



Source de l'image : Roger Wang à [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Relais\\_4x400\\_m\\_Jeux\\_olympiques\\_2008.jpg](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Relais_4x400_m_Jeux_olympiques_2008.jpg)

## **Des neutrinos plus rapides que la lumière : l'hypothèse de la course de relais**

**Neutrinos faster than light: the hypothesis of the relay race**

### Résumé

Cette hypothèse reste dans le cadre des théories standard, mais elle suppose que l'on se trompe sur la furtivité des neutrinos qui ne serait qu'apparente. En fait, ils interagiraient fortement avec la matière, et ce ne seraient pas les mêmes qui partent du CERN et qui arrivent à GRAN SASSO, le gain de temps à l'arrivée étant le cumul des "sauts quantiques" faits à chacune des rencontres avec un noyau atomique. Ces sauts quantiques résulteraient du fait que l'énergie apportée par un neutrino (sous son aspect d'onde) s'apprêtant à percuter un noyau atomique suffirait à lui faire générer un nouveau neutrino, et celui-ci quitterait le noyau très légèrement avant que le neutrino initial (sous son aspect corpusculaire) n'y soit arrivé.

### Abstract

This hypothesis remains in the context of standard theories, but it assumes that we are wrong about the furtivity of neutrinos which would be only apparent. In fact, they would interact highly with matter, and that would not be the same ones that depart from the CERN and arrive at GRAN SASSO, the time saved on arrival being the cumulative "quantum leaps" made at each encounter with an atomic nucleus. These quantum leaps would result from the fact that the energy provided by a neutrino (in its wave aspect) about to crash into an atomic nucleus would be enough to make it generate a new neutrino, and this one would leave the nucleus very slightly before the initial neutrino (in its corpuscular aspect) reaches it.

Des neutrinos plus rapides que la lumière dans le vide, c'est ce que montreraient les expériences menées avec le détecteur OPERA.

On sait pourtant de façon assez sûre, on peut même dire bien prouvée, qu'un neutrino ne va pas plus vite que la vitesse de la lumière. En effet, lorsqu'une supernova très lointaine a explosé, en 1987, il a été observé que le temps mis par les neutrinos à parvenir jusqu'à nous ne se distinguait pas de façon appréciable de celui des photons : ils sont arrivés seulement trois heures avant les photons, ce qui peut se justifier par le fait qu'ils sont peut-être partis avant eux, tandis qu'ils seraient arrivés plusieurs années plus tôt s'ils avaient été aussi rapides que cela a été mesuré dans l'expérience OPERA. Cette observation, réalisée à l'occasion d'un trajet qui a duré 168 000 ans, apparaît nettement plus fiable dans son principe que celle de l'expérience OPERA, puisque cette dernière ne traite que de trajets qui ne durent que quelques fractions de seconde, et elle permet de conclure de façon assurée que les neutrinos vont, dans le vide, à la vitesse des photons, et donc à la vitesse de la lumière.

Pour rendre compte des observations récentes, dans les semaines qui viennent, on va certainement voir fleurir quantité de théories sur les neutrinos qui prennent des raccourcis en passant par une cinquième dimension cachée de l'univers, et quantités de théories qui vont remettre en cause la relativité restreinte d'Einstein.

Par différence, on se propose ici de donner une explication qui ne remet nullement en cause les théories « standard », mais qui se contente d'y puiser une logique possible pour ce phénomène.

Supposons donc que les expériences menées à l'aide du détecteur OPERA ne soient pas entachées d'erreur, et que des paquets de neutrinos partis du CERN de GENÈVE parviennent réellement à 730 km de là, à GRAN SASSO, un peu plus rapidement qu'on ne les attend. Il semble que le préalable indispensable, afin d'être cohérent avec ce que l'on sait de façon bien prouvée sur la vitesse des neutrinos, est d'admettre que ce ne sont pas les neutrinos partis du CERN que l'on recueille à GRAN SASSO, mais d'autres neutrinos, des neutrinos qui n'ont pas eu à parcourir tous les 730 km, et qui sont donc susceptibles d'arriver plus vite qu'on ne les attendait.

Comment donc, et pourquoi donc ?

