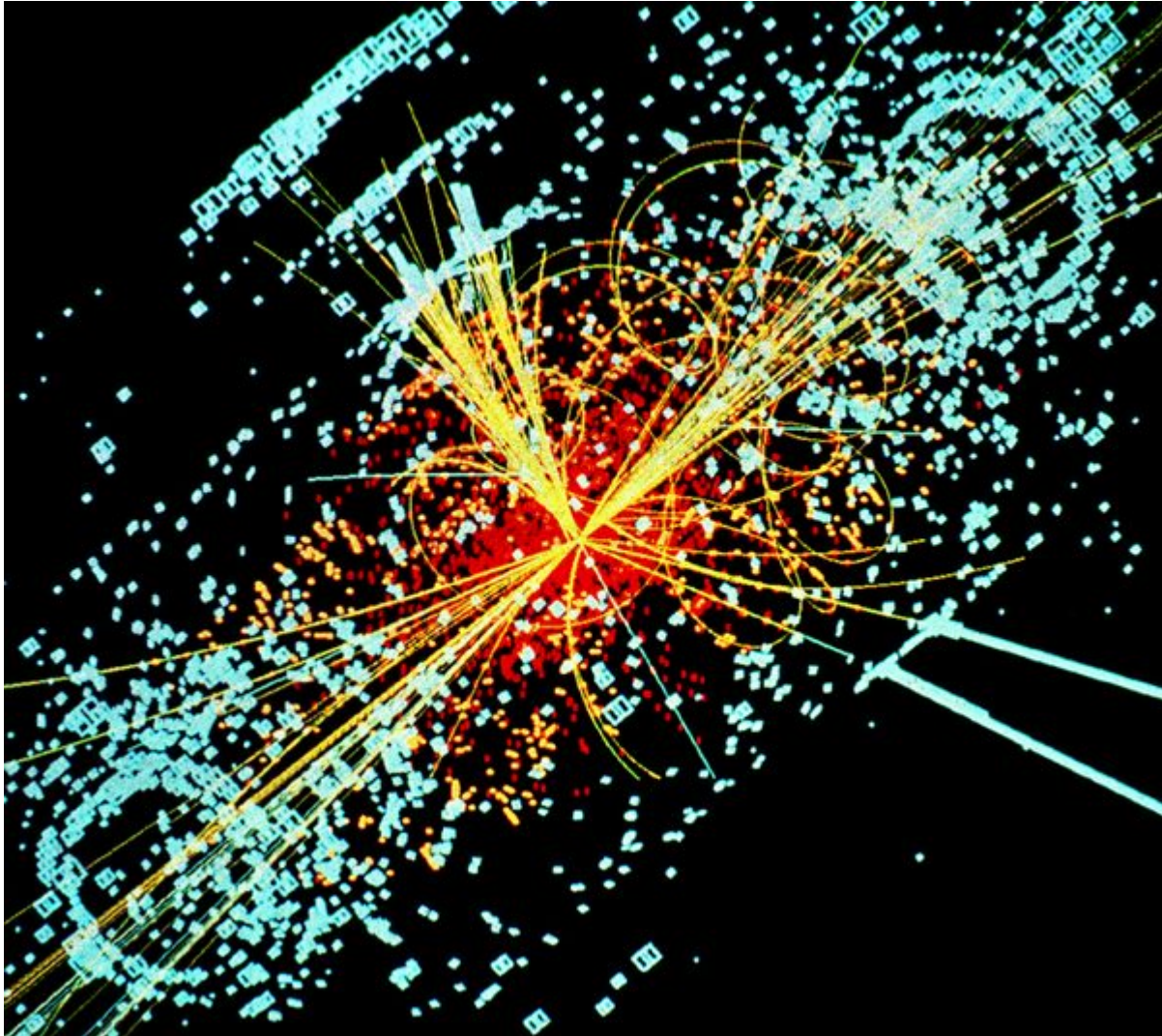
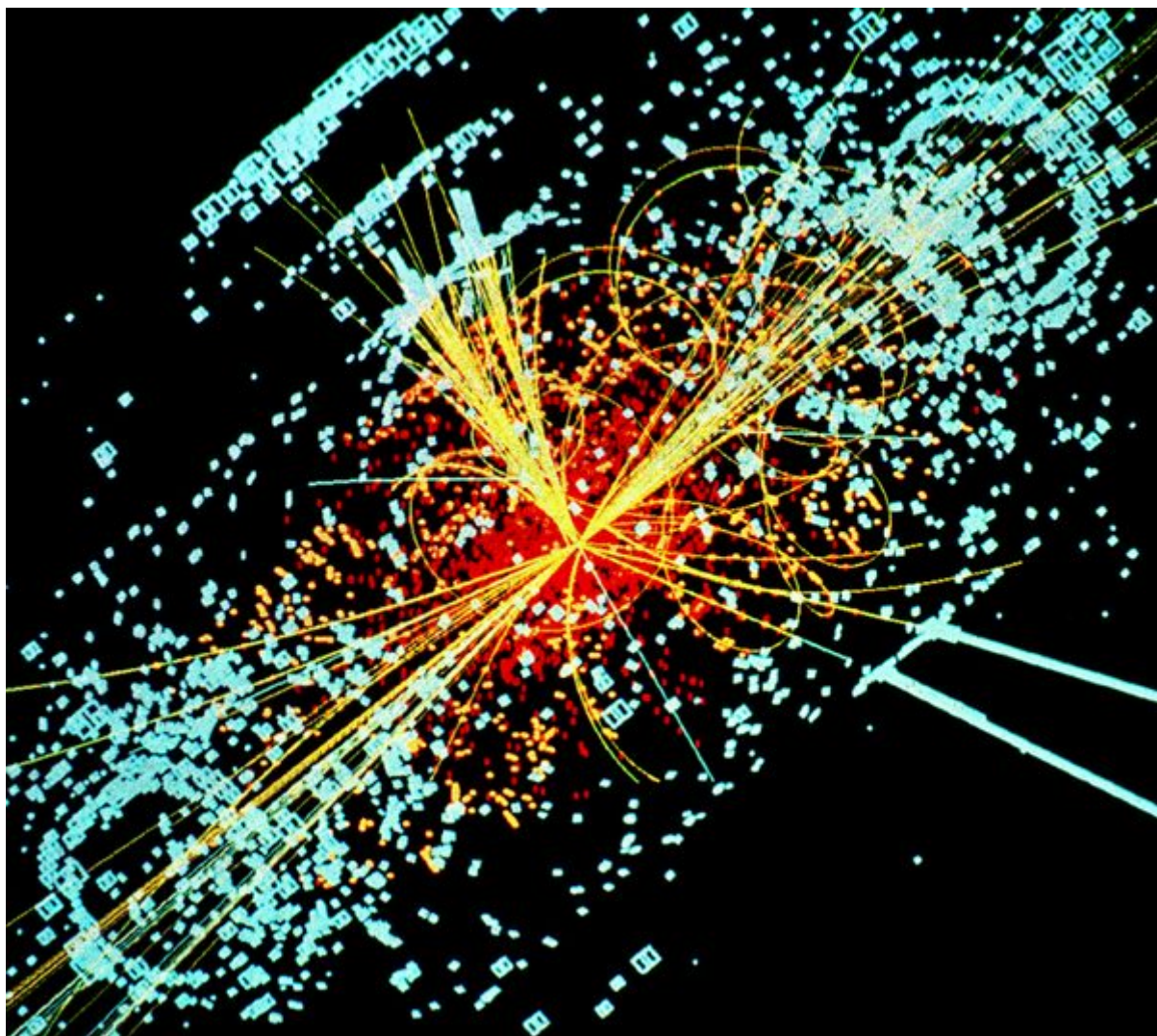


