

# LE NEUTRINO A-T-IL TUÉ EINSTEIN ?

LE 26 SEPTEMBRE 2011 ROUD

Des neutrinos plus rapides que la lumière, Einstein déshonoré ? Pas si vite, nous dit Tom Roud, qui éclaire cette découverte de quelques fondamentaux de physique des particules, et nous rappelle que la science est un temps long, exigeant maturation.

C'est la déferlante depuis un **tweet** (!) de l'agence Reuters : les chercheurs du projet **OPERA** au CERN ont mesuré des neutrinos allant plus vite que la lumière. Tous les médias internationaux ont quasi-immédiatement embrayé, transformant la nouvelle en fait scientifique avéré renversant l'"icône Einstein" ( qui illustre la plupart des articles sur le sujet, cf. **Le Figaro**, **Libé**, **Le Monde**). Alors, est-ce la fin de la relativité ? Petite FAQ.

## Qu'est-ce qu'un neutrino ?



L'histoire scientifique du neutrino est déjà longue et parsemée de nombreux écueils scientifiques. C'est en 1930 que Pauli postule son existence. Certaines désintégrations nucléaires ne donnaient alors pas autant d'énergie qu'attendu. Or le bon principe universel de Lavoisier, "*rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme*" s'applique aussi à la physique des particules; d'où l'idée de Pauli de proposer que l'énergie manquante est peut-être émise sous la forme d'une particule dont on ne connaît pas encore l'existence.

Ce n'est qu'en 1956 que l'existence du neutrino est démontrée pour la première fois expérimentalement. 26 ans, cela peut paraître long, mais il faut dire que le neutrino est un sacré galopin : il n'interagit quasiment pas avec la matière, ce qui rend sa détection difficile. Une image parlante tirée de **Wikipedia** :

“

*Il faudrait une épaisseur d'une année-lumière de plomb pour arrêter la moitié des neutrinos de passage.*

”

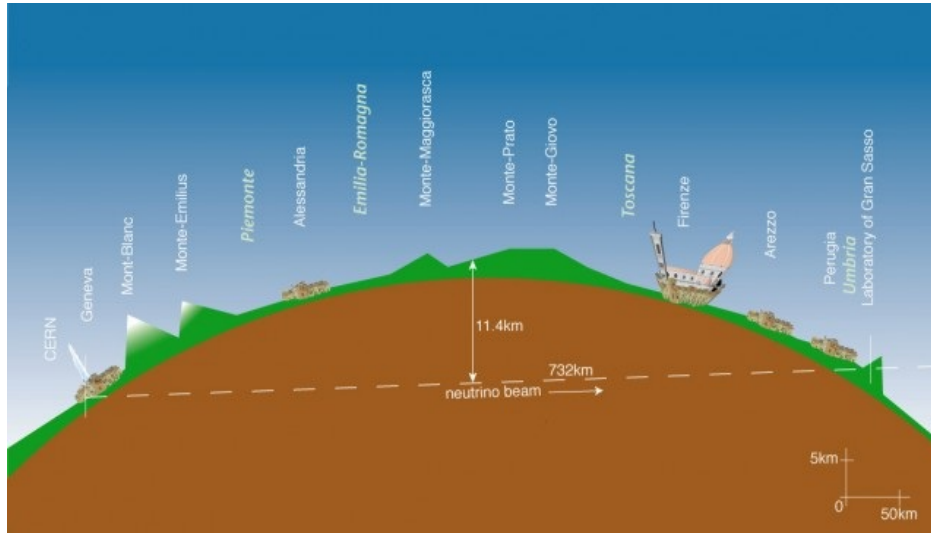
Il faut donc des détecteurs énormes pour observer des neutrinos expérimentalement, ce qui fait que les neutrinos restent des particules assez mystérieuses, même aujourd'hui.

L'**expérience OPERA** dont on parle depuis quelques jours vise précisément à mieux caractériser les propriétés des neutrinos, et notamment ce qu'on appelle "**les oscillations de saveurs**". Il existe en effet trois types ("*saveurs*") de neutrinos : les neutrinos électroniques, muoniques et tauiques. Or, un neutrino typiquement émis dans une réaction nucléaire est en réalité une superposition quantique de ces trois neutrinos (oui, comme dans le **chat de Schrödinger**). Quand on observe un neutrino, réduction du paquet d'ondes oblige, on n'observe qu'un des trois types de neutrinos.

