

La MATIÈRE EXPLIQUÉE et VALORISÉE par la PHYSIQUE QUANTIQUE



© PPM/SFP

Philippe Miné
Laboratoire Leprince-Ringuet,
École polytechnique & CNRS

Planck 1900



Problème du « corps noir »

Interaction
matière - rayonnement

Constante de Planck

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ joule} \times \text{seconde}$$

hilfe = secours

Einstein 1905

Relativité restreinte

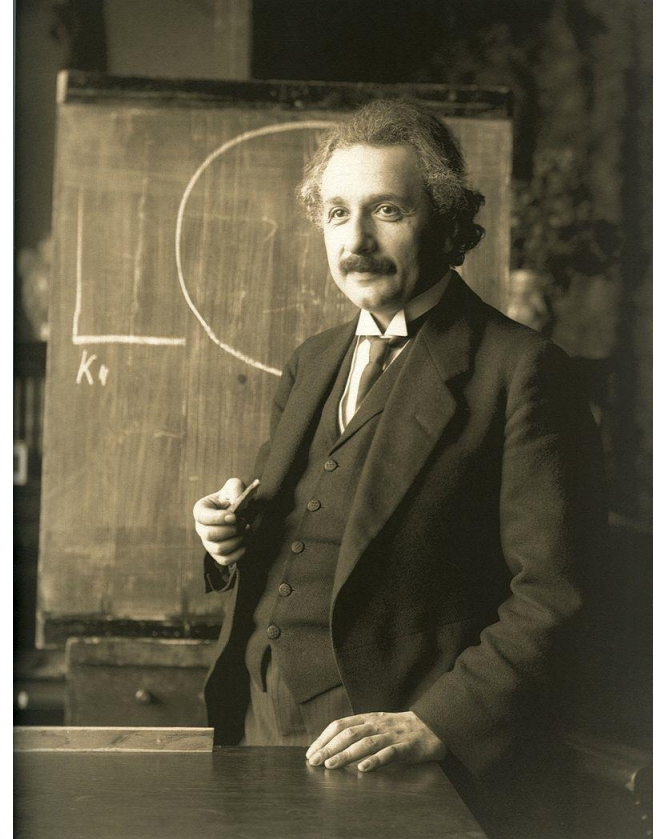
Vitesse de la lumière
(et hertziennes, X, etc.)

$$E = m c^2$$

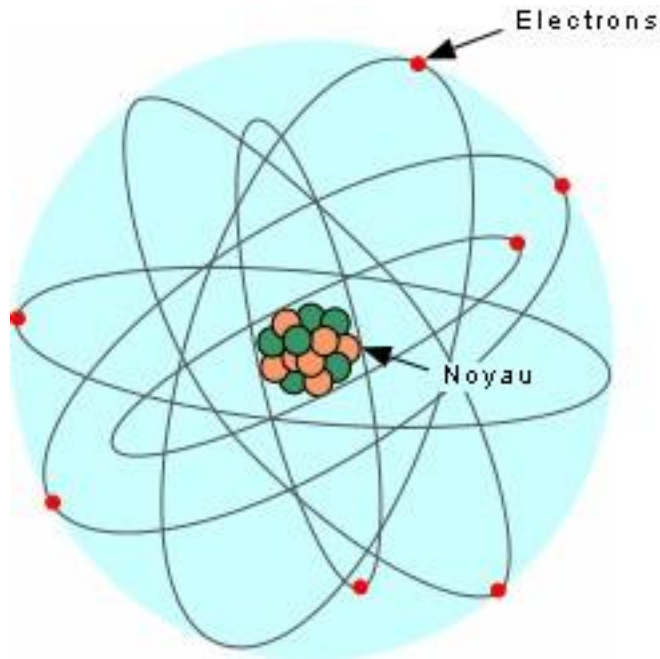
Quantification de la lumière

$$E = h \nu$$

← fréquence en hertz (sec^{-1})



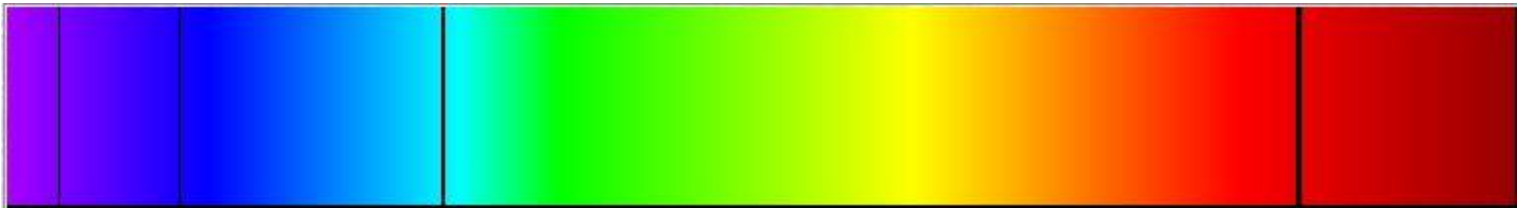
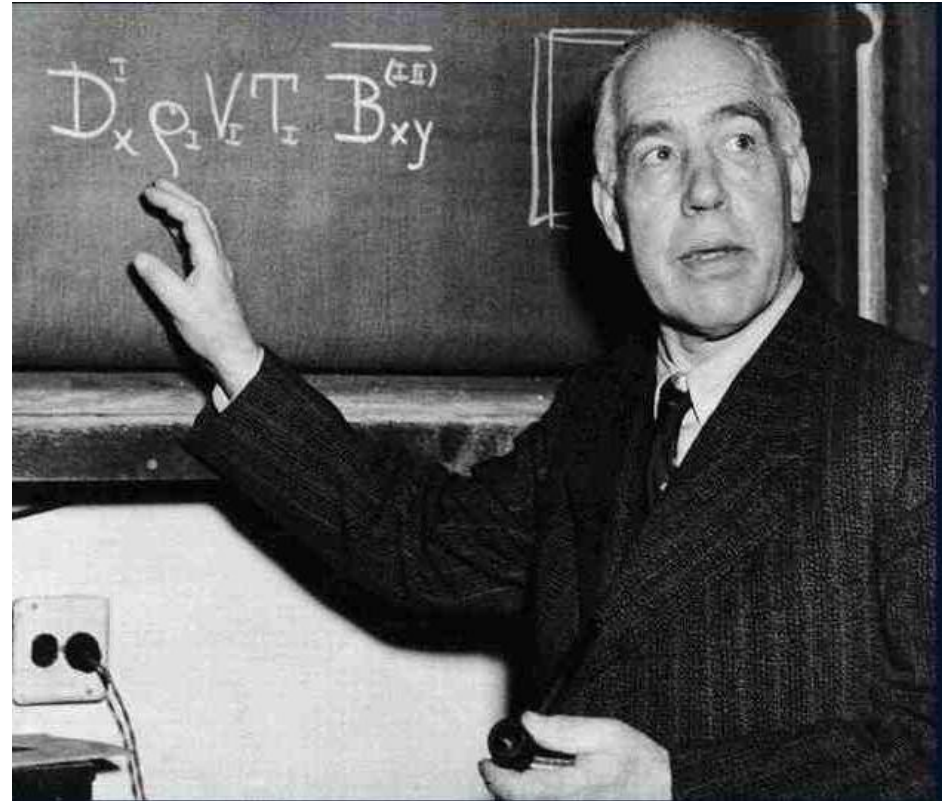
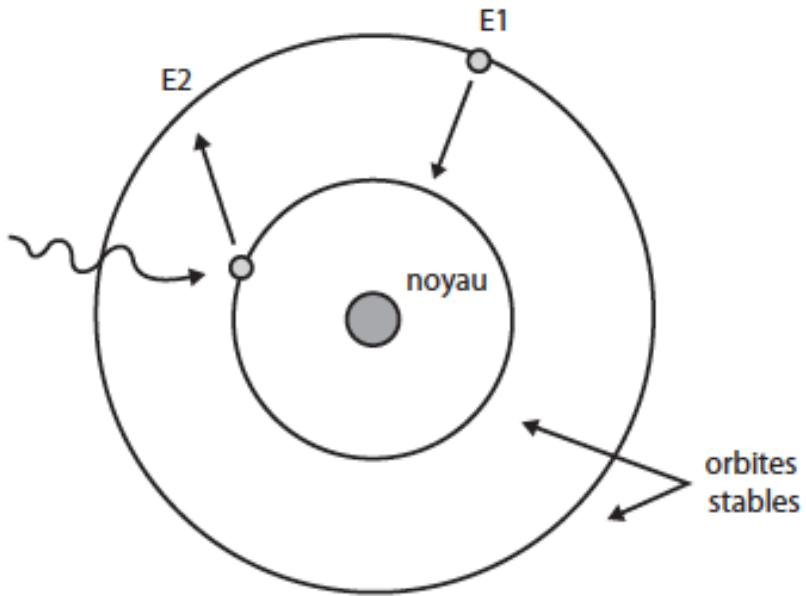
Rutherford 1911



