

GRAIN DE SCIENCE

Peut-on battre la lumière à la course ?

Chaque mois, retrouvez une chronique consacrée aux sciences, et animée par Michel Boër, directeur de l'Observatoire de Haute-Provence et chercheur au CNRS. Découvrez une curiosité scientifique ou technique, ou tout simplement une réflexion de son auteur. Cette chronique peut également traiter d'un événement marquant, comme un colloque ou une rencontre avec une personnalité.

Lorsque vous marchez à pied vous allez à 5 km/h environ ; Si vous êtes dans un TGV lancé à 300 km/h vous irez à 5 km/h par rapport aux voyageurs assis dans le wagon. Mais pour la vache qui regarde passer le train, vous irez soit à 305 km/h dans le sens de la marche, soit à 295 km/h si vous allez dans le sens inverse. Cette propriété avait été notée par Galilée dans son célèbre Dialogue concernant les deux plus grands systèmes du monde, en 1632.

Cette composition des vitesses explique pourquoi on lance les satellites vers l'Est, le plus près possible de l'équateur. En effet il faut que le satellite aille à une vitesse de plus de 25000 km/h pour atteindre l'altitude de 200 km ; grâce à l'effet de « fronde » donné par la rotation de la Terre, il y aura déjà acquis une vitesse de 1650 km/h.

Mais la lumière qui sort de votre lampe de poche aura une vitesse de 299792,459 km/s où que vous soyez, immobile, en voiture, en TGV, ou dans une fusée, que ce soit dans le sens de la marche ou à l'inverse. Si la première mesure précise de la vitesse de la lumière date de 1676, c'est à partir du XIX^{ème} siècle que les physiciens ont mis en évidence ce phénomène d'intangibilité de la vitesse de la lumière dans le vide, incompatible avec la composition des vitesses de Galilée.

Les particules Neutrinos

La théorie de la relativité restreinte, introduite par Albert Einstein en 1905, pose la vitesse de la lumière dans le vide comme une constante et une vitesse indépassable, ce qui a été toujours vérifiée depuis.

Toujours ? Pourtant la presse s'est faite abondamment l'écho de particules verbalisées à plus de 299792,459 km/s ! Que s'est-il passé, et qui sont donc ces coupables du délit de très grande vitesse ultraluminique ?

Les neutrinos ! Il s'agit de particules dont nous avons déjà parlé dans ces colonnes (HPI du 21 janvier 2011) qui ont une masse très faible et sont incroyablement difficiles à détecter.

Pour en savoir plus :

Le communiqué de presse du CERN, avec les liens pertinents: <http://press.web.cern.ch/press/pr/essreleases/releases2011/PR19.11E.html>



Vue partielle des détecteurs de neutrinos de l'expérience OPERA (Photo OPERA Experiment).

Produits en masse dans l'Univers, nous sommes traversés à chaque seconde par des centaines de milliards de neutrinos sans nous en rendre compte.

Les physiciens travaillant sur le détecteur OPERA, 15000 tonnes d'empilements de plomb et de plaques photographiques, ne cherchaient pas à mesurer la vitesse des neutrinos, mais plutôt leurs changements, appelés oscillations, dans leur parcours de 730 km sous terre entre le CERN (Centre Européen de Recherches Nucléaires) en Suisse, et le laboratoire souterrain du Gran Sasso, en Italie, où ils sont détectés.

Il était indispensable de bien synchroniser les horloges entre le moment de l'émission et celui de la réception, ce qui fut fait en utilisant les satellites GPS. C'est en mesurant précisément les instants de départ et d'arrivée des particules que les chercheurs se sont rendus compte que le faisceau de neutrinos prenait 60 millisecondes d'avance par rapport à la vitesse de la lumière.

C'est énorme ! Sur une distance de 36 000 km, celle des satellites de communication autour de la terre, l'avance serait presque de 3 secondes ! Lors de certaines explosions d'étoiles, appelées supernovas, ils sont produits en masse. En 1987 une douzaine de neutrinos furent détectés d'une supernova dans une galaxie très proche de la notre. S'ils étaient allés plus vite que la lumière, ils auraient dû arriver quatre ans auparavant, alors qu'on les a vu simultanément.

Pour expliquer cela, les physiciens sont très gênés car cela voudrait dire que tel l'automobiliste énervé, les neutrinos vont plus vite lorsqu'ils ont plus d'énergie. Et si ce résultat était avéré, il remettrait en cause une théorie fondamentale de la physique, la relativité : quelque chose que l'on ne fait pas à la légère. Si on vous dit qu'il faut reprendre les fondations de votre maison vous y regarderez à deux fois : en physique c'est pareil.

Les membres de la collaboration OPERA ont donc exprimé leur embarras devant ce résultat, cherchant un problème de mesure : mais justement, ils ont tout vérifié et revérifié, sans trouver d'erreur. Un peu comme

lorsque vous ne vous sentez pas bien, mais que le médecin vous dit que vous êtes en parfaite santé.

Pour « trouver l'erreur », ou confirmer les mesures, ils ont donc rendu le résultat public afin que la communauté scientifique s'en empare, et que l'on arrive soit à expliquer le phénomène, soit à mettre le doigt sur le problème.

En physique, comme dans toutes les autres sciences, un résultat ne peut être acquis que s'il est reproduit par plusieurs équipes indépendantes. Deux autres expériences (aux Etats-Unis et au Japon) sont prévues dans ce but ; le CERN lui-même a modifié les caractéristiques de son faisceau, mais l'écart est resté le même.

La théorie de la relativité remise en cause ?

A l'heure où j'écris ces lignes, personne ne connaît le résultat du match neutrinos contre lumière. Dans tous les cas il sera intéressant : soit il contredira profondément une des théories les mieux admises de la physique ; même s'il s'agit d'un problème de mesure, celui-ci est bien caché, et son explication fera faire un grand pas à la physique.

C'est ainsi que la science avance, tout le contraire du dogme ; il faut connaître précisément le fonctionnement des expériences, rendre les résultats publics pour que d'autres puissent les critiquer, les reproduire éventuellement, et les valider (ou non) indépendamment. Après avoir recherché toutes les erreurs, il faut aussi savoir être ouvert à la nouveauté et ne pas repousser ce qu'on a trouvé au motif que c'est en contradiction avec la théorie.

La science est faite de tâtonnements, d'ouverture, de compétition, mais aussi de dialogue et de coopération. L'affaire des « neutrinos qui vont plus vite que la lumière », quel qu'en soit le résultat, est exemplaire du fonctionnement de la communauté scientifique.

Michel BOËR