredi pour une personne vous accompagnant, des visites guidées des expositions, des invitations aux Soirées Nomades et des entrées à tarif réduit pour les événements exceptionnels (nombre limité, sur réservation), une réduction de 5 % à la librairie ainsi que des avantages dans de nombreuses institutions culturelles parisiennes (musées, théâtres...).

Adhésion annuelle : 30 €

Tarif réduit (étudiants, carte Senior, carte famille nombreuse) : 25 €

Tarif jeune (moins de 25 ans) : 18 €

Contact : Service des publics

Tél. 01 42 18 56 67

info.laissezpasser@fondation.cartier.com

Accès

261, boulevard Raspail 75014 Paris

Tél. 01 42 18 56 50 / Fax 01 42 18 56 52

Métro Raspail ou Denfert-Rochereau

(lignes 4 et 6) / Bus 38, 68, 88, 91

RER Denfert-Rochereau (ligne B)

Vélib' 2, rue Victor Schoelcher

Stationnement réservé aux visiteurs handicapés moteur devant le 2, rue Victor Schoelcher

Exposition

Commissaires de l'exposition

Hervé Chandès, Jean-Pierre Bourguignon et Michel Cassé

Commissaires adjoints

Thomas Delamarre et Giancarlo Lucchini

Chargée de production

Camille Chenet, assistée de Daphné Panacakis

Régie générale

Christophe Morizot, assisté de Frédéric Ray

Conception et réalisation audiovisuelle

Gérard Chiron, assisté de Cyril Chiron

Lumières

Nicolas Tauveron

Logistique

Corinne Bocquet et Alanna Minta Jordan, assistées de Yves Baury

Installation des œuvres

Gilles Gioan



UNESCO

La Commission française pour l'UNESCO comprend 60 personnalités représentant les milieux scientifiques et intellectuels de notre pays ainsi que les ministères compétents. Elle a pour mission d'exercer une activité de veille et un repérage d'actions exemplaires en favorisant le développement de partenariats avec les institutions nationales et internationales et la société civile afin de faire bénéficier notre pays et l'UNESCO de l'expertise de ses membres, d'éclairer les pouvoirs publics dans les domaines de l'éducation, de la science, de la culture et de la communication et de contribuer ainsi à renforcer l'influence de la France sur les travaux de cette institution.

Présidée par M. Jean Audouze, la Commission française pour l'UNESCO organise à l'UNESCO, les 30 et 31 janvier 2012, le colloque « Mathématiques pour tous ? » dans le cadre de l'exposition. unesco.fr

L'exposition a été réalisée avec la participation de l'Institut Henri Poincaré (IHP), de l'Institut d'astrophysique de Paris (IAP), du Laboratoire européen pour la physique des particules (CERN), de l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA) et de l'Agence spatiale européenne (ESA).

des satellites d'astronomie, d'observation de la Terre, de navigation et de télécommunication, envoi des sondes aux confins du système solaire et coopère à l'exploration humaine de l'espace. La participation de la France à l'ESA est assurée par le CNES. esa.int



IAP

L'Institut d'astrophysique de Paris est un lieu privilégié pour les études théoriques sur l'univers et ses constituants. Pour cela, les chercheurs doivent utiliser des méthodes mathématiques complexes qui sont les seules voies de description des choses en dehors de notre norme. Pour renforcer encore ce lien entre astrophysique, physique et mathématique, plusieurs laboratoires de l'UPMC et du CNRS, regroupés autour de l'IAP, viennent de créer l'Institut Lagrange de Paris. Cette exposition montrant un autre aspect des mathématiques intéresse l'IAP directement. iap.fr



IHP

L'Institut Henri Poincaré (IHP) participe depuis 1928 à la recherche dans tous les champs disciplinaires où la mathématique joue un rôle crucial. Einstein y a enseigné la relativité générale, Volterra y a introduit la biologie mathématique en France ; c'est là aussi qu'est né le premier projet d'ordinateur français.

Cédric Villani (université de Lyon), secondé par Jorge Kurchan (ESPCI), dirige depuis 2009 cet institut d'échanges scientifiques nationaux et internationaux, soutenu par le CNRS et l'UPMC.

La coopération entre l'IHP et la Fondation Cartier répond à la demande croissante de la société pour être en contact avec les scientifiques, tout en s'inscrivant dans une ancienne tradition de rencontre entre les arts et la mathématique, dont témoignent les photographies de Man Ray à l'IHP, il y a quatre-vingts ans. ihp.fr

Institutions

L'exposition *Mathématiques, un dépaysement soudain* a été conçue en collaboration avec l'IHÉS, sous le patronage de l'UNESCO, avec le concours de la Commission nationale française pour l'UNESCO.



