

L'AUTEUR



LOÏC MANGIN
rédacteur en chef adjoint
à *Pour la Science*

LA 3D COMME VOUS NE L'AVEZ JAMAIS VUE

Dans les espaces tridimensionnels, la géométrie euclidienne, celle qui nous est familière, n'est qu'une géométrie parmi huit possibles. À quoi ressemblent les autres? Une exposition vous invite à les visualiser, la plupart étant représentées pour la première fois.

La légende raconte qu'à 16 ans, en 1895, Albert Einstein s'est imaginé à califourchon sur un rayon de lumière pour mieux en comprendre le comportement. Cette expérience de pensée l'aurait conduit sur le chemin de la théorie de la relativité. Qu'a-t-il vu? Qu'a-t-il perçu? Qu'a-t-il ressenti? On l'ignore, mais cette anecdote montre que l'on a beaucoup à apprendre en se mettant dans des conditions réputées hors d'atteinte. Dans un autre registre, c'est ce que propose aujourd'hui le mathématicien Pierre Berger, de l'université

Paris 13, dans l'exposition *Esthétopies* qu'il organise à l'institut Henri-Poincaré (IHP), à Paris, avec sa consœur Jimena Royo-Letelier et les artistes Pierre-Yves Fave, Sergio Krakowski, Vincent Martial.

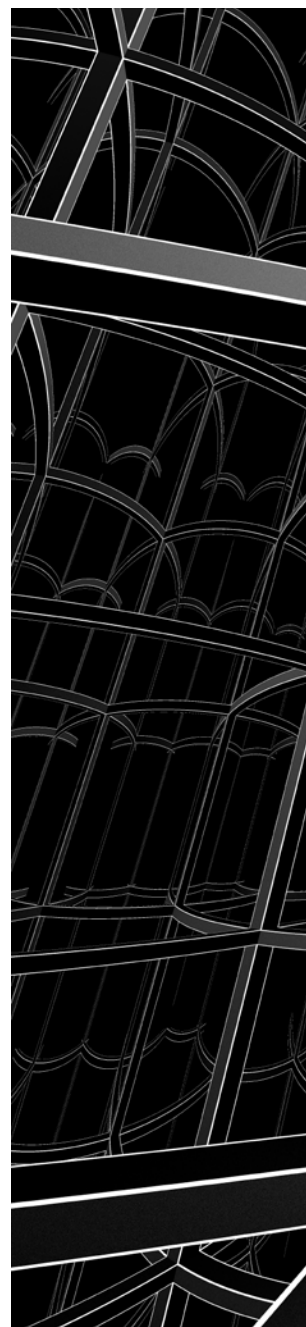
Comment? En invitant à explorer des espaces mathématiques imaginaires encore mal compris à travers un ensemble d'installations sonores et visuelles. Attardons-nous sur les « Paysages des géométries de Thurston ». De quoi s'agit-il? Formulé en 1907, le théorème de Klein, Poincaré et Koebe stipule que toute surface (les mathématiciens parlent de variété de dimension 2) peut être munie de l'une des trois géométries suivantes: euclidienne, sphérique ou hyperbolique.