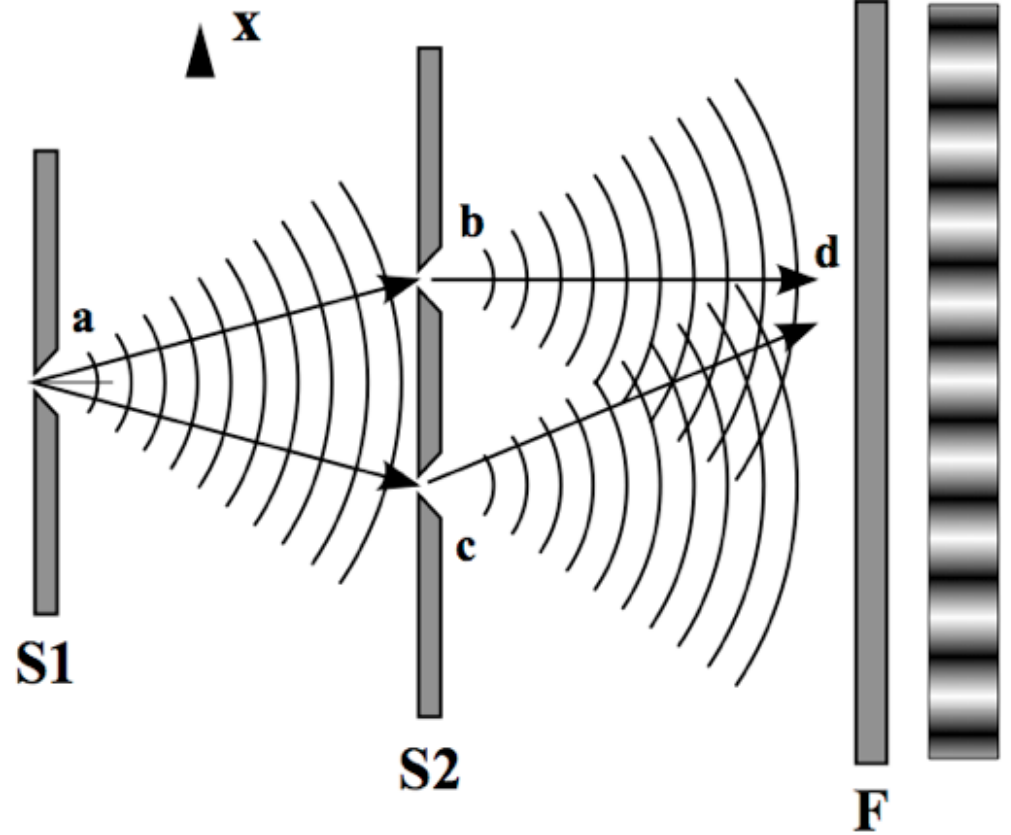
Le vide de l'atome !

protons (noyau d'hydrogène) et neutrons

Bohr 1913



de Broglie 1923



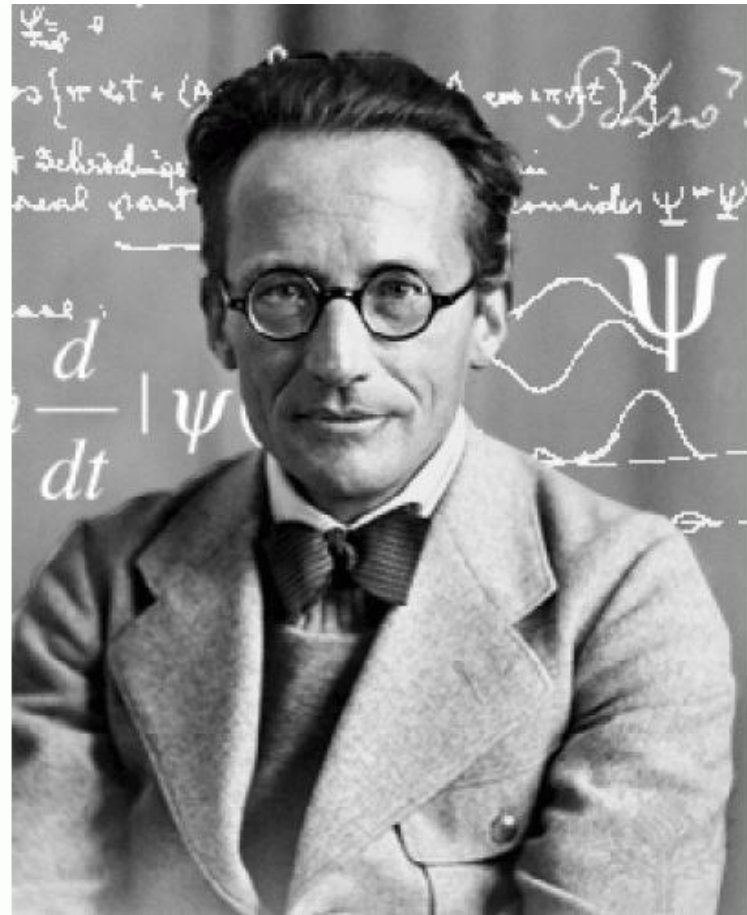
$$\lambda = h / p$$

Vidéo

Heisenberg Schrödinger 1925-26



$$\Delta x \Delta p_x \geq h / 4\pi$$

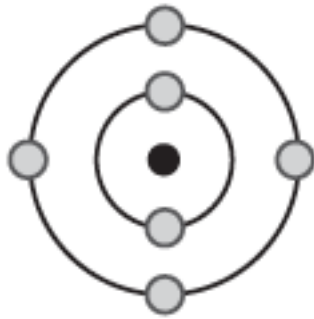


$$\text{probabilité} = |\psi|^2$$

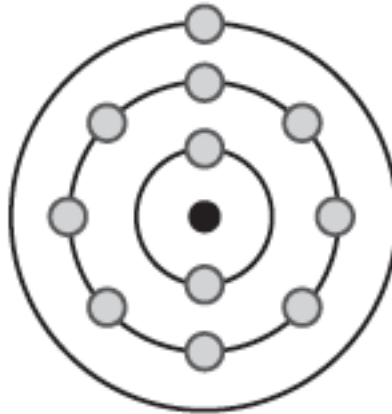
Structure atomique



Helium



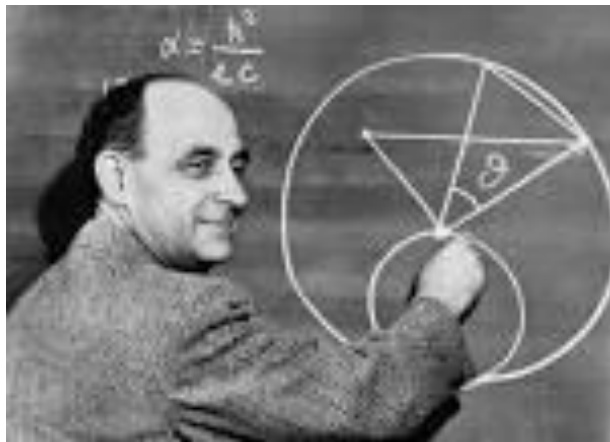
Carbone



Sodium



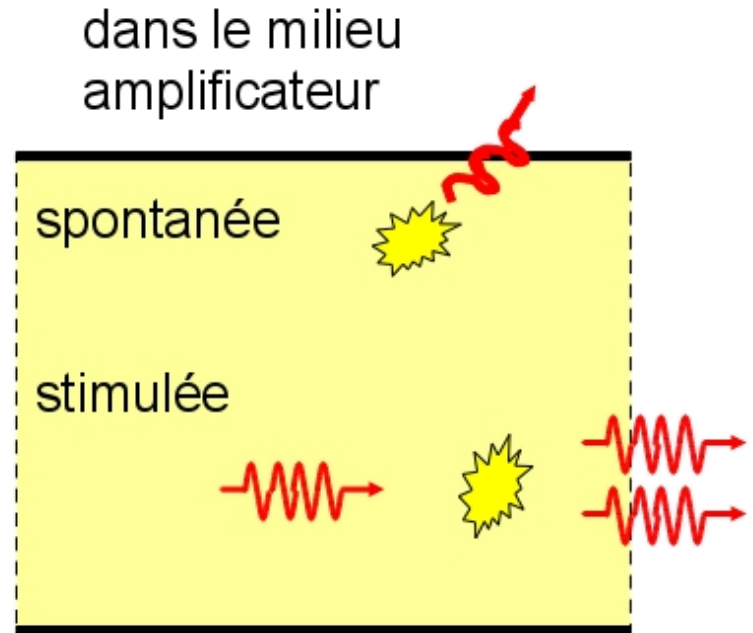
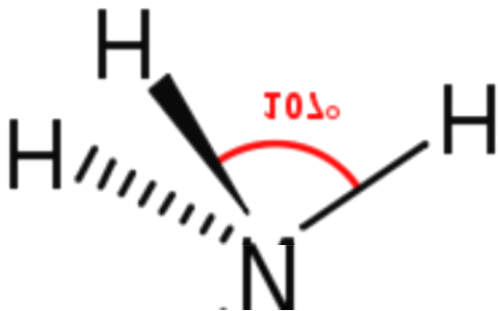
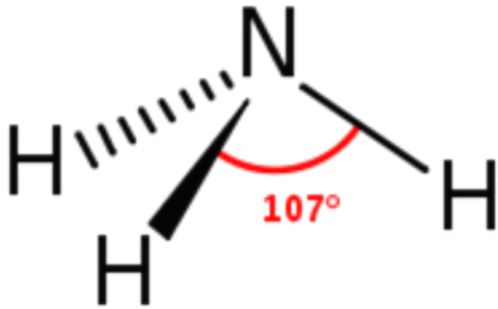
Pauli