De quoi sommes nous faits ? Du boson de Higgs pardi ! 1/2

écrit par Professeur Tetenlair | 5 octobre 2024





Cette rubrique de RR est intitulée « Sciences ». Même si elle est composée, soyons honnêtes, à 90 % d'Astronomie, les 10 % restants sont consacrés aux Sciences. Aujourd'hui, on va être dans ces 10 % !

Ami passionné, tu sais que le monde qui t'entoure, ton corps, l'environnement dans lequel tu vis, tes meubles, les arbres, ta Ferrari, sont faits de beaucoup de choses. Mais savais-tu qu'à la base tout ce qui existe l'est par le **boson de Higgs**. Il est donc hautement intéressant de savoir ce qu'est cette bête, le boson de Higgs. Pour cela, nous allons bien évidemment entrer dans le tout petit de ce qui existe.

Masse et poids

Tout d'abord, parlons masse et poids. Comme tu le sais, la

masse représente la quantité de matière d'une substance ou d'un objet. La masse dépend de la substance qui compose l'objet : une boule de plomb de 10 cm de diamètre aura une masse supérieure à une boule de coton de 10 cm de diamètre. Je ne t'ai rien appris jusqu'à présent. **La masse est la seule preuve de l'existence d'un corps. Sans masse, un corps n'existe pas.**

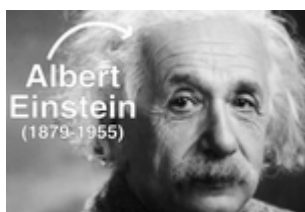
Tu ne me crois pas ? Coquin ! Et le photon, alors ? Tu sais, cette particule qui constitue la lumière. Tu ne la vois pas car elle n'a aucune masse. Elle porte une énergie lumineuse élémentaire et apporte ainsi la lumière.

