

Physique des particules et enseignement

Sébastien Descotes-Genon

`descotes@th.u-psud.fr`

Laboratoire de Physique Théorique
CNRS & Université Paris-Sud, 91405 Orsay, France

Futur en Seine, 11 juin 2016

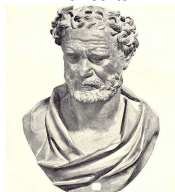


La physique des particules

Au fond, de quoi la matière est-elle constituée ?

- Antiquité (philosophe grec)
air, eau, terre, feu ou atomes ?
- 18-19^{ème} siècle (chimiste)
molécules faites d'atomes
- 19-20^{ème} siècle
(physicien(ne) atomique & nucléaire)
électrons et noyaux atomiques
- 21^{ème} siècle
(physicien(ne) des particules)
particules élémentaires

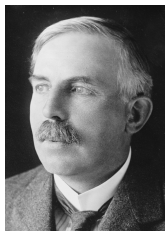
Démocrite



Lavoisier



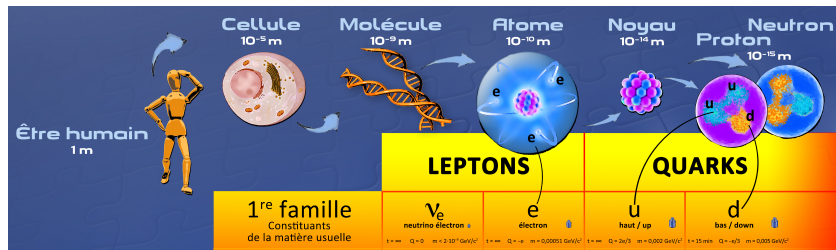
Rutherford



Weinberg

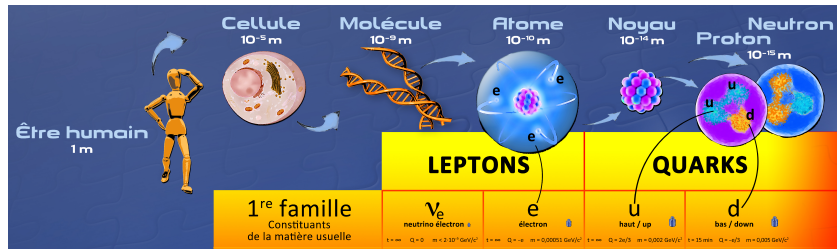


De plus en plus fin

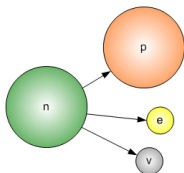


- Quarks: constituants des protons (uud) et neutrons (udd)
- Électrons: liaisons chimiques, électricité
- Neutrino: désintégrations radioactives: $n \rightarrow pe^- \bar{\nu}_e$ (15 min)

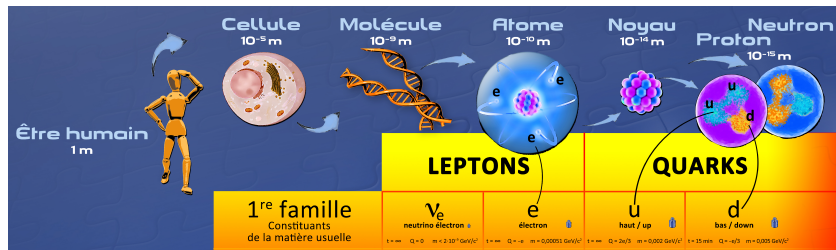
De plus en plus fin



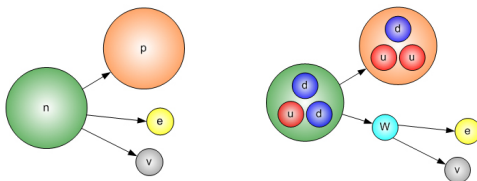
- Quarks: constituants des protons (uud) et neutrons (udd)
- Électrons: liaisons chimiques, électricité
- Neutrino: désintégrations radioactives: $n \rightarrow pe^- \bar{\nu}_e$ (15 min)



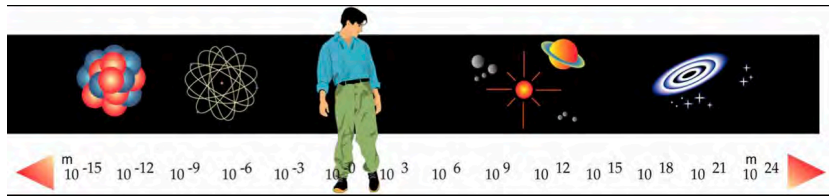
De plus en plus fin



- Quarks: constituants des protons (uud) et neutrons (udd)
- Électrons: liaisons chimiques, électricité
- Neutrino: désintégrations radioactives: $n \rightarrow pe^- \bar{\nu}_e$ (15 min)



Monter en énergie, diminuer en taille



- sonder sur des distances réduites
- avec des particules d' E de plus en plus élevée
- photons de plus en plus énergétiques (UV, X, γ)
- ou d'autres projectiles (électrons, protons...)