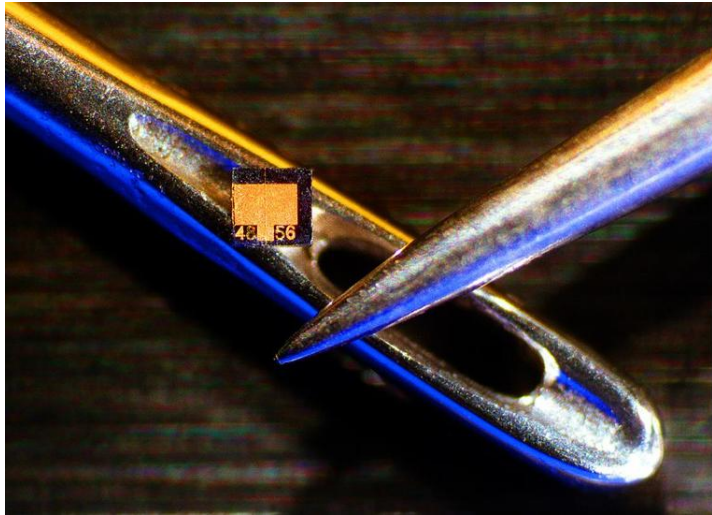
Fermi

fermions

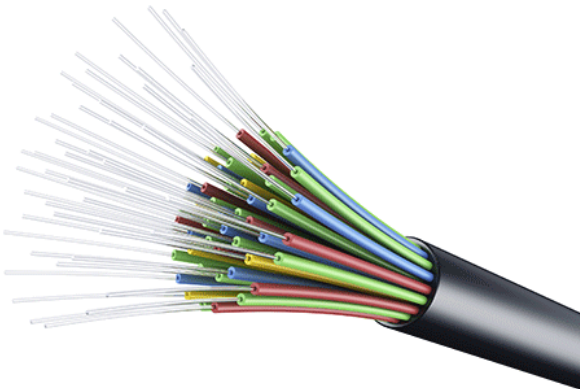
Masers & lasers



Masers & lasers



diode laser

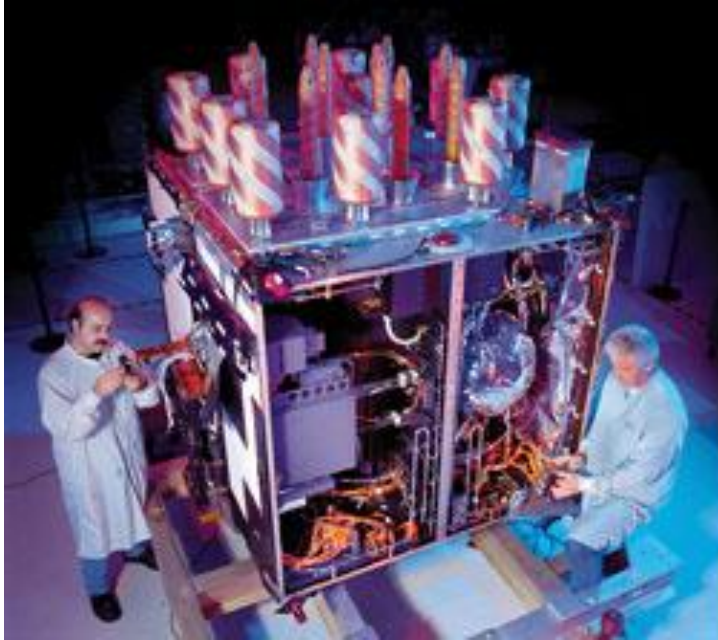


fibres optiques

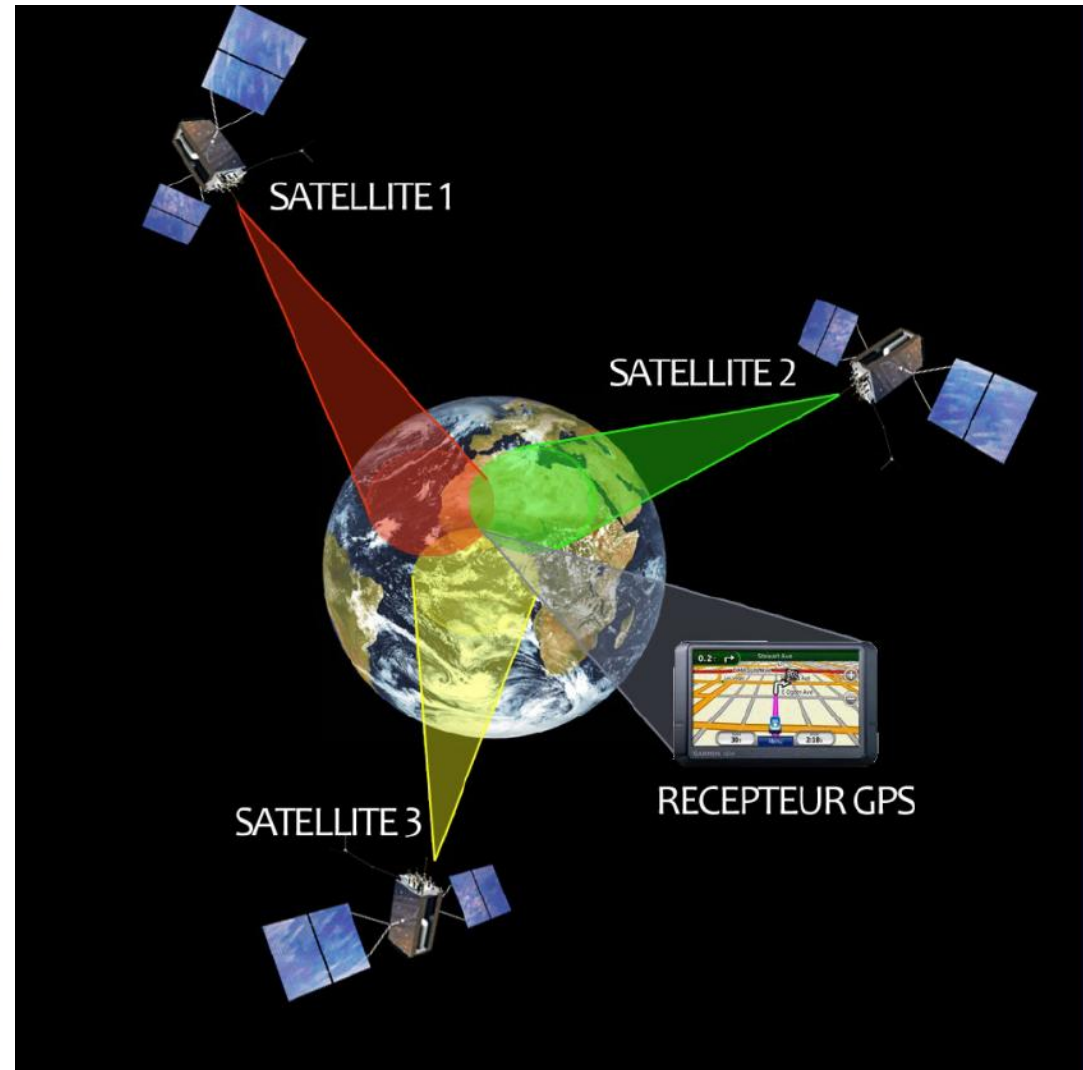


laser NOVA, USA