Le poids d'un objet maintenant représente la mesure de la force avec laquelle sa masse est attirée vers un astre (pour nous, la Terre). C'est ce qu'en a déduit notre ami Newton quand il a reçu sa pomme sur la tête, le pauvre ! À partir de là il a établi la loi universelle de la gravitation : 2 corps qui ont une masse s'attirent. Plus ils ont de matière, plus ils sont massifs et plus ils s'attirent, et inversement.



Regarde la petite vidéo ci-dessous d'1 mn et 6 s, et tu comprendras que le poids est lié à une attraction uniquement : pas d'attraction (vide), aucune différence entre masse et poids.

<https://resistancerepublicaine.com/wp-content/uploads/2024/10/quelle-difference-entre-masse-et-poids.mp4>



Deux siècles après Newton est arrivé Albert Einstein, avec sa célèbre formule $E=MC^2$, formule qui n'a pas été trouvée par lui d'ailleurs, mais par le mathématicien et physicien français Henri Poincaré. Mais bon... Ainsi, selon

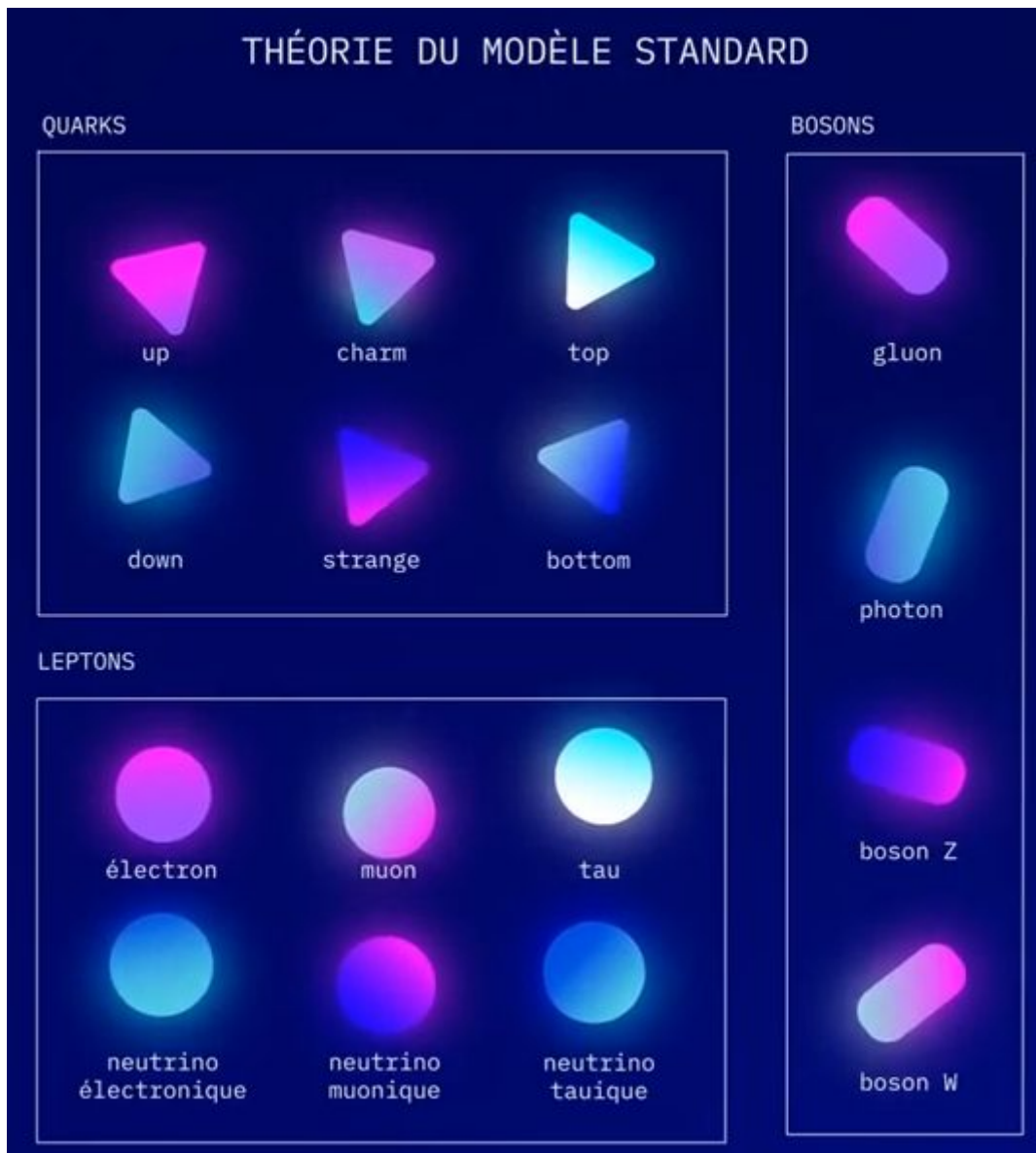
cette formule, il devrait exister des particules de masse nulle forcément, car M n'est pas une constante mais une variable, et une variable peut être égale à zéro. Or, ceci est impossible dans la physique de Newton.

