

Compte-rendu d'ouvrage

Référence : Smolin, Lee (2007). *Rien ne va plus en physique ! L'échec de la théorie des cordes*. Paris : Dunod. Préface d'Alain Connes.

Titre original : *The Trouble with Physics. The Rise of String Theory, the Fall of a Science, and What Comes Next*.

Présentation

Bien que l'auteur, physicien de renommée mondiale, estime avoir écrit un livre destiné au grand public, il faut préciser qu'une partie de l'ouvrage ne s'adresse pas au néophyte en physique. Une lecture complète demande une bonne familiarité avec la relativité (restreinte et générale), la physique quantique, entre autres théories. Toutefois, le lecteur intéressé par la démarche scientifique pourra se permettre de sauter quelques aspects trop spécialisés et trouvera nombre de réflexions extrêmement intéressantes de ce point de vue. C'est sur ce point que ce compte-rendu insistera.

L'état de la science

Tout d'abord, l'auteur précise que la physique est en quête d'une unification de différentes théories qui ont émergé à la fin du XIXe et dans la première moitié du XXe siècle. Cette quête se résume en cinq problèmes à résoudre :

1 - Problème de la gravité quantique : Réunir la relativité générale et la théorie quantique dans une théorie unique, qui pourrait prétendre être la théorie complète de la nature.

2 - Problème des fondements de la mécanique quantique : Donner un sens à la théorie telle qu'elle existe actuellement, ou alors inventer à sa place une nouvelle théorie, qui aura un sens clair.

3 - Problème d'unification des particules et des forces : Déterminer si des particules et des forces différentes peuvent être unifiées dans une seule théorie qui les expliquerait toutes en tant que manifestations d'une seule entité fondamentale.

4 - Problème du paramétrage du modèle standard (datant de 1970) : Expliquer comment sont choisies dans la nature les valeurs des constantes libres du modèle standard de la physique des particules.

5 - Problème de la constitution de l'univers : Expliquer la matière noire et l'énergie noire. Ou, si elles n'existent pas, déterminer comment et pourquoi la gravité est modifiée à grande échelle. A ce propos, il est rappelé qu'en l'état des connaissances, l'univers serait composé de 70% de matière sous forme d'énergie noire, 26% sous la forme de matière noire et seulement 4% de matière ordinaire.

A propos de ces problèmes, l'auteur fait un détour sur l'unification comme science. Il note que toutes les avancées en physique sont liées à l'unification de notions permettant la résolution de conflits ou de paradoxes (énergie et matière, accélération et gravitation, etc.)¹.

La théorie des cordes, en bref

La théorie des cordes, à la fois sujet et prétexte de l'ouvrage, n'est pas vraiment décrite dans l'ouvrage. Un détour par wikipedia² permet de rappeler que cette théorie propose que les particules ponctuelles comme briques fondamentales de l'Univers sont remplacées par des sortes de cordelettes vibrantes possédant diverses caractéristiques (tension notamment). Les

¹ Cela rejoint d'ailleurs la théorie de l'invention (Koestler, Altshuller, etc.) (les notes sont du lecteur)

² http://fr.wikipedia.org/wiki/Théorie_des_cordes

caractéristiques des particules (masse, charge électrique, etc.) seraient remplacées par différentes vibrations.

Définition évidemment simplifiée puisque cette théorie nécessite un espace est à 10 ou 11, voire plus, dimensions (la plupart « invisibles » parce que enroulées à des échelles microscopiques¹). Elle est née vers 1960, motivée par l'unification des particules et des forces (problème 3). Elle a connu son âge d'or au milieu des années quatre-vingt.

L'auteur ne cache pas son admiration pour les prouesses techniques (dont il fut partie prenante) accomplies par les théoriciens de la théorie des cordes. Toutefois, et c'est le thème et une partie de la conclusion du livre, malgré tous les efforts consentis cette théorie n'est pas la bonne. En gros, elle ne permet pas d'expliquer des phénomènes nouveaux et surtout elle n'a pas permis de générer des hypothèses falsifiables différentes de celles que d'autres théories ont déjà émises, même si elle permet de résoudre le problème 3 et partiellement le problème 1.

C'est dans la discussion de cet aspect avec des rappels historiques intéressants sur les découvertes qui fondent la physique actuelle (notamment les travaux d'Einstein) que le lecteur intéressé par la démarche scientifique en général trouvera sujet à réflexion.

Pour situer l'état actuel de la science, bloqué selon l'auteur, un parallèle est établi avec l'époque où les astronomes s'ingéniaient à rajouter aux mouvements circulaires des planètes de nouveaux épicycles et ajustaient les rouages du système au fur et à mesure que les mesures montraient un décalage entre réalité et modèle théorique.