Dessine-moi une particule

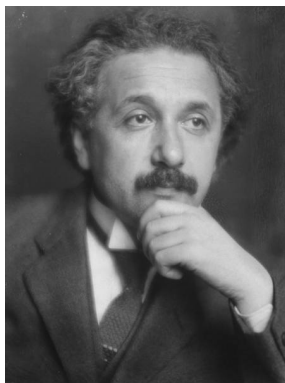


Pas vraiment du billard. . .

- Elles ont parfois les propriétés d'onde (étendue) plutôt que particule (ponctuelle)
- Capables d'atteindre des vitesses proches de celle de la lumière
- Peuvent disparaître en laissant apparaître d'autres particules à leur place (désintégration)

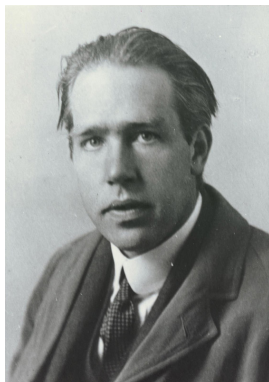
Un champ de bataille théorique

Albert Einstein



Relativité restreinte
(Poincaré, Lorentz...)
 c vitesse de la lumière (v max)
objets rapides

Niels Bohr



Mécanique quantique
(Schrödinger, Heisenberg...)
 h quantum d'action ($E \cdot t$ min)
temps courts

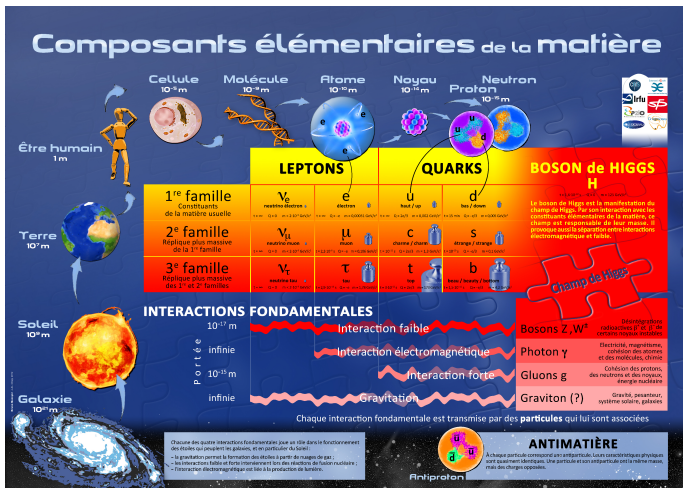
Les adversaires réconciliés

- Collisions pour sonder des échelles de + en + fines
- En cassant la matière en ses constituants de plus en plus petits
- E suffisamment élevée pour des effets relativistes et quantiques



- On ne casse plus la matière en sous-constituants. . .
- . . . on crée de **nouvelles particules** lors de collisions violentes
- . . . et qui peuvent se désintégrer très rapidement
- C'est la base des études en physique des particules !

Une vision de la matière

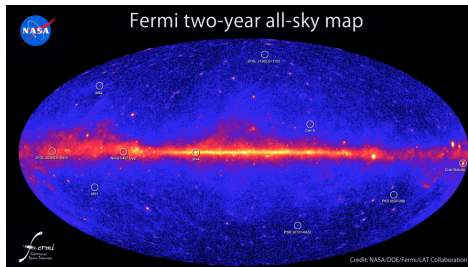


- Constituants de la matière, des particules plus ou moins lourdes
- Trois interactions différentes (électromagnétique, forte et faible)

Où la tester ?



Infiniment petit
Collisions énergétiques
pour créer des particules
Expériences sur collisionneurs



Infiniment grand
Phénomènes astrophysiques et
évolution de l'Univers
Observations astro

Enjeux au lycée

Bases de la physique

- Ordres de grandeur, distance, énergie
- Structure de la matière
- Lois de conservations: énergie, charge électrique . . .

Physique contemporaine

- Evolution des connaissances (2012 : découverte du boson H !)
- Désintégrations, transformation de la matière
- Mécanique quantique (structure de l'atome et intérieur)
- Relativité restreinte (rayons cosmiques)

Autour de la physique

- Lien entre mathématique et physique
- Démarche scientifique: hypothèses et tests
- Outils: détecteur, informatique. . .
- Big science : variété des métiers de la recherche