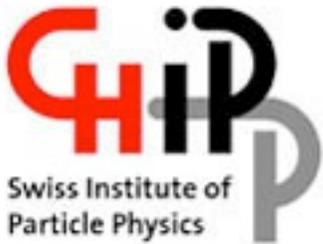


# Outreach activities at EPFL



Fred Blanc



CHIPP outreach meeting  
March 9, 2011

- Past events: 2010 EPFL “portes ouvertes”
- Future: common EPFL student lab building



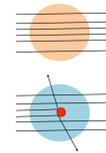
- Physics at accelerators
- Rutherford experiment
- Visitors can play a game illustrating the Rutherford experiment:

## 1. a flat table



## Les accélérateurs

### 1. L'expérience de Rutherford

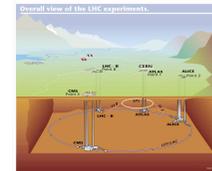


Vers 1900, les physiciens pensaient que l'atome avait une structure homogène, une sorte de flan caramélisé. En 1909, le chercheur Ernest Rutherford bombarde une mince feuille d'or avec des particules produites par une source radioactive. Il s'attend à voir ces «projectiles» traverser le flan tout droit (image d'en haut). Au contraire, il constate que de temps en temps les projectiles subissent des déviations importantes (image d'en bas). Rutherford en déduit qu'il y a quelque chose de dur et lourd au centre de l'atome: le noyau.



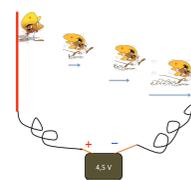
### 2. Le jeu

Au centre de chacune des trois tables, sous un cache, se trouve une cible de forme inconnue (carrée, ronde, triangulaire). Un petit "accélérateur" vous permet de bombarder la cible avec des projectiles (des billes en acier). Trouver la forme de la cible à partir des trajectoires des billes qui ont touché la cible! Le principe de ce jeu est analogue à l'expérience de Rutherford.



### 3. Les recherches 100 ans après Rutherford

Aujourd'hui, nous connaissons un certain nombre de particules qui nous paraissent élémentaires, c'est-à-dire sans une structure interne: l'électron, le neutrino et le quark. Leur taille est plus petite que  $10^{-15}$  mètres, soit  $0.000000000000001$  m. Toutefois, les physiciens pensent que cela ne peut pas être la fin de l'histoire, et ils cherchent à savoir s'il y a une structure. Il s'agit de rejouer l'expérience de Rutherford. Mais pour pouvoir pénétrer des objets si minuscules, il faut des projectiles très rapides. Pour y arriver, les chercheurs ont construit de gros accélérateurs de particules, comme le LHC du CERN.



### 4. Comment fonctionne un accélérateur ?

Une particule chargée électriquement (signe + ou -) est placée entre deux plaques connectées à une source de courant. Dans la figure, Speedy Gonzales est chargé positivement: il est repoussé par la plaque connectée au pôle positif de la pile de 4.5V et il est attiré par celle attachée au pôle négatif. Un tube pour les rayons X, ou le tube cathodique de la bonne vieille télé (celle d'avant les écrans plats) fonctionnent de cette façon: ce sont de petits accélérateurs. Le LHC du CERN est un accélérateur 100 millions de fois plus puissant: si la télé accélère les particules à environ 20 keV (kilo électron Volt), le LHC le fait à 7 TeV (Tera électron Volt), ce qui équivaut à l'utilisation d'une pile de 7'000'000'000'000 V... A la place d'utiliser une "pile gigantesque", on fait passer plusieurs fois les particules dans la même région accélératrice. Le LHC est un anneau de 27 km de long, dans lequel les particules circulent 40 millions de fois par seconde.

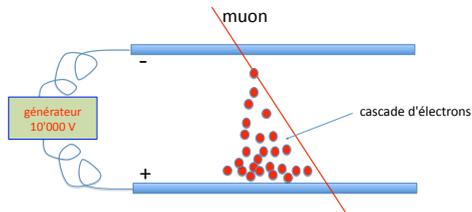
- Physics at accelerators
- Rutherford experiment
- Visitors can play a game illustrating the Rutherford experiment:
  1. a flat table
  2. a hidden object has an unknown shape (triangle, disk)
  3. small steel balls roll down a little ramp (the “accelerator”)
  4. the player observes the scattering of balls on the target and guesses its shape



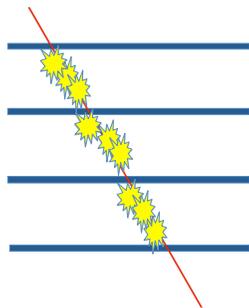
- Sparks chamber demonstration (from UNIGE)
- Cosmic rays and the IceCube H.E.S.S and PEBS experiments

### La chambre à étincelles

Lors du passage d'une particule dans la matière, une partie de l'énergie peut se perdre par la ionisation: des électrons sont arrachés à l'atome. Dans la chambre à étincelles, les particules des rayons cosmiques (muons) ionisent le mélange des gaz hélium et néon, placé entre des plaques métalliques. Ces plaques sont connectées à un générateur de haute tension (10'000 V). Quand un électron est arraché à l'atome, il est attiré par la plaque positive et il est accéléré. Sur son chemin, il peut à son tour ioniser d'autres atomes, et ainsi de suite. Ce processus en avalanche apparaît comme une **étincelle** entre les plaques.