Modèle standard de la physique

Comme tu le sais, ami passionné des Sciences, les scientifiques aiment bien que tout soit net, carré, bien défini, bien démontré, et bien positionné. C'est dans leurs gènes. Alors, ils ont fait des recherches approfondies pour savoir de quoi était composée la matière. Évidemment, au fil des années, ils ont découvert beaucoup de choses notamment que la physique des particules était composée de quarks (qui compose les protons et les neutrons), les leptons (qui comprennent les électrons), les photons, ceux-ci constituant toute la matière connue, le modèle standard de la physique.

Le modèle standard qui régit les lois et l'existence des particules de l'Univers est établi pratiquement intégralement à partir de la relativité restreinte et la mécanique quantique.

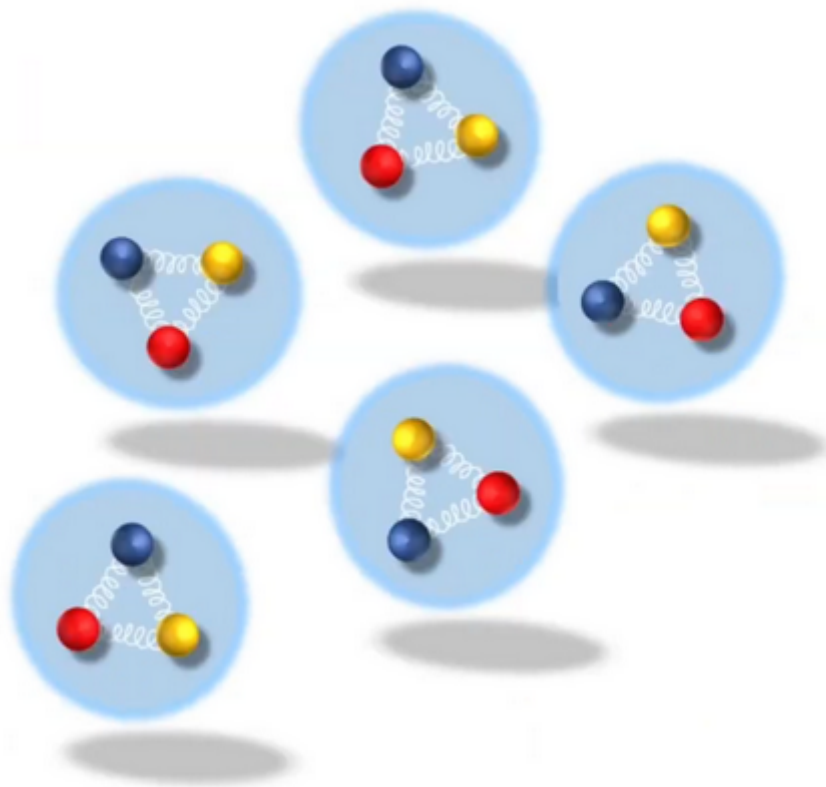
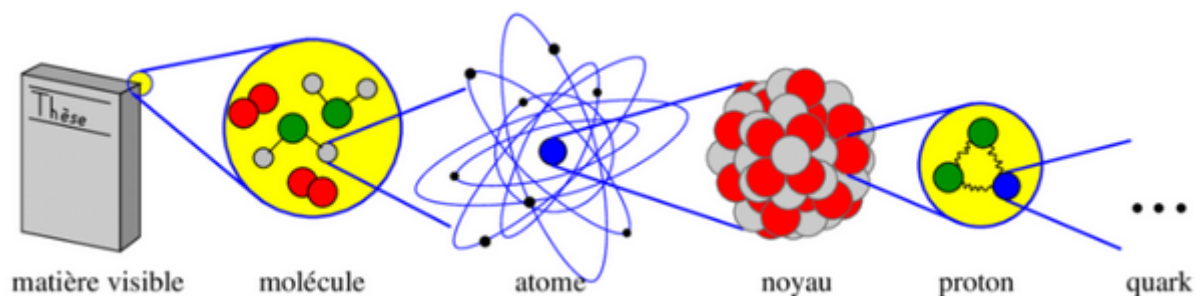
Ci-dessous un schéma qui résume l'ensemble du modèle standard concernant l'existence des particules :