De façon plus abrupte, il estime que la théorie des cordes n'a pas de crédibilité en tant que candidate à une théorie physique. L'élégance de son développement mathématique n'implique pas sa crédibilité comme loi de la nature (il rappelle à ce propos que la recherche de l'élégance n'a pas toujours abouti à des théories viables, penser à Képler et ses solides platoniciens)².

On apprend de fait que ce n'est pas une théorie mais toute une famille de théories réduite à cinq candidats. En 1995, le physicien Edward Witten a suggéré que ces différentes alternatives sont la contrepartie d'une théorie plus fondamentale, appelée théorie M (qui constitue la « seconde révolution » des cordes) réunissant de façon continue les différentes théories des cordes qui sont alors obtenues pour certaines configurations de son espace de paramètres. Mais l'existence de cette super-théorie est elle-même une conjecture. Une sorte de Graal théorique³.

L'auteur note encore que toutes les théories majeures ont en général abouti au bout de 10 ans à des idées neuves, alors que, après 35 ans, la théorie des cordes n'a pas proposé de nouvelles façons de penser. Ce qu'il déplore surtout est que les agences et les universités continuent à investir une grande partie des fonds⁴ destinés à la physique théorique dans les recherches liées à cette théorie au détriment d'autres voies alternatives.

Cette persévérance dans une seule voie est en partie liée à un phénomène social : sommes investies, création de nombreux laboratoires dédiés à cette théorie, autorité de quelques « patrons » prestigieux, etc.

¹ Bizarre, ce besoin d'expliquer l'invisibilité de dimensions. Elles pourraient très bien être de nature non perceptible à nos sens.

² Une partie du discours fait penser à celui qui a lieu en économie où la théorie financière ne correspond plus à l'économie réelle.

³ Hawking et Mlodinow (Pour la Science, No 400, février 2011, p 67) évoquent également cette théorie comme un réseau de théories (selon le principe de réalisme dépendant). Ils notent que ce n'est pas ce que les physiciens attendent d'une théorie de la nature et ce n'est pas l'idée que l'on se fait de la réalité, mais l'Univers est peut-être ainsi fait.

⁴ Cela concerne l'Amérique du Nord qu'en est-il en Europe ?

Construire sur Einstein

Pour introduire à ces alternatives l'auteur consacre un chapitre qui fait état de possibles irrégularités dans la théorie de la relativité restreinte. Ces « défauts » en cours d'observation impliqueraient un ajustement ou une extension de la théorie pour les hautes énergies (ce qui pourrait impliquer une évolution de la vitesse de la lumière au cours du temps). Il présente aussi certains paradoxes qui nécessiteraient de repenser l'espace, et le temps à la manière d'Einstein. Un des paradoxes provient de la mise en présence de la plus petite distance possible (distance de Planck) et du fait que la mesure des longueurs dépend de l'observateur. La théorie DSR (théorie de la relativité doublement restreinte) serait un ajustement à la théorie de la relativité restreinte.

Il oppose à la théorie des cordes mathématiques (théorie dépendante du fond) des réflexions beaucoup plus physiques et moins mathématiques : qu'est-ce qui fait l'espace, par exemple ? Il propose des méta-règles de constructions de théories, par exemple : ne commencez pas par un espace donné, ni par quelque chose qui se déplace dans l'espace (structure quantique plutôt que spatiale). Dans cette réflexion, l'espace est perçu comme un phénomène émergent¹. Une autre méta-règle redonne une importance de la causalité².

Dans un ton un peu polémique, il prolonge cette opposition entre théorie des cordes et des alternatives en analysant les voies que prend la science pour se développer.

La science dans sa composante sociale

Du point de vue sociologique, l'auteur distingue deux communautés autour des problèmes actuels de la physique. Celle de la gravité quantique dont le style est hérité de la communauté de la relativité (élèves et associés d'Einstein, puis leurs élèves). Les valeurs en étaient le respect des idées individuelles et des programmes de recherche, un soupçon pour tout ce qui était à la mode, la confiance donnée aux arguments mathématiques rigoureux et la conviction que les problèmes clefs sont liés aux questions fondamentales, parfois de nature philosophique, posées par la nature de l'espace, du temps et du quantique. Le style de la communauté de la théorie des cordes est tout autre. Il provient de la culture « théorie des particules élémentaires » qui affiche plus d'effronterie et d'agressivité et d'esprit de compétition en se méfiant des questions philosophiques.

Il n'est pas très clair de comprendre ce que l'auteur veut développer lorsqu'il prétend que le style de recherche adopté actuellement en physique n'est pas adapté à la théorie des cordes. Par contre, on peut mieux comprendre d'autres arguments qui montrent un changement général du contexte de la production scientifique. Plus de compétition due à l'augmentation du nombre de chercheurs (sans remettre en cause les qualifications) qui ont moins loisir de développer des idées personnelles étant payés par des agences qui financent des recherches dans des thématiques fixées par de grands programmes internationaux. Il note également la croissance remarquable du nombre et du pouvoir des administrateurs dans les universités qui se sont « professionnalisées » ! Le management y a remplacé le leadership dans des structures de plus en plus hiérarchisées.