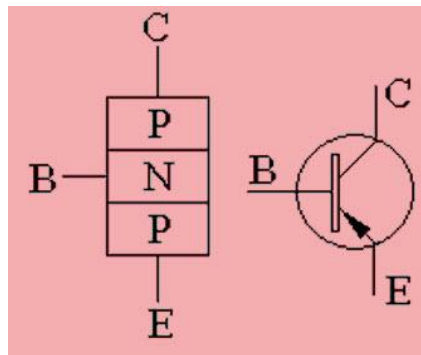
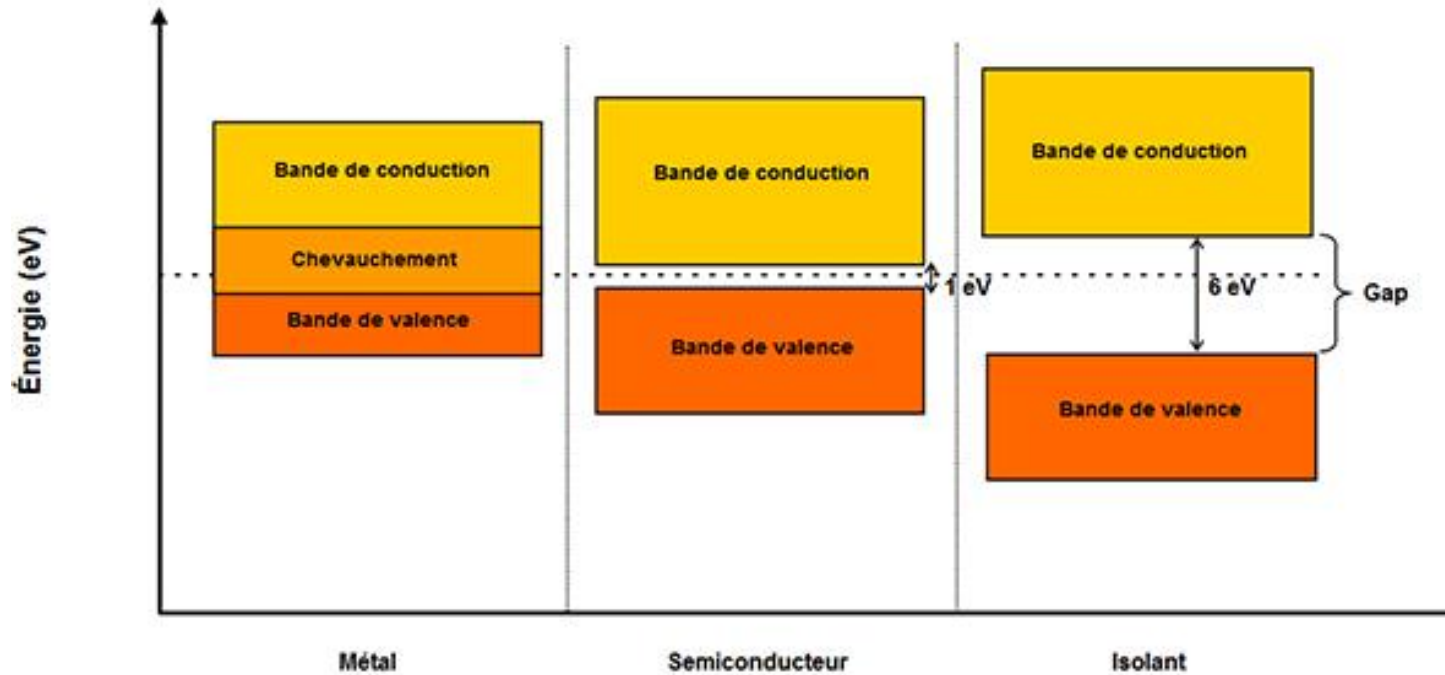
Horloges atomiques



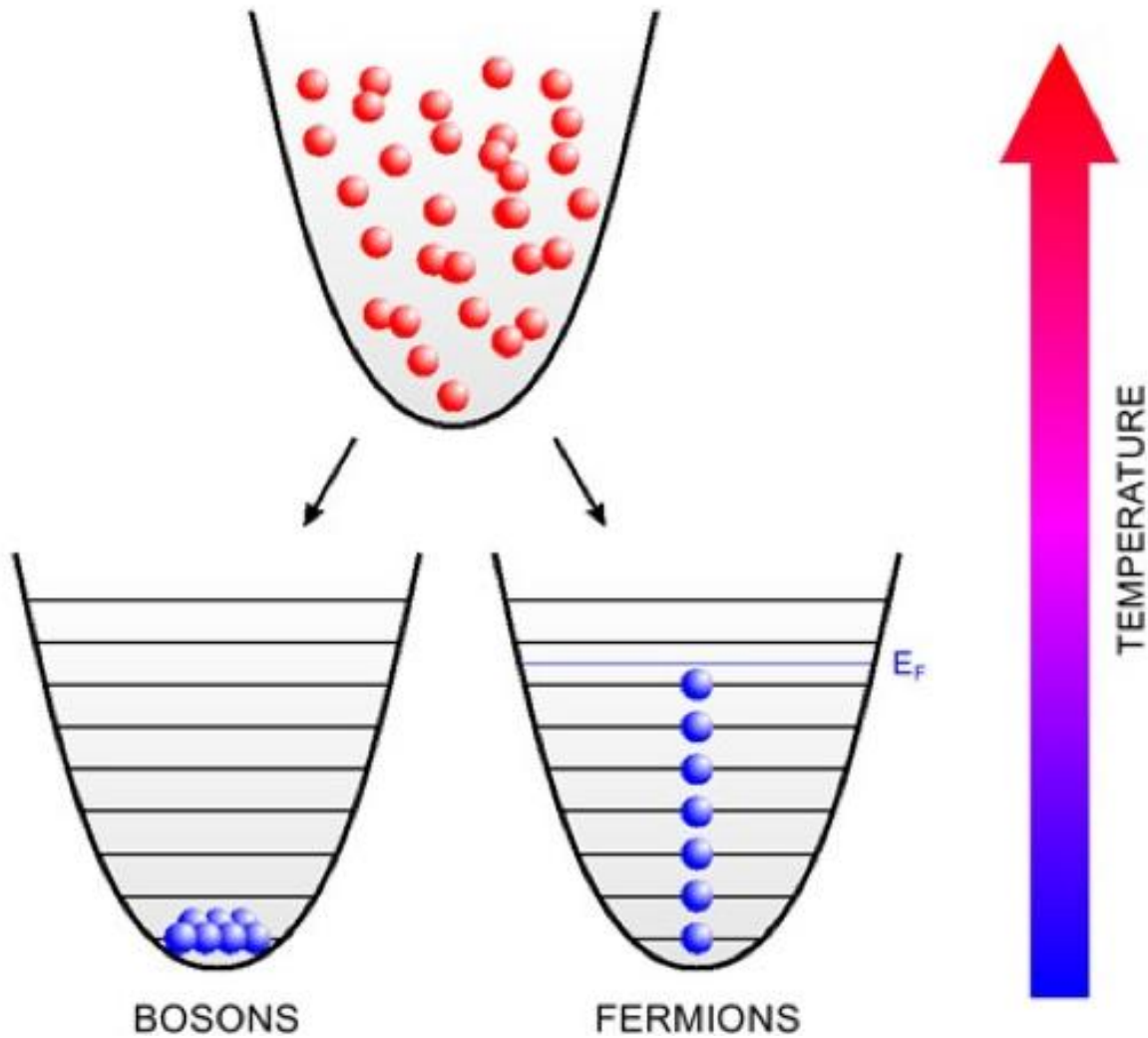
Horloge
de satellite
GPS



Semi-conducteurs

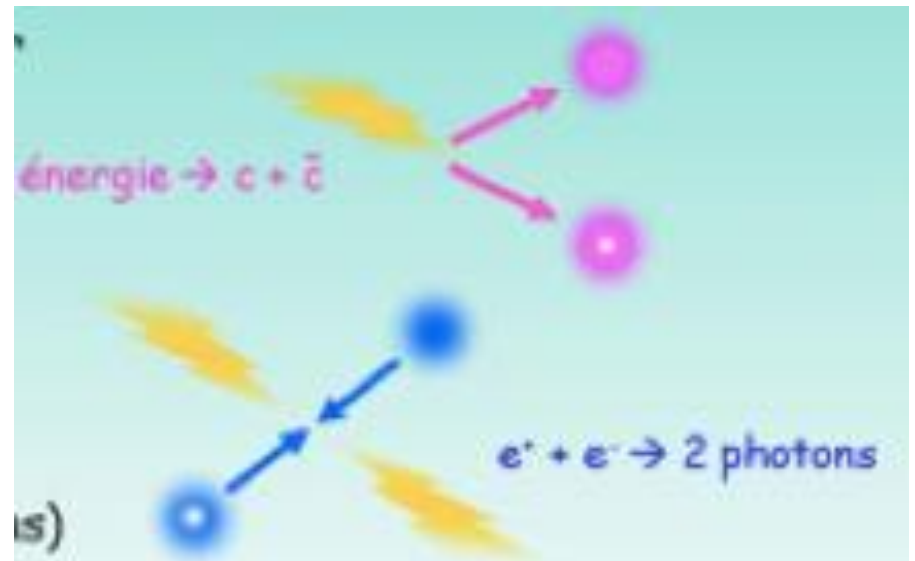
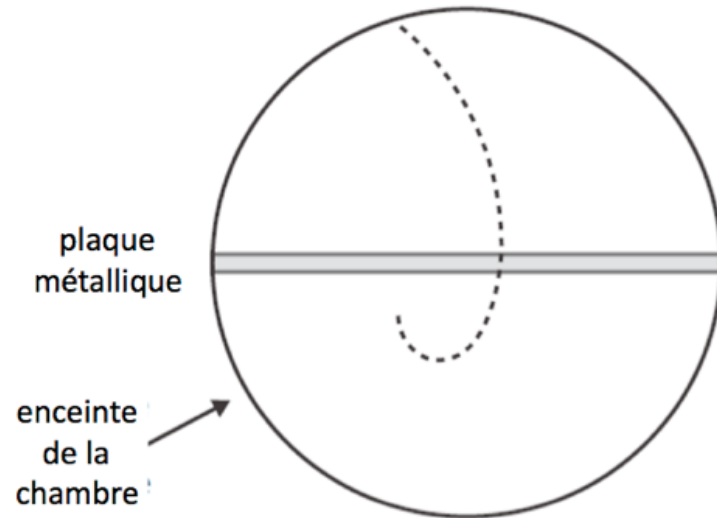


