

La traque du boson de Higgs partie 2

Elisabeth Petit

pour le groupe ATLAS du LAPP/IN2P3

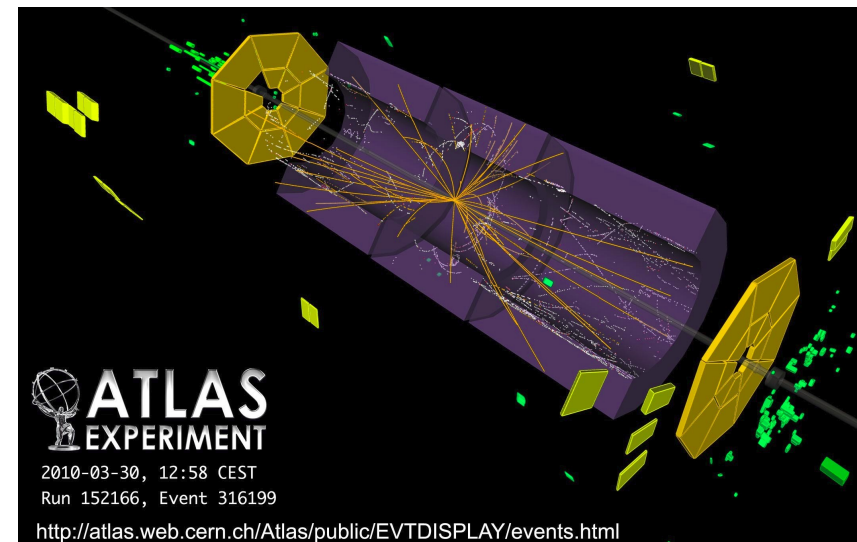


Laboratoire d'Annecy-le-Vieux
de Physique des Particules



fête de la science

14 octobre 2012





Qu'est ce qui met les physiciens dans un état pareil?

◆ 4 juillet 2012 au CERN

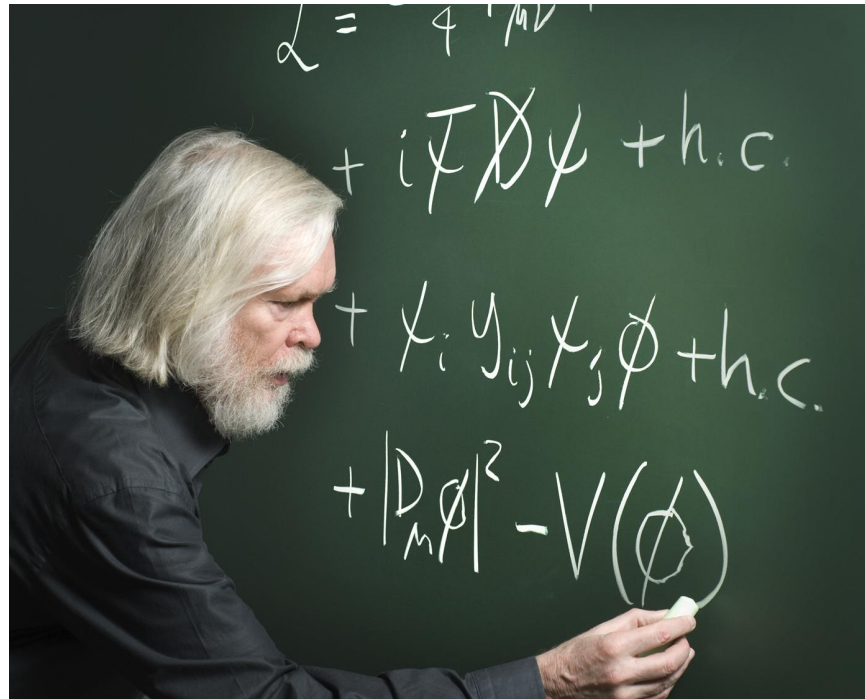


Le boson de Higgs ?



Dessine-moi un boson de Higgs

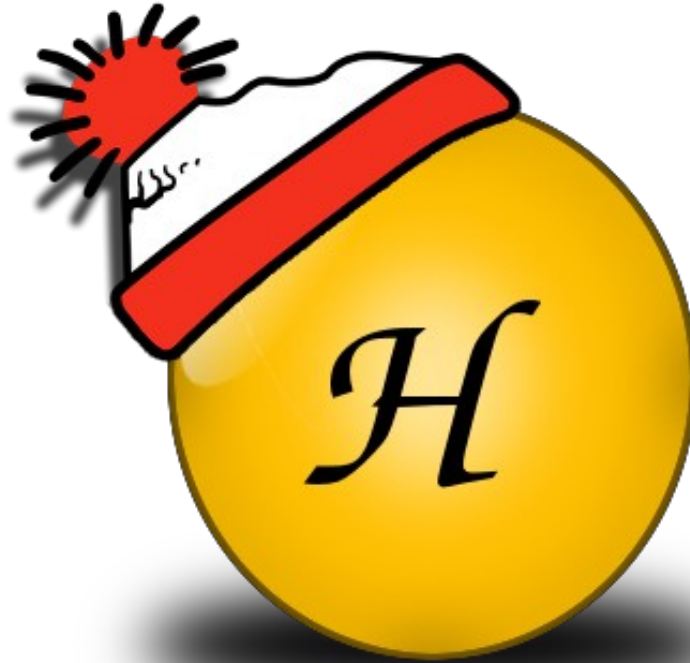
- ◆ Comment un théoricien le voit :





Dessine-moi un boson de Higgs

◆ Comment je le vois :





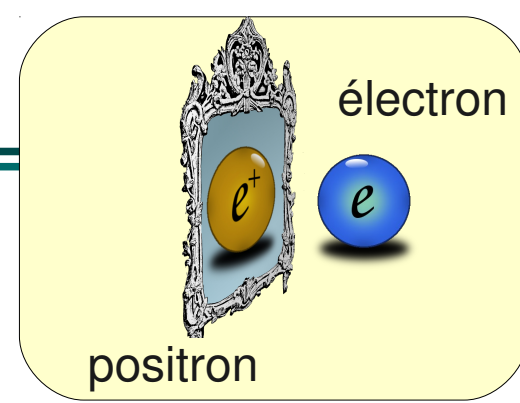
Dessine-moi un boson de Higgs

- ◆ On ne le voit pas directement, car il se désintègre:

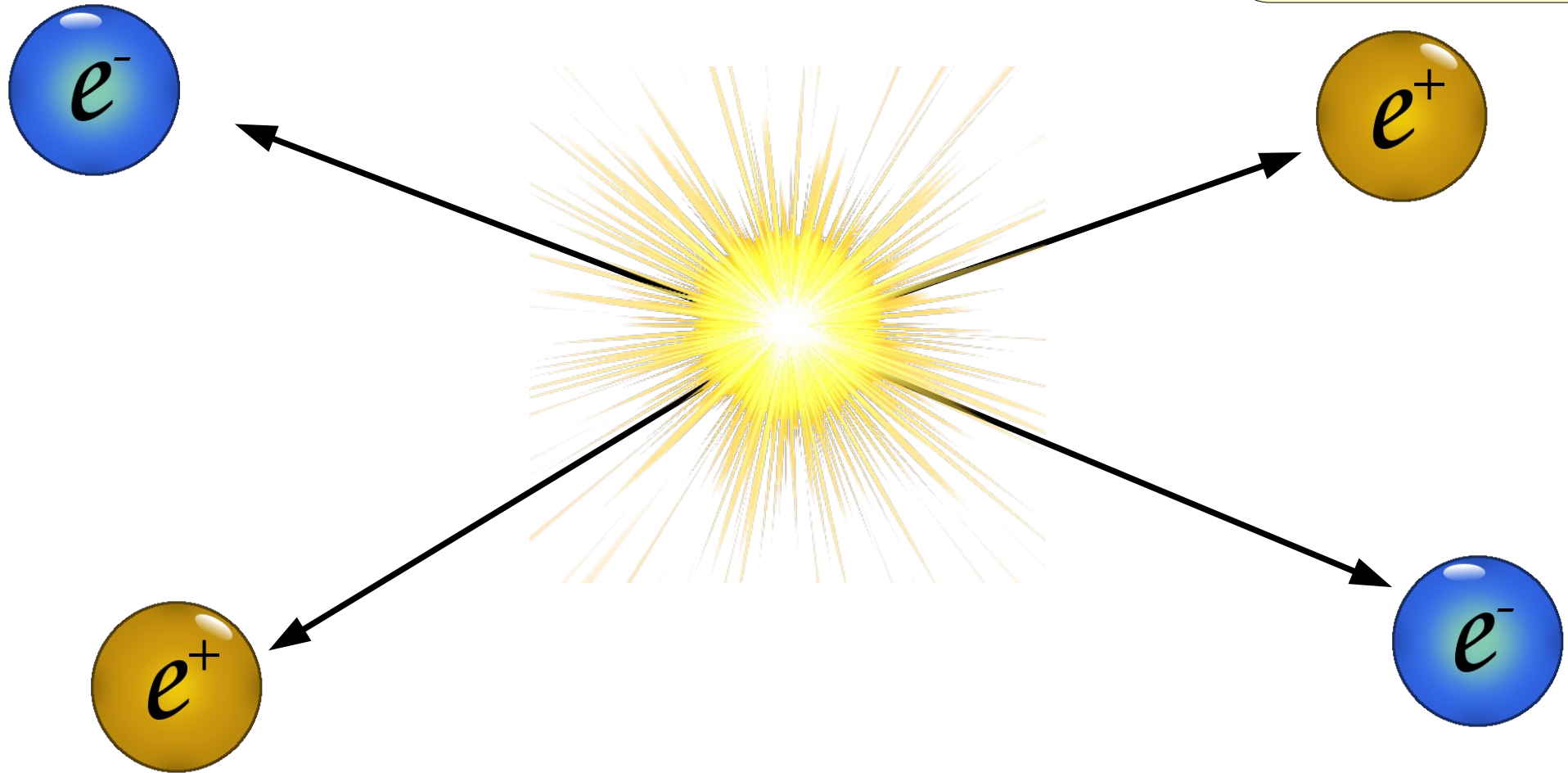




Dessine-moi un boson de Higgs



◆ On ne le voit pas directement, car il se désintègre:



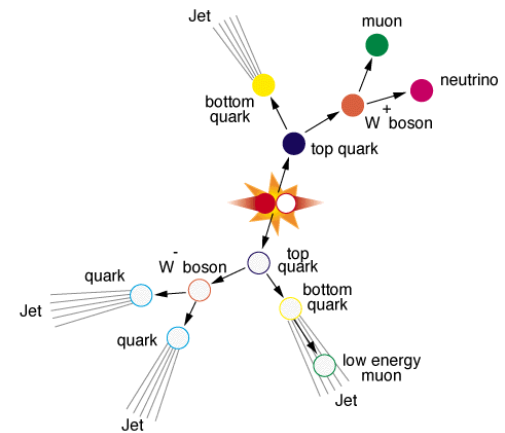
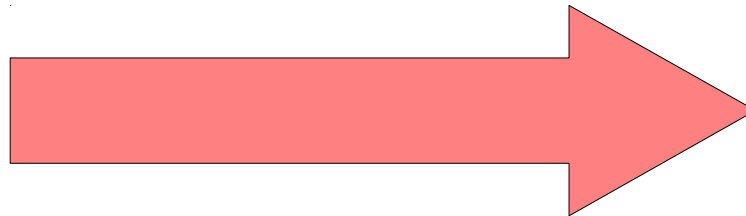
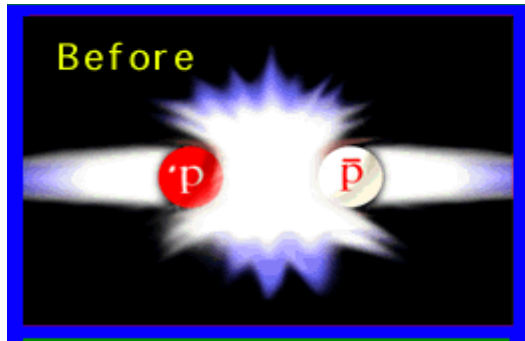
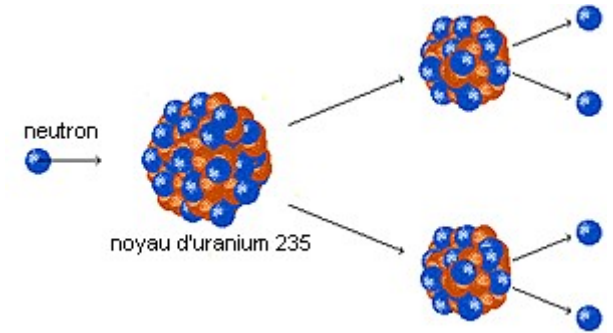
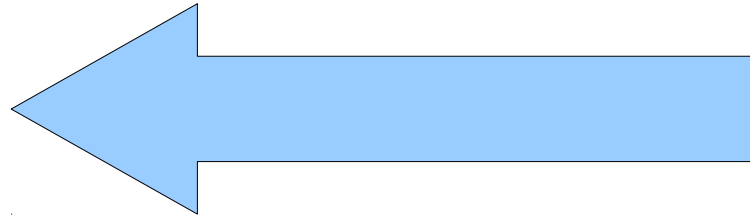
◆ Conclusion : on ne voit **jamais** le boson de Higgs, mais ses produits de désintégration

Produire un boson de Higgs

Créer un boson de Higgs

$$E = mc^2$$

énergie masse





Créer des particules (1)

- ◆ Augmenter énergie = accélérer



30 km/h

≠



150 km/h

- ◆ Accélérateur de particules chez soi

?



