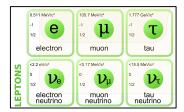


Les neutrinos

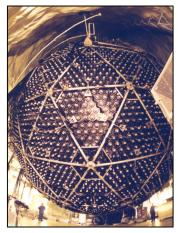
Les infimes particules neutres



Les neutrinos font partie de la famille des leptons dans le modèle standard de la physique des particules.



Les neutrinos du Soleil se déplacent constamment vers la Terre.



Le détecteur de l'ONS à Sudbury, Canada.

Les neutrinos sont d'infimes particules élémentaires de la famille des leptons dans le modèle standard de la physique des particules. De masse très faible, sans charge, ils passent à travers tout sur la Terre - y compris vous-même - tout le temps. Des quatre forces fondamentales dans l'univers (force forte, force faible, force électromagnétique et gravité), les neutrinos ne sont touchés que par la force faible et la gravité. Vu que ces deux forces sont très faibles, les neutrinos traversent quasiment la matière normale (comme les humains, les bâtiments, les océans et les roches) sans interagir avec elle en aucune façon. Il y a trois saveurs connues de neutrinos : les **électrons**, les **muons** et les **tauons**.

D'où viennent les neutrinos?

Les neutrinos proviennent de plusieurs sources. La majorité d'entre eux sont des neutrinos reliques, des restants après le « big bang », quand l'Univers s'est refroidi suffisamment pour que les neutrinos se libèrent des autres particules. D'autres incluent les neutrinos solaires produits dans les réactions de fusion nucléaire dans le Soleil. Environ 60 milliards de neutrinos solaires passent, chaque seconde, à travers votre ongle du pouce. Il y a ensuite les **neutrinos de supernovæ** qui sont produits lorsqu'une étoile explose à la fin de sa vie. Au cours de ce processus, un grand nombre de protons se combinent avec les électrons et se convertissent en neutrons et neutrinos de supernovæ. Ces types de neutrinos s'échappent de l'étoile et atteignent la Terre bien plus rapidement que la lumière d'une supernova, ce qui en fait d'excellents indicateurs permettant de déterminer le moment où se produit une supernova avant même qu'on puisse l'observer de la Terre. Les géoneutrinos sont les antineutrinos à électrons qui résultent de la désintégration de matières radioactives dans la terre (en particulier l'uranium et le thorium). Il y a enfin les **neutrinos artificiels** qui sont créés par les réacteurs à fission et les accélérateurs de protons dans des conditions contrôlées.

Pourquoi est-il important d'étudier les neutrinos?

Les neutrinos sont des constituants importants de notre univers. En les étudiant, les scientifiques peuvent explorer la question de savoir pourquoi il y a plus de matière que d'antimatière dans l'univers et quels sont les processus complexes en cours sur le Soleil, dans les supernovæ et l'écorce terrestre. Ils le font en mesurant les neutrinos (y compris les neutrinos solaires et les neutrinos de supernovæ) qui arrivent sur la Terre de l'espace ainsi qu'à partir de la Terre (géoneutrinos).



Aperçu historique des découvertes des neutrinos

Dans les années 1930, Wolfgang Pauli a avancé une théorie qu'il existe une petite particule neutre (nommée « neutrino » plus tard par Enrico Fermi). La première preuve expérimentale validant cette théorie est venue, en 1956, de deux scientifiques américains, Frederick Reines et Clyde Cowan, qui ont produit des neutrinos dans un laboratoire à l'aide d'un réacteur nucléaire et placé à proximité un scintillateur très sensible et bien protégé pour détecter les neutrinos qui étaient produits. En 1962, des scientifiques de l'Université de Columbia et du Brookhaven National Laboratory ont démontré l'existence de deux saveurs de neutrinos : les électrons et les muons. En 1975, un groupe de chercheurs au Stanford Linear Accelerator Centre ont relevé des preuves solides d'une troisième saveur de neutrinos, les tauons. Pendant longtemps, les scientifiques autour du globe qui mesuraient les neutrinos solaires en ont trouvé beaucoup moins qu'ils ne le prévoyaient. Mais, entre 2001 et 2002, l'expérience menée à l'Observatoire de neutrinos de Sudbury (ONS) au Canada et à KamLAND au Japon a résolu le problème des neutrinos solaires en établissant la preuve directe que les neutrinos sont de trois saveurs et qu'ils changent de saveur alors qu'ils se déplacent du noyau du Soleil à la Terre.

Les expériences sur les neutrinos sont en cours au SNOLAB:

- SNO+ est une nouvelle expérience axée sur l'ancienne infrastructure du détecteur de l'ONS et consistant à remplacer l'eau lourde utilisée dans l'expérience de l'ONS par le scintillateur liquide afin que le détecteur puisse non seulement étudier les neutrinos solaires de basse énergie, les géoneutrinos et les neutrinos de réacteurs, mais aussi rechercher des supernovæ. L'expérience SNO+ verra également ajouter du tellure dans le scintillateur pour permettre d'observer la double désintégration bêta sans neutrino à partir de l'isotope 130Te.
- HALO (Helium And Lead Observatory) est mis à profit pour détecter les supernovæ (explosions stellaires) à l'aide de compteurs proportionnels 3He. Quand une étoile explose, il se produit un afflux de neutrinos qui se déplacent vers l'extérieur. L'expérience HALO permet d'observer la rafale de neutrinos de la supernova et d'alerter d'autres laboratoires et astronomes dans le monde qu'une supernova se produit avant qu'elle ne puisse être vue de la Terre.