Et pourquoi pas, d'abord, le même phénomène pour les neutrinos provenant d'une supernova lointaine ? C'est que l'on n'est pas du tout dans la même situation : les neutrinos venant des supernovae font le voyage à travers le quasi vide de l'espace intergalactique, tandis que ceux qui vont du CERN jusqu'en ITALIE traversent la terre, dont on sait bien qu'elle n'est pas creuse. Il est étrange, d'ailleurs, que l'on puisse prétendre que l'expérience OPERA montrerait que les neutrinos voyagent plus vite dans le vide que la vitesse de la lumière, alors que le voyage qu'ils effectuent à cette occasion n'est pas du tout dans le vide, mais bien « dans le plein ».

Cette situation particulière du trajet des neutrinos « trop rapides » dans le plein étant signalée, on peut maintenant envisager la course de relais que l'on suppose que les neutrinos réalisent lorsqu'ils sont dans une telle situation.

Dans une course à pied effectuée en relais, un coureur commence à courir à l'avant d'un autre, et il saisit le témoin que lui tend celui-ci pour le passer à un coureur suivant qui va démarrer encore devant lui. Puisque c'est avec le torse que le dernier coureur franchit utilement la ligne d'arrivée, on peut dire que, si quatre coureurs se sont relayés, le parcours complet réellement effectué sera celui parcouru par les quatre torsos des coureurs. Si l'on suppose que les coureurs vont tous à la vitesse de la lumière et que chacun parcourt 1 km, leurs quatre torsos auront parcouru, en total cumulé, 4 km à la vitesse de la lumière. Pourtant, leur relais aura globalement parcouru un peu plus : à chacun des trois passages du témoin, la longueur de deux bras plus celle d'une partie du témoin ne sera parcourue par « aucun des torsos », elle ne correspondra à aucune durée de trajet spécifique, et elle s'ajoutera donc à la distance parcourue à la vitesse de la lumière. Au total, l'équipe des quatre coureurs franchira la ligne d'arrivée en ayant parcouru un peu plus que 4 km tout en ayant eu à courir seulement 4 km à la vitesse de la lumière, et elle semblera donc avoir couru plus vite que la lumière.

C'est là de la mathématique assez simpliste, mais qui semble correcte. Reste à savoir, maintenant, si cela peut avoir une correspondance dans le trajet des neutrinos à travers la terre.

Usuellement, il est dit que les neutrinos sont des particules élémentaires très élusives qui n'ont que très peu d'interaction avec la matière, raison pour laquelle on a beaucoup de difficulté à les capter. Tiens donc !

Il existe un phénomène que l'on dénomme la radioactivité « bêta moins », dont l'une de ses manifestations correspond à la métamorphose spontanée d'un neutron isolé en proton. Cette métamorphose prend environ 1/4 heure, et elle ne vaut que pour les neutrons isolés, hors d'un noyau atomique, car ils sont alors instables et ils mutent ainsi d'eux-mêmes en protons stables. Cette mutation implique que l'un des quarks down du neutron se transforme en quark up, puisque telle est la différence entre un neutron et un proton. Cette mutation s'accompagne de la création d'un électron, mais, ce qui nous intéressera ici, est qu'elle s'accompagne aussi de la création d'une particule d'antimatière, un antineutrino.

La théorie quantique dit que toute création de particule à partir du vide s'accompagne de la création simultanée de son antiparticule. L'inverse est, bien entendu, tout aussi vrai, de telle sorte que la création d'un antineutrino dans la radioactivité bêta signale qu'un neutrino s'est aussi créé, au moins furtivement et de façon transitoire, et que la transformation spontanée d'un neutron isolé en proton implique donc le passage par la création, ne serait-ce qu'éphémère, d'un neutrino. Ce type de radioactivité a d'ailleurs son symétrique, appelé cette fois la radioactivité « bêta plus », laquelle correspond à la mutation d'un proton en neutron, accompagnée de la création simultanée d'un neutrino et d'un anti-électron, aussi appelé positron. Un neutrino et un neutron sont des particules électriquement neutres, d'où leur nom, tandis qu'un proton a une charge électrique positive. Voilà donc un phénomène bien connu des physiciens, par lequel une particule de matière neutre se transforme spontanément en particule de matière électriquement chargée, qui a besoin, pour cela, que naisse spontanément du vide un neutrino, fut-il éphémère, et voilà aussi le phénomène inverse par lequel une particule de matière électriquement chargée se transforme en une particule neutre en émettant un neutrino, certainement permanent, celui-là. Et l'on dit que le neutrino n'interagit presque pas avec la matière ! Que sont donc que de telles mutations de particules de matière accompagnées de l'absorption ou de l'éjection de neutrinos et d'antineutrinos, sinon des interactions bien connues et très régulièrement observées de neutrinos et de particules de matière ?