Il note aussi une approche plus monolithique et « disciplinée » des approches dans les communautés scientifiques où un style et un point de vue (la sociologie) sont très contraignants. Il est difficile de s'en écarter au risque d'être exclu du système (le phénomène de « pensée de groupe » est évoqué en relation au dogme des armes de destructions massives détenues par l'Irak avant l'entrée en guerre en Irak des USA). L'auteur passe en revue cette

¹ Comme l'intelligence émerge de structures neuronales.

² Ce qui va à l'encontre de l'idée défendue à l'époque par Hawking que le temps est juste une dimension supplémentaire.

« sociologie » de la communauté de la théorie des cordes. Il en note que l'arrogance n'en n'est pas la moindre caractéristique¹.

La complexité de la situation mène finalement l'auteur à se poser la question : Qu'est-ce que la science ? Dans cette réflexion plutôt constructive se retrouve le titre de l'ouvrage en anglais plus nuancé que son adaptation française.

Tout d'abord, il propose d'abandonner une idée trop romantique de l'activité scientifique. Comme dans toute activité humaine chaque acteur lutte pour ces idées selon son système de valeur. Certains agissent par amour de la vérité d'autres par opportunistes. Képler était aussi astrologue et Newton alchimiste.

Il propose toutefois pour distinguer actuellement une communauté scientifique comme une communauté éthique imaginative

L'éthique se résume en deux points que l'auteur résume en deux points :

- Si une réponse à une question est proposée par des personnes de bonne foi appliquant une argumentation rationnelle à des indications expérimentales publiquement accessibles alors cette question doit être tenue pour momentanément résolue.
- Si au contraire l'argument rationnel construit sur la base de preuves publiquement accessibles ne réussit pas à mettre les gens de bonne foi d'accord sur la question donnée alors la société doit permettre, et même encourager, que les personnes en tirent des conclusions divergentes.

Par ailleurs, une communauté imaginative est une communauté croyant en l'inévitabilité du progrès et l'ouverture vers l'avenir.

Il rappelle également la définition de Richard Feynman : « La science est le scepticisme organisé dans la fiabilité de l'opinion experte ».

L'auteur distingue deux types de scientifiques, les maîtres artisans et les visionnaires (on peut être les deux). Les premiers ont mis au point le modèle standard, mais n'ont pu progresser au-delà, les autres devraient explorer des alternatives pour la suite.

L'auteur mentionne quelques-uns de ces visionnaires qui ne sont pas des farfelus, parfois même des prix Nobel. Par exemple :

- R. Penrose et G. 't Hooft : remise en cause de la théorie quantique
- H. B. Nielsen : les lois fondamentales sont aléatoires
- J. Barbour : le temps est une illusion (phénomène émergent)
- P. Feyerband : déni de l'existence de règles méthodologiques universelles²

Le problème selon l'auteur est que l'on manque de visionnaire. Ou alors, ils sont peu écoutés. Le système fait que l'on ne les engage pas facilement. Il est vrai qu'ils produisent peu et que leur profil n'est pas facile à évaluer. D'ailleurs J. Babour ne suit pas une carrière universitaire sans compter le parcours atypique d'Einstein.

Finalement, le système de recrutement en vigueur en théorie des cordes n'est qu'un avatar dans un système à domination. L'auteur note qu'il fut une époque où, une université hésitait à engager un théoricien des cordes alors que maintenant elle n'engage pas en dehors de cette spécialité. Beaucoup de domaines scientifiques creusent des ornières de plus en plus

¹ Dans un ton semi-sérieux, il relate les propos de physiciens : « s'il y a quelque chose au-delà de la théorie des cordes, on l'appellera théorie des cordes ». Il fut un temps où certains informaticiens disaient la même chose du langage FORTRAN (d'IBM).

² Célèbre pour sa vision anarchiste de la science et son opposition au travail de Popper. Deux de ses ouvrages sont souvent cités : Contre la méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance (1975) et Science in a Free Society (1979).

profondes ce qui est dû, selon l'auteur, à l'émergence de hiérarchies administrativo-scientifiques de plus en plus prégnantes.

Il n'est pas facile de suivre l'auteur dans cette analyse des « voies » de la science. D'une part parce que les arguments font référence à des résultats et développement mathématiques qui ne sont évidemment pas directement vérifiables, loin s'en faut, par le commun des mortels. D'autre part, certains aspects théoriques et résultats valorisés dans la présentation de la théorie sont remis en cause dans l'étude sociologique. Evidemment, les choses ne sont pas simples, à l'image de la démocratie et c'est finalement bien de cela qu'il s'agit : du fonctionnement démocratique de la science et de l'usage de la science dans les démocraties. (LOP)

© 2011, SENS & L'auteur