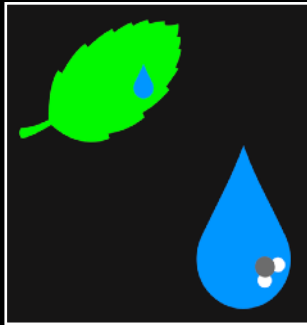


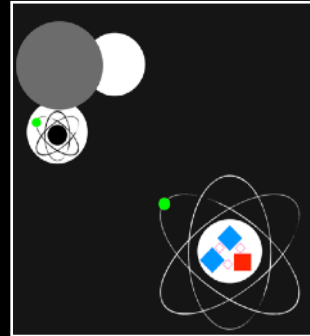
Le Livre pour Bébé sur la Physique des Particules - Expliqué !

Page 1



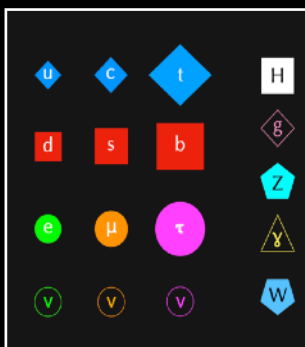
La physique des particules étudie ce dont l'Univers est fait. Prenez une **feuille** par exemple. Si vous la regardez d'un peu plus près, vous verrez qu'elle est principalement faite d'**eau** ... Mais que voit-on si on augmente le grossissement ?

L'**eau** est un liquide composé de **molécules** H_2O . Les molécules sont des groupes d'**atomes**. Dans le cas de l'eau, on compte deux atomes d'Hydrogène pour un atome d'Oxygène. Les **atomes** sont faits d'éléments encore plus petits : un noyau fait de **quarks** et de **gluons**, entouré d'**électron(s)**.



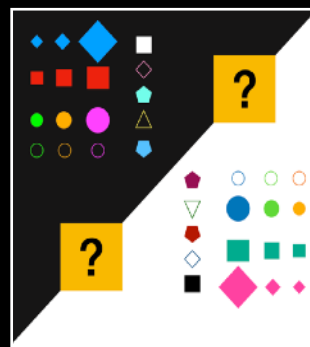
Page 2

Page 3



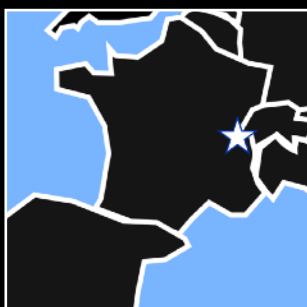
Les **quarks**, **gluons** et **électron(s)** forment le **Modèle Standard**, la meilleure description à ce jour des briques de base dont notre Univers est fait. Le Modèle Standard inclut les **quarks**, les **leptons chargés** et leurs **neutrinos**. Les forces qui les font interagir sont portées par d'autres particules : les **bosons**.

Pourrait-il y avoir **plus** de particules que celles que nous connaissons ? **Nous pensons que oui !** Nous essayons de les trouver. Par exemple, dans une théorie appelée **Supersymétrie**, chaque particule du Modèle Standard a un jumeau « miroir ».



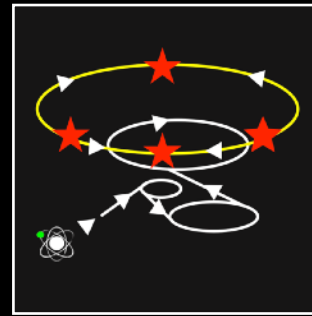
Page 4

Page 5



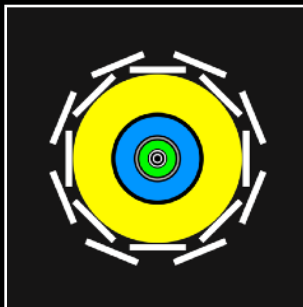
Le **CERN** est l'un des endroits où nous cherchons de **nouvelles particules**. Il se trouve à la frontière entre la France et la Suisse. C'est l'un des plus grands laboratoires au monde ! Des milliers de scientifiques venus de partout y travaillent ensemble pour comprendre notre Univers.

Bienvenue au complexe accélérateur du **CERN** ! Des **atomes** sont accélérés par le **LHC** ("Large Hadron Collider") presque jusqu'à la vitesse de la lumière. Ensuite, ils **entrent en collision**, ce qui produit des particules que nous étudions.



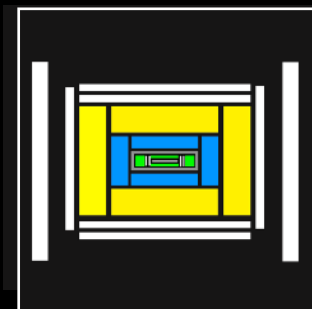
Page 6

Page 7



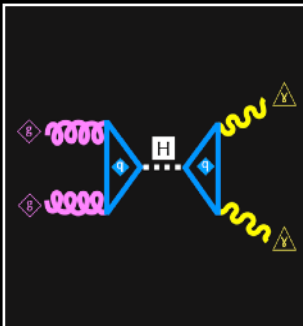
Aux points de collision sont installés des détecteurs énormes qui observent les particules produites, à la manière de caméras 3D géantes. On voit ici des coupes du **détecteur ATLAS**, de face et de côté. En partant du centre, le **trajectographe** enregistre les trajectoires des particules chargées tandis que l'**aimant solénoïde** courbe ces mêmes trajectoires, ce qui permet d'estimer la

quantité de mouvement des particules ; ensuite, le **calorimètre électromagnétique** mesure l'énergie que photons et électrons y ont déposée; puis le **calorimètre hadronique** détecte les particules formées de quarks et de gluons ; enfin, le **spectromètre à muons** nous renseigne sur les endroits où ces particules sont passées.