Le problème est que les trois types de neutrinos ont des vitesses de propagation différente.

Du coup, notre neutrino de Schrödinger, en fonction de l'endroit où on l'observe, va avoir une probabilité plus ou moins grande d'être mort ou vivant (ou plutôt électronique, muonique et tauique). D'un point de vue expérimental, on va donc observer plus ou moins de neutrinos d'un type en fonction de la distance à la source d'émission des neutrinos : c'est pour cela qu'on a le sentiment que la saveur du neutrino "oscille".

Le but premier d'OPERA, donc, est de caractériser ces oscillations. On envoie un faisceau de neutrinos bien caractérisé depuis le Mont Blanc, on se met à Gran Sasso pour mesurer les propriétés des neutrinos qui ont traversé en ligne droite l'écorce terrestre (puisqu'ils n'interagissent pas avec la matière de toutes façons).



Avant toute expérience précise, on calibre, on mesure et soudain ...

## ... Damned, mes neutrinos ont l'air de voyager plus vite que la lumière !

Voilà donc la nouvelle.

Entre 2009 et 2011, les chercheurs font des tas de mesures. On sait mesurer la distance parcourue à 20 cm près, tenant compte de la dérive des continents grâce à un GPS (on y reviendra). Le temps de propagation du faisceau à 10 nanosecondes près. Et on trouve que le neutrino semble avoir mis 60 nanosecondes de moins que la distance qu'aurait mise un photon – dommage que celui-ci ne traverse pas aussi facilement l'écorce terrestre, on aurait pu faire une course .

Les chercheurs cherchent des mois l'erreur, la faille ... Et ne trouvent rien. Ils décident donc de partager leur observation avec le reste du monde, sur l'arXiv, le site de dépôt des articles de physique, dans **un article au titre sobre et factuel** :



***Measurement of the neutrino velocity with the OPERA detector in the CNGS beam***



L'annonce fuite avant même que l'article n'ait été déposé, et Einstein, ce loser, se retrouve en photo dans tous les articles .

Alors, il a tort ou pas Einstein ?

## Non, Einstein n'a pas tort.

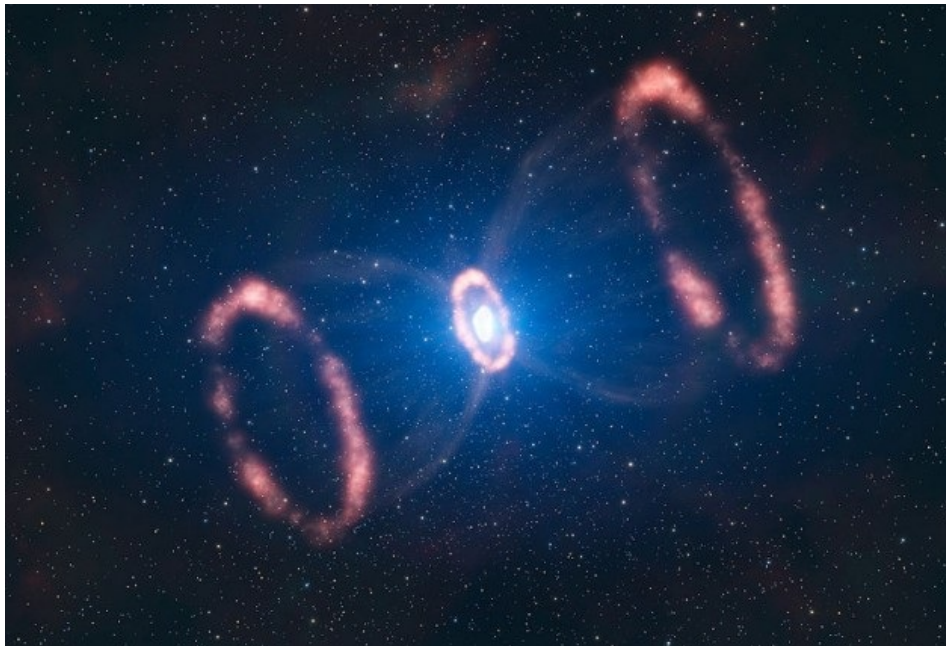
Une bonne fois pour toute, non, Einstein n'a pas tort.