Créer des particules (1)

- ◆ Augmenter énergie = accélérer



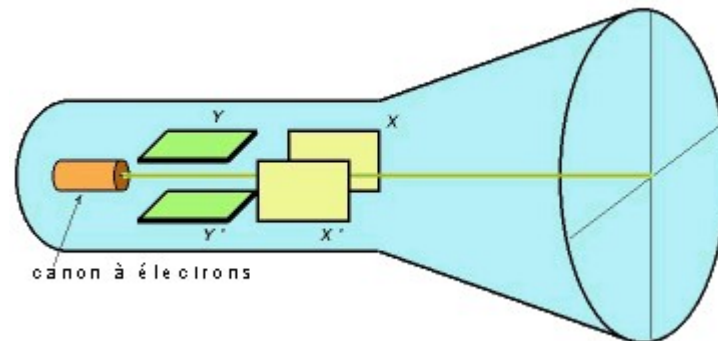
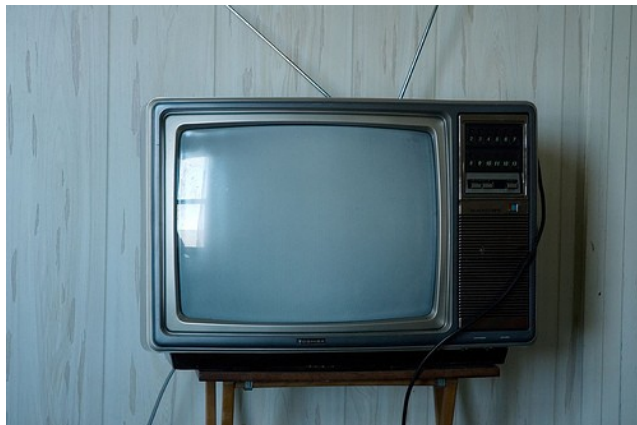
30 km/h

≠



150 km/h

- ◆ Accélérateur de particules chez soi





Créer des particules (2)

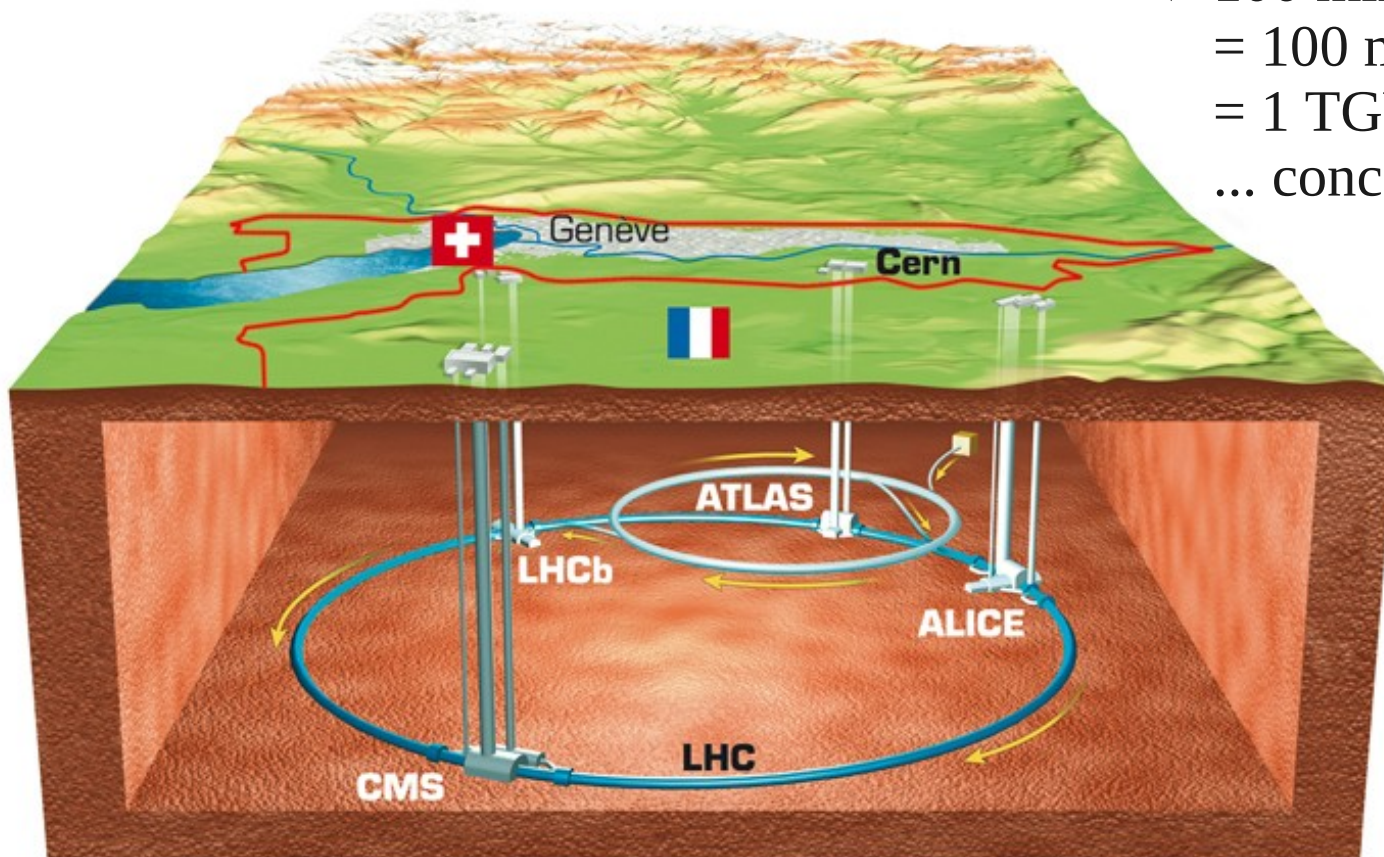
◆ Le LHC:

- Large = grand (27 km de long)
- Hadrons = protons ou noyaux de plomb
- Collider = collisionneur

◆ protons accélérés à 99.9999993% de la vitesse de la lumière

◆ Energie d'un proton = 7 TeV
= énergie d'un moustique en vol

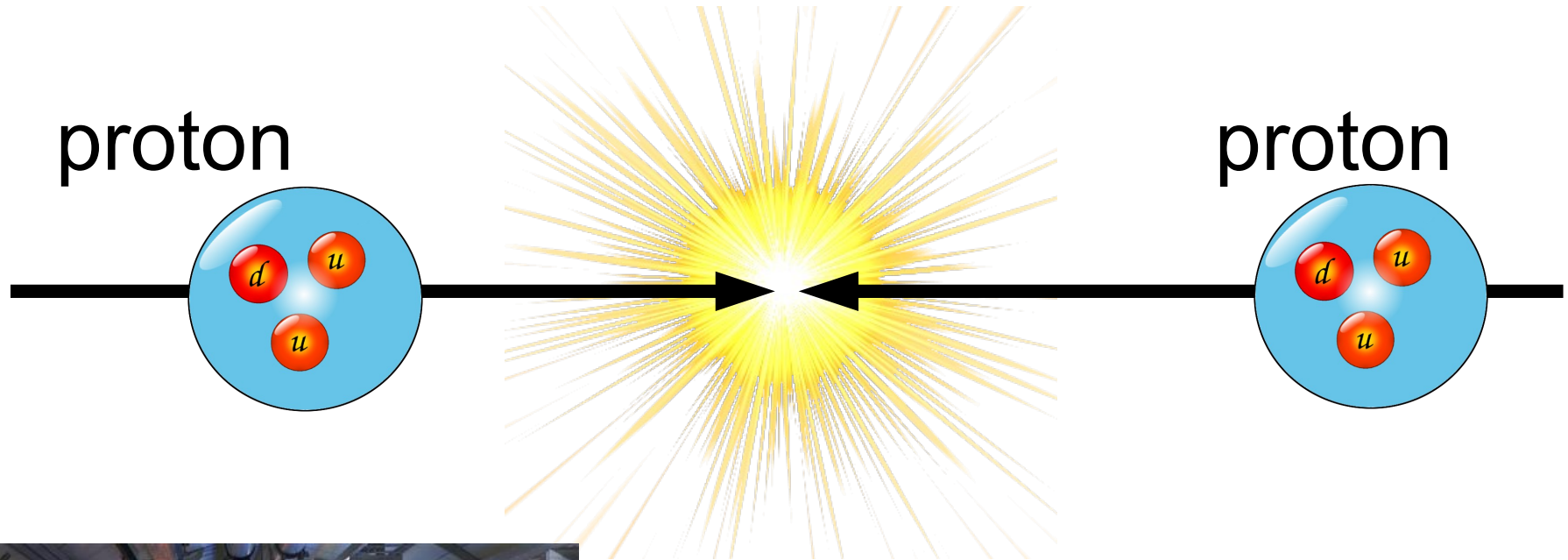
◆ 100 milliards de protons
= 100 milliards de moustiques
= 1 TGV à 150 km/h
... concentré dans une tête d'épingle





Collision (1)

◆ Collision dans le LHC:





Collision (2)

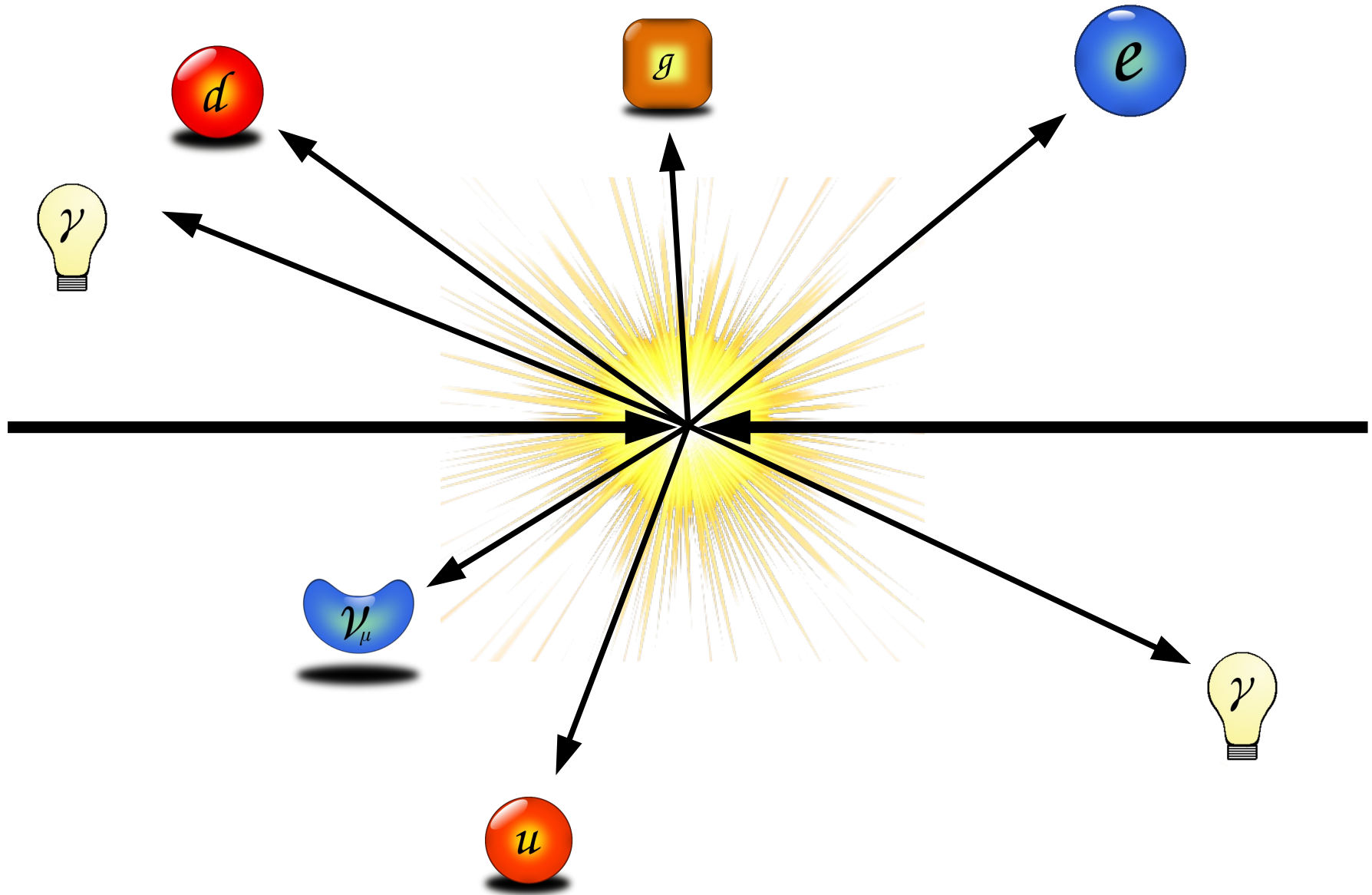
◆ Collision dans le LHC:





Collision (3)

◆ Collision dans le LHC:

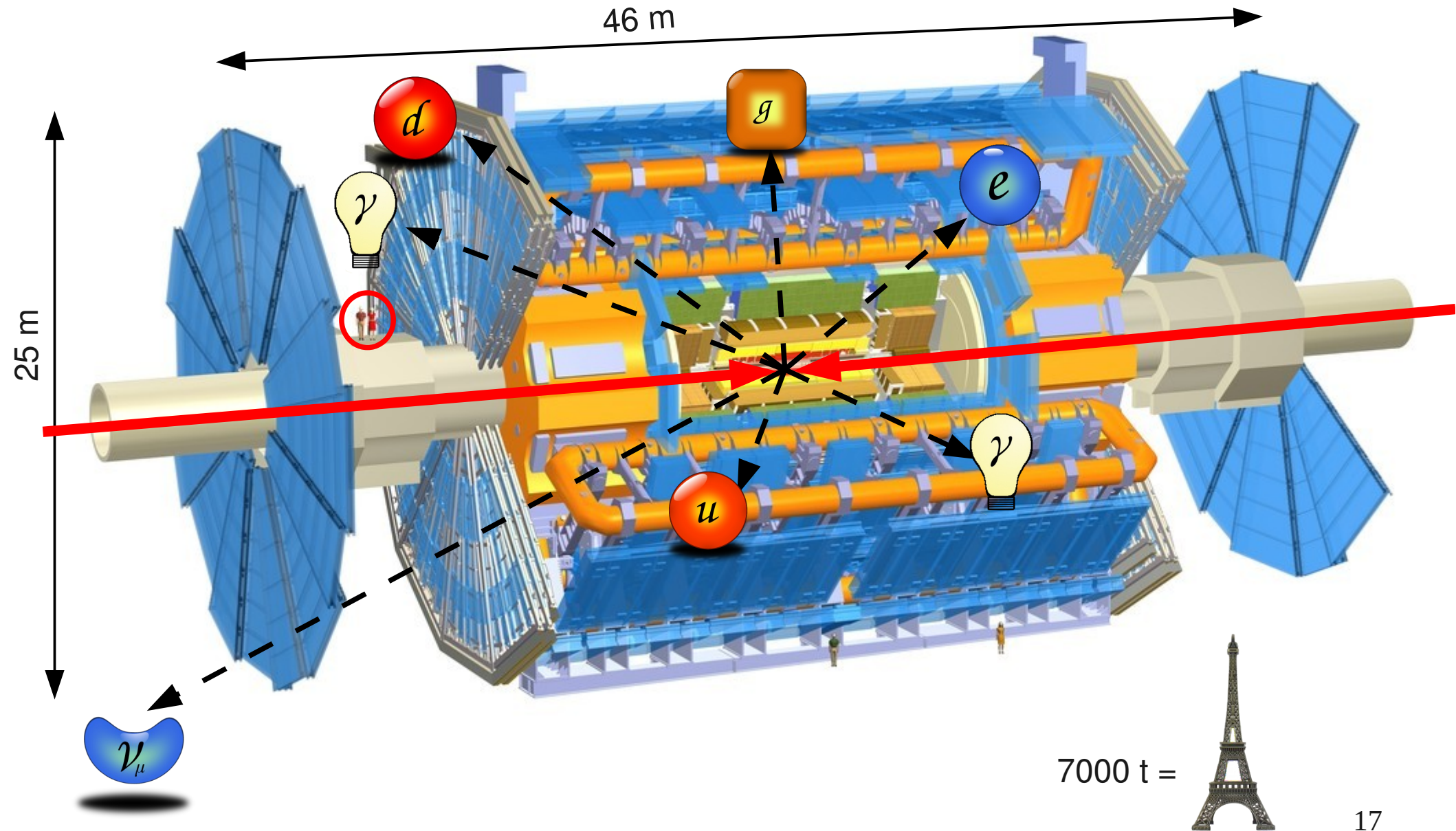


Trouver un boson de Higgs



Détecter des particules (1)

