



# Les fantômes d'OPERA

Une expérience entre le CERN et le Laboratoire de Gran Sasso près de Rome doit permettre d'observer pour la première fois les oscillations des neutrinos du tau et d'appréhender ces particules élémentaires fantomatiques. Des chercheurs suisses participent à sa préparation et au dépouillement des données. Par Patrick Roth

Les neutrinos sont des particules électriquement neutres et des fantômes parmi les particules élémentaires. Ils sont produits en quantités gigantesques lors de la fusion nucléaire au cœur des étoiles, mais il est extrêmement rare qu'ils interagissent avec la matière. Chaque seconde, quelque 70 milliards de neutrinos se déversent sur chaque centimètre carré de la surface de la Terre. Il faudrait pourtant une paroi de plomb d'une année-lumière d'épaisseur pour en intercepter la moitié. Leur existence a été découverte par le physicien autrichien Wolfgang Pauli qui, en 1930, se lamentait : « Aujourd'hui, j'ai fait quelque chose d'affreux que l'on ne devrait jamais faire en physique théorique : une proposition qu'on ne pourra jamais vérifier de manière expérimentale. » Mais sa prophétie ne s'est pas accomplie. Quatre-vingts ans plus tard, on est non seulement en mesure de prouver l'existence du neutrino de manière expérimentale, mais on sait en plus que cette chimère existe sous trois formes (neutrino de l'électron, neutrino du muon, neutrino du tau) et qu'elle peut passer spontanément de l'une à l'autre lors de ce que l'on appelle « l'oscillation du neutrino ».

Dans le monde entier, différents détecteurs ont déjà permis de mettre en évidence l'oscillation des neutrinos solaires

et atmosphériques. L'expérience OPERA (*Oscillation Project with Emulsion tRacking Apparatus*) devrait préciser la théorie de l'oscillation du neutrino grâce à des mesures plus spécifiques.

## Genève-Rome en 2,5 millisecondes

Vingt chercheurs de l'Université de Neuchâtel, de l'Université de Berne et de l'EPFZ ont l'intention de confirmer pour la première fois de façon expérimentale la formation de neutrinos du tau à partir de neutrinos du muon et de procéder à des examens quantitatifs. A cet effet, un faisceau de particules composé au départ de neutrinos du muon ira bombarder sous terre une cible située à 730 kilomètres : le Gran Sasso, un laboratoire près de Rome. Les neutrinos ont une vitesse proche de la lumière, leur temps de « vol » entre Genève et Rome est donc extrêmement court (2,5 millisecondes). Néanmoins, les chercheurs s'attendent à des oscillations du neutrino. « Environ 2 pour cent des neutrinos du muon devraient se transformer en chemin en neutrinos du tau », prédit Jean-Luc Vuilleumier de l'Institut de physique de l'Université de Neuchâtel, qui participe à la préparation d'OPERA et au dépouillement des données. Le professeur Vuilleumier escompte de cette observation expérimentale des données plus précises sur la

masse des variantes de neutrino. Leur masse moyenne intéresse aussi la cosmologie car elle permettrait des conclusions sur la formation de la structure de l'Univers. Enfin, la mise en évidence de neutrinos du tau dans le détecteur d'OPERA prouverait que les neutrinos passent d'une variante à l'autre et donc que l'oscillation du neutrino n'est pas la manifestation d'un processus plus exotique.

La partie centrale du détecteur OPERA au Gran Sasso est un empilement de 7,5 millions de fines plaques de plomb entremêlées d'émulsions photographiques, arrangées dans des briques et servant à identifier les interactions de neutrinos du tau. Le détecteur devrait signaler quelque 40 candidats au neutrino du tau par jour. La sélection finale des bons événements se fera par une analyse détaillée des émulsions non pas au Gran Sasso, mais dans divers laboratoires du projet OPERA, en Suisse notamment. Au Laboratoire de physique des hautes énergies de l'Université de Berne, les gerbes de particules gravées dans l'émulsion seront examinées par un système robotisé de reconnaissance de traces afin d'identifier les neutrinos du tau. « Pendant les cinq ans de l'expérience, OPERA réussira à mettre en évidence dix à quinze neutrinos du tau », assure Jean-Luc Vuilleumier. ■