

Deux voies

Jean-Pierre Luminet. *L'Écume de l'espace-temps.* 2020.

Extraits

En résumé, deux voies principales sont suivies depuis plus d'un demi-siècle pour quantifier la gravitation. La première voie privilégie l'approche de la théorie quantique des champs, en vertu de laquelle les forces connues sont véhiculées par des particules appelées bosons : le photon est le médiateur de la force électromagnétique, les bosons W et Z véhiculent la force faible, tandis que les gluons portent l'interaction forte. Les bosons sont des particules de spin entier. Le spin est l'une des propriétés quantiques fondamentales des particules, au même titre que la masse ou la charge électrique. Comme d'autres grandeurs observables, sa mesure donne des valeurs non pas continues mais discrètes, plus précisément entières pour les bosons et demi entières pour l'autre catégorie de particules, celles qui subissent les forces, appelées fermions. Les spins des bosons massifs comme le W et le Z peuvent prendre les valeurs -1, 0, ou +1, ceux des non massifs comme les gluons et les photons ne peuvent prendre que les valeurs -1 ou +1. Si l'on suit cette approche, **la gravitation doit être considérée au même titre que les autres interactions comme un champ de force** s'exerçant entre les objets au sein d'un espace-temps extérieur passif. **Elle est associée à un boson appelé graviton**, dont le spin ne peut prendre que les valeurs -2 ou +2.

[...]

La seconde voie vers la gravité quantique privilégie l'approche géométrique de la relativité générale : elle cherche à quantifier l'espace et le temps eux-mêmes. On sait qu'en physique quantique il y a des grandeurs comme l'énergie, la charge électrique, l'impulsion, etc., qui ne peuvent prendre que certaines valeurs « discrètes », alors qu'en physique classique elles sont continues. Il existe donc des quantités irréductibles de ces grandeurs, des « quanta ». Or, en relativité générale, la gravitation est modélisée comme une propriété géométrique de l'espace-temps. Si l'on veut quantifier la gravitation, il faut supposer l'existence d'unités élémentaires d'espace et de temps. L'idée de base de la « gravité quantique à boucles » [...] est qu'il existe des « atomes d'espace et de temps », à savoir des entités au niveau desquelles les effets quantiques modifient radicalement la texture même de l'espace-temps, qui ne serait plus lisse et continue, mais granulaire. Cela change du tout au tout la description de l'Univers à très petite échelle, assimilable à **un réseau discontinu d'« atomes d'espace » interagissant et évoluant par petits sauts temporels correspondant à des « atomes de temps »**. Les calculs issus de cette approche sont au moins aussi prometteurs que ceux de la théorie des cordes, et ne nécessitent pas l'introduction de dimensions supplémentaires.