

Académie des Sciences, Belles Lettres et Arts de Lyon
Palais Saint-Jean, 4 avenue Adolphe Max 69005 Lyon
Mardi 16 février 2021

Communication de Joseph REMILLIEUX

Le neutrino, une particule omniprésente et fantomatique qui défie encore les physiciens

Pourquoi vouloir parler en 2021 d'une particule fondamentale qui fut prédite, en désespoir de cause, par le théoricien Wolfgang Pauli en 1930 et détectée 26 ans plus tard par Frederick Reines et Clyde Cowan ? Parce qu'aujourd'hui l'origine et le comportement des très nombreux neutrinos sillonnant l'Univers, défient encore théoriciens et expérimentateurs.

La première des caractéristiques du neutrino est sa capacité à traverser la matière presque sans aucune interaction, il faudra ainsi développer de véritables prouesses expérimentales pour réussir à détecter la présence de ces fantômes sur Terre.

La seconde est un comportement quantique étrange l'autorisant à « osciller » durant sa propagation dans le vide ou dans la matière, à une vitesse proche de celle de la lumière, entre différentes « saveurs ». Ce comportement « transformiste », tant qu'il fut ignoré, fut interprété comme un mystérieux « déficit » dans le comptage d'une saveur donnée de neutrinos.

La troisième caractéristique des neutrinos est l'extrême diversité de leurs origines : la radioactivité environnante, les réacteurs à fission nucléaire, l'atmosphère, le Soleil, le Cosmos, le Big-bang. Cette diversité est associée à une très large plage d'énergie des divers neutrinos.

Par ailleurs, le neutrino étant une particule d'hélicité gauche, malmène les lois fondamentales de symétries de la physique. Il présente, enfin, une incertitude de comportement lorsqu'il transite du monde de la matière vers celui de l'antimatière.

Cet exposé décrit en particulier les tourments que subirent, au cours du temps, les physiciens les plus renommés, lorsqu'il s'agissait de trouver une interprétation raisonnable au comportement si singulier des neutrinos, par rapport à celui des autres particules du *Modèle Standard*. Le cas du fameux *déficit* des neutrinos solaires sera particulièrement évoqué.

Pendant de nombreuses années, l'étude des neutrinos fut liée à celle de la *radioactivité bêta*, puis elle accompagna les découvertes concernant la physique de la *fusion nucléaire* dans les étoiles, telles que le Soleil.

Aujourd'hui les développements concernent surtout la détection des *neutrinos cosmiques* dans de gigantesques détecteurs, implantés dans de profondes fosses marines et lacustres, ou dans d'épais glaciers, tels que ceux que l'on trouve sur le continent Antarctique. Ces détecteurs sont fondés sur la détection des cônes de *lumière Tcherenkov* dont les axes permettent de remonter à la direction de leurs sources dans le Cosmos. C'est ainsi que vient de naître *l'astronomie neutrinos*. Avec la toute nouvelle *astronomie par ondes gravitationnelles*, les astrophysiciens disposent désormais de moyens très complémentaires pour un nouveau type d'observation du Cosmos.