Il est vrai que, usuellement, les physiciens « oublient », dans le cas de la radioactivité bêta moins, la nécessaire création d'un neutrino en compensation de l'antineutrino qu'ils observent, se contentant d'envisager la création de l'éphémère « boson W » qui donnera naissance à l'antineutrino et à l'électron.

Il est vrai aussi que les neutrinos n'interviennent pas dans les relations électromagnétiques, puisqu'ils n'ont pas de charge électrique. Pour le reste, peut-être faut-il revoir l'idée selon laquelle les neutrinos traverseraient la terre sans presque jamais interagir avec sa matière ?

Nous y voilà.

On vient de voir que, spontanément, livré à lui-même et sans l'aide de personne, un neutron est capable de capter et d'organiser en lui l'énergie du vide pour transformer l'un de ses quarks down en un quark up, et que, pour ce faire, l'organisation d'énergie qu'il se construit prend, au moins transitoirement, la forme d'un neutrino. En résumé : un neutron, tout seul, entouré d'un vide « normal », « quelconque », est « avide d'absorber un neutrino » et capable, pour satisfaire cette avidité, d'en extraire l'énergie utile du vide qui l'environne.

Envisageons maintenant la situation où ce vide n'est pas « quelconque », mais qu'un paquet de neutrinos déjà tout fabriqués vient droit sur un neutron. Puisqu'il est « en demande » de neutrino lorsqu'il est en situation instable, on peut raisonnablement supposer que, dans l'état moins déséquilibré que lui permet sa participation à un noyau atomique, il ne se privera pas d'absorber un neutrino qui lui arrive dessus tout cru. La différence de situation étant seulement qu'il n'aura pas eu besoin d'être en état instable pour le générer lui-même au préalable.

Donc, ce neutron absorbe l'un des neutrinos du paquet qui le percute et, par une opération dont il a le secret, il s'en sert pour se transformer en proton. Bien entendu, ce nouveau proton modifie l'équilibre, ne serait-ce qu'électrique du noyau atomique qui le reçoit, et l'on peut supposer que, la plupart du temps, le neutrino absorbé se retrouve en trop dans le noyau. Celui-ci se dépêche alors de l'éjecter en « émettant un neutrino » excédentaire, tout comme un atome émet un photon lorsqu'il en reçoit un, que cela le charge trop en énergie, et qu'il doit alors se décharger, par cette expulsion, de cette énergie excessive. Ce phénomène est alors celui de la radioactivité bêta plus, par laquelle un proton se transforme en neutron en éjectant un neutrino et un anti-électron.

Ce que nous suggèrent donc les radioactivités bêta moins et bêta plus est que les neutrinos ne passent pas du tout furtivement à travers la terre, sans presque jamais interagir avec sa matière, mais que, au contraire, un neutrino est absorbé par le premier noyau atomique qu'il rencontre et que, en échange, celui-ci se dépêche d'émettre un neutrino tout neuf et tout propre. Celui-ci ressemblera comme deux gouttes d'eau à celui qui a été absorbé, de telle sorte que le neutrino semblera avoir traversé « furtivement » la matière et sans interaction avec elle. Peut-être les quelques neutrinos qui se retrouvent piégés dans le détecteur OPERA (une trentaine par jour sur des milliards de milliards émis vers sa cible depuis le CERN) sont-ils seulement ceux qui ont raté leur traversée furtive d'un noyau, c'est-à-dire ceux dont l'absorption n'a pas été compensée par l'émission d'un nouveau neutrino pour le remplacer.

Il reste à voir comment cette absorption puis émission d'un neutrino par un noyau atomique peut faire gagner du temps de parcours à l'ensemble des neutrinos successifs absorbés puis émis de la même façon.

Ce que l'on va proposer est quelque peu apparenté à « l'effet tunnel », étant rappelé que, avant les neutrinos, d'autres particules, et en premier lieu des photons de lumière, ont déjà été constatées circulant plus vite que la lumière à la traversée de « barrières quantiques ». L'explication de ce phénomène a été donnée par cet effet tunnel, dénommé dans ce cas précis « l'effet Hartman », lié au fait que la position d'un photon n'est pas réductible à un point précis de l'espace.