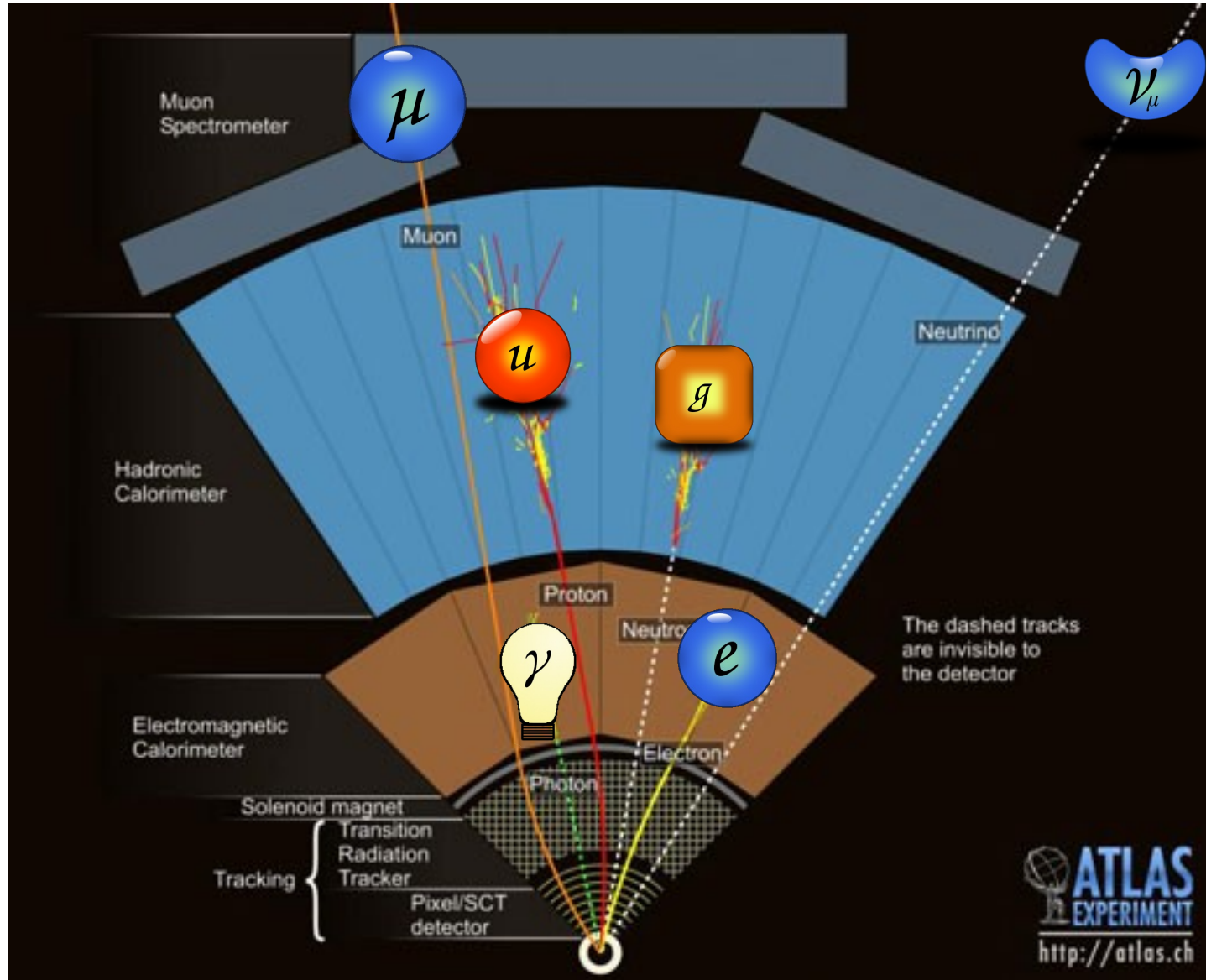
- ◆ Différents types de détecteurs pour différents types de particules





Détecter des particules (2)

- ◆ Différents types de détecteurs pour différents types de particules

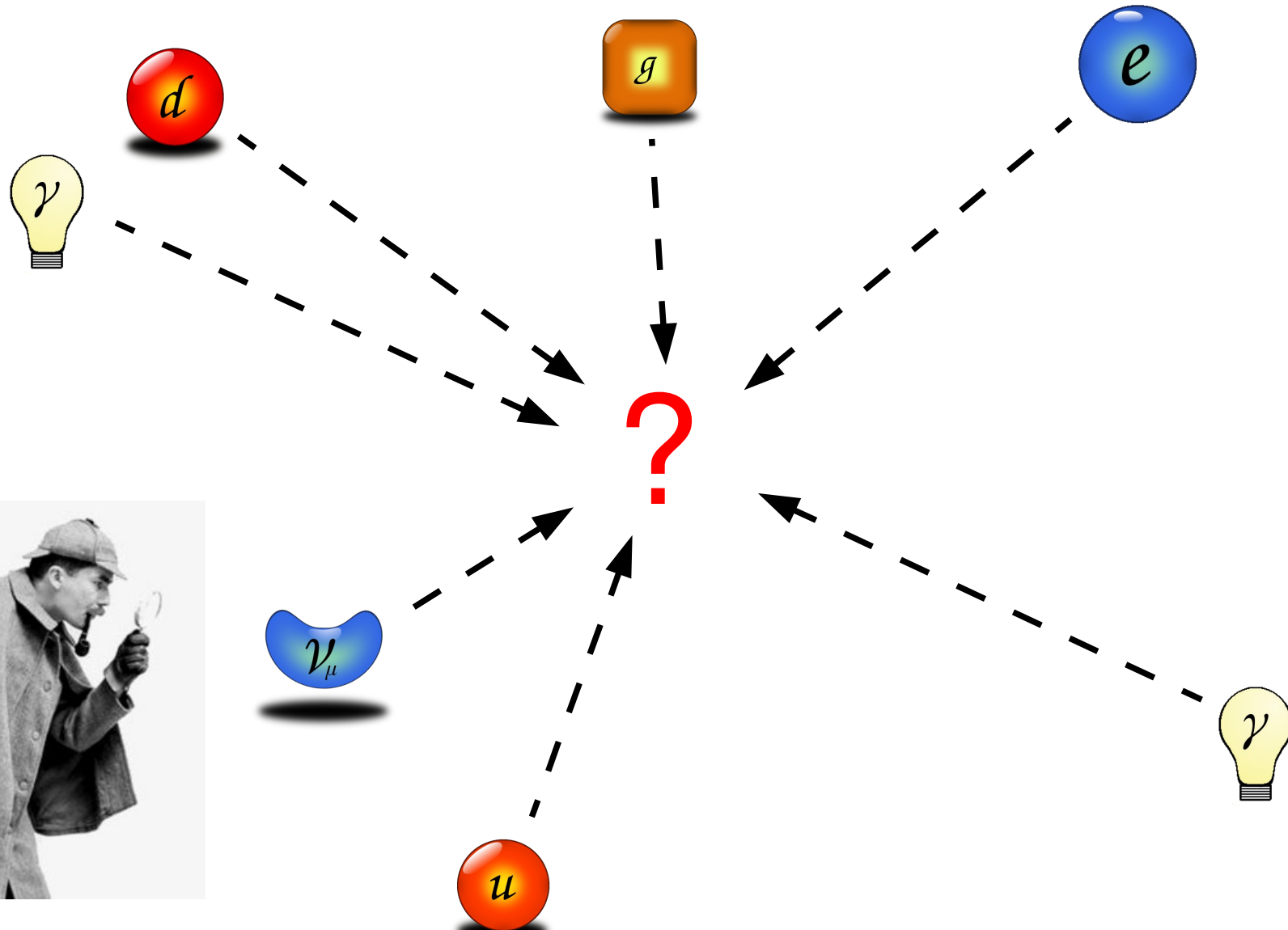


- ◆ mesurent l'énergie, la position, la vitesse, la charge électrique des particules 18



Quelle particule au départ ?

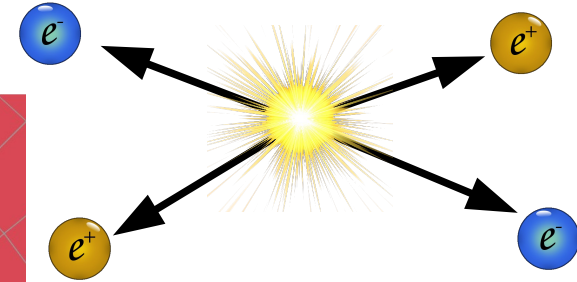
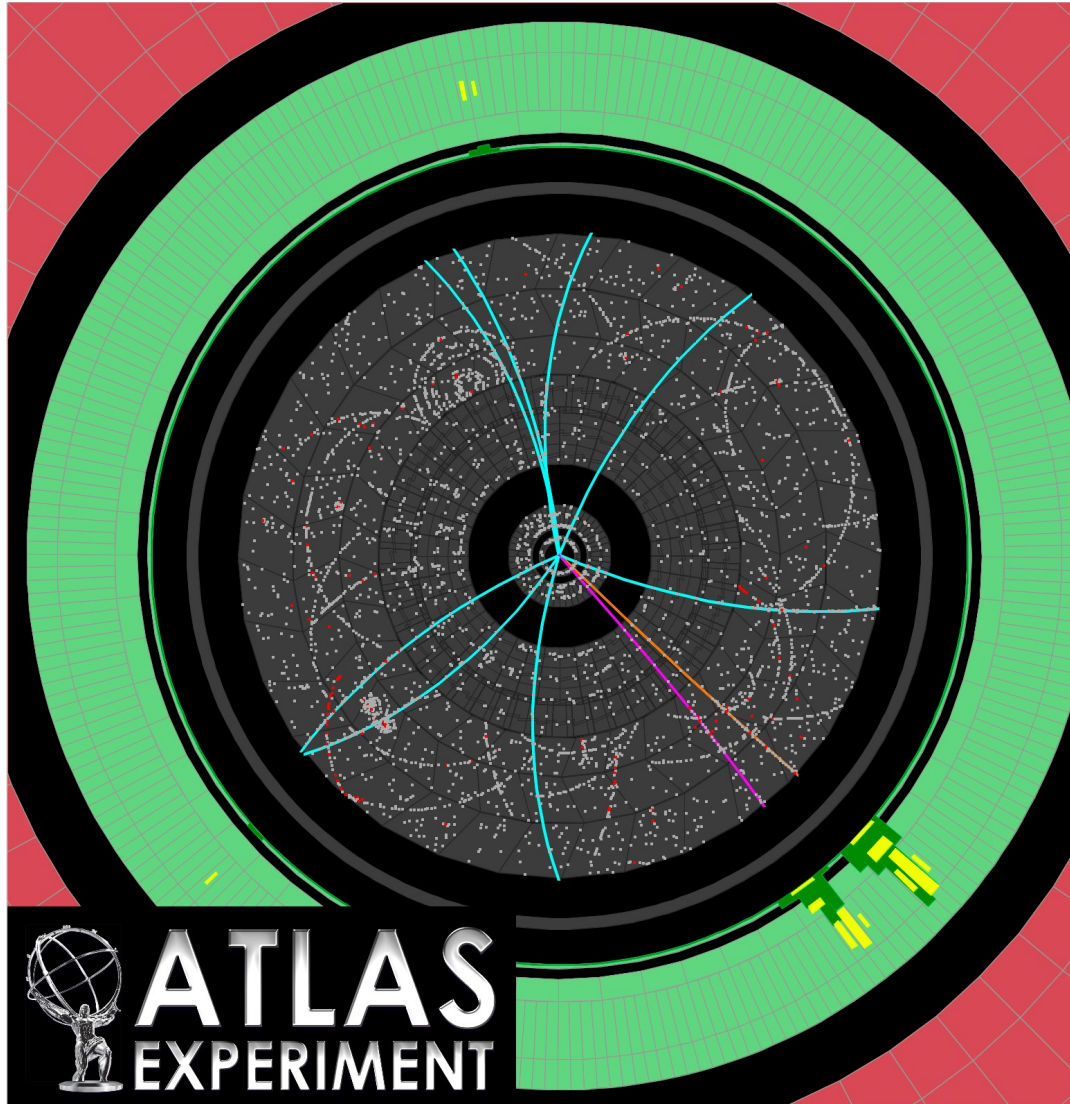
◆ Le jeu de piste du LHC:





Trouver des événements intéressants

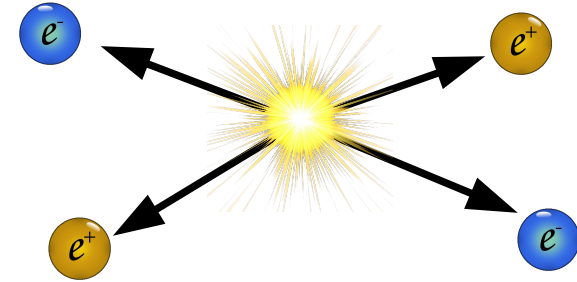
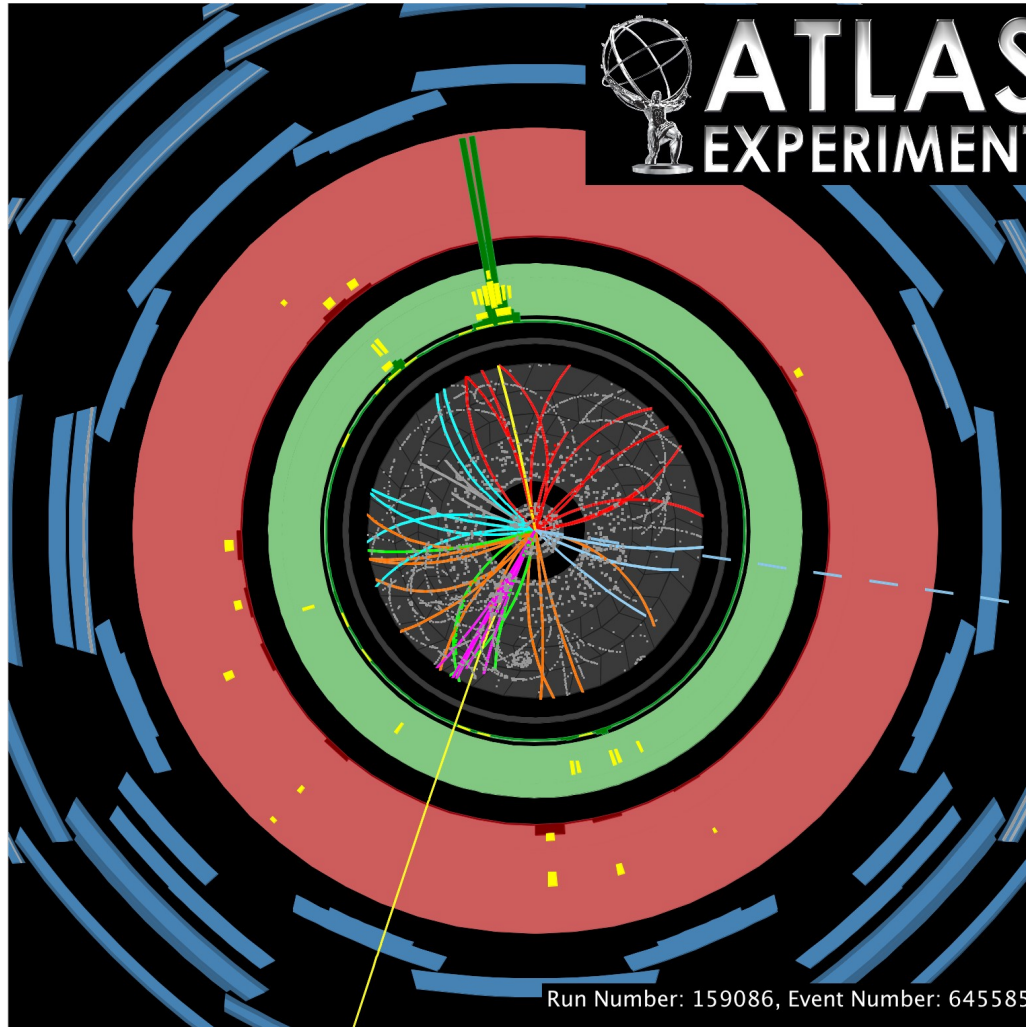
- ◆ On cherche un boson de Higgs qui se désintègre en 2 électrons et 2 positrons
- ◆ En est-ce un ?





Trouver des événements intéressants

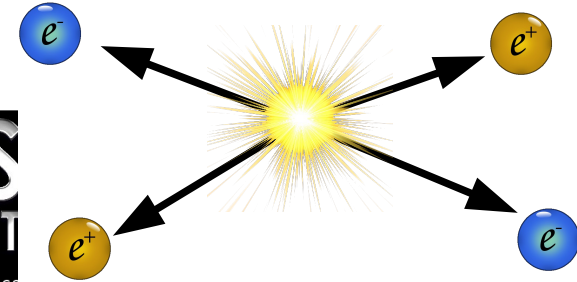
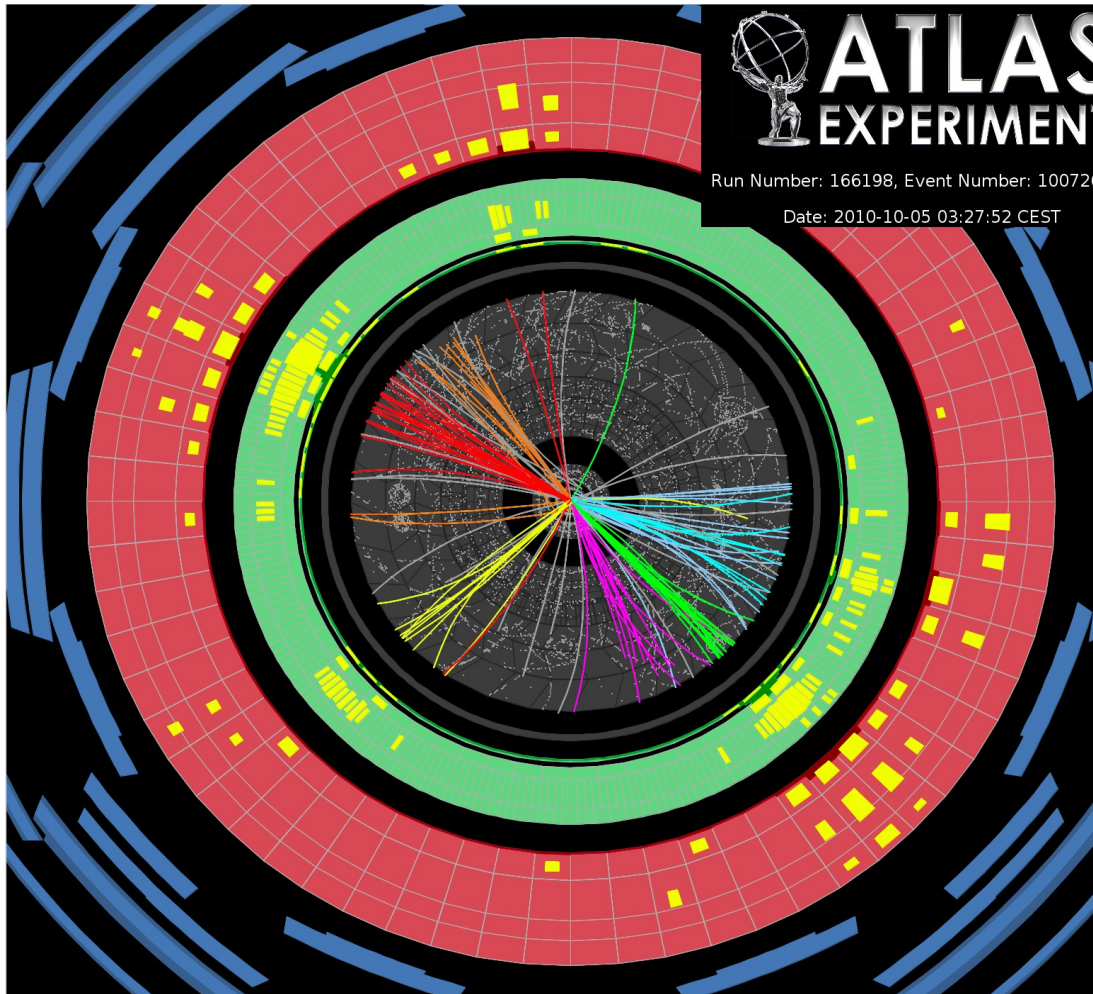
- ◆ On cherche un boson de Higgs qui se désintègre en 2 électrons et 2 positrons
- ◆ Et là ?





Trouver des événements intéressants

- ◆ On cherche un boson de Higgs qui se désintègre en 2 électrons et 2 positrons
- ◆ Ou là ?





Trouver des événements intéressants

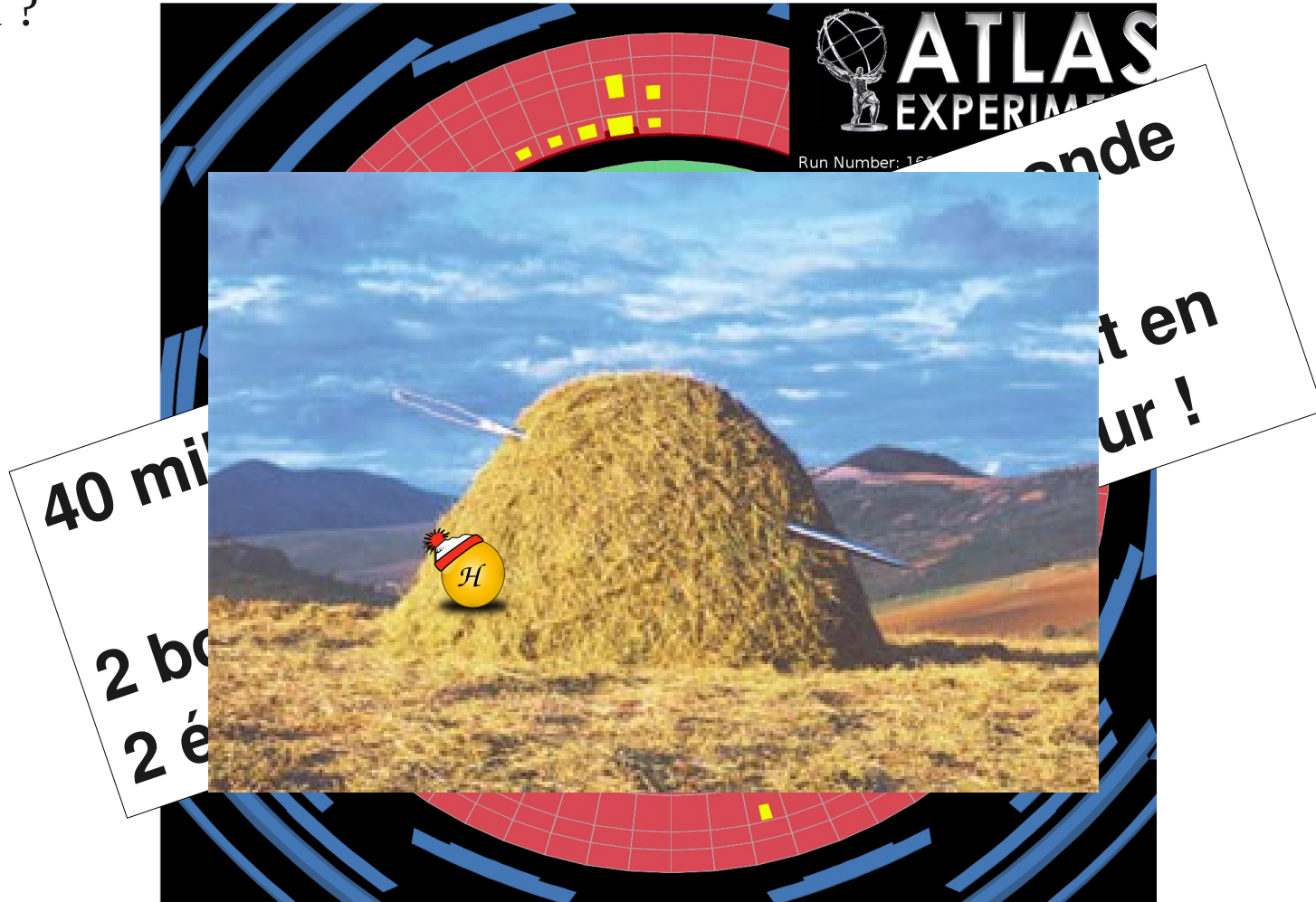
- ◆ On cherche un boson de Higgs qui se désintègre en 2 électrons et 2 positrons
- ◆ Ou là ?





Trouver des événements intéressants

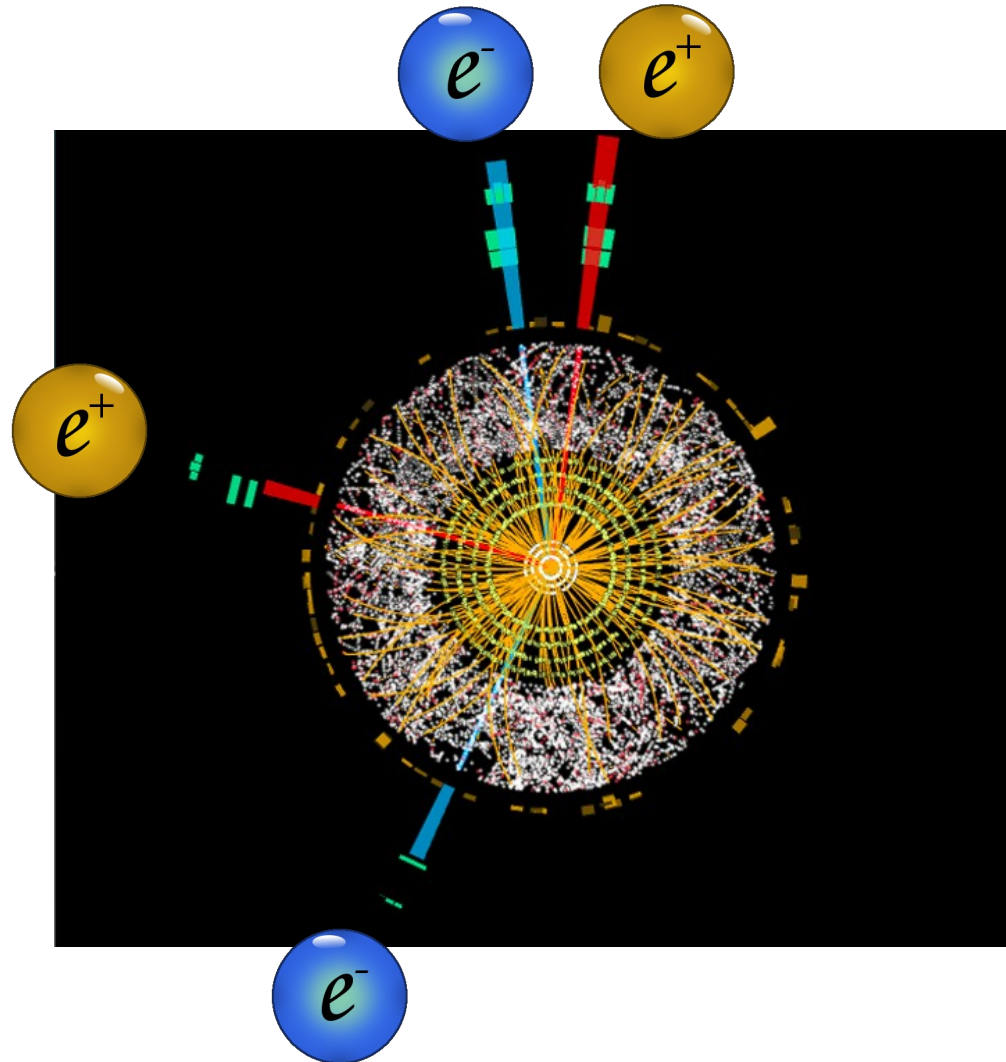
- ◆ On cherche un boson de Higgs qui se désintègre en 2 électrons et 2 positrons
- ◆ Ou là ?