Rappelons-le, la théorie de la relativité d'Einstein est l'une des mieux vérifiées. A titre d'exemple, l'an dernier, l'effet de ralentissement du temps sous l'influence de la gravité prédit par la théorie a été vérifié expérimentalement avec **une précision extraordinaire de moins de 0.000007 %**. Et si les chercheurs d'OPERA pensaient différemment, ils n'auraient

pas utilisé le GPS pour mesurer la distance parcourue par le faisceau, puisque, rappelons-le, **sans relativité, il n'y a pas de GPS.**

Bref, même dans l'hypothèse improbable où ces mesures se confirmaient, les bases de la théorie de la relativité resteraient car cette théorie marche dans tous les cas existants jusque maintenant, tout simplement; on assisterait probablement à une extension de la théorie existante (tout comme la relativité elle-même était une extension de la théorie de Newton). Il n'y aura pas de table rase sur le mode "*Einstein avait tort*", seulement des extensions de la théorie, normales lorsque l'on touche à de nouvelles frontières expérimentales. Et les physiciens ont à peu près autant d'imagination scientifique que les psychologues évolutionnistes pour expliquer leurs observations rétrospectivement, on voit par exemple déjà les idées de dimensions supplémentaires surgir dans les articles de journaux.

Mais la réalité, c'est qu'avant de s'exciter, il faut regarder froidement ces résultats à l'aune des résultats expérimentaux passés. Et c'est principalement là que le bât blesse : l'immense majorité des expériences connues sont compatibles avec la relativité restreinte, y compris pour les neutrinos.



L'exemple qui revient souvent ces temps-ci est l'expérience naturelle de **la supernova 1987A**. Une supernova est une explosion d'étoile consécutive à un effondrement gravitationnel, qui crache énormément de neutrinos. Peu après l'effondrement, des réactions de fusions entraînent l'explosion nova et donnent lieu à une émission de lumière très intense.

En 1987, donc, les observatoires terrestres ont eu l'immense chance d'attraper par hasard une supernova en direct. Ils ont d'abord détecté un afflux énorme de neutrinos venant de l'étoile **Sanduleak -69° 202a**, étoile qui, 3h après, explosa en supernova, la première visible à l'oeil nu depuis **1604**. Cet écart de 3h est conforme à la théorie, qui prévoit un petit délai entre l'émission de neutrinos dus à l'effondrement et l'émission de la lumière due à l'onde de choc de l'explosion arrivant à la surface et explosant l'étoile de l'intérieur. Si les neutrinos voyageaient plus vite que la lumière conformément à l'observation d'OPERA, compte-tenu de la distance énorme entre l'étoile et la terre, ils auraient dû arriver des années avant la lumière de la supernova.

Bref, à ce stade, il faut raison garder et juste se contenter de dire qu'il y a quelque chose qu'on ne comprend pas. Ce petit quelque chose est peut-être de la physique, mais ce peut-être aussi une erreur bête quelque part (un bug dans un programme ?) ou une erreur plus subtile qu'on finira par découvrir après réflexion. Et on ne saura qu'en confirmant expérimentalement ailleurs.

## Que révèle cette histoire ?

Que décidément, la temporalité et la dynamique lente propre à la science n'est pas vraiment compatible avec la dynamique médiatique. La science fonctionne sur des échelles de temps très longues : entre le début d'un projet et sa publication, il peut se passer des années. Si un nouveau phénomène surprenant est découvert, il faut encore des années supplémentaires voire des décennies pour qu'il soit confirmé, soit jugé intéressant et nouveau, et rentre dans le corpus de la science officielle validée. En fait, on pourrait

presque dire que l'actualité scientifique n'existe pas : une découverte mettant des années à se décanter, nos échelles d'attention médiatique courtes sont totalement incapables d'appréhender son évolution. Ce qui existe en revanche, c'est une actualité des publications scientifiques, au rituel plus adapté à notre soif de nouveautés extraordinaires quotidiennes. Les revues scientifiques et les institutions jouent sur cette ambiguïté : embargo avant publication, conférences de presse sont un moyen de "concentrer" dans le temps la science, qui en réalité, est un processus long, lent, et très dilué.

