

UNE PARTICULE, C'EST GROS COMMENT ?

La physique de l'infiniment petit cherche à observer des détails toujours plus fins de la structure de la matière. À chaque étape sont apparus de nouveaux objets, que les physiciens se sont empressés d'étudier !

Participants au
5^e congrès Solvay
en 1927

Ce congrès, baptisé du nom de son mécène l'industriel belge Ernest Solvay, avait pour thème « électrons et photons ». C'est là que la mécanique quantique – très différente de la physique dite « classique » – a été acceptée par la communauté des scientifiques.

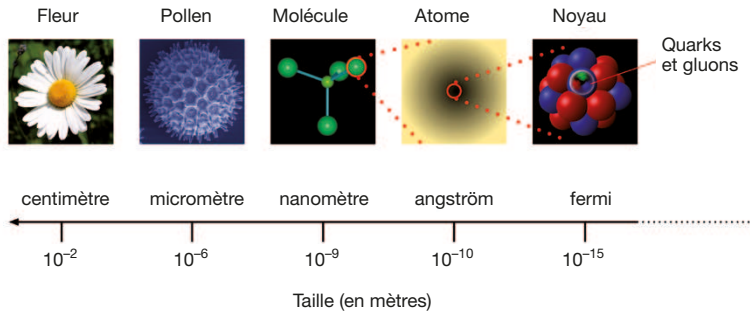
Signe particulier de cette conférence : 17 des 29 participants avaient obtenu ou allaient obtenir un prix Nobel ! Parmi eux on peut citer Niels Bohr (B), Marie Curie (C), Paul Dirac (D), Albert Einstein (E), Werner Heisenberg (H), Max Planck (P) ou encore Erwin Schrödinger (S).



Les physiciens passent leur temps à raisonner en termes d'ordre de grandeur : quelle est la vitesse typique d'une voiture ? La taille habituelle d'un grain de sable ? La distance entre deux planètes du système solaire ?

En effet, pour modéliser un phénomène, il faut savoir identifier les éléments pertinents et les décrire en utilisant les outils appropriés, tout en négligeant ce qui est trop petit, trop gros, trop lent ou trop rapide. Ainsi, pour étudier la course d'une voiture sur un circuit automobile, inutile de s'intéresser à la rotation de la Terre autour du Soleil (les échelles de distance et de temps sont bien trop grandes) ou au mouvement des grains de poussière dans la boîte à gants (les mêmes échelles sont bien trop petites). Et ce n'est pas la peine de recourir à la mécanique quantique ou à la relativité générale pour déterminer si la voiture sortira de la route au prochain virage !

Pour comprendre les distances associées à l'infiniment petit, commençons par nous, les êtres humains. Notre taille typique est de l'ordre du mètre – eh oui, voilà comment les physiciens nous considèrent, que nous mesurons un mètre soixante ou deux mètres... Chacune de nos cellules est un million de fois



plus petite, et avec un grossissement cent fois supérieur (un cent-millionième de mètre), vous pouvez distinguer l'ADN qui est au cœur de leurs noyaux.

Grossissez encore dix fois, et vous atteignez le milliardième de mètre : c'est la distance entre deux atomes d'une molécule. Les atomes eux-mêmes sont dix fois plus petits. Ils sont constitués d'électrons et d'un noyau atomique de taille dix mille fois plus modeste (cent millième de milliardième de mètre), constitués de protons et de neutrons eux-mêmes dix fois plus petits. On arrive alors au millionième de milliardième de millimètre.

Plongeons encore plus profondément dans la matière. Les neutrons et les protons sont constitués de quarks dont on ne connaît pas la taille (au moins mille fois plus petite que celle des protons). On ignore également celle des électrons. Jusqu'à présent, les expériences semblent indiquer que les quarks et les électrons sont ponctuels et donc élémentaires... Le sont-ils vraiment, ou la résolution de nos expériences est-elle encore trop faible pour mettre en évidence leur structure ? Personne ne le sait.

À chaque niveau de détails sa discipline scientifique : physique des matériaux, chimie, physique atomique, physique nucléaire, physique des particules... Toutes ces échelles de distance ont une contrepartie en termes d'énergie. Car plus on veut sonder la matière sur de courtes distances, plus il faut fournir d'énergie aux projectiles employés, et plus les accélérateurs nécessaires sont de taille importante. Voilà qui explique pourquoi les physiciens des particules, dans leur course à l'infiniment petit, se sont aussi lancés dans des expériences toujours plus grandes – jusqu'au LHC, dont les détecteurs ont la taille d'immeubles de plusieurs étages.

D'une fleur aux quarks : vers l'infiniment petit

À chaque échelle de longueur correspondent de nouveaux détails qui apportent des informations supplémentaires sur la structure de la matière. En-deçà du nanomètre, les figures sont des représentations et non pas des photos réelles. La physique de l'infiniment petit explore un large domaine qui part de l'angström (un dixième de milliardième de mètre, la taille caractéristique d'un atome) et s'arrête actuellement au niveau du milliardième de milliardième de mètre. Les échelles plus petites se dérobent encore à l'expérience et leur contenu éventuel est un mystère.