Retrouver la particule initiale (1)

- ◆ Une fois que l'on a trouvé les événements avec 2 électrons et 2 positrons:

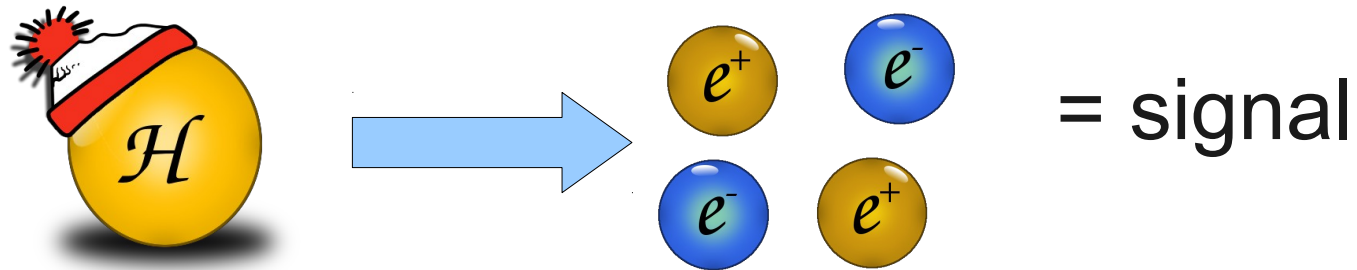




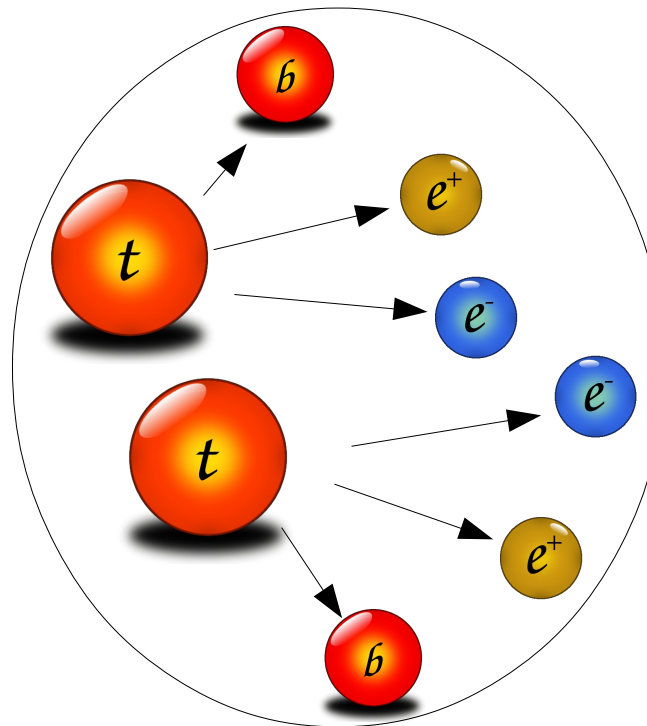
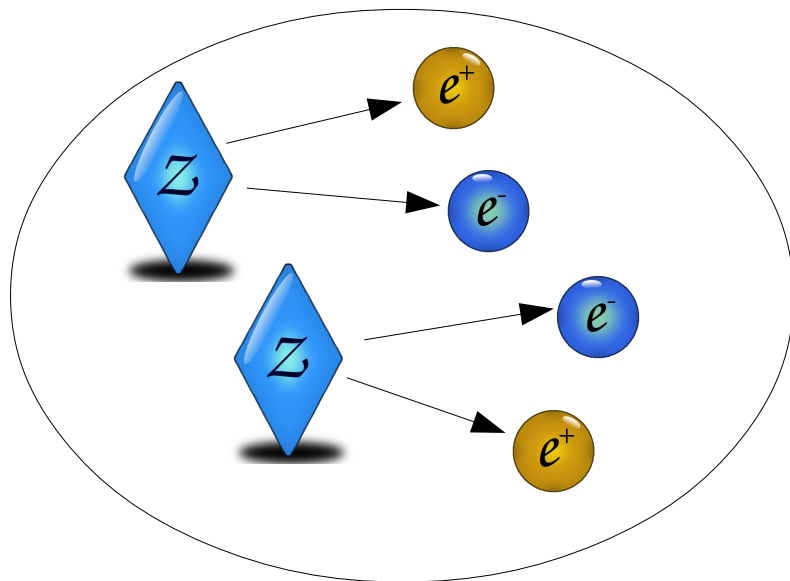
Retrouver la particule initiale (2)

◆ 2 électrons et 2 positrons = boson de Higgs?

- peut-être...



- mais aussi:

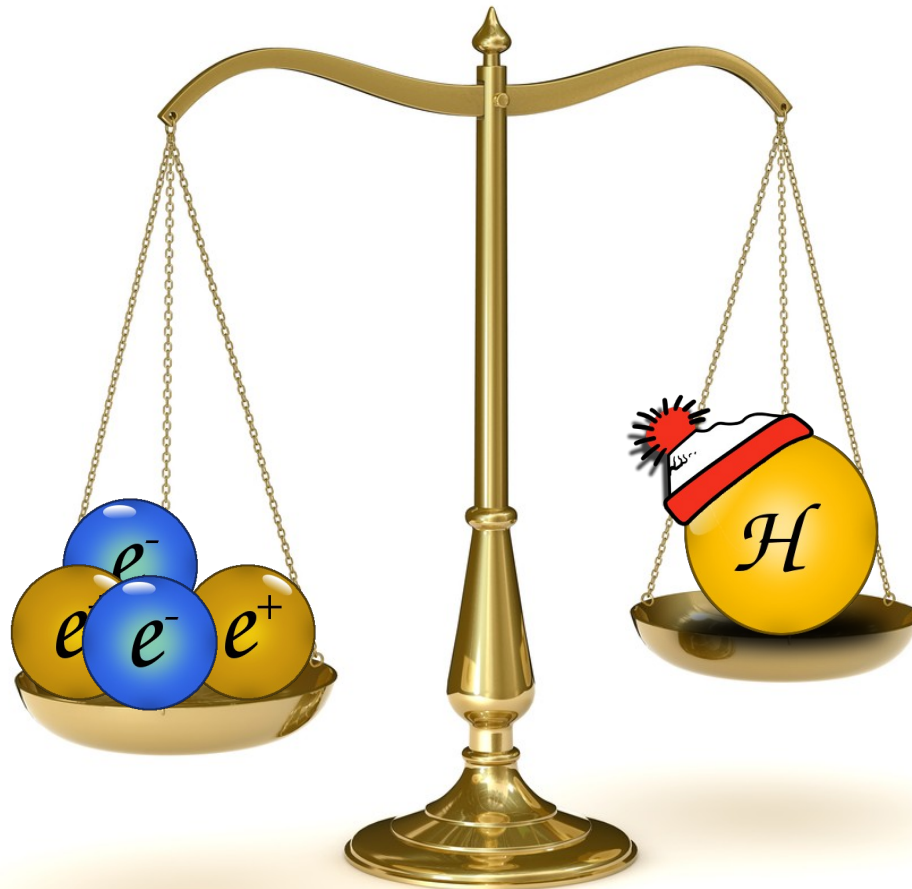


= bruit de fond



Reconstruire masse particule

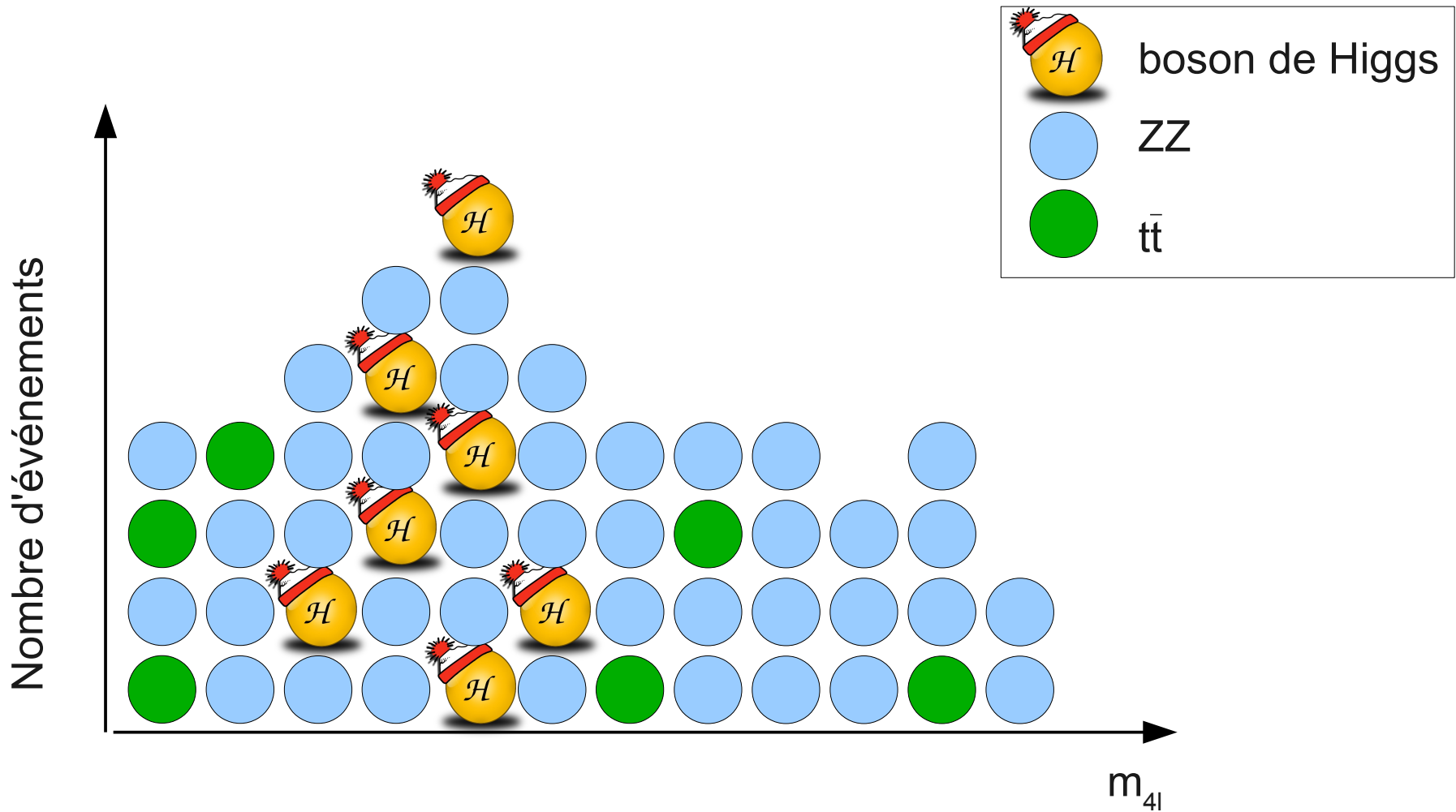
- ◆ Energie + position + vitesse de chaque particule \Rightarrow masse ($E = mc^2...$)





Reconstruire masse particule

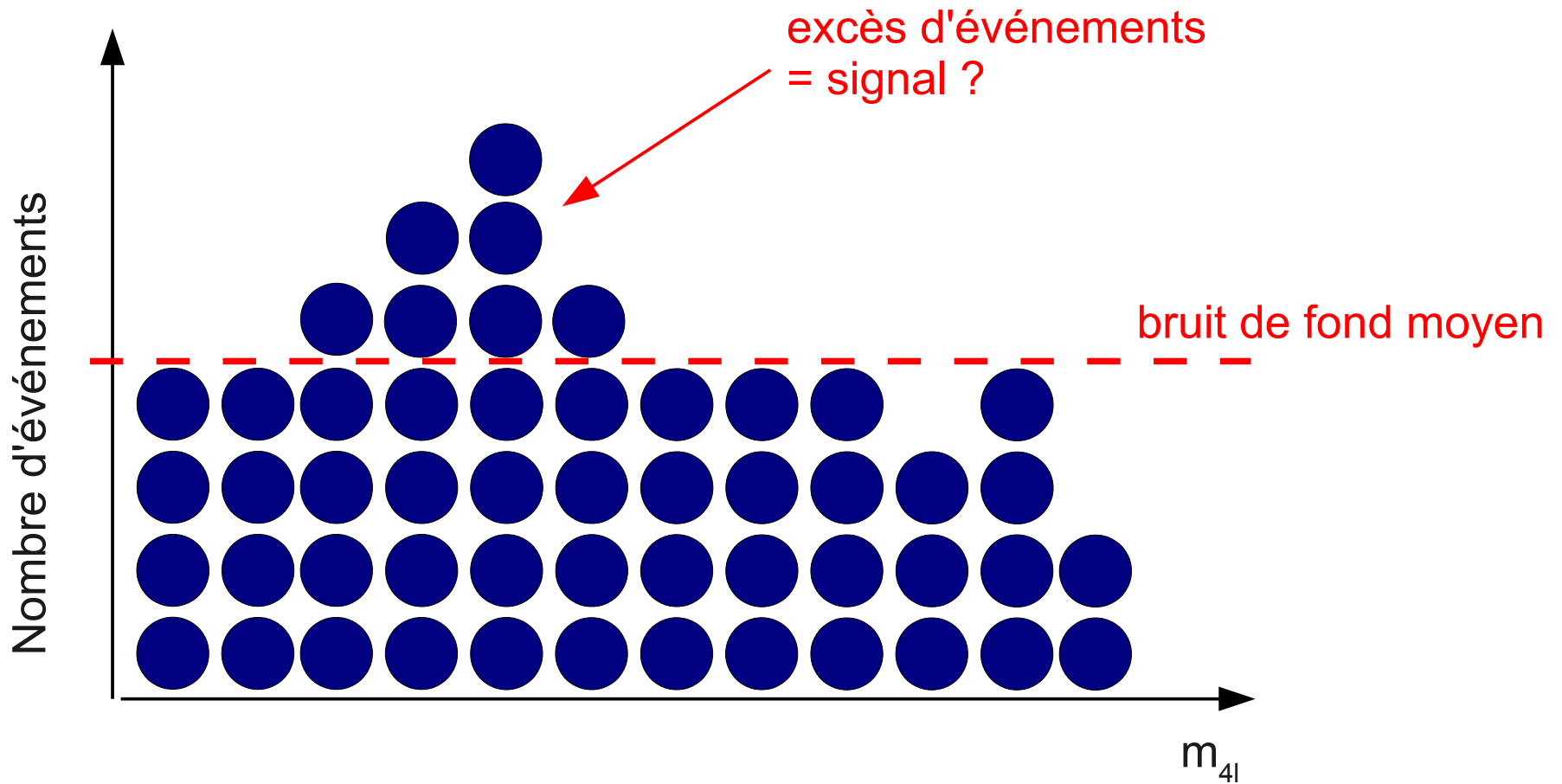
- ◆ Le boson de Higgs a une masse précise (mais inconnue)