Bosons et fermions



Bose 1924

Dirac 1932



Antimatière

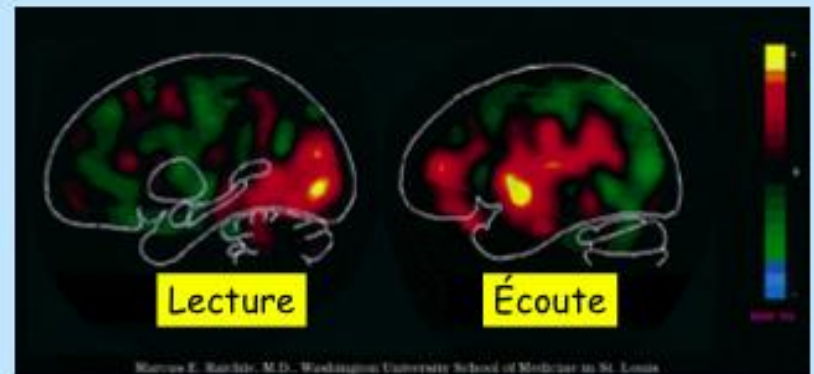
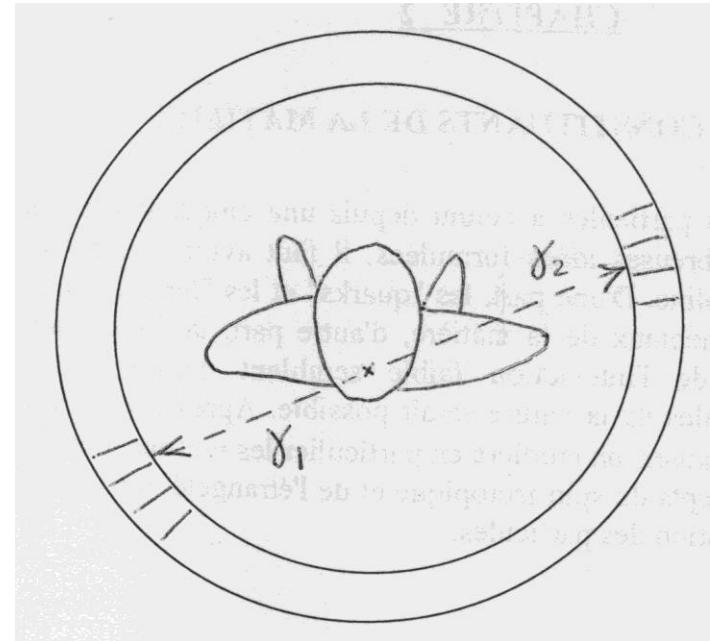
collisions
protons –
antiprotons



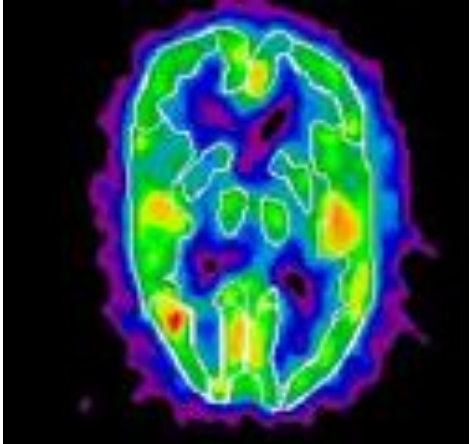
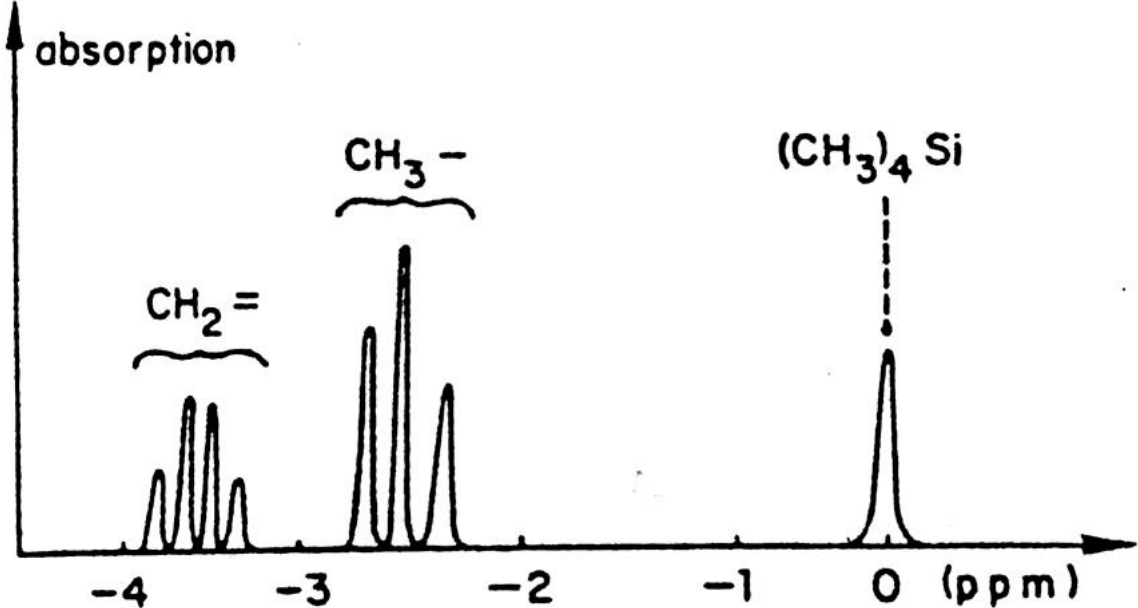
Tomographie positron



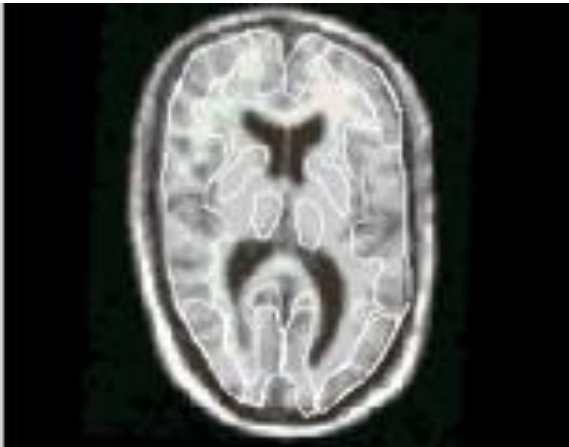
injection de ^{18}F
FluoroDesoxyGlucose



Imagerie médicale



TEP ↑



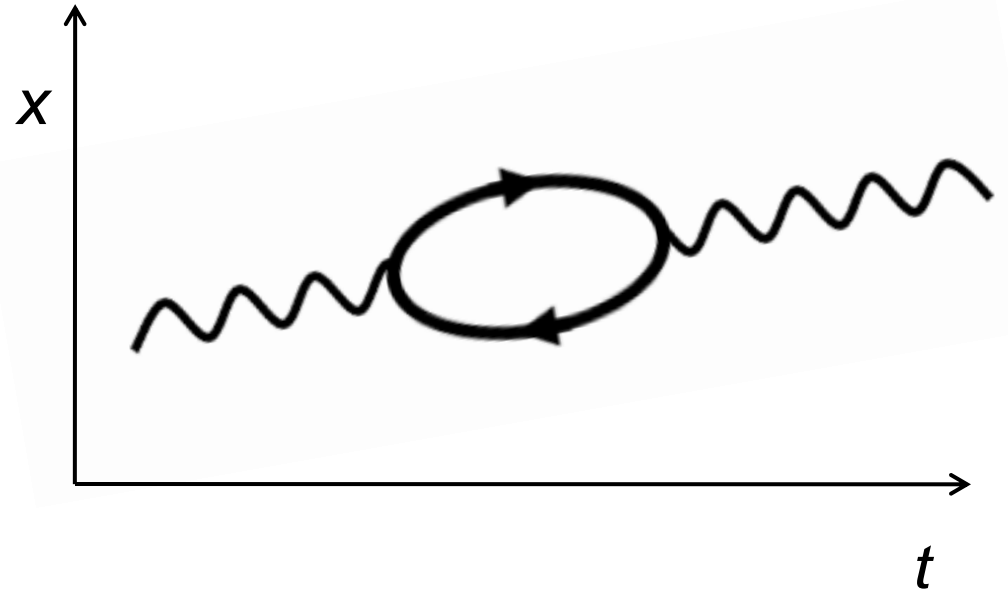
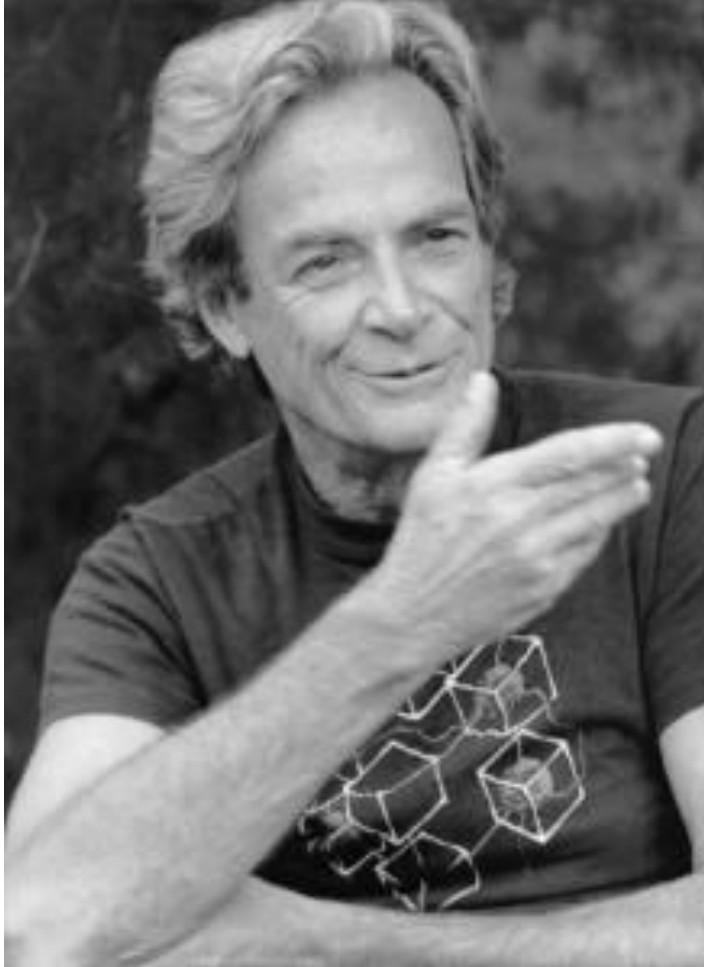
IRM