Les bosons sur la droite sont des particules qui ne sont pas de la matière, on les appelle les particules de forces. Attention ! Le boson de Higgs (qui ne fait pas partie du tableau ci-dessus) n'est pas une particule de force !! Son rôle est de donner sa masse à la matière (voir plus loin). En effet, selon le modèle standard le boson de Higgs serait la clé de voûte de la structure fondamentale de la matière.

Rappelons que la masse d'une particule est la mesure de son inertie, c'est-à-dire de sa difficulté à se mouvoir dans le vide. On peut appliquer cette règle sur Terre également : tu auras bien plus de mal à faire rouler une boule de bowling qu'une balle de ping-pong car leurs masses sont différentes.

Tout ce qui nous entoure, et nous-mêmes, sommes constitués de molécules. Ces molécules sont composées elles-mêmes d'atomes. Les atomes sont composés eux-mêmes des noyaux avec des électrons qui tournent tout autour. Le noyau est composé lui de protons et neutrons (les nucléons). Dans un proton il y a trois quarks reliés entre eux par les gluons (qui agissent comme une colle mais qui n'ont pas de masse, voir plus loin) qui constituent les particules élémentaires.



Le quark est la plus petite particule connue de la matière.

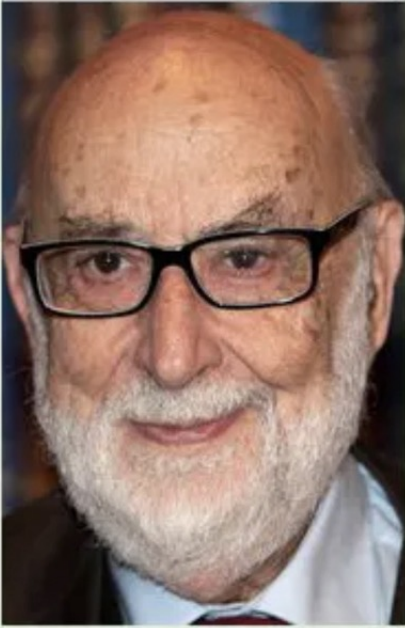
Seulement voilà : la physique est directement et totalement liée aux mathématiques. D'ailleurs, beaucoup de découvertes ont été faites mathématiquement et vérifiées ensuite,

parfois très longtemps après. Il doit y avoir parfaite et totale concordance entre l'expérience et les mathématiques pour que la chose soit déclarée réelle et définitive. Et bien zut alors ! **Quand les physiciens regardent leurs calculs, ils en déduisent que les particules ne devraient pas avoir de masse, la masse devrait être nulle, zéro. Donc, problème. D'où vient la masse de ces particules élémentaires ?**

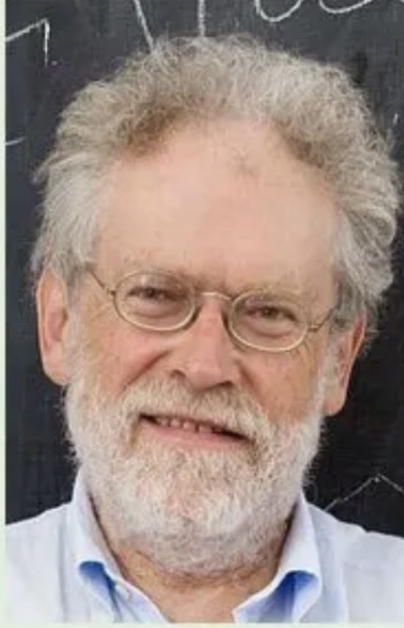
Les particules dont la masse est nulle se déplacent forcément à la vitesse de la lumière. Le monde dans lequel nous vivons n'aurait pas de masse, donc rien. Or la réalité montre le contraire. Comment peut-on expliquer cela ?

Qu'à cela ne tienne, trois scientifiques ont pris le problème à bras-le-corps, ils sont :

François Englert



Robert Brout



Peter Higgs



François Englert (encore en vie 91 ans) et Peter Higgs (décédé en avril 2024) reçurent le Prix Nobel de Physique le 8 octobre 2013 pour leurs travaux sur le mécanisme de Brout-Englert-Higgs, un élément clé du "modèle standard" de la physique des particules.

