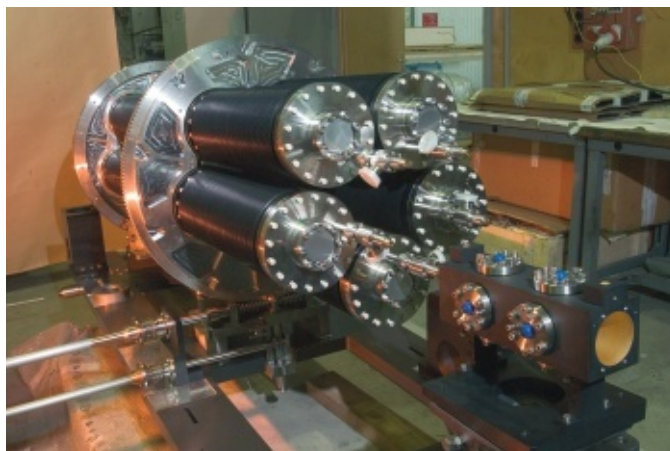


Physique

Des neutrinos plus rapides que la lumière ?

L'équipe de l'expérience internationale OPERA, en Italie, a mesuré la vitesse des neutrinos avec une précision suffisante pour affirmer qu'elle est légèrement supérieure à celle de la lumière. Un résultat inattendu qui, s'il se confirme, fera l'effet d'une bombe en physique fondamentale.



Au CERN, la cible sur laquelle des protons accélérés par la machine SPS viennent frapper est constituée d'une série de cylindres en graphite, longs de dix centimètres et disposés sur deux mètres de longueur (ci-dessus). Les collisions produisent notamment des mésons π et K , dont la désintégration fournit les neutrinos muoniques traqués 730 kilomètres plus loin par les physiciens d'OPERA, au Laboratoire de Gran Sasso en Italie. Selon ces derniers, la vitesse des neutrinos serait supérieure d'environ six kilomètres par seconde à celle de la lumière.

Au Laboratoire souterrain de Gran Sasso, en Italie, l'expérience OPERA étudie depuis plusieurs années un faisceau de neutrinos muoniques produit par l'accélérateur SPS du CERN, à 730 kilomètres de là. Le faisceau est engendré par l'impact de protons accélérés sur une cible de graphite ; les chocs créent des particules instables, notamment des mésons π et K qui se désintègrent chacun en un muon et un neutrino muonique. Les neutrinos ainsi engendrés traversent la croûte terrestre en ligne droite jusqu'au détecteur d'OPERA.

En mesurant précisément la distance que le faisceau doit parcourir et le temps écoulé entre la production des neutrinos et leur détection, les physiciens ont obtenu ce résultat très étonnant : les neutrinos effectuent leur trajet en 60 nanosecondes de moins que ne le ferait la lumière pour la même distance dans le vide, la durée de ce parcours de 730 kilomètres étant de 2,4 millisecondes. En d'autres termes, sur une course de 730 kilomètres entre neutrinos et photons, les neutrinos gagneraient avec 20 mètres d'avance environ.

Ce résultat est ahurissant, car il va à l'encontre de tout ce que nous ont appris la physique expérimentale et la physique théorique depuis plus d'un siècle. En effet, la théorie de la relativité restreinte d'Einstein, née en 1905, fait apparaître la vitesse de la lumière dans le vide (un peu moins de 300 000 kilomètres par seconde) comme une constante absolue (indépendante de l'état de mouvement de l'observateur) et indépassable. Et depuis 1905, cette théorie a été confirmée dans ses différents aspects par d'innombrables expériences. Elle fait partie intégrante de tout l'édifice théorique de la physique fondamentale. Il est donc impossible de la contester à la légère ou sans proposer une alternative capable de rendre compte d'un siècle de résultats expérimentaux.

L'équipe des chercheurs d'OPERA, menée par Dario Autiero, physicien du CNRS à l'Institut de physique nucléaire de Lyon, a donc été prudente avant de rendre publics ses résultats. Ses données ont été recueillies sur les trois dernières années, ce qui représente plus de 16 000 neutrinos détec-

tés. Les physiciens ont fait et refait leurs calculs, mesuré par géodésie la distance parcourue par le faisceau de neutrinos à 20 centimètres près, déterminé la durée du parcours à moins de 15 nanosecondes près, etc.

Pour l'écart relatif $(v-c)/c$ de la vitesse v des neutrinos par rapport à celle (c) de la lumière, l'équipe d'OPERA obtient la valeur $(2,48 \pm 0,58) \times 10^{-5}$, ce qui correspond à une vitesse des neutrinos qui dépasse celle de la lumière d'environ six kilomètres par seconde.

Il s'agira maintenant, pour la communauté de la physique des hautes énergies, d'essayer de confirmer ou d'infirmer ce résultat par d'autres analyses ou d'autres expériences et, pour les théoriciens, d'essayer de voir comment une vitesse supérieure à la lumière pourrait être intégrée à une théorie cohérente. Les hypothèses pour faire rentrer les neutrinos dans le rang n'ont pas encore convaincu.

➔ Maurice Mashaal

T. Adam et al., prépublication
(<http://arxiv.org/abs/1109.4897>),
22 septembre 2011