Ici, très clairement, les médias ont cherché à court-circuiter encore davantage cette maturation scientifique lente. D'abord, l'information a fuité avant même le dépôt de l'article sur l'arXiv. L'article lui-même n'a pas été revu par les pairs, l'arXiv n'étant qu'un dépôt; il se revendique plutôt comme un fait troublant sur une grosse expérience internationale qu'il faut comprendre pour que la science continue, d'où la publication. Même si c'est peu probable à ce stade compte tenu de l'énormité prise par cette affaire et de la crédibilité du CERN, on ne peut pas exclure qu'il y ait une faille dans l'article lui-même, qui serait détectée par l'œil laser d'un expert. Même s'il n'y a pas d'erreur dans l'article, il est possible que les résultats ne puissent être reproduits ailleurs, ce qui signifierait tout simplement qu'il y avait une erreur indétectable dans l'expérience.

On a également eu l'impression d'une surenchère terrible entre les médias. Tout d'un coup, l'histoire s'est répandue comme une traînée de poudre, on a eu l'impression que tous les journaux ont voulu très vite sortir un article sur cette histoire. Trois conséquences naturelles : absence de mise en contexte, excès de sensationnalisme et utilisation de clichés quasi identiques d'un média à l'autre. **Nature est le seul ayant évoqué** les expériences type supernova pour nuancer les résultats.

- **Ajout 25 Septembre** : on me signale que Sylvestre Huet (*Libération*) avait fait de même **dans son chat et son article dès vendredi**, et le **Monde du week-end** en a fait autant. Partout, on nous dit qu'Einstein, l'icône de la science, serait déboulonné. C'est l'emploi récurrent du même "untel a tort"; personnalisation outrancière de la science qui correspond à cette image de la science par "coup d'éclat" qui n'a rien à voir avec la vraie science de long terme évoquée plus haut. Le paradoxe est d'autant plus grand que l'expérience OPERA s'est justement étalée sur trois ans et que l'article en question est bien évidemment co-signé par une pléthore d'auteurs.

Bref, la science avance, et les médias traditionnels semblent (re)tomber dans des travers vraiment néfastes pour l'image de la science même. Ce qui est effrayant est de les voir s'y précipiter comme un seul homme sous la pression de la compétition médiatique; sur le sujet **les twittosphères et blogosphères scientifiques** m'ont paru bien supérieures (pour moi aussi, terminer sur un cliché).

[Et je déplore aussi, pour moi y compris, que tout l'agenda de la discussion scientifique dans la cité soit dicté par ce genre d'événements]

- **Ajout 8h50: Le Monde de ce week-end** est bien meilleur (bravo **David** !)

Illustrations: à l'intérieur d'un détecteur de neutrinos (domaine public **Fred Ullrich**), CC Flickr **monado**, CC **OPERA**, CC Wikimedia **ESO/L. Calçada**

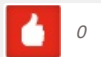
**BARACK@FRIT**

le 26 septembre 2011 - 14:24 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



Merci pour cet article très pédagogique et bien documenté :)

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

**LUINIL**

le 26 septembre 2011 - 17:25 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*Pour la supernova, il est aussi possible que les neutrinos qui auraient pu arriver 4 ans avant n'aient pas été détectés ou remarqués, il n'y avait pas beaucoup de détecteurs, il est possible qu'un flash de neutrinos à ce moment là aie été "loupé".*

*Tout comme il est possible que les résultats de l'expérience actuel soient faux.*

*L'article est assez bon, et dit beaucoup de vérités, quoiqu'il me semble un poil trop pessimiste et conservateur, une posture plus ouverte (ie : ne pas pencher d'un côté) n'aurait pas été mauvaise.*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

**WORTI**

le 26 septembre 2011 - 17:48 &amp;bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK

*Bon article, pondéré et lucide.**Mais nous on voudrait faire un bon de deux ou trois millénaires dans le futur et avoir un "previously in human history", parce que ça met du temps..*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

**TESTOU**

le 28 septembre 2011 - 3:41 &amp;bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*cette "découverte" n'en est pas vraiment une, c'était déjà annoncé, et pour différentes raisons; l'une d'elle est écrite dans l'article lui-même: si on détecte un neutrino avant de voir l'explosion dont il est issu (Sanduleak -69° 202a), c'est bien que le neutrino était plus rapide que la lumière, déjà en 1987 ;) (30 neutrinos auraient été détectés). sur la base des résultats d'Opera, en gros, le calcul montre que ce neutrino avait atteint la terre 4 ans avant l'explosion, détectable ou pas (mais pas 3h, êtes vous sûr de votre unité?). les idées fausses ont la vie dure et elle se transmettent très facilement. à propos, comme celle prêtant à Einstein l'origine de la relativité. Poincaré a publié et annoncé la relativité espace-temps 5 ans avant Einstein (ce dernier ayant reconnu avoir lu Poincaré, l'avouant du bout des lèvres et sans insister). Je dis pas qu'Einstein était un idiot mais que le véritable génie c'était Poincaré (quelques autres se sont fait usurpés dans d'autres domaines, mais bref). Dire que la théorie a été vérifiée avec une précision de 0.0000007 %, c'est bien pour les GPS, mais largement insuffisant à l'échelle des particules; en tout cas le neutrino viole la théorie relativiste; ça ouvre des voies pour (essayer de) comprendre. donc tant mieux.*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