Robert Brout reçut de très nombreuses distinctions mais pas le prix Nobel de physique de 2013 car il est décédé en 2011 à l'âge de 82 ans, les prix Nobel n'étant jamais attribués à titre posthume (sauf si la mort survient après l'annonce du nom du lauréat).

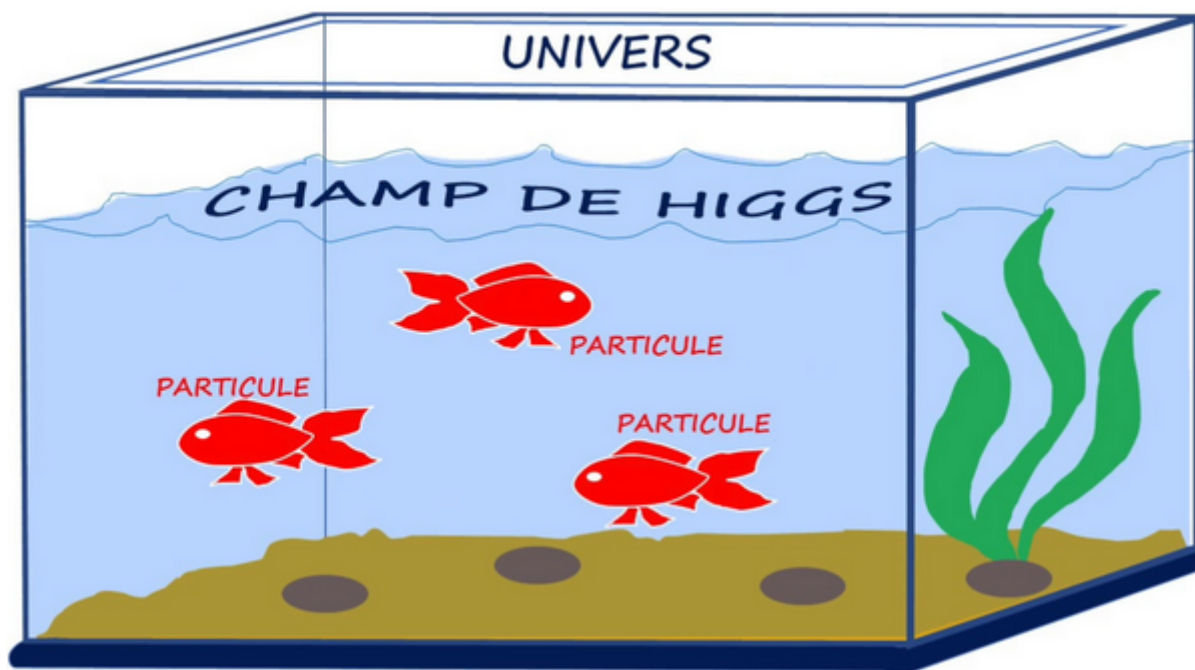
La découverte, par la théorie, du « champ de Higgs »

En 1964, les physiciens théoriciens Robert Brout, François Englert et Peter Higgs ont proposé un mécanisme appelé « **champ de Higgs** », qui imprègne tout l'Univers.

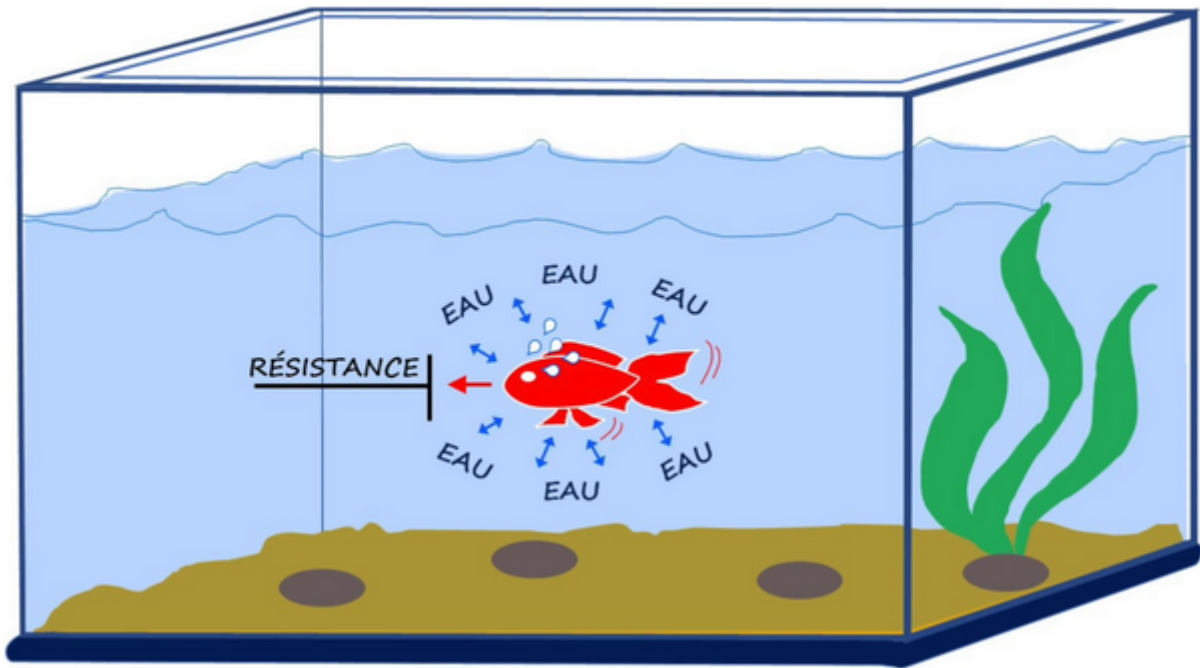
Comme tous les champs fondamentaux, il est associé à une particule – dans ce cas, le boson de Higgs. Ce boson est la manifestation visible du champ de Higgs, un peu comme une vague à la surface de la mer.