Un neutrino, tout comme un photon, c'est, selon la théorie quantique, une particule qui dispose à la fois d'un caractère de particule ponctuelle et d'un caractère de phénomène ondulatoire.

Si, dans la radioactivité bêta, un neutron peut capter l'énergie du vide environnant « usuel » pour en faire surgir une paire neutrino/antineutrino, cela implique qu'il sera probablement sensible à l'énergie apportée par un neutrino qui s'approche de lui, et cela avant même que celui-ci ne soit littéralement « sur lui ». D'une autre façon, on peut dire que l'onde d'énergie qui correspond au neutrino précède, au moins en partie, le neutrino considéré sous son aspect ponctuel. D'autant plus ici où les neutrinos voyagent en paquets envoyés par le CERN, et qu'ils doivent donc former comme un train d'ondes contenant quantité de neutrinos les uns derrière les autres. Dans ce cas, même si l'approche du neutrino de tête ne suffit pas pour apporter, à lui tout seul, l'énergie suffisante pour déclencher la naissance d'un neutrino de l'autre côté de la matière, le second et tous les suivants seront en mesure de l'apporter. Pour en revenir à l'image des coureurs de relais, le neutrino, sous son aspect de particule ponctuelle dont on mesure le top de départ au CERN et le top d'arrivée à GRAN SASSO, c'est le torse des coureurs, tandis que les bras des coureurs correspondent à l'étalement dans l'espace de l'énergie du neutrino, du moins à l'étalement d'une part d'énergie suffisante pour influencer sur celle d'un neutron et pour amorcer sa mutation en proton. Dans les faits, ce que l'on peut supposer, c'est que le noyau atomique ne se donne même pas la peine de faire muter temporairement l'un de ses neutrons en protons, mais que l'apport d'énergie que lui insuffle le paquet de neutrinos qui s'approche de lui est suffisant pour l'amener à générer et à émettre spontanément un neutrino qui part dans la direction opposée aux neutrinos qui approchent, et cela avant même qu'ils n'aient eu le temps de traverser ce noyau atomique. Dans le cas de la radioactivité bêta, l'énergie du neutrino émis par le neutron n'est pas de trop, elle reste alors dans le neutron et sert à le faire muter en proton. Dans la course de relais des neutrinos qui traversent la terre, cette énergie est en trop, et elle est alors emportée par un neutrino qui s'enfuit à la vitesse de la lumière. Le bilan est nul, puisque cette perte est compensée par l'énergie apportée par l'un des neutrinos qui s'approchent et qui vient comme se « dissoudre » dans le noyau.

Puisqu'un nouveau neutrino quitte le noyau avant que le précédent n'y arrive complètement, c'est un peu de distance gagnée que le relais des neutrinos n'aura pas eu besoin de parcourir, une distance qui s'ajoutera à celles qu'ils auront parcouru l'un après l'autre à la vitesse de la lumière, et qui donnera ainsi l'impression, au total, que la distance du CERN à GRAN SASSO aura été parcourue par des neutrinos plus vite qu'à la vitesse de la lumière. Bien entendu, il faut supposer que ce processus de « sauts quantiques » se répète suffisamment de fois le long du trajet pour aboutir, au total, à l'excès de distance mesuré.

Rappelons que les scientifiques ne peuvent pas savoir si les neutrinos qui arrivent à GRAN SASSO sont les mêmes que ceux qui partent du CERN. Il n'y a rien qui ressemble plus à un neutrino qu'un autre neutrino, et ils ne portent pas avec eux des étiquettes ou des marques distinctives quelconques pour les différencier. Seul le rythme qu'ils donnent à la succession des paquets de neutrinos à leur départ leur permet de savoir à quel paquet ils ont affaire à l'arrivée.

Au fait, et en y repensant après coup, peut-être les trois heures d'avance sur la lumière des neutrinos venus de la supernova de 1987 ne sont-elles pas dues aux circonstances du départ un peu en avance, au moment de l'explosion, des neutrinos sur les photons ? Peut-être correspondent-elles à la légère avance qu'ils ont prise en cours de route, du fait que, même si le vide intergalactique est quasi vide, il n'est pas complètement vide de matière, notamment de gaz, dit précisément intergalactique.

Dans ces conditions, les neutrinos auraient donc eu l'occasion d'effectuer « quelques relais » de neutrons, des relais proportionnellement bien moins nombreux que dans l'expérience OPERA, mais suffisants pour leur permettre de coiffer les photons à l'arrivée de leur course de fond de 168 000 ans.