Scanner X →



Feynman 1949



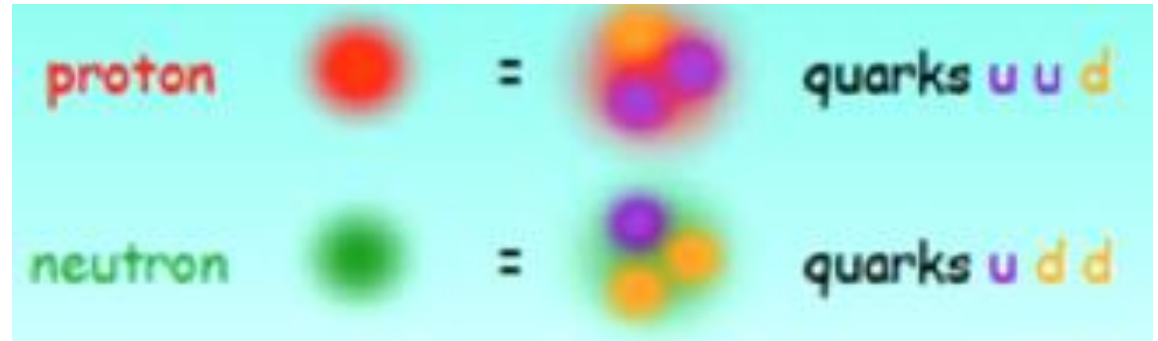
$$\Delta E \Delta t > h / 4\pi$$

**Mécanique quantique \Rightarrow
théorie quantique des champs**

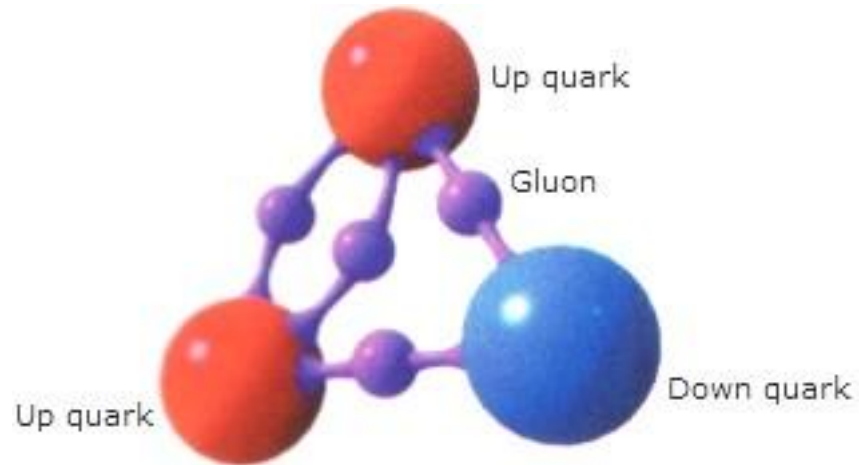
Quarks 1960 - 1970



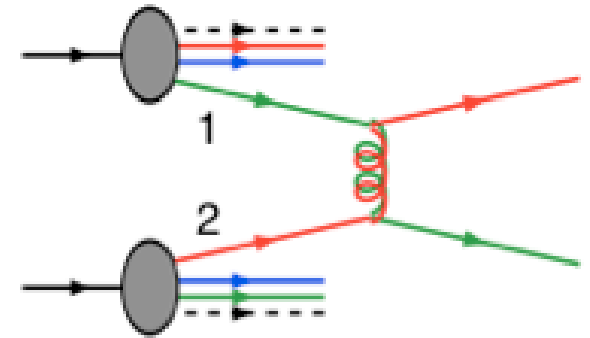
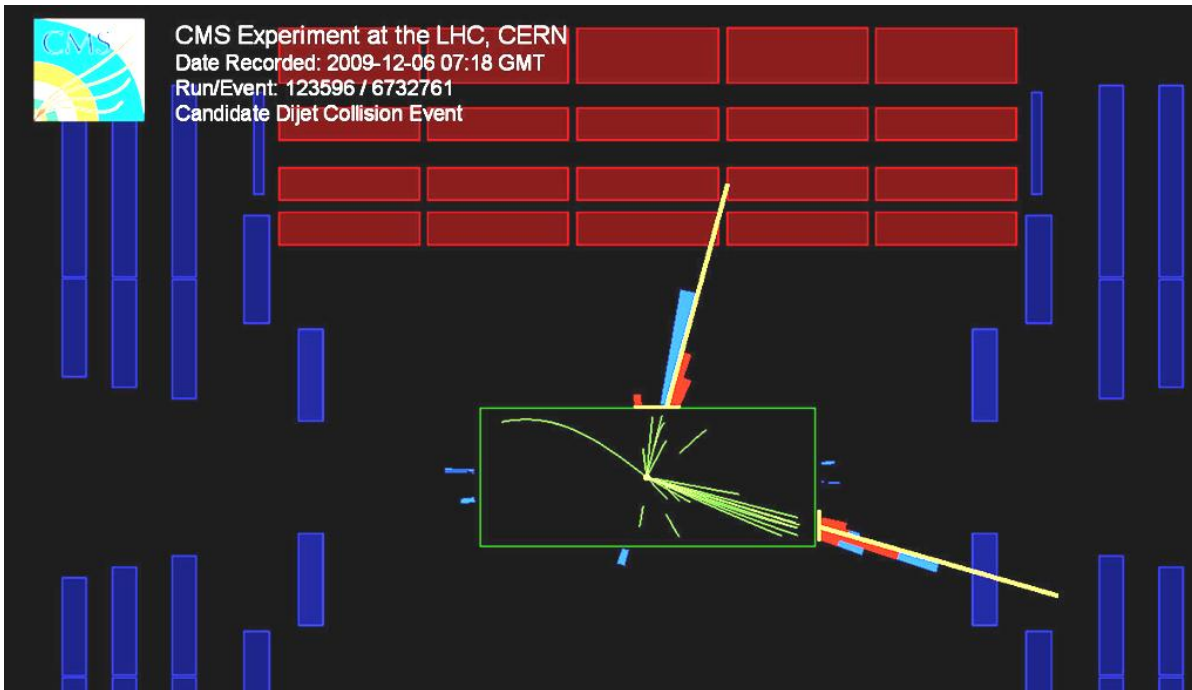
Gell-Mann