Reconstruire masse particule

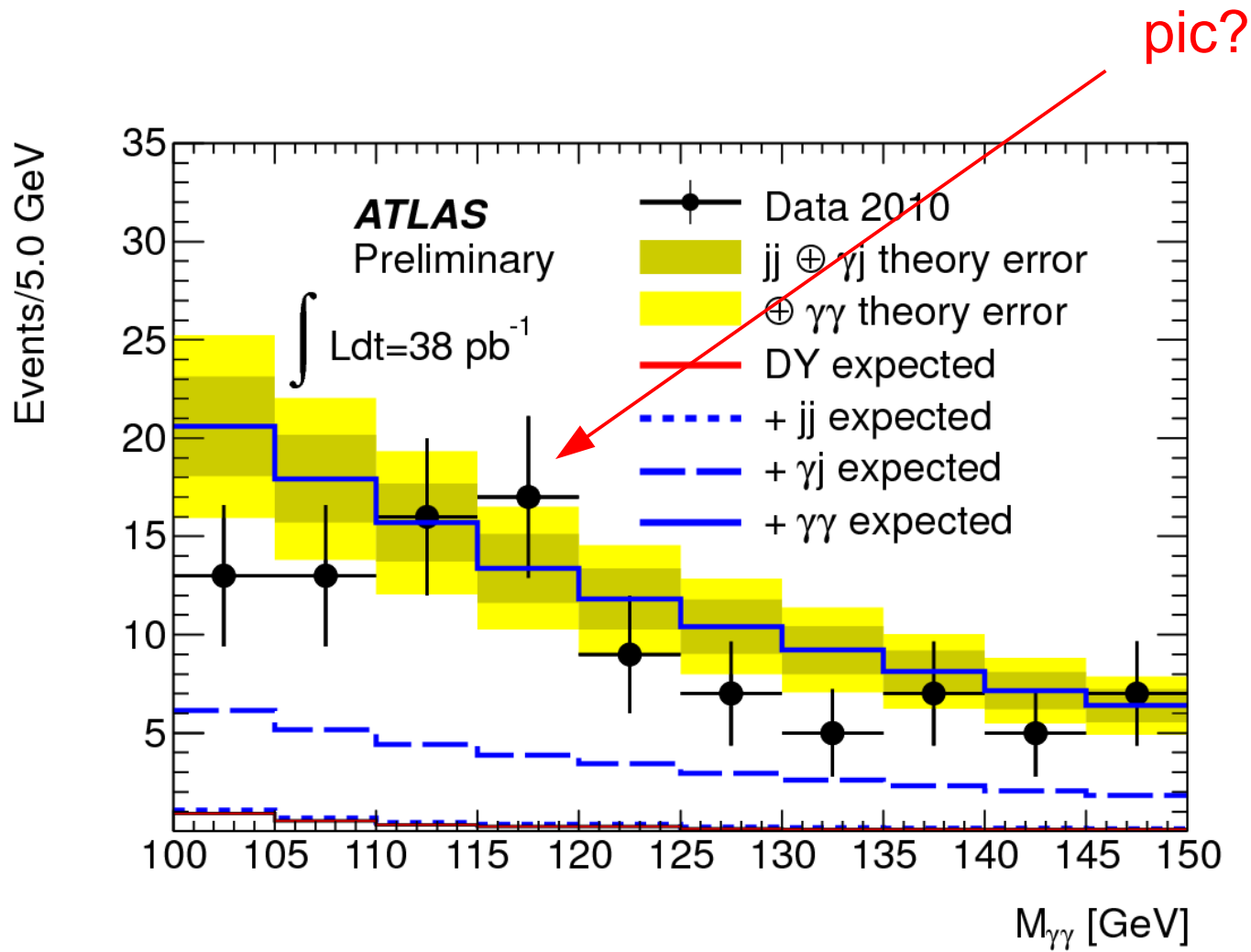
- ◆ Le boson de Higgs a une masse bien précise (mais inconnue)





Y a-t-il un signal ?

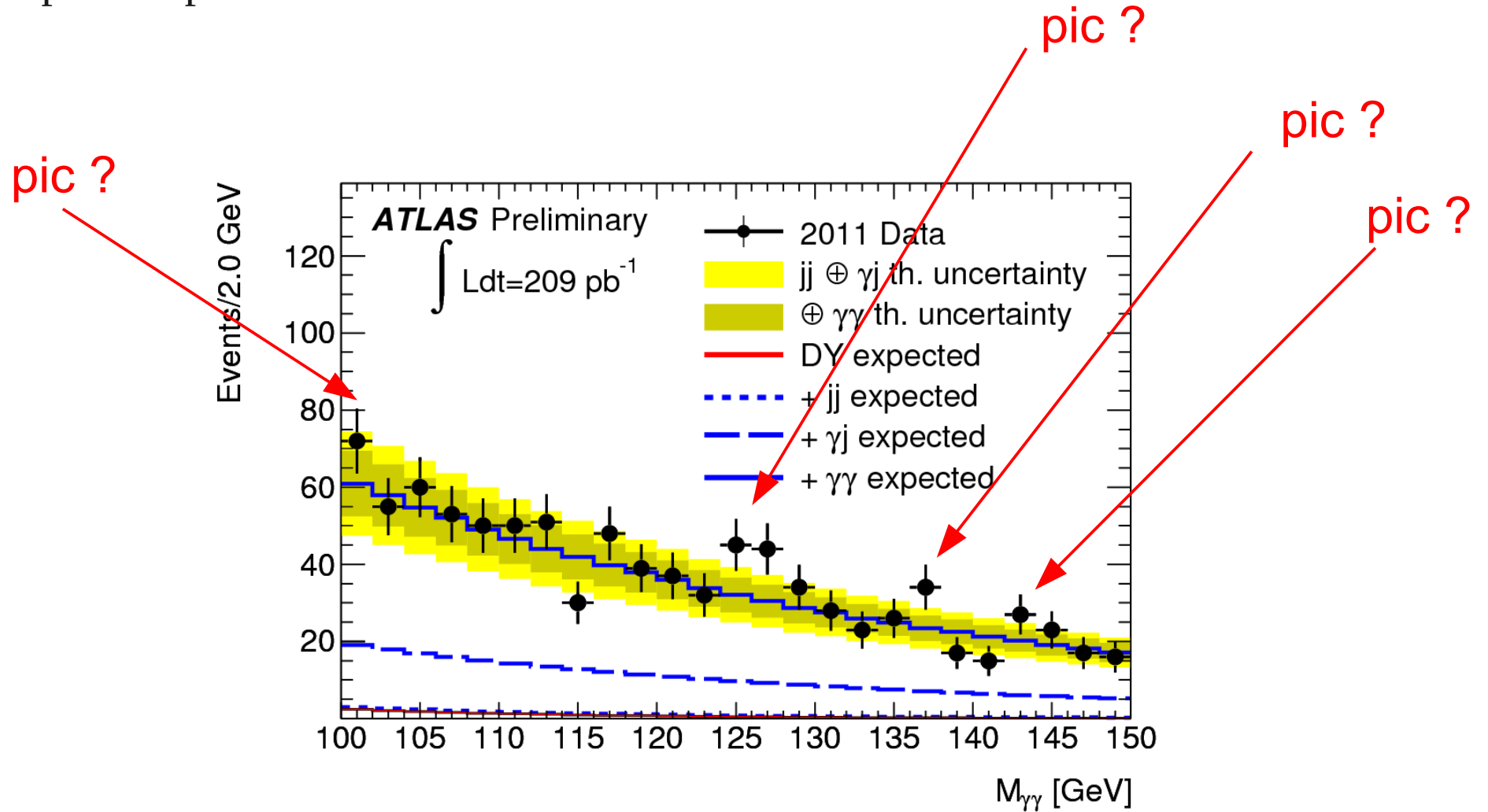
◆ fin 2010 : 100 événements





Y a-t-il un signal ?

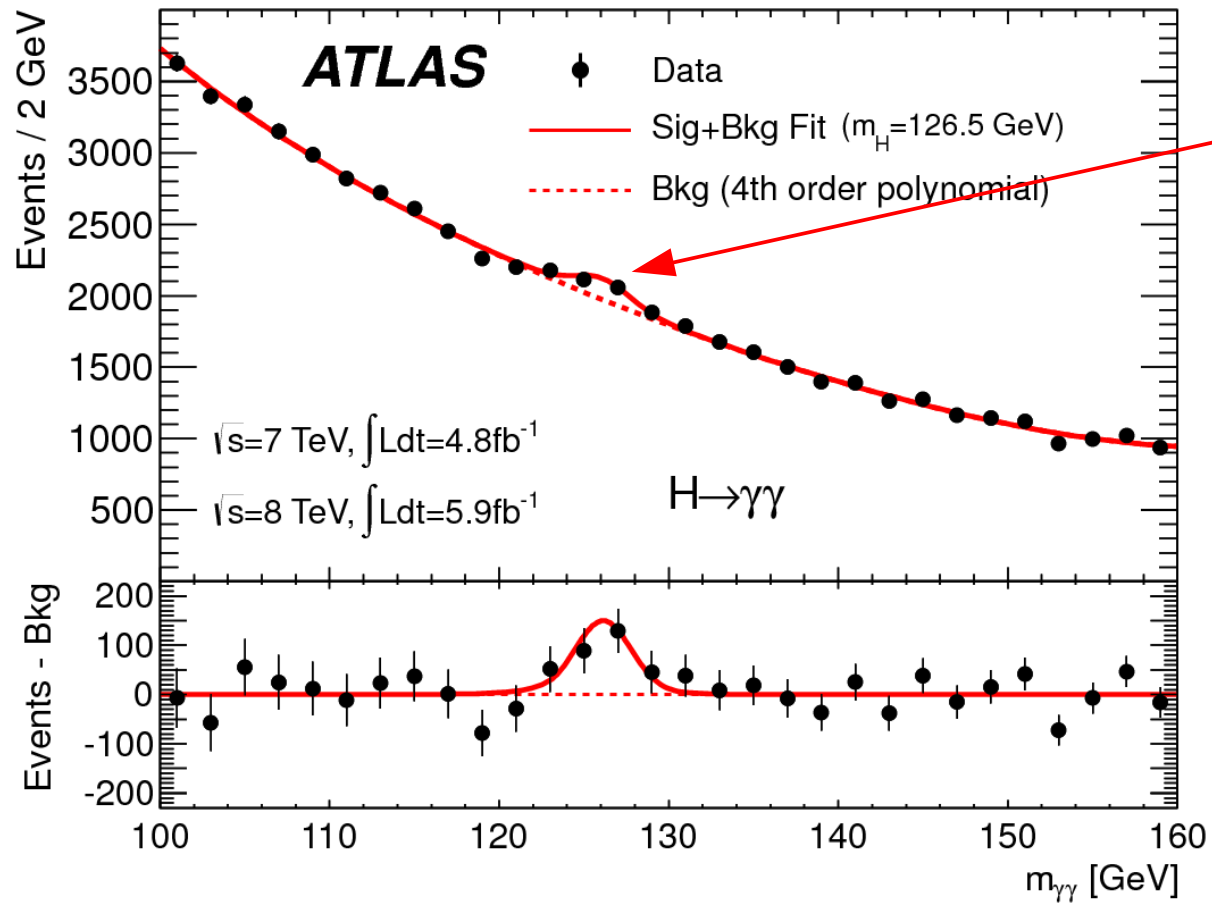
◆ printemps 2011 : 1000 événements





Y a-t-il un signal ?

◆ juillet 2012 : 55000 événements



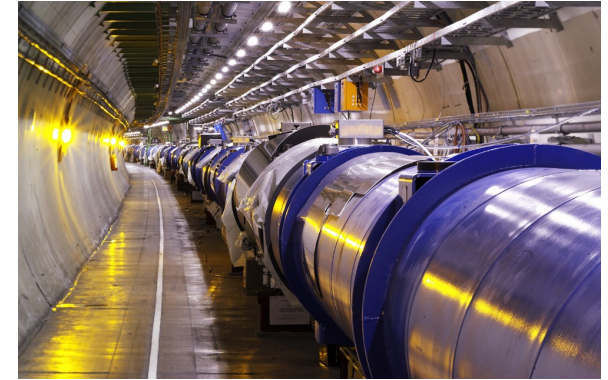
pic !