Christian RICORDEAU - TOURS, le 27 septembre 2011

*dernière mise au point de détail de la rédaction : 9 octobre 2011*

#### Nota :

J'ai proposé cette hypothèse de la « course de relais quantique » des neutrinos dans le cadre de la théorie physique dite standard, puisqu'il me semble possible de l'expliquer dans ce cadre-là.

Toutefois, je propose sur mon site une autre hypothèse pour le fonctionnement de la matière, dans laquelle l'absorption et l'émission de neutrinos par un noyau atomique sont encore plus naturelles, puisque je fais la supposition que les quarks ne seraient rien d'autre que des neutrinos circulant en cycle fermé : deux neutrinos tête-bêche pour faire un quark down, et trois neutrinos en triangle pour faire un quark up (voir une explication résumée de ce principe au chapitre 5 de l'adresse [http://www.quatuor.org/higgs/boson\\_de\\_Higgs\\_essentiel\\_001.html](http://www.quatuor.org/higgs/boson_de_Higgs_essentiel_001.html) ou à la page 97 de l'adresse [http://www.quatuor.org/higgs/boson\\_de\\_Higgs\\_hypothese\\_209.pdf](http://www.quatuor.org/higgs/boson_de_Higgs_hypothese_209.pdf)). Je discute plus longuement que je ne l'ai fait ici de la désintégration bêta moins, au chapitre 3-5 de l'adresse [http://www.quatuor.org/higgs/boson\\_de\\_Higgs\\_hypothese\\_340.pdf](http://www.quatuor.org/higgs/boson_de_Higgs_hypothese_340.pdf).

À la page 132 de l'adresse [http://www.quatuor.org/higgs/boson\\_de\\_Higgs\\_hypothese\\_340.pdf](http://www.quatuor.org/higgs/boson_de_Higgs_hypothese_340.pdf) (au chapitre 3-4-4), je traite succinctement de l'effet tunnel des photons qui leur permet, dans certaines circonstances, de sembler aussi aller plus vite que la vitesse de la lumière.

Dans ces pages, je fais l'hypothèse que l'espace est animé par la pulsation d'ondes stationnaires que j'appelle précisément des « ondes d'espace », que ces ondes subissent des déformations qui voyagent de l'une à l'autre à la vitesse de la lumière, que des groupements compacts de grandes quantités de telles déformations peuvent s'organiser solidement sous forme de neutrinos qui, à leur tour, peuvent s'assembler en quarks, puis les quarks en structures tridimensionnelles de neutrons ou de protons. Pour la plupart, ces déformations ne parviennent pas à se regrouper ainsi en neutrinos, elles restent à gêner la pulsation des ondes d'espace, et elles génèrent, par cela même, les effets de gravité qui sont imputés habituellement à la « matière noire ». Celle-ci ne serait donc pas véritablement de la matière, mais plutôt ce que l'on pourrait appeler de la « pré-matière ». Dans la désintégration bêta moins, c'est en incorporant de telles déformations des ondes d'espace en un quart d'heure à l'intérieur de son organisation interne qu'un neutron pourrait prélever, dans le vide de l'espace, l'énergie qui lui permet de créer un neutrino qui va s'incorporer dans le circuit à deux neutrinos de l'un de ses quarks down pour le transformer en quark up triangulaire.

Je n'ai pas utilisé l'hypothèse décrite dans ces pages pour expliquer celle que je formule concernant la course de relais des neutrinos, puisque celle-ci fonctionne aussi bien dans le cadre de la théorie dite « standard ». Cette propriété qu'auraient les neutrinos, lorsqu'ils voyagent dans la matière, de le faire globalement plus vite que la lumière, ne semble donc pas spécialement une circonstance qui validerait les développements de mon essai « En attendant le Boson de Higgs ». Tout au plus, je peux dire que mon hypothèse résiste très bien à ce nouveau fait expérimental, mais la théorie standard l'acceptera aussi très bien, dès lors seulement que les scientifiques voudront bien considérer que les neutrinos ne sont pas élusifs et sans interaction ou presque avec la matière, mais que c'est précisément grâce à leur forte interaction qu'ils peuvent rentrer d'un côté d'un noyau de matière en même temps qu'ils en ressortent de l'autre côté, et donc sans avoir perdu de temps à le traverser.