$\frac{2}{3}$ ou $\frac{1}{3}$ de la charge du proton

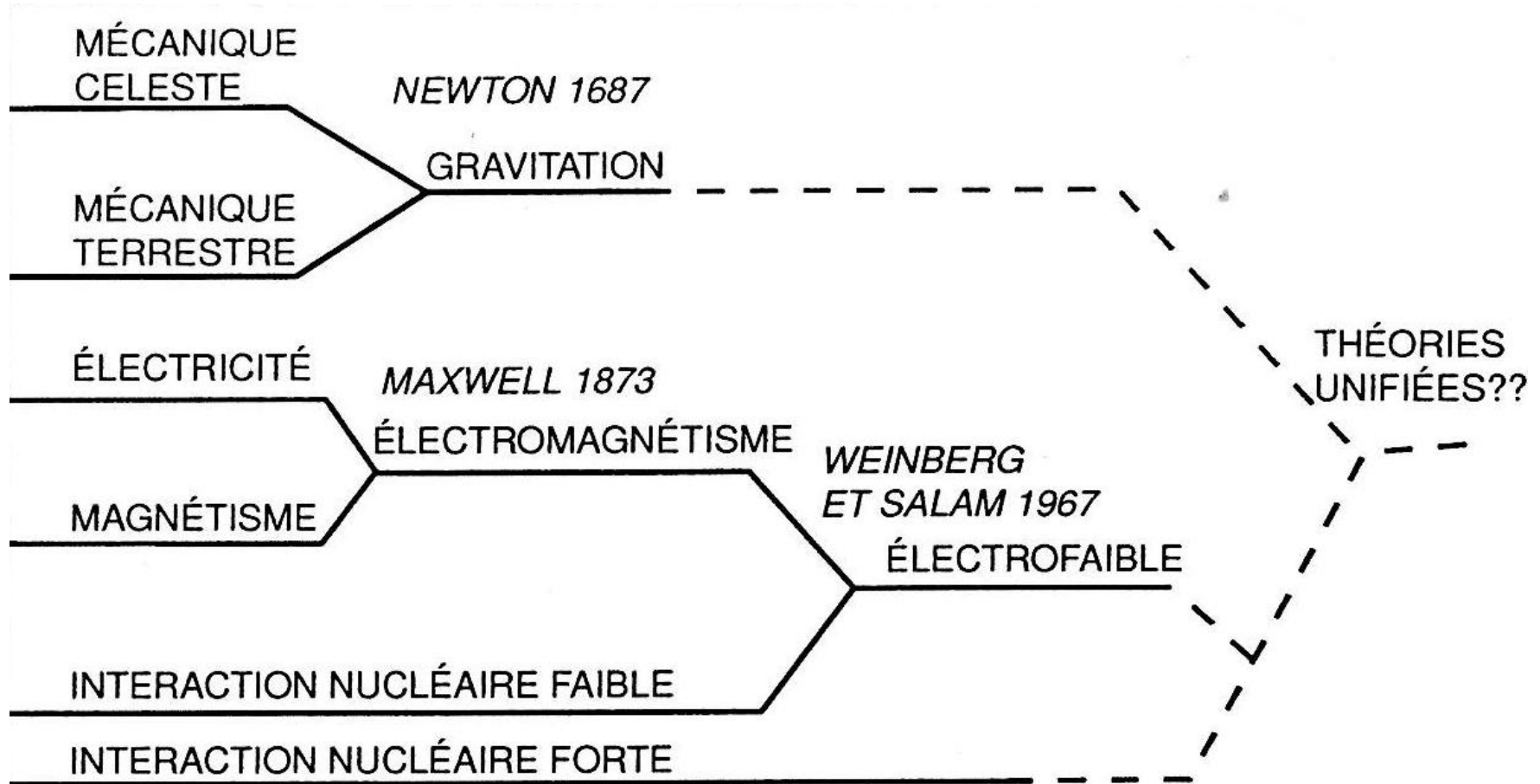


Particules de matière



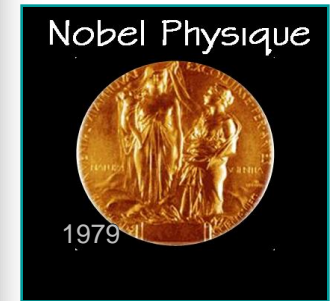
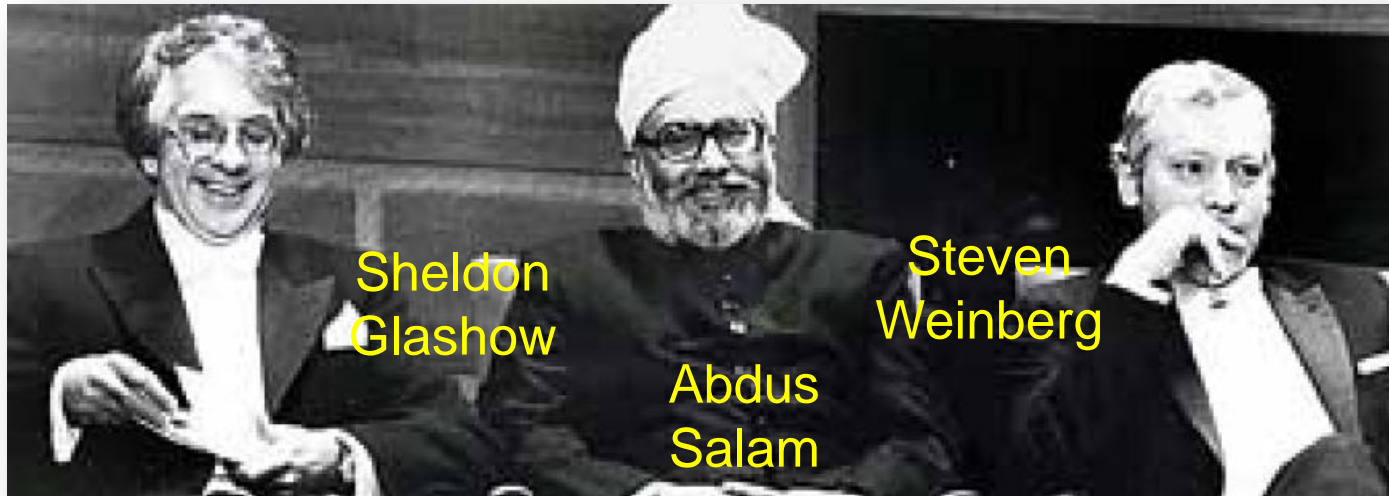
u, d			+			e^-, ν_e
c, s			+			μ^-, ν_μ
t, b			+			τ^-, ν_τ

Le rêve des physiciens



Symétries et unification

1967 : théorie électrofaible

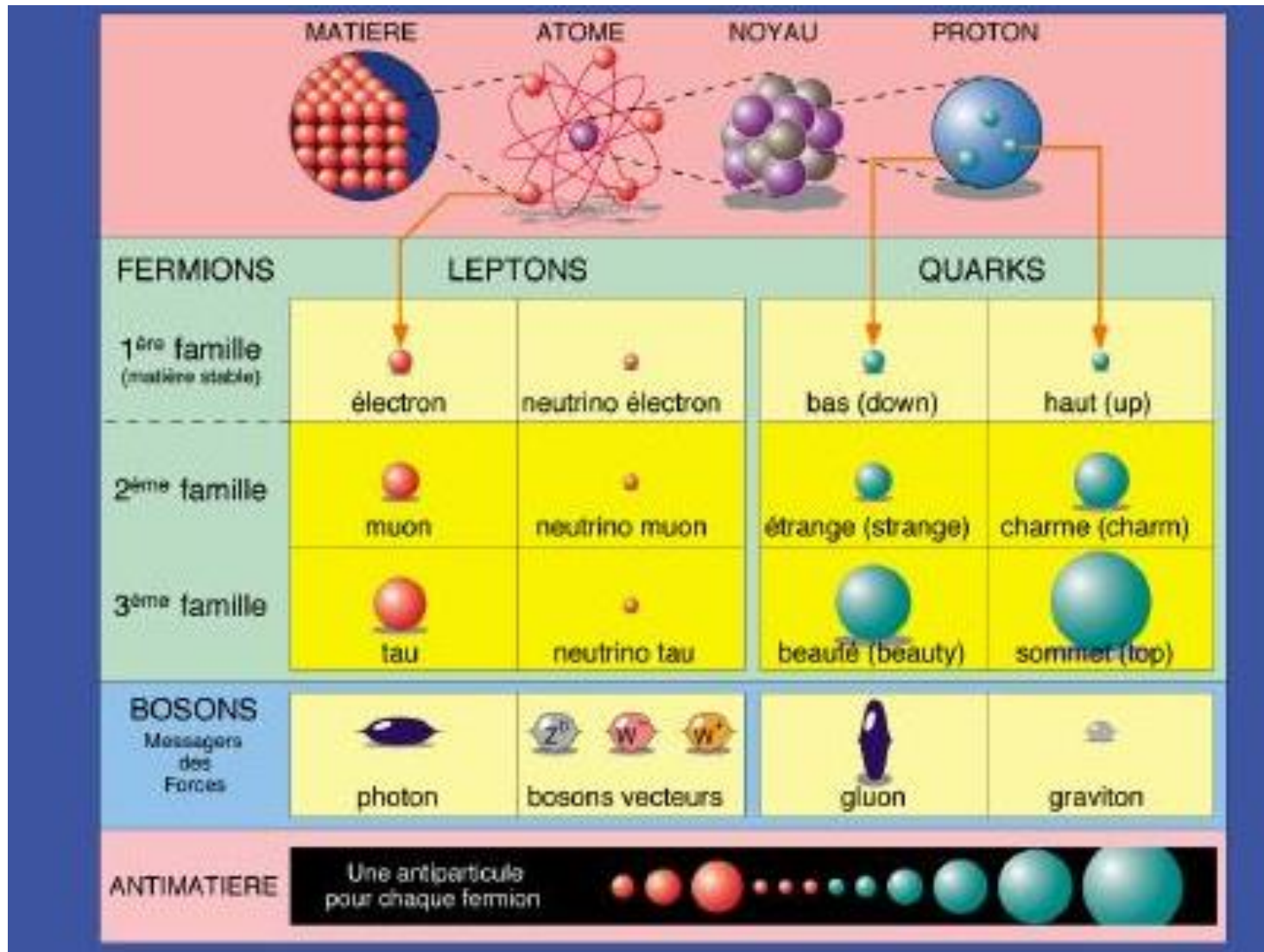


1974 : théorie des interactions fortes
(quarks, gluons)