**ROUD**

le 28 septembre 2011 - 4:02 &amp;bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



@ testou :

*- les neutrinos de la supernova sont arrivés 3h avant les photons non pas parce qu'ils allaient plus vite que ceux-ci, mais parce que les neutrinos sont émis dès le début de l'effondrement de l'étoile tandis que pour les photons il faut que l'onde de choc arrive à la surface de l'étoile. D'où le délai d'émission. Les 3h sont un fait expérimental, pas un calcul. C'est expliqué dans le billet.*

*- l'histoire de Poincaré/Einstein relève, pour moi, de la polémique inutile. Primon, je ne vois pas le rapport avec ce qui est dit ici – au demeurant je n'aime pas le nouveau titre de ce billet différent du titre original du post, "NeutrinoGate". Sinon, faut lire les papiers originaux pour comprendre, le gros apport d'Einstein est de donner une vraie couleur physique aux résultats, notamment d'énoncer et d'utiliser correctement le principe de relativité, avec l'interprétation physique qui va bien, là où Poincaré restait dans un univers avec un espace temps fixe. Einstein a reconnu l'apport de Poincaré à la relativité. Le génie, c'est aussi de savoir prendre les idées qui existent, les combiner pour en faire sortir quelque chose de nouveau, et c'est ce qu'a fait Einstein en comprenant que les transformées de Lorentz, la relativité restreinte disaient quelque chose de fondamental sur l'espace-temps.*

*- "c'est bien pour les GPS, mais largement insuffisant à l'échelle des particules" la relativité est aussi vérifiées pour les "particules", je ne comprends pas cette affirmation. Le neutrino ne viole pas la théorie relativiste tant que l'expérience n'a pas été reproduite; par ailleurs les modèles avec dimensions supplémentaires qui sont déjà proposés sont sans aucun doute tout autant relativistes, il suffit juste d'ajouter une autre dimension de temps (enroulée peut-être, je ne suis pas spécialiste de la physique des hautes énergies).*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

**GUIGUITE**

le 28 septembre 2011 - 13:30 &amp;bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*Il ne faut surtout pas oublier que, comme toutes les théories, celle de la relativité part d'un postulat : il existe une vitesse limite qu'on ne peut pas dépasser. Cette vitesse était, jusqu'à maintenant, celle de la lumière, puisqu'on ne connaissait rien de plus rapide avant. Il suffit de remplacer 'vitesse de la lumière' par 'vitesse des neutrinos', et la théorie reste inchangée...*

*Sans oublier qu'on a testé la vitesse des neutrinos à travers un milieu que la lumière ne traverse pas... Qui nous dit que le comportement de ces particules reste inchangé selon le mode de propagation?*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

### TESTOU

le 28 septembre 2011 - 16:39 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*Si l'on s'interroge sur la raison pour laquelle on aurait détecté des neutrinos "seulement" 3h avant l'explosion; cela signifie: pas plus de 3h, mais pas qu'il est étonnant de détecter des neutrinos à 3h; il faut donc "lire les papiers originaux pour comprendre"; alors sont-ils? si on vous suis correctement, cette information suffirait-elle à contredire les résultats du projet Opera puisque le photon de l'onde de choc mettrait autant de temps à parvenir sur terre que le neutrino de l'effondrement? Oui ou non. curiosité? Donc calcul à la lumière des résultats Opera, vous l'aviez surement compris; il indique que le neutrino aurait dû pouvoir être détecté 4 ans avant l'explosion, c'est-à-dire en 1983; regardait on dans cette direction cette année? Pouvait-on détecter ? etc. Pas sûr. Selon mon information, sauf erreur, on aurait détecté pas plus de 30 neutrinos au total en 1987. intuitivement, cela paraît faiblard pour une explosion de supernova. le calcul met grossièrement en perspective Opéra avec cela.*

