

Le monde est écrit en une langue mathématique infinie, par Alain Connes (une interview pour Rai.it, en marge de la World Tech Conference 2026, qui s'est tenue à Milan, du 24 au 27 juin 2026).

Alain Connes est l'un des plus grands mathématiciens contemporains, lauréat de la médaille Fields en 1982 – et je vais l'expliquer à l'auditoire, c'est l'équivalent du prix Nobel de mathématiques. Il est le fondateur de la géométrie non-commutative, dont nous parlerons, une théorie qui relie les mathématiques et la physique dans l'étude de la structure profonde de la réalité. Il est professeur, une des voix les plus influentes dans le dialogue entre les nombres et l'univers.

Alors, Professeur, vous venez d'inaugurer la Conférence mondiale des technologies¹. Pourquoi cet événement est-il important ?

ALAIN CONNES : La raison pour laquelle on m'a demandé d'ouvrir la conférence d'aujourd'hui est la suivante. La mécanique quantique a plusieurs origines, mais la découverte la plus importante - celle de celui qui a percé les secrets de la mécanique quantique, Werner Heisenberg – remonte à plus d'un siècle, alors qu'il avait été envoyé pour se soigner sur une île pour de graves problèmes de santé. Sur cette île, il a pu travailler intensivement et a fait une découverte – il a travaillé sur des opérations algébriques impliquant des systèmes microscopiques – absolument stupéfiante. Il découvrit que, lorsqu'on travaille avec des systèmes physiques microscopiques, on ne peut pas manipuler des quantités commutatives.

On utilise généralement l'idée que le produit 3×5 est égal au produit 5×3 , mais Heisenberg découvrit que, pour ces systèmes microscopiques, comme les atomes par exemple, cette vérité n'est pas valable. La propriété de non-commutativité existe, et c'est cette propriété qui est à l'origine du principe d'incertitude de Heisenberg, qui stipule qu'on ne peut pas attribuer simultanément une valeur à des quantités observables qui ne commutent pas.

Je vous demanderais bien ce qu'est la géométrie non commutative.

La géométrie non-commutative est la conséquence de la découverte de Heisenberg, mais pourquoi ? Parce que c'est en utilisant l'invention de Descartes que nous avons appris la géométrie ordinaire. Nous savons qu'il est possible d'utiliser des coordonnées, des coordonnées classiques, cartésiennes, et donc des nombres sont associés à la position d'un point dans un espace géométrique. Or, lorsqu'on travaille dans l'esprit de Descartes, ces coordonnées commutent entre elles. Ce qu'Heisenberg a découvert, c'est que lorsqu'on considère l'espace libre des systèmes microscopiques, on n'a pas affaire à l'espace de Descartes. La géométrie non-commutative est donc précisément la géométrie qui traite des espaces où les coordonnées ne sont pas commutatives.

Peut-on unifier la relativité et la mécanique quantique ?

Référence : <https://www.rainews.it/video/2026/06/il-mondo-e-scritto-nella-lingua-della-matematica-senza-limiti-alain-connes-wtc-world-tech-conference-62637abf-fa18-4b4f-a579-f21096d54411.html>.

Transcription : Denise Vella-Chemla, juin 2026

1. World Tech Conference 2026

Ce qui est surprenant, c'est que mon intérêt pour la géométrie non-commutative, très proche du monde de la mécanique quantique, provient de sa propriété de générer son propre temps. Il y a 54 ans, j'ai découvert que, selon l'algèbre construite par von Neumann pour décrire les systèmes quantiques, ces derniers possèdent leur propre temps ; ils le génèrent donc intrinsèquement, ce qui signifie qu'ils sont des objets dynamiques. Aujourd'hui, si l'on veut concilier tout cela avec la relativité, et plus précisément avec la relativité générale, cela a déjà en partie été fait et il reste encore beaucoup à faire. Mais à mon avis, en ce qui concerne la géométrie non-commutative, le temps sera un facteur émergent. Autrement dit, si l'on applique le processus d'Einstein, selon lequel nous souhaitons écrire le passé sur une page blanche, mais en se basant plutôt sur d'autres documents plus anciens d'Einstein, ou même sur les expériences de Wheeler, on constate que dans le monde quantique réel, le passé n'est pas une donnée figée. En d'autres termes, on ne peut, d'une certaine manière, occulter l'histoire, car certains événements passés dépendent de nos actions à un instant précis. Une expérience célèbre de John Wheeler, qui est extrêmement spécifique, illustre parfaitement ce phénomène : nos actions actuelles peuvent influencer des événements survenus il y a des milliards d'années.

Les mathématiques peuvent-elles encore transformer la physique ?

Bien sûr. Comme l'a déjà affirmé Galilée, il est clair que le monde est écrit dans le langage des mathématiques et qu'il n'existe aucune limite. Or, Einstein disait que Dieu est subtil, mais non maléfique, et que cette subtilité, cette précision divine, est comparable à celle des mathématiques.

Avons-nous besoin de plus de rigueur ou de plus d'imagination ?

Dans le monde actuel de l'intelligence artificielle, la valeur accordée au cerveau humain va radicalement changer, et la rigueur, le fait en soi, sera dévalorisée au profit du pouvoir de l'imagination.

En fait, je voudrais citer – je ne sais pas si Einstein l'a réellement dit, ou bien, si elle n'est pas de lui, à qui cette citation devrait être attribuée – mais ce que je veux dire, c'est que la rigueur, et par rigueur j'entends raison, permet d'aller du point A au point B, tandis que l'imagination vous permet d'aller du point A là où vous voulez.

Ma dernière question concerne l'intelligence artificielle, puisque nous en parlons. L'intelligence artificielle sera-t-elle un jour capable de comprendre les mathématiques ?

Voici ma réponse. Je vais vous donner une réponse un peu plus personnelle. Il y a quelque temps, je discutais avec un ami psychanalyste qui m'a demandé s'il existait un concept mathématique capable d'expliquer que les êtres humains sont caractérisés par le fait qu'ils ont tendance à se relier les uns aux autres, à travers leurs relations avec autrui. J'ai bien sûr tenté de l'expliquer par un lemme mathématique, qui pourrait en être l'incarnation mathématique. Malheureusement, je n'ai pas eu le temps de rédiger une réponse détaillée à mon ami. J'ai donc demandé à une intelligence artificielle de me répondre.

Et l'intelligence artificielle a produit une réponse magnifique, vraiment magnifique. Mais j'étais stupéfait car, après toute cette réponse, elle parlait d'elle-même, oui, d'elle-même, et expliquait

que c'est précisément ainsi qu'elle fonctionne : elle ne comprend pas profondément le sujet dont elle parle, mais ce qu'elle sait, ce qu'elle comprend, ce sont les relations entre deux choses. Ce que cela explique, et j'en ai été vraiment stupéfait, c'est que je n'avais pas demandé à l'intelligence artificielle de réfléchir sur elle-même, mais elle s'est mise à réfléchir sur elle-même et à expliquer qu'il est impossible de se créer une image mentale – ce qui, après tout, est un privilège du cerveau humain –, une chose dont l'intelligence artificielle sera toujours incapable. La complexité de la construction d'une image mentale réside dans le fait que cela implique de faire des erreurs, de souffrir, de consacrer beaucoup de temps à essayer de comprendre que nous ne savons pas tout, et ce n'est qu'à ce stade, à ce prix-là, que nous le notons sur une feuille de papier, mais que nous en conservons le résultat en mémoire.

Merci.