Modèle Standard

Modèle standard 1995

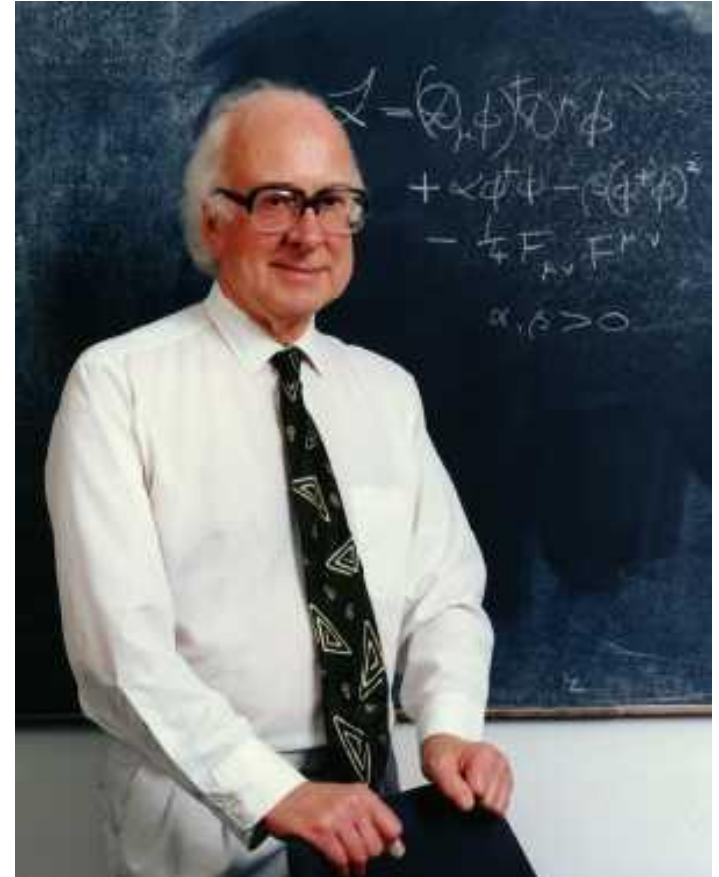
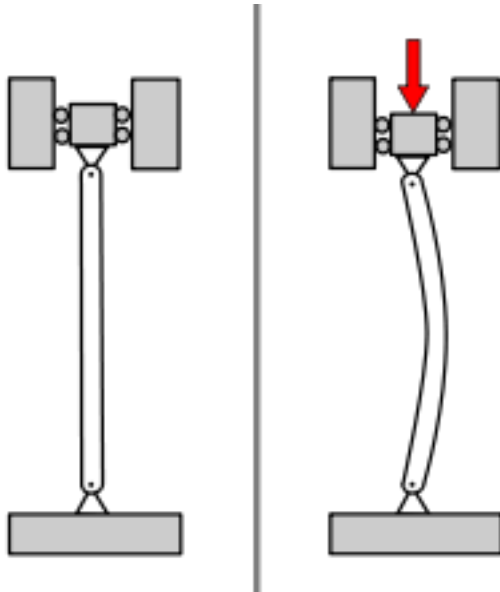


Particules de matière

Particules de champ

Brout Englert Higgs 1964

Brisure spontanée de symétrie



Champ de Higgs



$$E = mc^2$$



14/06/2017

UTT Troyes

Ph. Miné

Le boson de Higgs au LHC

LE FIGARO jeudi 5 juillet 2012



Les promesses d'une nouvelle pilule tout en un contre le VIH
sante.lefigaro.fr

sciences 11

Le Cern a mis la main sur le boson de Higgs

Les capteurs de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire ont détecté le nouveau Graal de la physique.

TRISTAN VEY

PHYSIQUE Au terme de deux présentations historiques effectuées hier matin au Cern *, à Genève, le directeur de l'organisation, Rolf Heuer, se tourne vers l'auditoire, un grand sourire aux lèvres : « Je pense qu'on l'a. Qu'est-ce que vous en dites ? » Dans une grande clameur et un tonnerre d'applaudissements, les dizaines de physiciens réunis dans la salle lâchent un vibrant : « Yes ! » L'explosion de joie est à la mesure de la découverte, l'une des

cessaires à l'apparition de quelques-uns de ces bosons. Il a parfaitement rempli son office. Les deux principaux détecteurs, Atlas et CMS, aussi.

Sandrine Laplace, qui a travaillé pour le compte du CNRS sur CMS, explique la prouesse expérimentale par une analogie. « Si nous avions pu emmagasiner toute la "musique" des données fournies par le LHC pendant un an, nous en aurions pour 600 millions d'années à tout écouter. Matériellement, nous n'avons pu enregistrer que 40 ans de musique en choisissant soigneusement les morceaux qui nous paraîs-



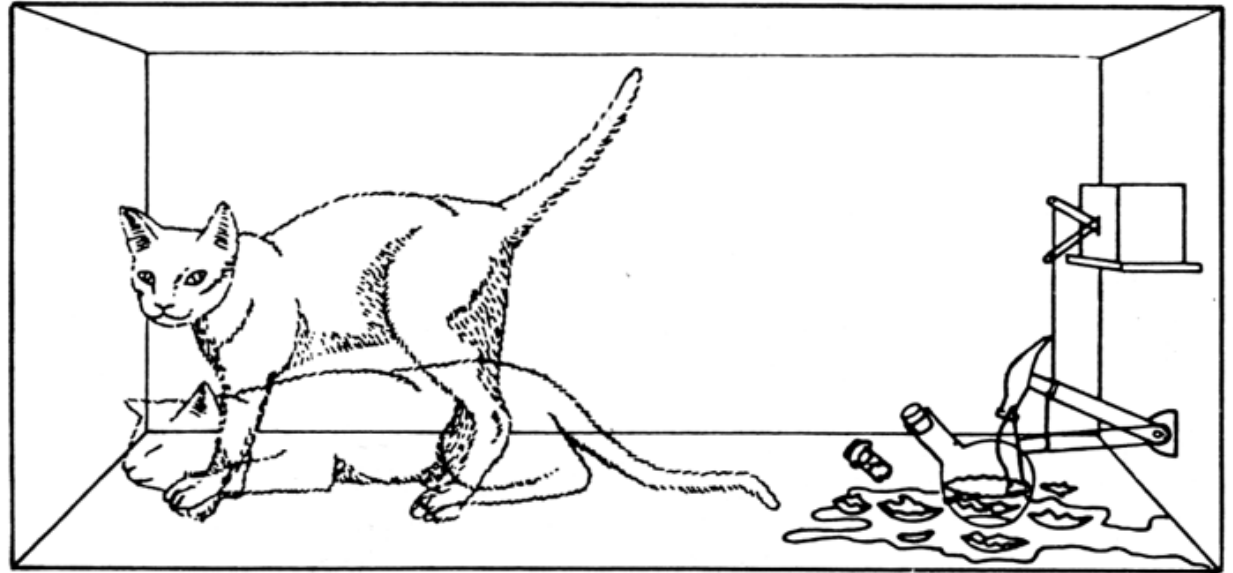
Rolf Heuer (2^e à droite) lors d'une présentation, mercredi, à des dizaines de physiciens au Cern, à Genève. DENIS BALBOUZE/REUTERS

Le boson de Higgs au LHC



Paradoxes 1935

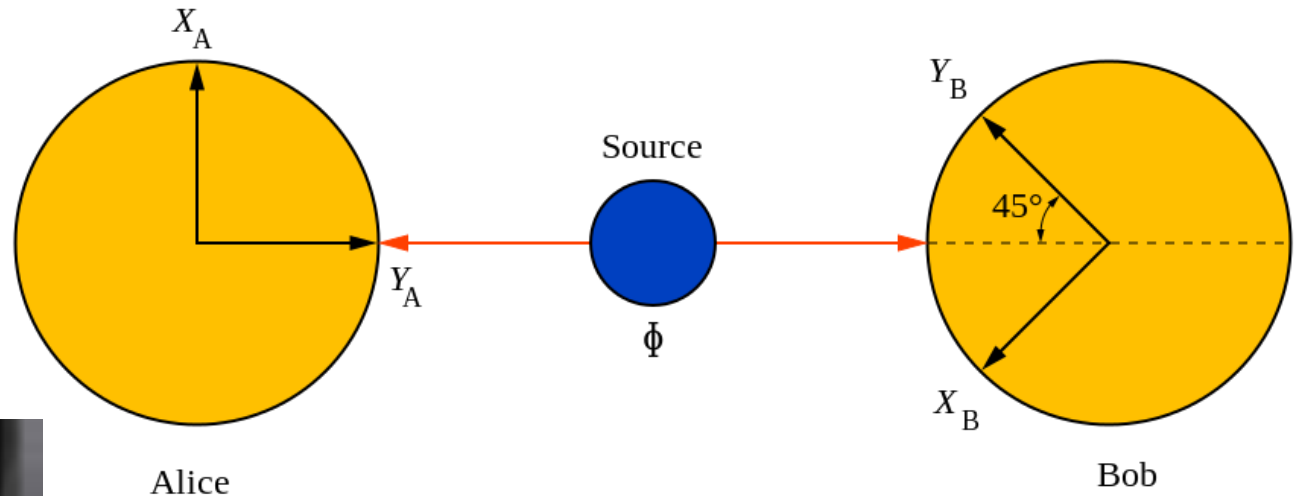
Schrödinger



EPR (Einstein Podolsky Rosen) 1935

quantique \neq relativité

Bell 1964



Test de « variables cachées »

Expérience d'Aspect 1982

Cryptographie quantique

Citations

Planck : "La théorie quantique est un « explosif puissant et dangereux pour nos concepts physiques. »

Einstein « Le Vieux ne joue pas aux dés. »

Bohr « Qui êtes vous Monsieur Einstein pour dire à Dieu ce qu'il doit faire ? »

Dirac « Mon équation est plus intelligente que moi. »

Feynman « Je pense pouvoir dire sans trop me tromper que personne ne comprend la mécanique quantique. »

Hawking "« Non seulement Il joue aux dés, mais Il les lance là où on ne peut pas les voir. »