*"Poincaré/Einstein, polémique inutile"? disons que: ce qui semble utile, c'est la vérité des choses, scientifique ou pas, celle des faits et de l'histoire en général. Dire que l'histoire des sciences du XXe siècle ne change rien à la vitesse du neutrino; ce n'est pas une erreur. Rappeler en la circonstance que Poincaré a eu recours aux contractions physiques de l'espace et du temps, principe fondateur de la relativité, avant Einstein; ce n'est pas une erreur non plus; utile ou inutile? c'est au choix.*

*"c'est bien pour les GPS": dire que la théorie a été vérifiée avec une précision de 0.0000007 %, signifie qu'une imprécision du modèle actuel permet quand même de faire fonctionner un GPS avec le degré de précision indiqué; donc que le GPS fonctionne correctement en exploitant un modèle imprécis, tant mieux, mais que les particules se fichent des GPS et de l'imprécision du modèle avec lesquels on les fait fonctionner. Une précision de 0.0000007 %, n'équivaut pas à une imprécision de 0%! C'est donc au-delà de ces plus de 0% d'imprécision que se cache peut être l'explication à la singularité du résultat d'Opera, si confirmation, bien évidemment.*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

### TESTOU

le 28 septembre 2011 - 16:46 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



@Roud, cf. post 4:39

@Guiguite: qu'un neutrino se déplace moins vite dans le vide qu'en traversant la matière serait étonnant... mais au point ou on en est, pourquoi pas ;)

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

### ANGELINI JEAN-CLAUDE

le 29 septembre 2011 - 12:40 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



@ JCA

*Et si les neutrinos voyageaient dans le vide au carré de la vitesse lumineuse...mais ne soient mesurables qu'à travers la matière...Quid de la théorie ?...*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

### KELLSIE

le 15 février 2012 - 2:30 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



Your post is a timely contribution to the daetbe

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

### CIRCONSPECT

le 1 octobre 2011 - 21:25 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*Pour Etienne klein , la théorie d'Einstein n'est absolument pas contredite (même dans le cas où l'expérience serait confirmée). Il suffit juste de remplacer la vitesse de la lumière par la vitesse des neutrinos dans C ...  
Quant à moi, ce que j'en dis ....*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

### CLOVIS QUINSAC

le 2 octobre 2011 - 10:45 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*Il est facile avec le temps qui passe de balancer le travail déjà réalisé. Le génie d'une époque est à considérer comme un marchepied dans l'avancée des connaissances.immobiler 13 Nos connaissances présentes ne seraient pas si les bases n'avaient pas été posées à un moment.*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

### INDIANOS

le 2 octobre 2011 - 14:40 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*Bonjour. Le truc que je ne vois mentionné nulle part, c'est que les neutrinos auraient une masse, cela serait prouvé par les expés oscillations, confirmé par OPERA justement qui voit une oscillation  $\nu_{\mu}$  ->  $\nu_{\tau}$  il me semble. Or qui dit oscillation dit masse, même si trop faible pour avoir été mesurée encore. Or dans la relativité "c" est la vitesse limite, et aussi nécessairement celle des particules de masse nulle (a priori le photon donc la lumière), par contre, les particules de masse non nulle voyagent nécessairement moins vite. Puisque s'ils ont une masse, elle est très faible, les neutrinos peuvent aller "presque à c" mais sur la distance à la supernova 1987A, ça devrait qd même se voir. D'autre part où sont les neutrinos issus de la neutronisation de l'étoile, après l'onde de choc, donc la lumière visible ?  
Tout ça pour dire qu'il reste plein de mystères...*

VOUS AIMEZ



1

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

### CHARLES GUILLOM

le 3 octobre 2011 - 11:13 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*merci pour cette article il est plus ou moins tres pedagogique et s'il vous plait pourais je avoir des articles sur la relativite restreinte?*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

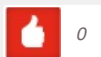
### CHARLES GUILLOM

le 3 octobre 2011 - 11:15 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*Bonjour cette aricle est fabuleux et s'il vous plait pourais je avoir des articles sur la relativite restreinte?*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

**LUINIL**

le 3 octobre 2011 - 11:16 &amp;bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK

*CHARLESGUILLOM -> Un passage sur Wikipedia serait un bon départ.*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

