The Elegant Universe

d'après le film : **« ce qu'Einstein ne savait pas encore » , de David Hickman »**

Comment comprendre la complexité du monde ?

L'unification tente de répondre à cette question : c'est un des enjeux majeurs de la physique.
Son but est de faire converger tous les théorèmes et toutes les lois vers un seul et même point : la théorie du Tout. C'est la réunion de toutes les connaissances physiques en une unique équation maîtresse qui permettrait d'expliquer l'univers tout entier !

Au cours de l'Histoire de nombreux scientifiques se sont lancés dans la quête de l'unification.

1685

Mécani

1832

1865

1915

1920/30

Isaac Newton

Il unifie la Terre et les Cieux avec la loi de la gravitation universelle. Ses équations sont toujours utilisées aujourd'hui (pour prévoir la trajectoire d'une fusée par exemple).
Mais comment fonctionnent-elles ? Newton ne le sait pas.

La déf

Samuel Morse

Il invente un télégraphe électrique rendu célèbre par sa taille réduite. Mais quel est sont les lois physiques qui permettent à untel dispositif de fonctionner ?

James Clerk Maxwell

Il explique mathématiquement le fonctionnement du télégraphe. Pour cela il unifie l'électricité et le magnétisme en créant la force électromagnétique.

Alors

Albert Einstein

Il travaille sur la lumière : il affirme que rien ne peut se propager plus vite que la vitesse de la lumière. Pour lui c'est une sorte de limite : rien ne peut aller plus vite, même pas la gravitation. Il imagine donc, alors que Newton pensait la force gravitationnelle instantanée, un univers où $v_{gravité} \leq c$. Il définit un espace temps dans lequel agit la gravité sous forme de déformations. En effet l'énergie dégagée par la masse des objets crée des ondes qui modèlent l'espace temps. Les autres objets sont alors contraint d'évoluer le long des courbes ainsi crées.

C'est la relativité générale. Il décide alors de chercher à relier la gravité comme il la définit à la force électromagnétique. Mais un problème se pose : la force gravitationnelle est très faible par rapport à la force électromagnétique à l'échelle nucléaire.

Les cord

Niels Bohr et les physiciens de la mécanique quantique

El

C'est une toute nouvelle manière de voir le monde qui se développe (cf. entre la physique qui utilise les principes de la relativité générale et celles qui utilise ceux de la mécanique quantique). Ces scientifiques s'intéressent au microscopique et expliquent que les atomes sont constitués de petites particules les nucléons qui sont eux même constitués de particules élémentaires. Ils cherchent alors à savoir comment, malgré la force électromagnétique, ces particules restent en cohésion à l'intérieur de l'atome. Ils soumettent alors une nouvelle théorie : ces particules interagissent entre elles selon des forces nouvelles. Il y a deux interactions fondamentales dans le noyau : une interaction forte qui maintient protons et neutrons dans un état de cohésion et l'interaction faible qui est libérée lors de la désintégration radioactive.

Il y a quatre interactions fondamentales qui sont utilisées dans deux branches différentes de la physique :

Relativité générale

Gravitation

Portée infinie.
Pesanteur, marées...

Electromagnétisme

Portée infinie.
Lumière, électricité, magnétisme, réactions chimiques...

C'est l'étude des objets lourds (comme les étoiles et les planètes) selon les lois énoncées par des scientifiques comme Newton, Maxwell ou encore Einstein.
Einstein présuppose en effet que l'univers est organisé et prévisible, qu'il se comporte de façon sûre et déterminée. Mais pour pouvoir l'expliquer totalement il travaille à l'unification de la gravitation et de la force électromagnétique. Cependant il décède en 1955 avant d'avoir pu mener à bout ses recherches.

Mécanique quantique

Interaction nucléaire forte

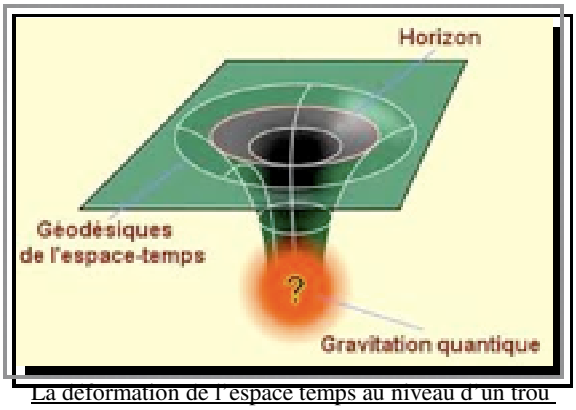
Portée : 10^{-15} m.
Cohésion des noyaux, réactions nucléaires...

Interaction nucléaire faible

Portée : 10^{-18} m.
Désintégration des neutrons, radioactivité béta...

C'est l'étude des atomes et des particules infiniment petites qui le composent. Selon cette théorie le monde est synonyme de hasard. Tout peut se produire et elle ne sert qu'à prévoir les probabilités des évènements. Si des choses nous paraissent impossibles, c'est simplement que la probabilité que cela se passe est infime... mais c'est possible ! Cela se produirait même dans un des nombreux univers parallèle.
Mais c'est uniquement théorique : en effet il faudrait répéter un nombre quasi-infini de fois la même expérience pour prouver de manière empirique qu'un évènement qu'on pensait impossible est en réalité possible.

Ces deux théories se rejoignent dans l'étude des trous noirs. Les trous noirs sont des objets astrophysiques difficilement observables. Au centre d'un trou noir se situe une région dans laquelle le champ gravitationnel de l'espace devient infini. Parce ce sont des objets très massifs lourds et petits on essaie d'utiliser les lois de la relativité générale et la mécanique quantique pour les décrire.
Les scientifiques tentent donc d'utiliser ces deux théories pour étudier les trous noirs mais elles entrent en conflit quand on les utilise simultanément et aboutissent à des résultats aberrants.



La déformation de l'espace temps au niveau d'un trou

Alors comment lier mécanique quantique et relativité générale ?

C'est la problématique à laquelle essaye aujourd'hui de répondre la gravité quantique...
La quête de l'unification continue !

La gravité quantique a mené les scientifique vers ce que certains pensent être enfin la théorie du Tout : c'est la théorie des cordes...
Il y aurait 11 dimensions ou univers parallèles. Tous seraient faits d'un même ingrédient : des brins d'énergies appelés des cordes. Chaque corde peut vibrer selon une multitude de façons différentes, une multitude de 'notes'. Ainsi elles permettraient la diversité des choses tout en conservant une origine commune.
Mais les cordes appartiennent au monde de l'infiniment petit et sont indétectables à ce jour. On ne peut donc pas vérifier cette théorie...
A-t-on enfin trouvé la théorie unique qui permettrait de comprendre tout l'univers ou se dirige-t-on simplement vers un simple échec ?

Les cordes : de simples petits brins d'énergie qui lient les quatre interactions fondamentales.