

La détection des neutrinos massifs

EDWARD KEARNS • TAKAAKI KAJITA • YOJI TOTSUKA

Sous le mont Ikenoyama, au Japon, un détecteur géant a montré que les neutrinos se métamorphosent lors de leur propagation. Cette découverte conduit à penser que la masse des neutrinos n'est pas nulle.



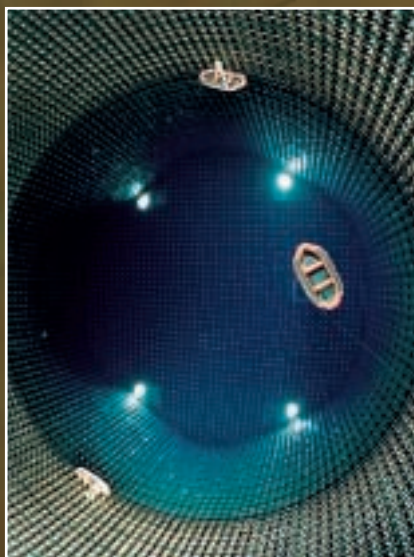
Le malheur des uns fait parfois le bonheur des autres. Le dicton vient de s'appliquer en physique. Le malheur, c'était un «bruit de fond», c'est-à-dire une réaction indésirable. Le bonheur, c'était une information importante sur le fonctionnement de l'Univers. L'histoire a commencé il y a environ 20 ans, quand plusieurs groupes de physiciens ont entrepris de distinguer la désintégration radioactive du proton, un signal excessivement rare (si tant est qu'il existe), du bruit de fond des réactions déclenchées par des particules insaisissables nommées neutrinos.

Le proton, l'un des principaux constituants des atomes, semble éternel, mais la théorie actuelle prévoit qu'il se désintégrerait en 10^{32} ans. L'observation de sa désintégration corroborerait les théories de grande unification, dont de nombreux physiciens estiment qu'elles généralisent le très fécond Modèle standard de la physique des particules. Afin d'observer cette désintégration, les physiciens ont installé de gigantesques détecteurs dans les profondeurs de la Terre, dans des mines ou dans des tunnels, où ils échappent à la pluie permanente des rayons cosmiques, des particules qui perturbent

les mesures. Toutefois, quelle que soit la profondeur à laquelle on les installait, ces détecteurs restaient exposés aux neutrinos produits dans les interactions des rayons cosmiques.

La première génération de ces détecteurs, exploitée entre 1980 et 1995, n'enregistra aucun indice de désintégration de protons. En revanche, les physiciens découvrirent que le bruit de fond des neutrinos, prétendument banal, n'était pas si facile à comprendre. L'une de ces expériences, nommée *Kamiokande*, fut installée dans le petit village minier de Kamioka, au Japon, à 250 kilomètres de Tokyo. Tout comme

1. LE DÉTECTEUR SUPER-KAMIOKANDE est installé dans une mine de zinc en activité, sous le mont Ikenoyama, au Japon. Sa cuve en acier inoxydable contient 50 000 tonnes d'une eau ultra-pure, si transparente que la lumière parcourt 70 mètres avant de perdre la moitié de son intensité (dans une piscine ordinaire, cette distance se réduit à quelques mètres). Cette eau est surveillée par 11 000 photomultiplicateurs qui tapissent les parois de la cuve. Chaque photomultiplicateur est une ampoule de verre de 50 centimètres de diamètre, soufflée à la main, couverte à l'intérieur d'une mince pellicule de métal alcalin, et au sein de laquelle on a fait le vide. Ces ampoules enregistrent les éclairs de lumière Tcherenkov, qui signalent les rares collisions d'un neutrino de haute énergie avec un noyau atomique de l'eau. Le cartouche ci-contre montre des techniciens, à bord de canots pneumatiques, en train de nettoyer les ampoules lors d'une opération de remplissage de la cuve.



Institute for Cosmic Ray Research (ICRR), University of Tokyo