**GOOGOLPLEX**

le 8 octobre 2011 - 15:59 &amp;bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*tout d'abord, je reviens sur la vitesse limite  $c$ ..dans le cadre de la RR, il apparait une particule bizarre : le tachyon...cette particule est telle qu'elle dépasse toujours la vitesse de la lumière et donc avoir une masse imaginaire, c'est à dire de valeur  $i$  sachant que dans les nombres complexes(mathématiques)  $i^2=-1$  !! pour en revenir à  $c$  vitesse limite permettez moi de trouver l'expression erronée...les tachyons satisfont la RR à savoir  $E=MC^2$  mais doivent avoir une masse imaginaire, en conséquence  $V=C$  est impossible mais pas  $V>C$ ...si l'on omet cette solution de relativité : les tachyons,  $c$  est une vitesse "limite" effectivement, seulement pourquoi exclure ? car la solution est bizarre ? on doit exclure ce que l'on ne comprends pas forcément de plus je rappel qu'en 2007 l'expérience MINOS aurait obtenu un résultat similaire si ce n'est l'indétermination de la mesure, mais indétermination n'est pas invalidation...une coïncidence cela me parait douteux..*

*il y a de plus 6 mois de vérifications effectuée par une équipe de standing international (le résultat date de mars)et ont annoncé une grande confiance dans leur résultat après vérification...*

*il me semble que l'expérience a de grandes chances d'être confirmée dans ce cas il apparait que la conséquence soit :  $E=MC^2$  s'en trouvera d'autant plus confirmé (extension de la théorie vers les vitesses supraluminiques) de plus à ce sujet la relativité n'a jamais été prise en défaut et est confirmée de jour en jour avec une précision énorme...la Mécanique quantique qui découle de cette même relativité est encore moins mise en défaut (la précision est encore plus énorme) Évitez donc de croire toutes interventions médiatique ou non sensationnelle pour dire que "Einstein" avait tort parce que ce n'est vraiment, mais alors vraiment un non-sens ...*

*amicalement*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

**AXEL NADER**

le 25 octobre 2011 - 7:51 &amp;bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



*Bel article de vision globale d'un évènement.  
Jusqu'à preuve du contraire, l'expérience Opéra a montré que les neutrinos allaient plus vite DANS la matière que la lumière dans le vide.  
Si l'expérience se confirme cela concerne la mécanique quantique.  
cordialement*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

**FOTABONG DONACIEN**

le 13 février 2012 - 13:27 &amp;bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK

*no matter what einstein will never be wrong cause he lighted the way to that experiment*

VOUS AIMEZ



0

VOUS N'AIMEZ PAS



0

LUI RÉPONDRE

**FOTABONG DONACIEN**

le 13 février 2012 - 13:30 &amp;bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK

*j aime la science jolie postulation fait la*

LUI RÉPONDRE



VOUS AIMEZ  0

VOUS N'AIMEZ PAS  0

LUI RÉPONDRE

## DEN

le 28 février 2012 - 12:43 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



Bonsoir,

On ne la fera pas a Albert avant 50 ans de plus :)

<http://www.lefigaro.fr/sciences/2012/02/23/01008-20120223ARTFIG00670-einstein-et-les-neutrinos-le-suspense-continue.php>

[http://www.libe.ma/Neutrinos-le-chrono-serait-faux-\\_a25459.html](http://www.libe.ma/Neutrinos-le-chrono-serait-faux-_a25459.html)

++

VOUS AIMEZ  0

VOUS N'AIMEZ PAS  0

LUI RÉPONDRE

## PSYCOLOGIE

le 17 mars 2012 - 3:23 &bullet; SIGNALER UN ABUS - PERMALINK



Voici un superbe docu sur l'énergie libre :

<http://youtu.be/mFSYo2rgXbk>

VOUS AIMEZ  0

VOUS N'AIMEZ PAS  0

LUI RÉPONDRE

## 2 pings

Le neutrino a-t-il tué Einstein ? » OWNI, News, Augmented | Créations Musicales et Technologiques le 28 septembre 2011 - 19:51

[...] *Le neutrino a-t-il tué Einstein ? » OWNI, News, Augmented.* [...]

Le combat entre le neutrino et Albert Einstein : un peu de recul | Scout123 le 2 octobre 2011 - 16:43

[...] *prochaine fois, prenez un peu de recul et analysez vous-même ce qui est raconté, ce qu'ont fait OWNI et [...]*