

3 Les théories de l'ESP

Dans la quête d'une théorie qui réconcilierait l'infiniment petit et l'infiniment grand, la théorie des cordes occupe une place prépondérante. En marge de cette hypothèse, d'autres approches ont vu le jour. Elles offrent d'autres conceptions de l'Univers, fondées sur des géométries différentes de l'espace-temps.

LES CORDES

La théorie des cordes propose non seulement de réconcilier la mécanique quantique et la relativité générale, mais aussi d'unifier toutes les interactions fondamentales. Selon cette théorie, toutes les particules élémentaires correspondent aux vibrations de cordes infinitésimales, petits segments à une dimension. Ces cordes obéissent à des lois simples : elles s'étirent, interagissent, se ferment, etc. L'espace dans lequel elles évoluent est fixe, et il s'agit d'un Univers à dix dimensions.

LES TWISTEURS

Dans cette théorie (*twistors*, en anglais) développée en 1967 par le mathématicien britannique Roger Penrose, l'Univers est à quatre dimensions. Mais il n'est pas sûr qu'il nous soit plus familier que les dix dimensions de la théorie des cordes : les quatre dimensions de Penrose ne décrivent pas l'ensemble des points d'un espace physique, mais l'ensemble de ses « rayons de lumière ». Dit autrement, ces espaces représentent un réseau de relations causales entre des événements de l'espace-temps. La théorie complète reste à construire.

LA GÉOMÉTRIE NON COMMUTATIVE

Lorsque le mathématicien français Alain Connes se mêle de physique, cela donne en 1988... la géométrie non commutative. En mathématiques, un espace est dit non commutatif si la mesure d'une propriété x , puis d'une propriété y , diffère de la mesure de y puis x . Or, en mécanique quantique, c'est le cas : l'ordre des mesures influe sur le résultat. Alain Connes applique ce concept à l'espace-temps, avec des résultats prometteurs, mais pas encore de théorie complète.

ACE-TEMPS

LES TRIANGULATIONS DYNAMIQUES CAUSALES

Œuvre du Danois Jan Ambjørn et de l'Allemande Renate Loll, cette théorie se fonde sur la relativité générale d'Einstein. Pour calculer l'évolution de l'espace-temps, celui-ci est décrit numériquement en minuscules « pixels » tétraédriques, de la même façon que les spécialistes du climat ou de la météo découpent l'atmosphère en cubes homogènes. Née en 2002, cette théorie connaît aujourd'hui un regain d'intérêt, même si ses résultats sont encore peu utilisables.

LA GRAVITÉ QUANTIQUE À BOUCLES

Imaginée en 1990 par Abhay Ashtekar, Carlo Rovelli et Lee Smolin, la gravité quantique à boucles est la plus avancée des théories concurrentes aux cordes. L'idée principale est que l'espace est quantifié, formé de « grains » d'espace de très petite taille (de l'ordre de 10^{-34} mètre), en forme de boucle. Contrairement aux cordes, cette théorie propose seulement de combiner gravité et mécanique quantique. Autre différence : elle considère un espace-temps dynamique, en accord avec la relativité générale. La vérification expérimentale de ces prédictions est encore impossible.

PAS DE THÉORIE UNIFICATRICE

Et si la gravité n'était pas quantifiée ? Si seule la matière répondait aux lois quantiques, tandis que l'espace-temps resterait classique ? Cette idée est néanmoins de plus en plus marginale.