Comme comparaison, considérant l'Univers comme un champ de neige partout. Qu'y a-t-il dans la neige ? Des flocons. Eh bien, le flocon c'est le boson de Higgs. No complicado, n'est-il pas ?

Autre comparaison, considérant que l'univers serait comme un aquarium rempli d'eau de partout. L'eau représente le champ de Higgs, et les poissons représentent les particules qui le traversent.



Lorsqu'un poisson se met en mouvement, obligatoirement il ressent une résistance de par son interaction avec l'eau. Pareil pour nous quand nous nageons, nos bras et notre corps sont freinés par l'eau parce que nous nous y frottons, alors qu'en faisant les mêmes gestes dans l'air nous n'observons pas de résistance.



Eh bien, pour nos particules de quartz, c'est la même chose.

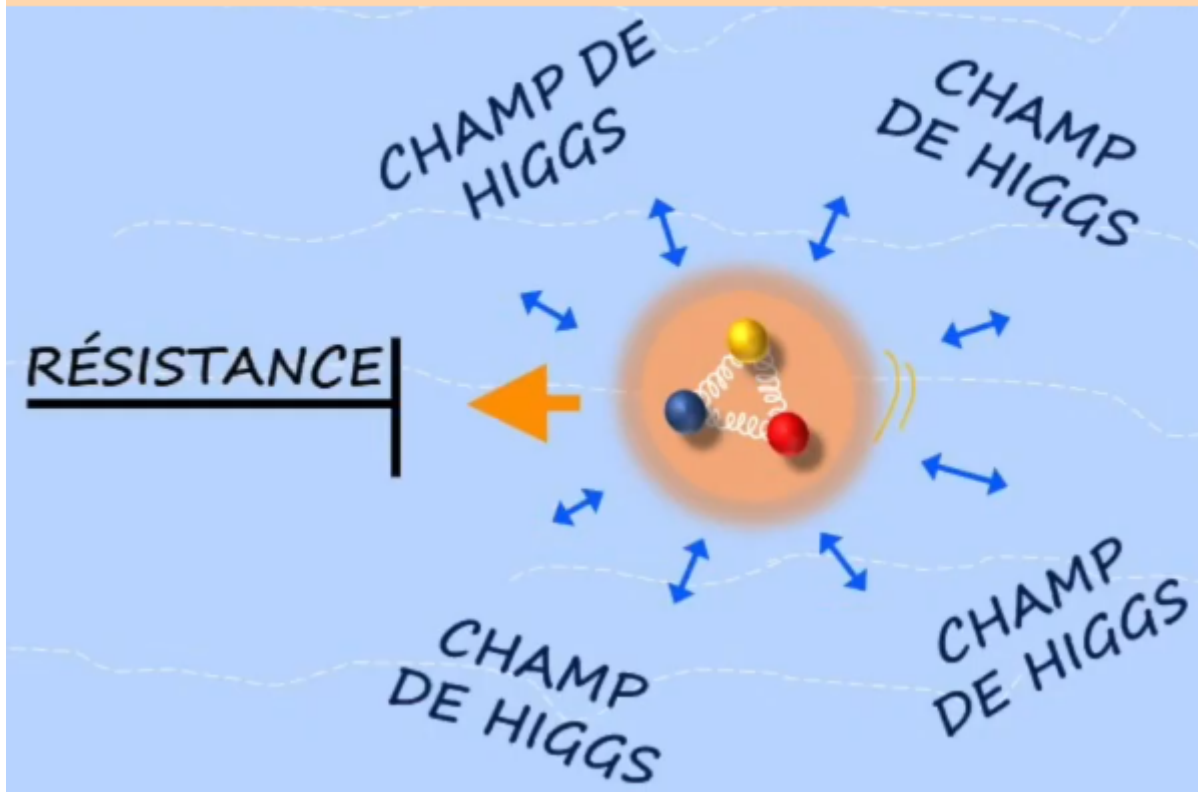
C'est le frottement d'une particule sans masse avec les bosons de Higgs qui font que ladite particule acquiert progressivement de la masse. Plus les frottements sont nombreux et longs, plus la masse devient importante