IHÉS

L'Institut des hautes études scientifiques (IHÉS) est un centre international de recherche fondamentale en mathématiques, physique théorique et à l'interface de la biologie et des mathématiques. Dès sa création en 1958, il s'est placé au plus haut niveau mondial réunissant de nombreuses reconnaissances dont sept médailles Fields et un prix Abel. Situé à Bures-sur-Yvette (91), l'IHÉS est une fondation privée reconnue d'utilité publique depuis 1981, qui accueille chaque année 250 chercheurs. ihes.fr



CERN

La science sous-tend presque tous les aspects de la vie moderne, et les mathématiques sous-tendent la science. C'est pour cela que le laboratoire leader mondial dans la recherche fondamentale en physique des particules, CERN, participe à l'exposition de la Fondation Cartier, *Mathématiques, un dépaysement soudain*. À l'âge du tout scientifique, il est vital pour la science de s'engager dans la culture au sens large. cern.ch



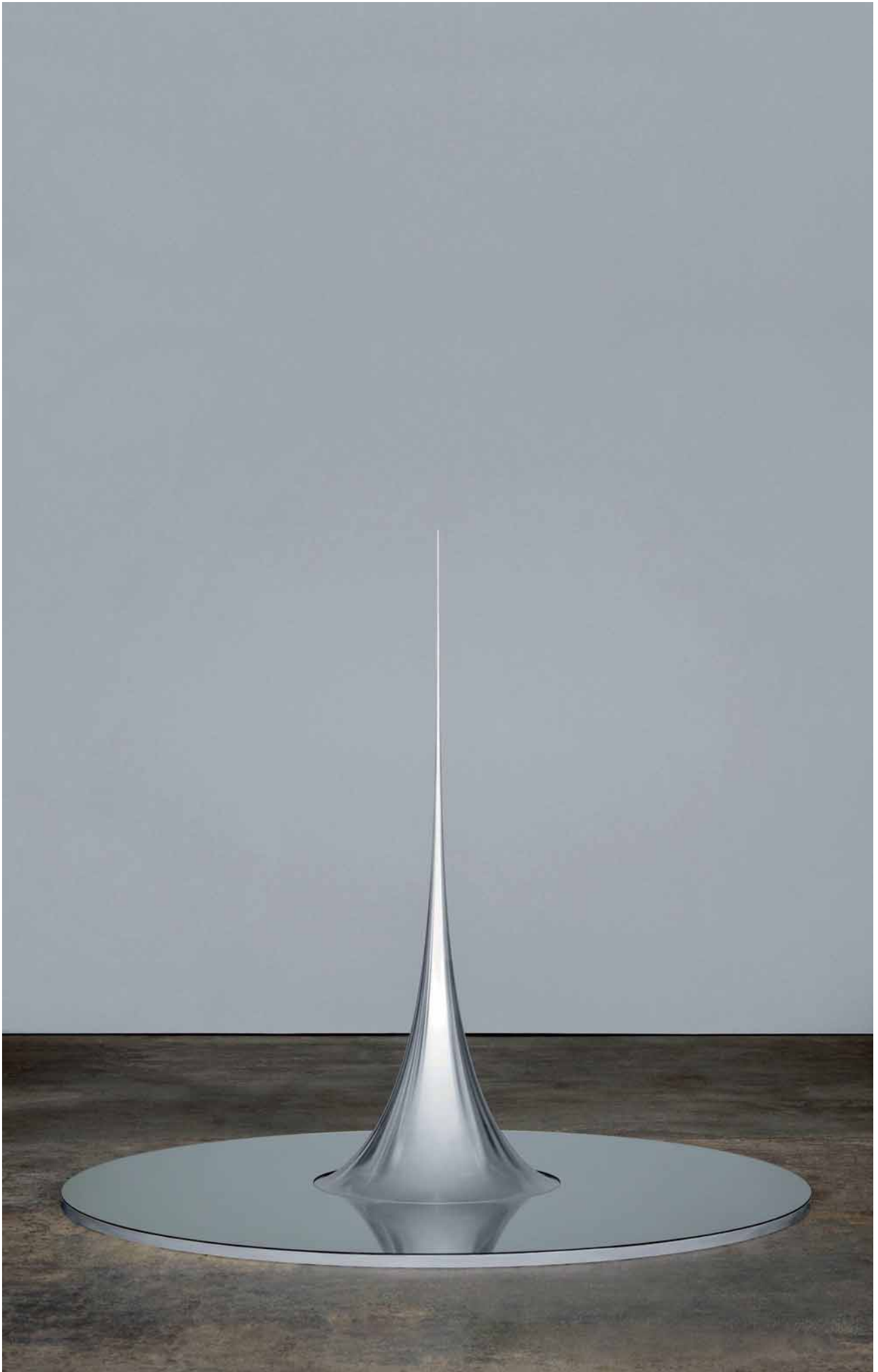
ESA

L'Agence spatiale européenne (ESA) est une organisation intergouvernementale, créée en 1975, qui a pour mission d'assurer le développement des capacités spatiales de l'Europe. En mettant en commun les ressources et les capacités de ses 18 États membres, l'ESA peut entreprendre des programmes d'envergure. Aujourd'hui, grâce à l'ESA, l'Europe dispose de ses propres lanceurs, met en orbite



INRIA

Pour communiquer, se soigner, voyager ou encore se divertir, notre société compte toujours plus sur les technologies numériques. À l'interface des sciences informatiques et des mathématiques, en allant de la recherche fondamentale au développement technologique et au transfert industriel, les chercheurs d'INRIA, institut public de recherche, inventent les technologies numériques de demain. inria.fr



Partenaires



France Inter

Tout au long de l'année, France Inter promeut la culture au travers de sa programmation, alliant exigence culturelle et découverte. Les mystères de la science sont explorés dans *La Tête au carré*, *Sur les épaules de Darwin* et *Les Savanturiers*. France Inter s'associe à la Fondation Cartier pour rendre perceptibles ces univers mentaux et réconcilier certains auditeurs avec leur bête noire. Un voyage passionnant dans l'univers des mathématiciens pour voir et entendre les maths sous un autre jour. franceinter.com



Télérama