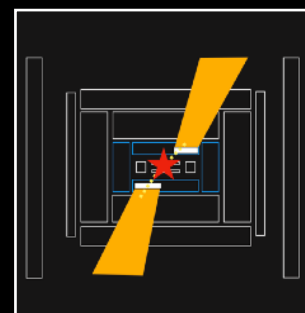
Page 8

Page 9

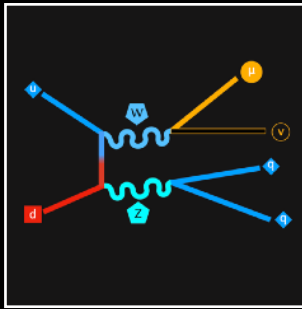


Voici un diagramme de Feynman. Il montre une interaction entre particules lors d'une collision de noyaux atomiques au Large Hadron Collider. Dans cet exemple, deux **gluons** fusionnent via un **quark** ; ils forment un **boson de Higgs**, lequel se désintègre en

photons en passant par des **quarks**. La **collision** se produit au centre du détecteur. Les **photons** issus de désintégrations du **boson de Higgs** sont vus comme des dépôts d'**énergie** dans le **calorimètre électromagnétique**. On peut reconstruire la masse du **boson de Higgs** en mesurant l'énergie des deux photons et l'angle qui les sépare.

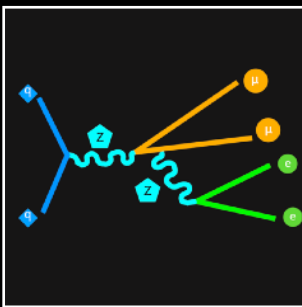
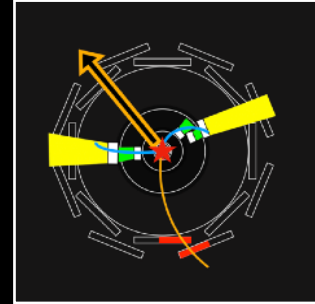


Page 10



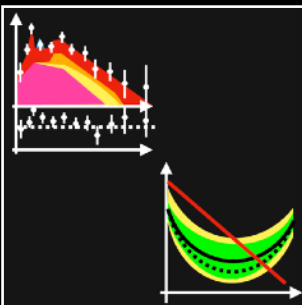
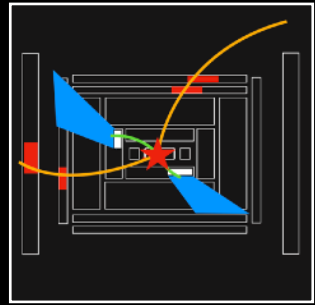
Des **quarks** appartenant aux noyaux entrés en collision peuvent interagir et émettre une paire de **bosons**, dont l'un se désintègre en produisant des **quarks**, et l'autre en un **muon** et un **neutrino muon**. Dans le détecteur, les **quarks** forment des **jets** dans les calorimètres. Les

muons sont repérés grâce aux **coups** qu'ils laissent dans les couches du **spectromètre à muons**. Les **neutrinos** traversent tout le détecteur sans laisser de traces : on les repère en comptabilisant l'énergie « manquante » qu'ils ont emportée !



Ici, une paire de **quarks** se désintègre en un **boson Z**, qui se désintègre à son tour en une **paire de muons** et une paire d'**électrons**. Dans le détecteur, les **électrons** laissent des traces et déposent leur **énergie** dans le calorimètre. Les **muons** sont repérés

grâce aux **coups** enregistrés dans le spectromètre à muons. Les électrons et les muons sont des particules chargées : leurs trajectoires sont courbées par le champ magnétique à l'intérieur du détecteur.



Nous utilisons nos détecteurs pour mesurer la **fréquence** avec laquelle certaines réactions se produisent et nous comparons ces données avec des **prédictions**. Nous utilisons ces observations pour placer des **limites supérieures** sur le taux de production de nouvelles particules

potentielles, sans **jamais les avoir vues**. Nous pouvons ainsi exclure la possibilité que certaines de ces particules existent !

Un jour, nous aurons peut-être un **collisionneur encore plus grand**. Il pourrait faire 100 km de long et passer sous le lac Léman. Il faudra des décennies pour le concevoir puis le construire. Peut-être que **tu** deviendras un scientifique et que tu utiliseras toi-même cet instrument pour découvrir de nouvelles particules, une fois que tu auras grandi ?