En le disant autrement, ça donne la petite vidéo ci-dessous d'une durée de 26 secondes (mettre le son de ton ordinateur)

:

<https://resistancerepublicaine.com/wp-content/uploads/2024/10/le-boson-de-higgs-explications-tres-courtes-1.mp4>

Masses acquises des particules par la traversée, le frottement dans le champs de Higgs.



Tu peux visionner une autre petite vidéo de 49 secondes qui t'expliquera le champ de Higgs. Pour des raisons techniques, je ne peux pas la présenter dans cette page. En cliquant sur le lien ci-dessous, tu vas y accéder automatiquement dans une nouvelle page (nouvel onglet) qui va s'ouvrir. Une fois la vidéo visionnée, tu fermes cette nouvelle page (ce nouvel onglet) et tu reviendras automatiquement à cet article.

[Cliquez ici](#) pour accéder à la vidéo (n'oubliez pas de mettre le son de ton ordinateur !)

Pendant de nombreuses années, il exista un problème majeur : aucune expérience n'avait jamais observé le boson de Higgs pour confirmer cette théorie. En 2011, 400 mille milliards de collisions avaient été provoquées et enregistrées dans le plus grand accélérateur de particules au monde situé au CERN à la frontière franco-suisse, le « Large Hadron Collider » (LHC). Insuffisant, la marge d'erreur était trop importante pour affirmer avoir découvert le boson.

Cependant, le 4 juillet 2012 le boson de Higgs a été enfin découvert dans ce même « Large Hadron Collider » (LHC). Pour les puristes, dont tu fais partie ami lecteur j'en suis persuadé, il faut préciser que le 04/07/2012 il a été annoncé la découverte d'une nouvelle particule qui avait été, un peu précipitamment, annoncée comme étant le boson de Higgs.

Cependant, à cette époque le spin de cette nouvelle particule n'avait pas été découvert. Le spin est une propriété fondamentale des particules élémentaires que l'on peut imaginer comme étant la rotation d'une particule sur elle-même. Toutes les particules ont un spin différent de zéro, y compris les quarks et les gluons (cependant les gluons ont une masse nulle).

Le boson de Higgs est la seule particule à avoir un spin nul. S'il s'agit bien du boson de Higgs, son spin devrait donc être nul. Si la découverte du 4 juillet 2012 de la nouvelle particule présente un spin nul, c'est qu'il s'agit bien de la découverte du boson de Higgs. Après l'analyse d'un plus grand nombre de données, le CERN confirma en mars 2013 que cette particule était bien un boson de Higgs.

Peter Higgs sous l'énorme détecteur de particules Atlas qui équipe le LHC. Découvert par les mathématiques en 1964 par Higgs et mis en évidence par l'expérience en 2012, le boson de Higgs révolutionne notre conception de l'origine de l'univers. Dingue, n'est-ce pas ami ?



Ce faisant, les chercheurs en physique des particules ont reproduit en laboratoire les conditions physiques des premiers instants de notre Univers. Ils ont reproduit les conditions de la création lorsque l'Univers avait 10^{-10} secondes d'existence (0,0000000001 seconde) et que la température était de 10^{15} d° (1 000 000 000 000 000 degrés). On a donc reproduit les conditions dans lesquelles était l'Univers quand il n'avait même pas une fraction de seconde, c'est-à-dire quasiment à l'instant du big-bang. À ce moment-là toutes les particules de l'Univers ont été projetées et le boson de Higgs est apparu (boson appelé parfois particule de Dieu).

On ne peut pas détecter directement le boson de Higgs. Il doit être produit au cours d'une collision de particules puis se désintégrer en d'autres particules qui peuvent alors être identifiées dans des détecteurs. Les traces de ces

particules se trouvent dans les données collectées.

Fin de la première partie, ton serviteur pense que tu peux déjà bien réfléchir à ces quelques notions. La deuxième et dernière partie la prochaine fois !

Bye-bye,

Professeur Têtenlair