

Sakamalao sy havozo ...

Des modèles qui rendraient mieux compte de l'interaction gravitationnelle.

ANDRIAMAMPINANINA CLAUDINE

Dans la conception habituelle de l'univers, le nombre de dimensions utilisé est de trois mais les résultats ne traduisent pas correctement l'interaction gravitationnelle. Avant de présenter les modèles possibles de l'univers, il est utile de passer en revue les notions de calcul perturbatif, théorie des cordes, supersymétrie et théorie M.

Le **calcul perturbatif** : faute de pouvoir traiter toutes les contributions à un problème, on ne retient que la plus significative pour obtenir la première solution. Celle-ci est ensuite corrigée en ajoutant progressivement les autres contributions de la plus forte à la plus faible. Ces dernières constituent des perturbations vis-à-vis de la première solution.

Les astronomes par exemple, procèdent par étapes pour déterminer le mouvement de la terre dans le système solaire. Une première trajectoire est calculée en ne tenant compte que de l'attraction du soleil, cette trajectoire est ensuite corrigée en ajoutant les contributions de la lune et des autres planètes.

La **théorie des cordes** est un cadre vraisemblable qui rend compatibles les grandes théories du XX^e siècle : mécanique quantique, comportement des particules élémentaires, relativité générale d'Einstein, gravitation de l'univers. Cette théorie impose six nouvelles dimensions en plus des trois dimensions habituelles. Les trois dimensions classiques sont de grandes dimensions tandis que les six nouvelles sont très petites.

Dans la théorie des cordes, les constituants élémentaires de la matière ainsi que leurs interactions sont représentés par un seul objet étendu et sans épaisseur : une corde vibrante minuscule et unidimensionnelle, ouverte ou fermée.

Au départ, les cordes étaient destinées à décrire la gravitation. Leur dimension est telle qu'elles puissent donner un ordre de grandeur de l'interaction comparable avec les interactions nucléaires fortes, les interactions électromagnétiques et les interactions nucléaires faibles (les durées caractéristiques sont respectivement de 10^{-23} – 10^{-22} s, 10^{-20} – 10^{-18} s et 10^{-10} – 10^{-8} s).

En théorie des cordes, les équations sont si complexes qu'on ne peut les résoudre que de façon approchée, à l'aide de calcul perturbatif. Les interactions des cordes sont mesurées par la constante de couplage, proportionnelle au rapport entre les tailles des dimensions supplémentaires et celles des cordes.

Supersymétrie : les lois de la physique sont compatibles avec une symétrie portant sur le spin des particules élémentaires. Comme la nature confirme cette symétrie, la conclusion qui s'impose est qu'il existe de nouvelles particules : les sparticules, pour lesquels les spins sont symétriques de ceux des particules. Une sparticule a un spin inférieur d'une demi-unité à celui de la particule correspondante (ex : les spins de l'électron et du sélectron sont de $\frac{1}{2}$ et 0 respectivement). Mais il y a une brisure de supersymétrie en raison de la correspondance entre la masse et l'énergie : les sparticules sont beaucoup plus lourdes que leurs partenaires ordinaires, l'écart entre leurs masses ne peut pas être supérieure au téraélectronvolt (10^{12} eV). La valeur approximative de l'énergie de brisure serait liée à la taille des dimensions supplémentaires de la théorie des cordes et la brisure de supersymétrie se produirait s'il existait une taille supplémentaire (dimension ou corde) de l'ordre de 10^{-18} mètre.

La supersymétrie permet d'unifier la gravitation d'une part, avec les trois interactions : nucléaires fortes, électromagnétiques et nucléaires faibles et d'autre part avec les valeurs observées pour les masses des particules.

Théorie M : les théoriciens disposent de multiples théories des cordes selon la nature ouverte ou fermée des cordes et selon la façon de considérer la supersymétrie. Toutes ces théories représentent au bout du compte des aspects partiels d'une théorie plus vaste et plus générale, la théorie M. L'unification se fait en utilisant des symétries, nommées dualités, qui relient les théories les unes aux autres. La taille de la corde est un paramètre libre de la théorie.

Univers étendu : afin d'augmenter l'intensité de la force gravitationnelle sans contredire les observations réalisées dans les trois dimensions habituelles, au moins deux dimensions supplémentaires sont nécessaires pour décrire l'interaction. Les tailles de ces dimensions seraient à peine inférieures au millimètre. Par exemple, la lumière se propage suivant des dimensions ($\approx 10^{-18}$ mètre) supplémentaires parallèles aux trois premières et est décrite par des cordes ouvertes ($\approx 10^{-18}$ mètre) ; la gravitation se propage suivant d'autres dimensions supplémentaires transverses ($\approx 10^{-12}$ mètre) et est représentée par des cordes fermées ($\approx 10^{-18}$ mètre).

Ainsi ; dans un modèle donné de l'univers - qui rend compte de l'interaction gravitationnelle -, la taille maximale des dimensions transverses, qui interagissent par l'intermédiaire de la force gravitationnelle, peut varier du millimètre (pour deux dimensions) à 10^{-14} m (pour six dimensions) ; dans ce cas, la corde est nettement plus petite. Dans une autre version - par la théorie duale - du même modèle, où il n'y a pas de dimensions transverses, l'univers est représenté par une corde de l'ordre de 10^{-18} mètre mais l'intensité de la gravitation est très faible.

Référence : Ignatios Antoniadis, *Prouver la théorie des cordes*, La Recherche n°343, juin 2001, pp 24-31.