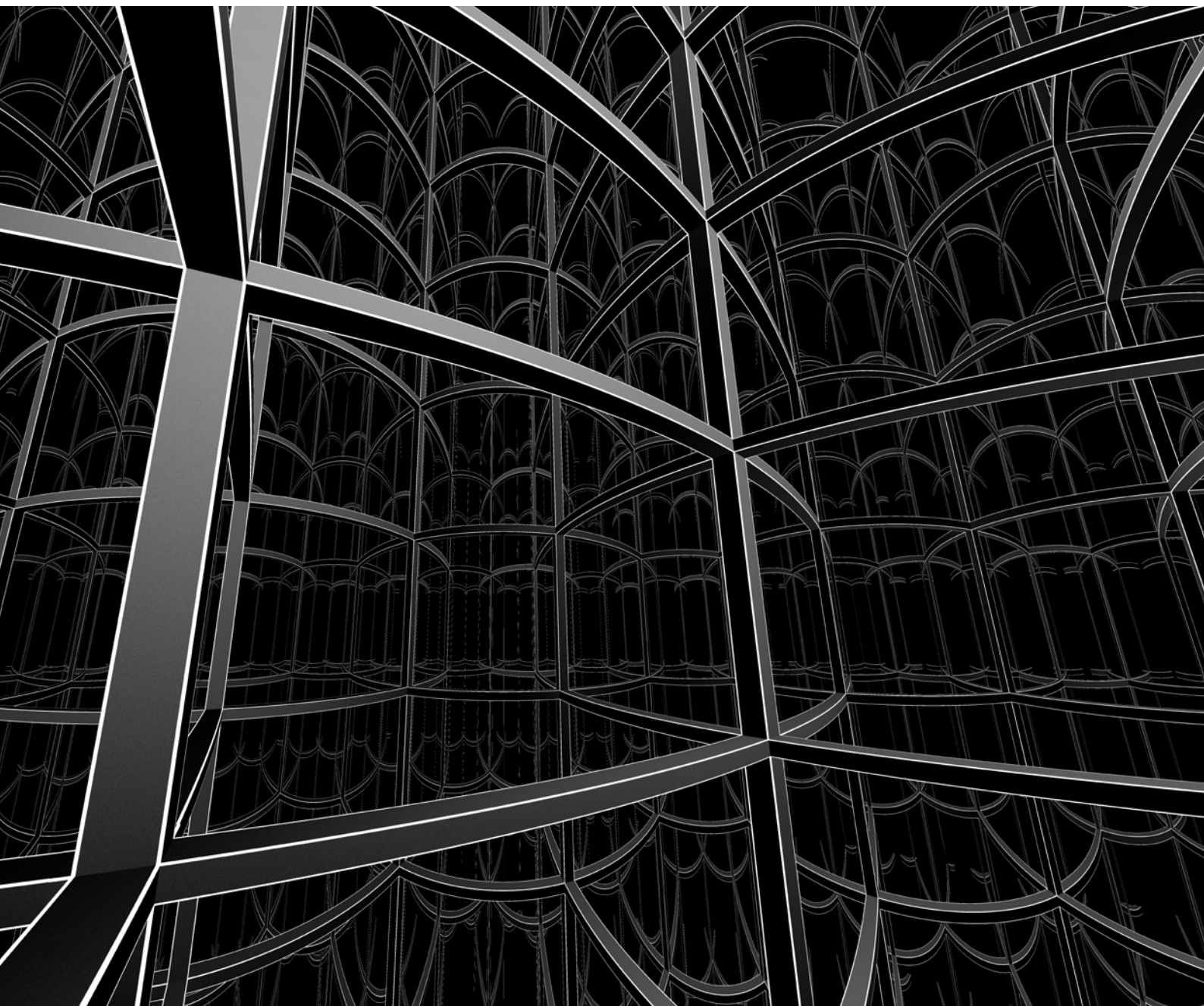
L'affaire se complique quand on s'intéresse aux variétés de dimension 3. En 2003, le Russe Grigori Perelman démontrait une conjecture émise par l'Américain William Thurston selon laquelle il est possible de découper toute variété de dimension 3 en

La géométrie H^2E^1 telle que vous ne l'avez jamais vue! Elle est une des huit géométries qui permettent de décrire des variétés tridimensionnelles.

fragments que l'on peut décrire à l'aide d'une géométrie parmi huit. Aux trois précédentes, notées (en trois dimensions) respectivement E^3 , S^3 et H^3 , s'ajoutent S^2E^1 , H^2E^1 , SOL, NIL et SL_2 .

Ces géométries décrivent ainsi huit espaces fondamentaux qui s'offrent aux explorations des mathématiciens. Dans les années 1990, l'école de William Thurston, au Geometry Center, à l'université du Minnesota, aux États-Unis, avait proposé de représenter ces géométries en dessinant les paysages que verrait un visiteur à l'intérieur de ces espaces. Cette école était parvenue à simuler numériquement trois des géométries (sphérique S^3 , euclidienne





E^3 et hyperbolique H^3). Les cinq autres géométries sont restées durant plus de vingt ans des problèmes ouverts, jusqu'aux travaux récents de Pierre Berger, à l'interface des mathématiques fondamentales et numériques. Dans cette exposition sont présentés des paysages dans les huit géométries de Thurston, sept d'entre elles étant traitées rigoureusement par un logiciel créé à cet effet. À l'instar d'Einstein sur son rayon, on comprend mieux les espaces en se plaçant à l'intérieur.

Cette visualisation d'espaces totalement abstraits nécessite d'y insérer des objets élémentaires, en l'occurrence une série de polyèdres identiques. On peut aussi

suivre le trajet d'un rayon lumineux qui respecte la géométrie de l'espace: rectiligne dans E^3 , la lumière est déviée dans les autres géométries et peut, selon la courbure, s'enrouler. Devant chaque photographie, qui est plus qu'une simple simulation numérique, le public est confronté à une architecture intrigante qui le conduit à s'interroger sur son propre espace.

Une autre installation propose une démarche similaire, mais avec du son. Au centre d'un cube dont des tableaux noirs constituent certaines faces, l'auditeur perçoit les sons captés par 60 micros répartis dans l'institut, puis traités mathématiquement et informatiquement pour simuler le

plongement du bâtiment dans l'espace mathématique noté $\mathbb{R}^3/\mathbb{Z}^3$. Une sélection de modèles mathématiques de l'institut, de courtes vidéos définissant les variétés d'espaces et d'autres installations encore complètent l'exposition. En fin de compte, elle vous offre l'occasion de confronter votre imagination à celle des mathématiciens. Laquelle des deux est la plus illimitée? ■

*Esthétopies, à l'institut Henri-Poincaré,
Paris, du 8 mars au 8 juillet 2017.
<http://esthetopies.ihp.fr>*



Retrouvez la rubrique
Art & science sur
www.pourlascience.fr