

Le 25 septembre 2011

Faut-il croire aux neutrinos supraluminiques ?

Jean-Marc Lévy-Leblond

Pour *Marianne 2* (www.marianne2.fr/)

1 / Des particules plus rapides que la lumière, cela vous paraît-il plausible ?

En principe, oui, aucun énoncé scientifique n'est définitif et toute idée admise peut se voir un jour ébranlée. Ce sont même les réussites majeures de la recherche scientifique que d'arriver parfois à remettre en cause ses acquis.

Mais en pratique, dans le cas précis des prétendus "neutrinos supraluminiques", si l'expérience est intéressante et stimulante, elle n'est pas vraiment concluante. Avant d'abandonner une notion étayée par un bon siècle de multiples confirmations expérimentales et d'une forte cohérence théorique, les physiciens y regardent à deux fois. Des résultats aussi troublants ne seront pas admis sans que les détails fins d'une expérience très délicate soient scrutés de près par des experts du domaine et que ces résultats soient reproduits par des expériences indépendantes (voir en Annexe quelques détails sur le point faible de l'expérience).

Sans aucunement mettre en doute la compétence de l'équipe qui a effectué l'expérience, et qui en rend compte avec une très grande clarté, en évaluant les diverses incertitudes qui affectent le résultat, il est toujours possible qu'une source d'erreur imprévue ait été négligée. Pour apprécier à sa juste valeur la complexité d'une telle expérience, dont l'échelle véritablement industrielle est de règle dans le domaine de la physique des particules, il faut savoir par exemple qu'elle repose sur des données accumulées depuis trois ans, que le détecteur utilisé pèse plus de 600 tonnes et que l'équipe signataire de l'article comprend 175 chercheurs et chercheuses appartenant à 37 laboratoires de plus d'une douzaine de pays différents.

2 / Quelle est au juste la nature de la nouveauté annoncée et en quoi remettrait-elle en cause la théorie d'Einstein ?

La théorie dite de la relativité restreinte, fondée en 1905 par Einstein, est en vérité une "chronogéométrie" qui décrit la structure de l'espace-temps comme la bonne vieille géométrie euclidienne décrivait celle de l'espace ordinaire. Autant dire qu'elle définit la scène sur laquelle se jouent les divers phénomènes physiques et contraint fortement leurs manifestations. Cette théorie prévoit l'existence d'une vitesse-limite pour tout transport de masse, d'énergie ou d'information. Et cette vitesse est sans doute celle à laquelle se propage la lumière (et, plus généralement, les ondes électromagnétiques), pour autant que son vecteur, le photon, ait une masse nulle. Les neutrinos, de masses extrêmement faibles, sont susceptibles d'approcher de très près cette vitesse-limite, mais ne sont pas censés la dépasser.

Il faut d'ailleurs rappeler dans ce contexte une observation historique : les neutrinos émis par la supernova SN 1987 (une explosion d'étoile) sont arrivés sur Terre après un voyage de 168.000 années-lumière au moment précis que prédit la théorie acceptée. Si les valeurs annoncées dans l'expérience actuelle (portant certes sur des neutrinos différents) étaient extrapolées, ces neutrinos auraient dû arriver quatre ans avant la lumière émise par la supernova !

Si jamais cependant il se confirmait que, dans certaines circonstances, les neutrinos peuvent être plus rapides que la lumière, cela pourrait signaler l'existence de propriétés insoupçonnées spécifiques à ces particules sans nécessairement que cela remette en cause la théorie de la relativité. Sinon, cela pourrait montrer effectivement les limites de validité de cette théorie, mais elle resterait pertinente et valable à une excellente approximation pour toute la (large) gamme des phénomènes auxquels elle a été appliquée avec succès jusqu'ici.

3 / Une révolution physique est-elle envisageable à partir de 2012 lorsque l'accélérateur du CERN sera au point ?

L'accélérateur de particules du CERN, le LHC, fonctionne déjà avec une remarquable efficacité. En 2012, il atteindra son régime de fonctionnement à pleine puissance, et devrait permettre d'observer des phénomènes prévus nouveaux ...si ces phénomènes existent. Il s'agit par exemple du fameux "boson de Higgs", élément essentiel mais jusqu'ici non détecté de l'actuelle théorie des particules fondamentales. Les données les plus récentes du LHC n'en montrent aucune trace, non plus que d'une propriété de la

matière appelée "supersymétrie", prédite par les théories en vogue. Il est donc possible qu'une profonde réforme de la physique théorique (on attendra de connaître son ampleur avant de la qualifier de "révolution") soit rendue nécessaire par la *non-découverte* de ces phénomènes (indépendamment d'ailleurs du problème actuel des neutrinos). Mais, encore une fois, cela ne mettra nullement à bas la plus grande part de l'édifice théorique actuel, et ouvrira plutôt de nouvelles perspectives pour son développement. Il se pourrait au demeurant que ces développements, si nécessaires, attendent encore longtemps et que la physique fondamentale reste en état de latence, comme cela arrive à de nombreuses disciplines scientifiques au cours de certaines phases de leur histoire.

4 / Craignez vous comme Etienne Klein des dérives médiatiques à propos du voyage dans le temps?

Les dérives médiatiques ne sont plus à craindre — elles sont là ! L'ampleur prise par une information, certes intéressante pour les physiciens mais sujette à caution, est un pur effet de communication. La plupart de ceux qui en ont entendu parler ne sont guère en état d'évaluer de façon critique sa portée, et les incompréhensions sont inévitables, non seulement sur la validité des résultats annoncés, mais surtout et plus gravement sur leur importance réelle.

La palme du ridicule va pour l'instant à la ministre italienne de l'Éducation nationale, de l'Université et de la Recherche qui, dans un communiqué triomphal (encore en ligne ce 25 septembre : www.istruzione.it/web/ministero/cs230911) s'est félicitée de l'apport de l'Italie à la « construction d'un tunnel entre Genève et le laboratoire du Gran Sasso à travers lequel s'est déroulée l'expérience », croyant que les neutrinos avaient donc emprunté un tunnel de ...730 kilomètres (évidemment impossible — les neutrinos n'en ont guère besoin, ils traversent la matière presque sans coup férir).

En vérité, ce ne sont pas les neutrinos qui, peut-être, vont trop vite, mais bien les informations (déformations ?). Aux physiciens de limiter au mieux les malentendus — en attendant l'inéluctable retombée à court terme du buzz, et le retour tranquille sur cette affaire dans quelques temps, avec des informations et des arguments plus sérieux.

Pour quelques réflexions plus générales sur le statut de la notion de vitesse en physique

et ses subtilités, voir Jean-Marc Lévy-Leblond, *La vitesse de l'ombre*, Seuil, 1996 (chapitre 2, "A toutes vitesses") et "Les avatars de la vitesse", dans la revue *Le Genre humain*, Seuil, octobre 2010.

Annexe. Quelques détails sur l'expérience du Gran Sasso. Les physiciens mesurent la vitesse de neutrinos émis à la suite de collisions complexes au LHC, le grand accélérateur du Cern à Genève. Ces neutrinos traversent la Terre sur 730 km en quelques millisecondes avant de pouvoir être détectés (pour une toute petite partie d'entre eux). Il faut mesurer les temps d'arrivée et de départ avec une précision de quelques nanosecondes et la longueur du trajet parcouru avec une précision de 2 cm (la mesure se fait par GPS). On conçoit la difficulté de telles mesures. Le point le plus faible de l'expérience est le repérage de l'instant de départ des neutrinos, qui n'est défini que statistiquement.