Pour mieux visualiser la trajectoire du muon, il faut empiler plusieurs plaques.



Les physiciens pensent que la foudre pourrait être déclenchée par des rayons cosmiques. L'éclair, cette grosse étincelle, pourrait être due à un processus en cascade, similaire à celui de la chambre à étincelles.



### Les particules cosmiques

#### 1. Les messagers de l'espace cosmique

A tout instant, nous sommes bombardés par des particules propulsées dans l'espace par des explosions gigantesques dans le cosmos. L'énergie de certaines particules peut être 100 millions de fois plus grande que celle du LHC du CERN! Il y a des rayons gamma, des protons, électrons, neutrinos, etc. et aussi des antiparticules, soit antiprotons, positons, antineutrinos, etc. Les physiciens pensent que les particules élémentaires peuvent être accélérées dans le flux de matière éjecté par des galaxies, comme celle de la figure: Messier 87. Plusieurs types de détecteurs ont été construits pour observer les cosmiques et arracher leurs secrets. Ces détecteurs peuvent être placés dans l'espace, sur ou sous terre, sous l'eau, la glace: cela dépend du type de particule à observer.



#### 2. IceCube, sous la glace de l'Antarctique

L'observation du neutrino se fait sous terre, ou dans la glace, car seulement le neutrino peut traverser beaucoup de matière sans être stoppé. Ainsi, la terre et la glace jouent un rôle de filtre. L'expérience IceCube se trouve au Pôle Sud. Les détecteurs se situent dans des sphères attachées à des câbles de 2,7 km de longs et enfouis verticalement sous la glace. Les particules qui frappent la glace produisent un peu de lumière, observée par des "photomultiplicateurs". Le neutrino est ainsi détecté.



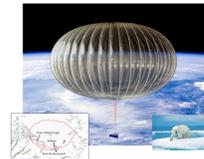
#### 3. H.E.S.S. en Namibie

Dans le cadre de l'expérience *High Energy Stereoscopic System* (H.E.S.S.), la détection de la particule gamma (particule de lumière très énergétique) se fait avec des télescopes observant l'atmosphère: les gammas s'entrechoquent avec les atomes de l'air, à 10-20 km d'altitude, produisant une multitude d'autres particules qui, à leur tour, produisent de la luminescence dans l'atmosphère, captée par les miroirs paraboliques de l'image. Un nouvel instrument, plus puissant encore, est en construction: le *Cherenkov Telescope Array* (CTA) qui sera en fonction après 2013.

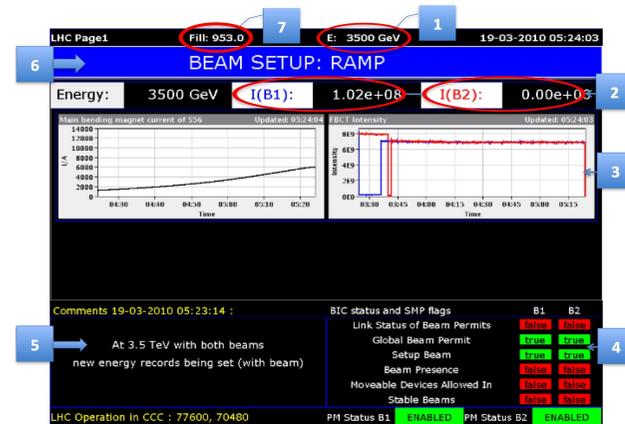


#### 4. PEBS survolera l'Arctique

La détection de l'électron et de son anti-particule, le positon, se fait plus aisément dans l'espace ou dans la haute atmosphère. L'expérience *Positron Electron Balloon Spectrometer* (PEBS) détectera les particules chargées directement, avec un appareillage qui est similaire à celui de la chambre à étincelles.



- Live LHC status page
  - with basic informations on the content of the page...



1. Énergie des faisceaux. 1 TeV = 1 000 GeV. Aujourd'hui, 19 mars 2010, le LHC a établi le record mondial d'énergie, avec 3,48 TeV par faisceau.
2. Intensités respectives de B1 (en bleu) et B2 (en rouge).
3. Les informations inscrites dans ces cases peuvent varier. Les opérateurs affichent les graphiques pertinents pour l'opération concernée.
4. La plupart des indicateurs sont réglés automatiquement. Ils donnent un bref aperçu de l'état d'activité du LHC. Pour que les collisions soient possibles, l'indicateur « Stable Beams » (faisceaux stables) doit être vert.
5. Ici, les opérateurs écrivent leurs messages destinés aux expériences. Souvent, ils mentionnent l'activité en cours, puis le programme des prochaines heures.
6. Message principal du CCC appelé « mode machine », qui indique ce que la machine est en train de faire. Les opérateurs ont le choix entre plusieurs types d'opération, par exemple : circulation et absorption, injection et absorption, cyclage, injection d'un faisceau d'exploitation, injection d'un faisceau d'essai, préparation de l'accélération, accélération, faisceaux stables, etc.
7. Numéro séquentiel utilisé à des fins d'archivage.

# Future activities

- EPFL plans a dedicated building for student labs
    - to be used for teaching during the semesters
    - to be used for outreach during (Summer) vacation
  - LPHE will be responsible for particle physics experiments
- ... and we will push to have some public demonstration related to HEP