Récapitulons

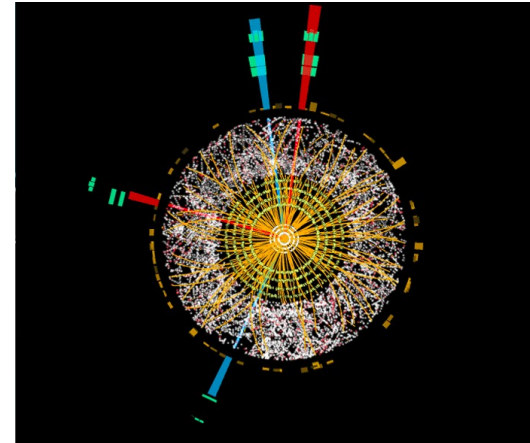
On cherche une particule X se désintégrant en Y et Z

1) faire des collisions pour produire (entre autres) X

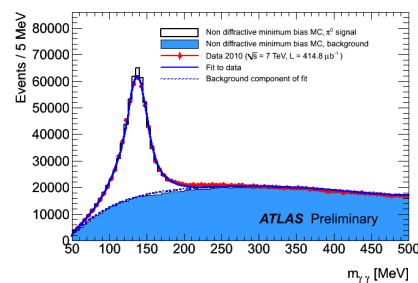


2) regarder les particules produites pour trouver X et Y

3) mesurer la masse de X



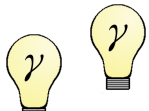
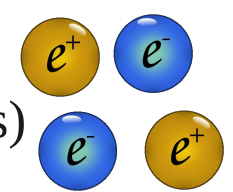
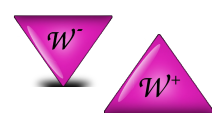
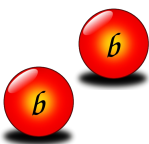
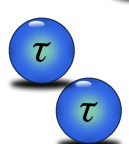
4) accumuler beaucoup d'événements pour être sûr de bien voir la particule





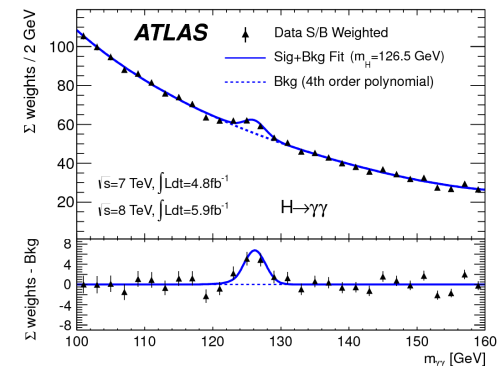
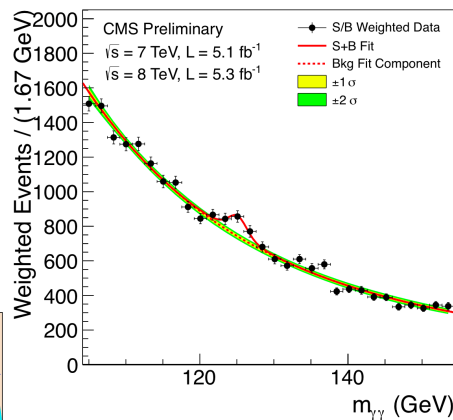
Qu'a-t-on découvert ?

◆ D'après les théoriciens, le boson de Higgs se désintègre :

- en 2 photons  ✓
- en 2 bosons Z (2 électrons et 2 positrons)  ✓
- en 2 bosons W  ✓
- en 2 quarks b  ✗
- en 2 taus  ✗

◆ Nouvelle particule découverte

- avec certitude de 99.99994%
- par deux expériences du LHC





Est-ce la fin ?

- ◆ **Non !**
- ◆ Il faut s'assurer que cette particule est bien le boson de Higgs
- ◆ Mesurer ses propriétés, sa masse, etc
- ◆ Beaucoup d'autres questions sans réponses



A quoi ça sert un boson de Higgs ?

A quoi ça sert un boson de Higgs ?
(de façon pratique)



Mais à quoi ça sert un boson de Higgs ?

À rien !



Mais à quoi ça sert un boson de Higgs ?

À rien !
directement



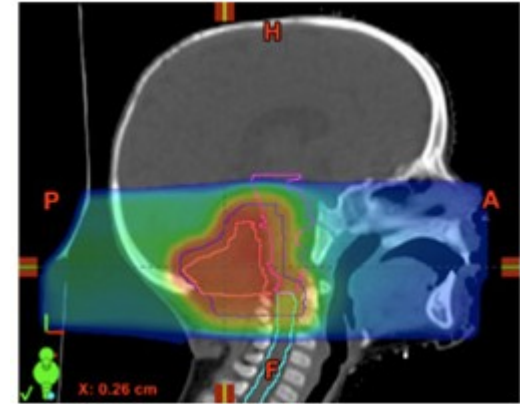
Mais à quoi ça sert un boson de Higgs ?

À rien !
directement
immédiatement



La hadron-thérapie

- ◆ ~ la moitié des accélérateurs de particules dans le monde pour la médecine
- ◆ Radiothérapie traditionnelle :



- ◆ Hadron-thérapie :

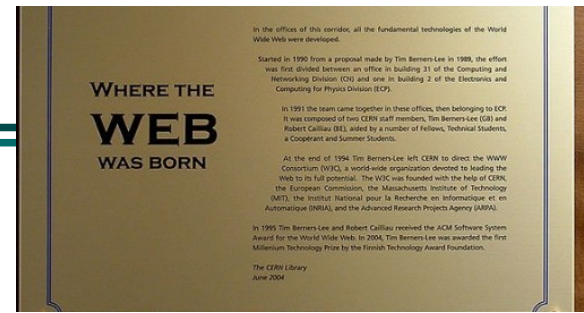


- ◆ ~100000 personnes traitées chaque année
- ◆ Traitement de cancers dans milieux sensibles (cerveau, oeil, etc)



Le world wide web

- ◆ Inventé au CERN en 1989
- ◆ Projet initial de Tim Berners-Lee:
- ◆ Il invente aussi :
 - le http (HyperText Transfer Protocol)
 - le html
 - le premier navigateur web
 - le premier serveur web (http://info.cern.ch),



"Vague, mais excitant"

World Wide Web

The WorldWideWeb (W3) is a wide-area [hypermedia](#) information retrieval initiative aiming to give universal access to a large universe

Everything there is online about W3 is linked directly or indirectly to this document, including an [executive summary](#) of the project, [M](#) November's [W3 news](#) , [Frequently Asked Questions](#) .

What's out there?

Pointers to the world's online information, [subjects](#) , [W3 servers](#) , etc.

Help

on the browser you are using

Software Products

A list of W3 project components and their current state. (e.g. [Line Mode](#) , X11 [Viola](#) , [NeXTStep](#) , [Servers](#) , [Tools](#) , [Mail robot](#) , [Libr](#)

Technical

Details of protocols, formats, program internals etc

Bibliography

Paper documentation on W3 and references.

People

A list of some people involved in the project.

History

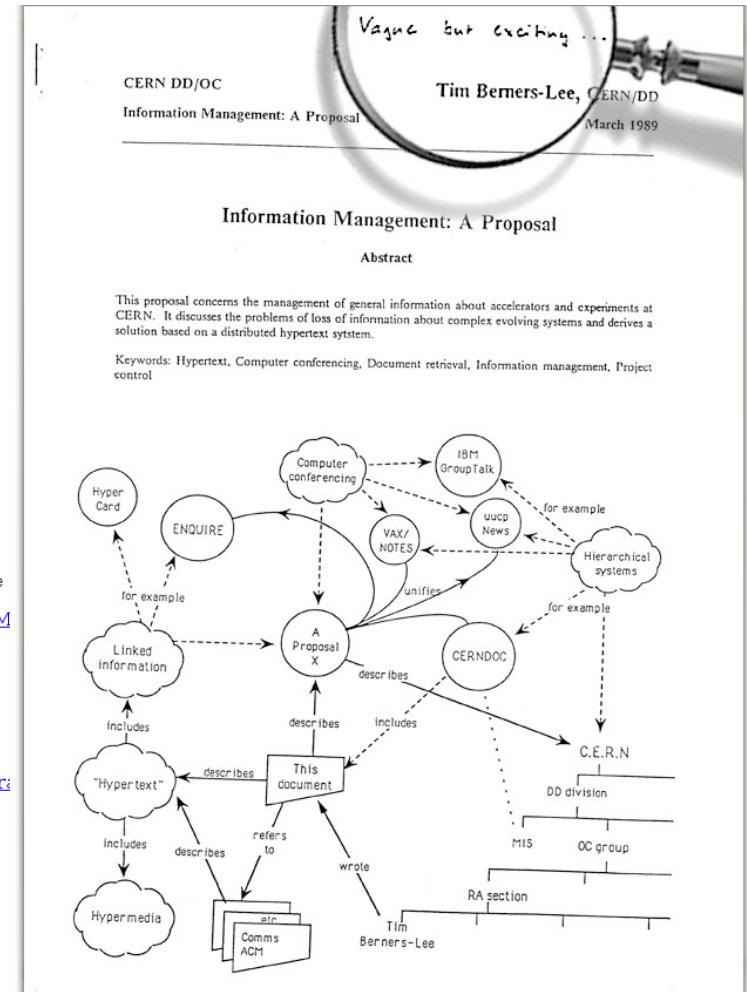
A summary of the history of the project.

How can I help ?

If you would like to support the web..

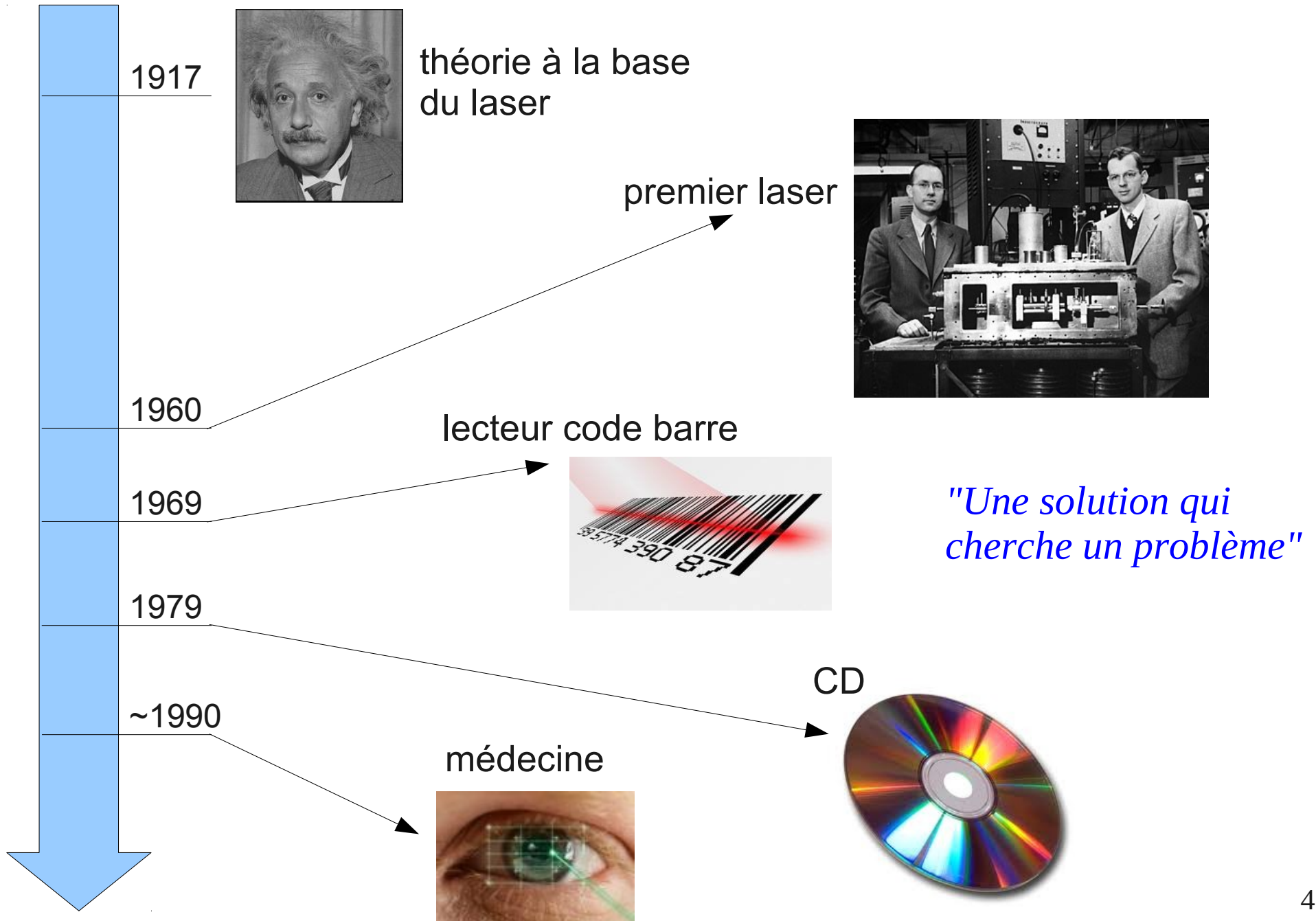
Getting code

Getting the code by [anonymous FTP](#) , etc.