Télérama se réjouit d'accompagner les expositions de la Fondation Cartier, haut lieu parisien de rendez-vous de la création contemporaine. Impossible en effet d'ignorer les arts plastiques pour un magazine dont la vocation est de rendre accessibles au plus grand nombre toutes les cultures qui font la culture. Depuis des années Olivier Céna consacre une chronique aux arts plastiques, et trois pages « Arts et formes » enrichissent son approche côté design et architecture. telerama.fr

Le Monde

Le Monde

Le Monde se réjouit d'être le partenaire de l'exposition *Mathématiques, un dépassement soudain* à la Fondation Cartier. Aux confins de l'art et des sciences, cette manifestation entre en résonance avec les croisements que propose *Le Monde Weekend* dans ses nouveaux cahiers « Sciences & Techno » et « Culture & Idées ». lemonde.fr



Sciences et Avenir

Avec une accélération jamais vue, les sciences et la technologie transforment nos sociétés, bouleversent leur présent et ouvrent de nouveaux horizons. Fondé en 1947, accompagné par 2,5 millions de lecteurs fidèles, *Sciences et Avenir* décrypte ces avancées insoupçonnées dans tous les domaines, des mathématiques à la biologie fondamentale en passant par l'écologie et la cosmologie... Pour un(e) citoyen(ne) avide de comprendre. sciencesetavenir.fr



euronews

euronews est particulièrement heureuse de pouvoir s'associer à la Fondation Cartier et confirme son engagement pour toutes les cultures. La chaîne produit chaque semaine des magazines consacrés à l'art, au cinéma, à la musique, aux sciences et à l'éducation.

euronews, chaîne internationale d'information n° 1 en Europe*, couvre l'actualité 24h/24. Composée de 11 éditions**, euronews est un modèle unique d'analyse et de traitement de l'information mondiale. euronews.net

* Source: EMS/Synovate Hiver 2010, euronews n° 1 en audience cumulée hebdomadaire.

** allemand, anglais, arabe, espagnol, français, italien, persan, portugais, russe, turc et ukrainien.

Légendes et crédits

Couverture : Artwork Tadanori Yokoo (dessins : © David Lynch / photos : ESO ; © Sebastian Kaulitzki/Fotolia.com)

p. 12-13: © Jean-Michel Alberola / Adagp, Paris, 2011

p. 21: Hiroshi Sugimoto, *Conceptual Form 011*, 2008. Surface de révolution à courbure négative constante. Aluminium, miroir, 3 × 0,70m. © Hiroshi Sugimoto, courtesy of Gallery Koyanagi

p. 23: Extrait du film d'animation de David Lynch, *Universe Coming From Zero*. © David Lynch

p. 24: Le vol de l'oiseau (principe de Bernoulli), image du film de Beatriz Milhazes et BUF, *Les Paradis mathématiques*, 2011. Création BUF

Informations presse

Fondation Cartier

Matthieu Simonnet

Tél. 01 42 18 56 77/65

Fax 01 42 18 56 52

matthieu.simonnet@fondation.cartier.com

Images en ligne : presse.fondation.cartier.com

IHÉS

Joanna Jammes

Directrice de la communication et du développement

Tél. 01 60 92 66 67

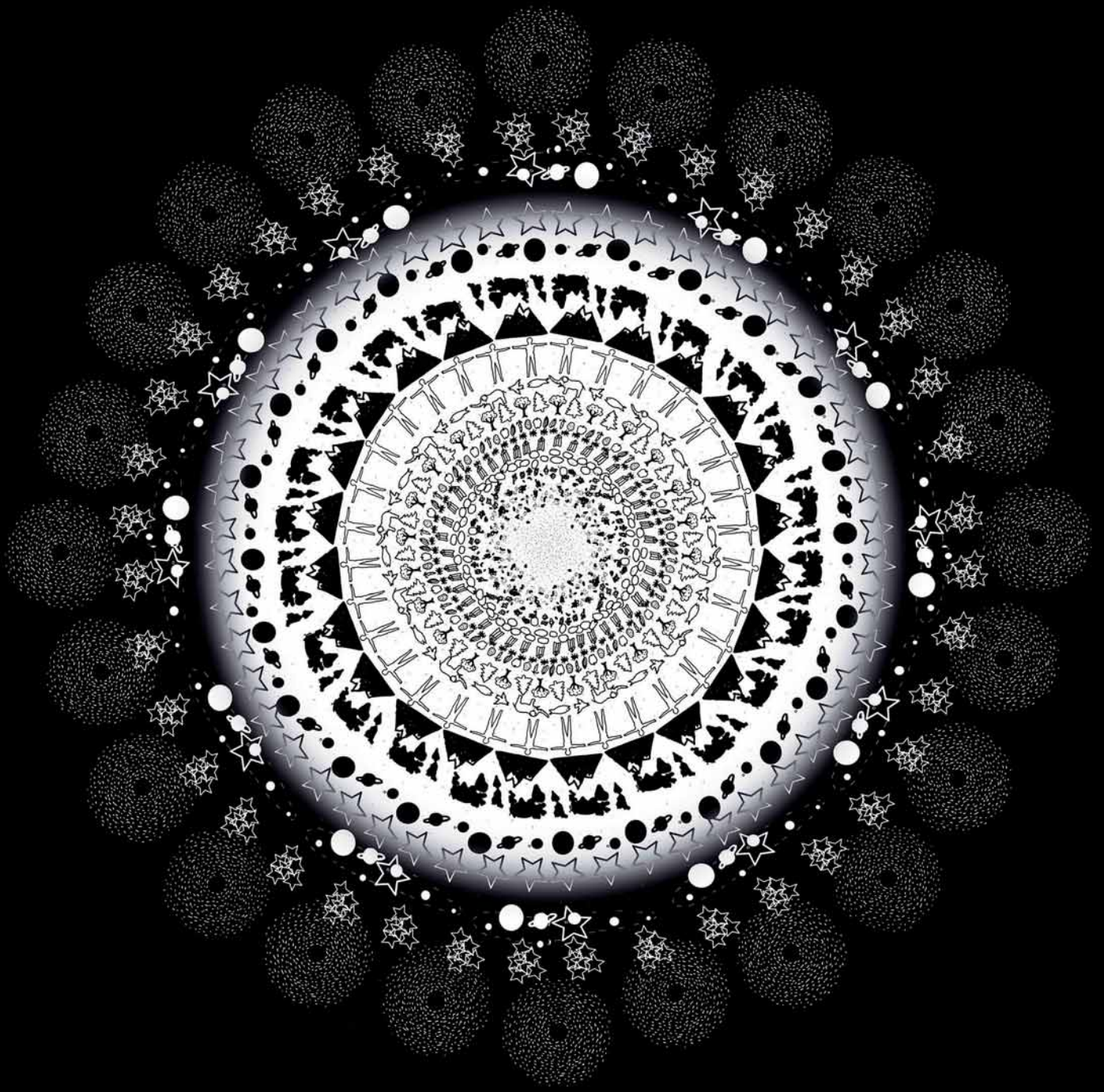
jammes@ihes.fr

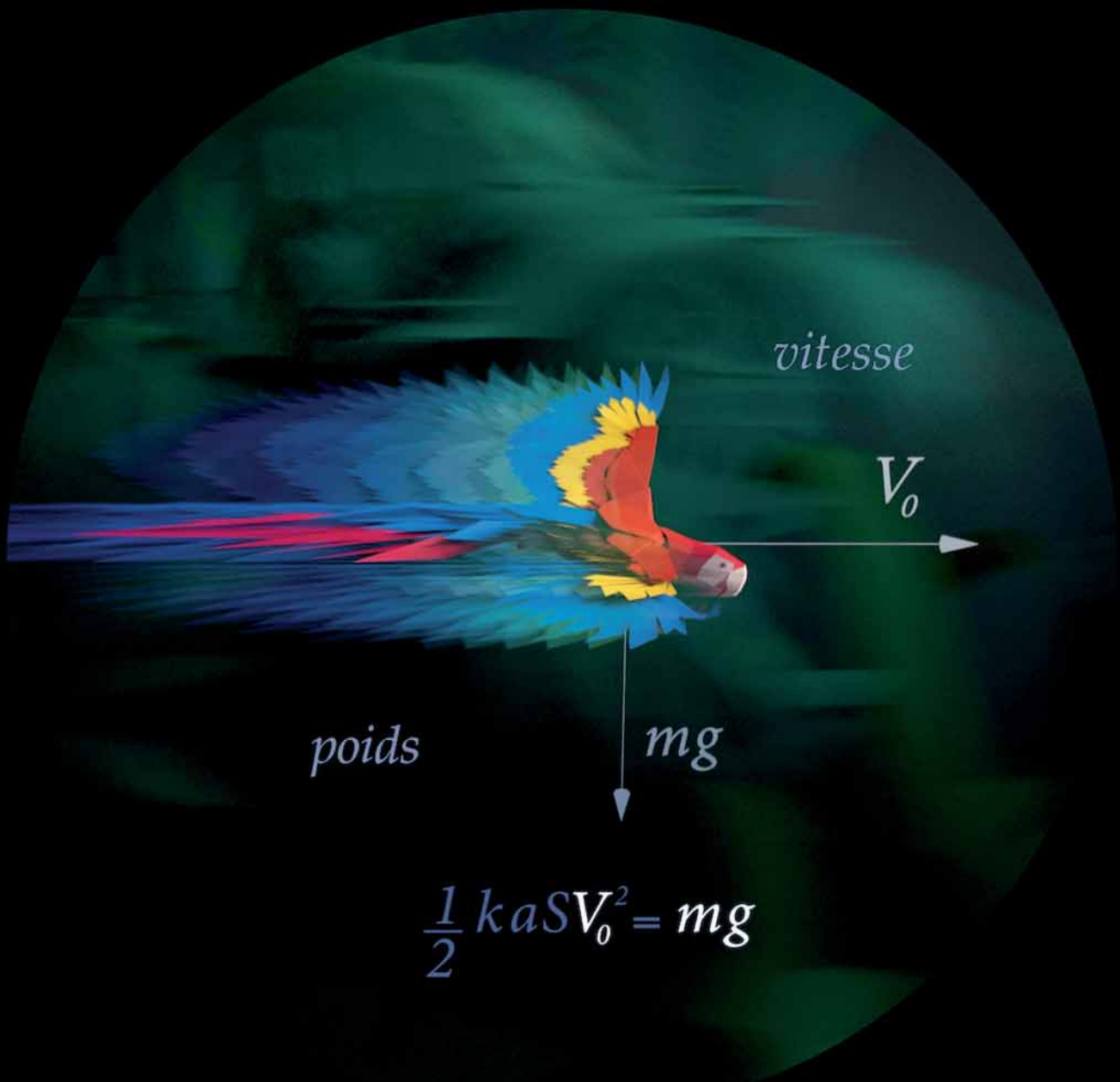
Sur Internet

La Fondation Cartier pour l'art contemporain a créé un site internet dédié aux professionnels de la presse. Grâce à ce nouvel espace, journalistes, iconographes, blogueurs ont désormais la possibilité d'avoir une vision globale sur toutes les informations liées aux expositions et aux différentes activités de la Fondation Cartier, en France comme à l'étranger.

L'accès simplifié aux contenus (communiqués et dossiers de presse, visuels, archives, etc.) permet de télécharger rapidement les éléments choisis.

Connectez-vous et créez votre compte sur : presse.fondation.cartier.com





poids

vitesse

V_0

mg

$$\frac{1}{2} k_a S V_0^2 = m g$$