Le temps de la recherche : le laser

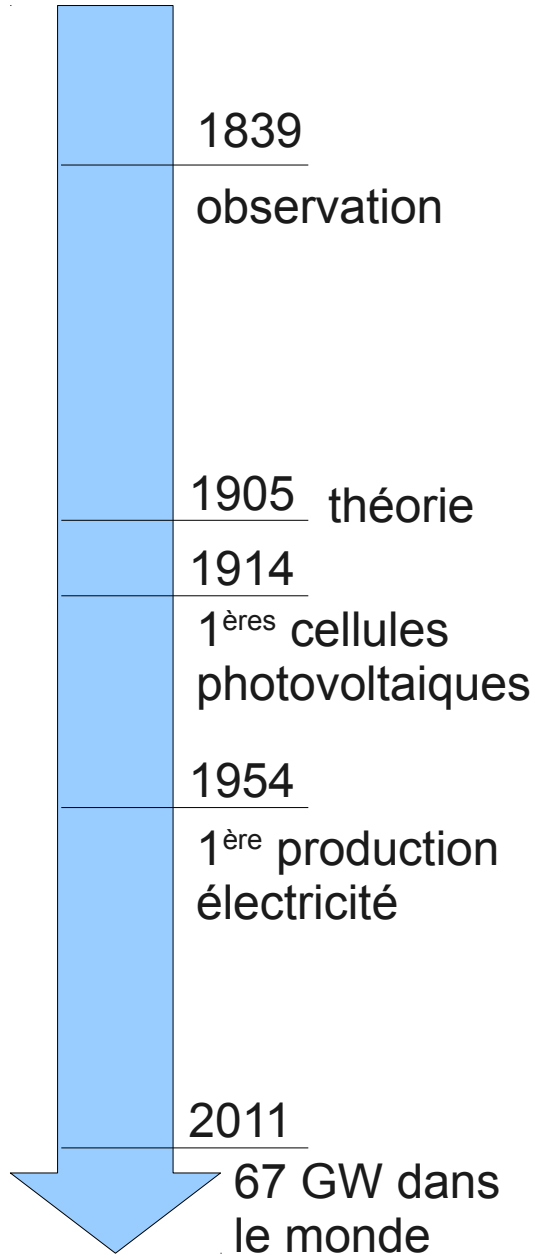




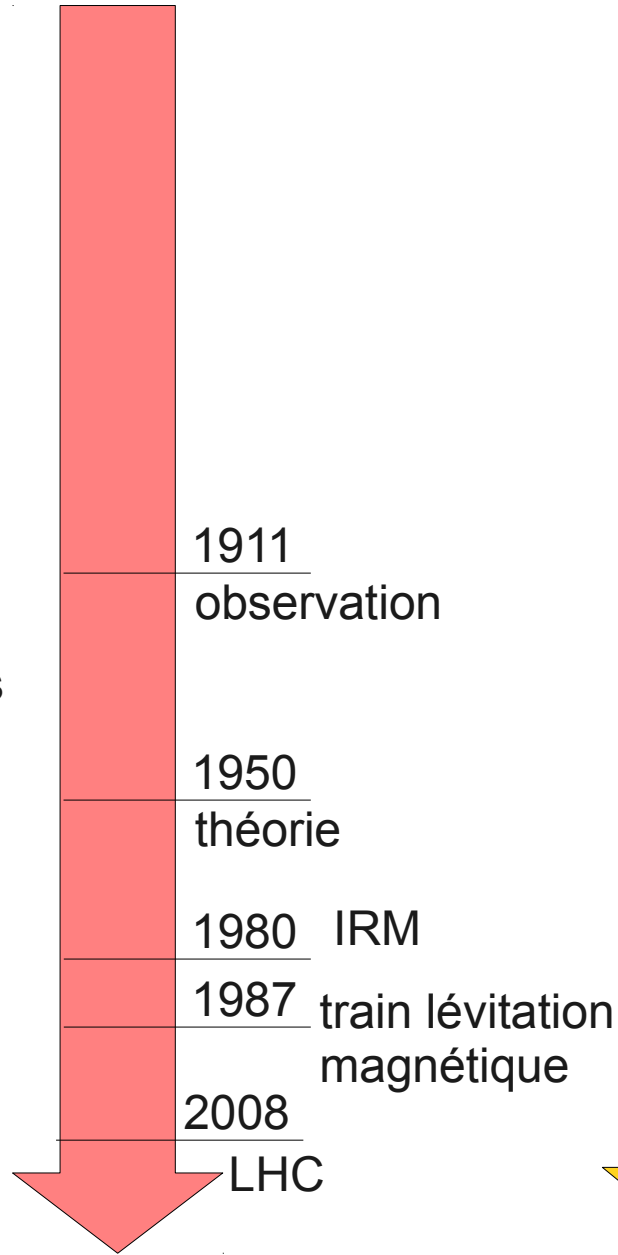
Le temps de la recherche

électricité

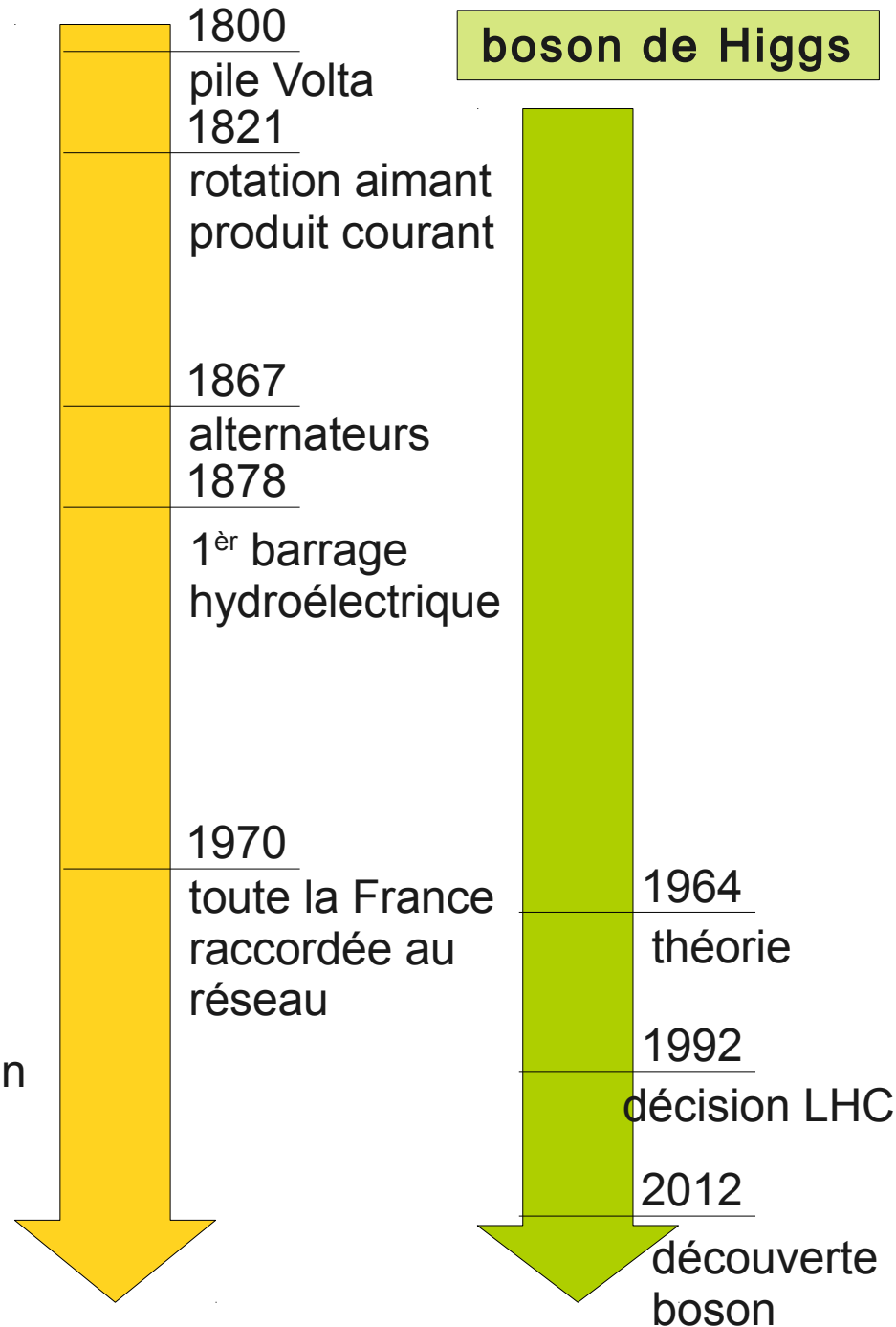
photovoltaïque



supraconduction



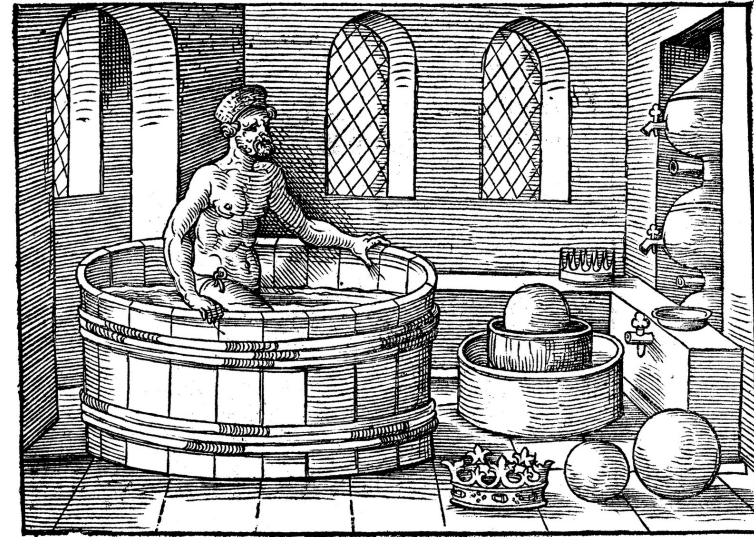
boson de Higgs





Les chemins détournés de la recherche

- ◆ Le plus ancien exemple connu :
Archimède



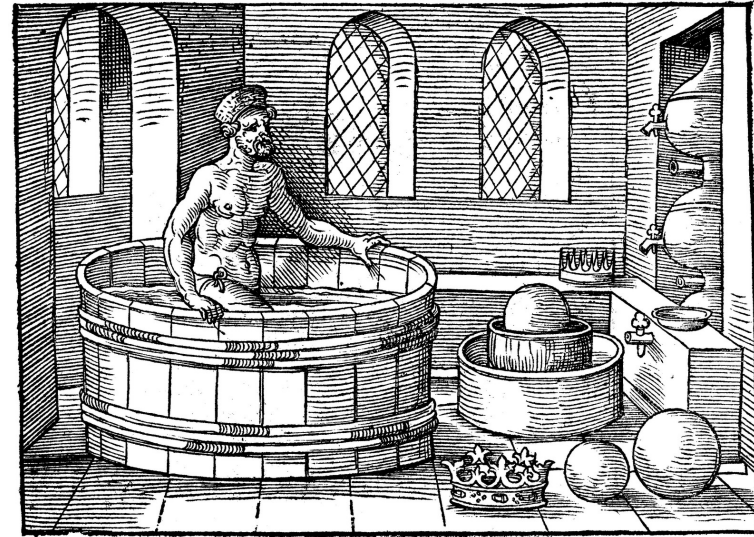
- ◆ 1831 : Faraday découvre qu'un aimant tournant crée un courant électrique
 - principe du générateur de courant
 - principe du moteur électrique





Les chemins détournés de la recherche

- ◆ Le plus ancien exemple connu :
Archimède



- ◆ 1831 : Faraday découvre qu'un aimant tournant crée un courant électrique
 - principe du générateur de courant
 - principe du moteur électrique





Un concentré de deux siècles de physique

- ◆ Un exemple de la vie de tous les jours :
chercher un restaurant à proximité avec son smartphone

semi-conducteurs
mécanique quantique
début XX^e

web
CERN
1989

téléphone
ondes électromagnétiques
1887

écran tactile
effet capacitif
1933



GPS
relativité générale
1915

écran tournant
gyroscope
1852

diode
effet tunnel
1927



Un concentré de deux siècles de physique

- ◆ Un exemple de la vie de tous les jours :
chercher un restaurant à proximité avec son smartphone

semi-conducteurs
mécanique quantique
début XX^e

web
CERN
1989

téléphone
ondes électromagnétiques
1887

écran tactile
effet capacitif
1933



GPS
relativité générale
1915

écran tournant
gyroscope
1852

diode
effet tunnel
1927

???
boson de Higgs
20xx

Merci de votre attention !



*On l'a trouvé !
On a trouvé le boson !*

Transparents supplémentaires



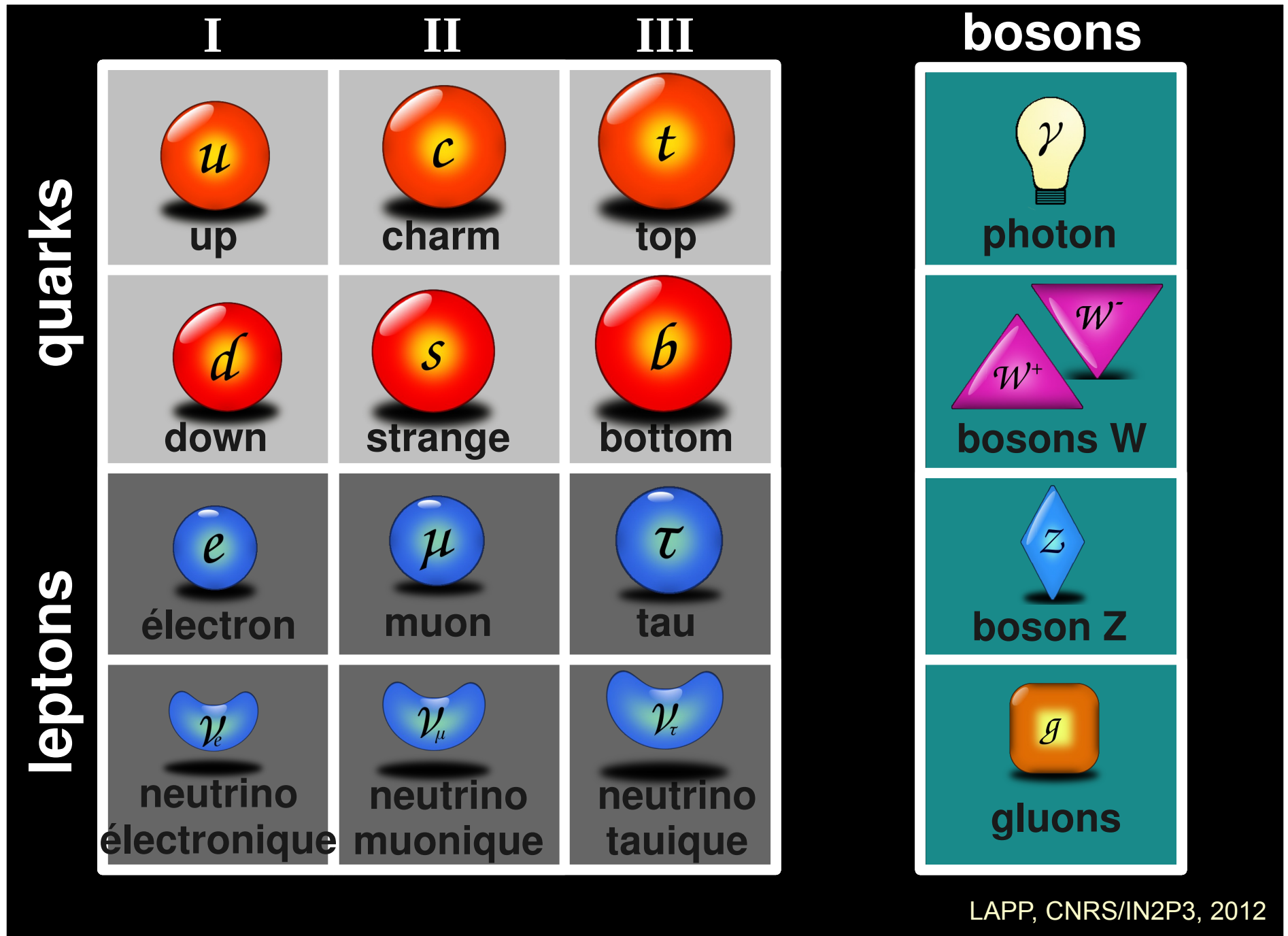
"Take a look at this everyone - it just could be the signature we've been looking for!"

Regardez tout le monde. Ca pourrait bien être la signature que l'on cherchait

© If this message is present, or any other indicator that this image is being used without permission is present, a charge will be made to the user. Removing permission infringement indicators will incur higher charges and other action ©



Le modèle standard de la physique des particules



◆ Aglaé (Accélérateur Grand Louvre d'Analyse Elémentaire)

