

L'antimatière dans les collisionneurs

Marie-Hélène Schune

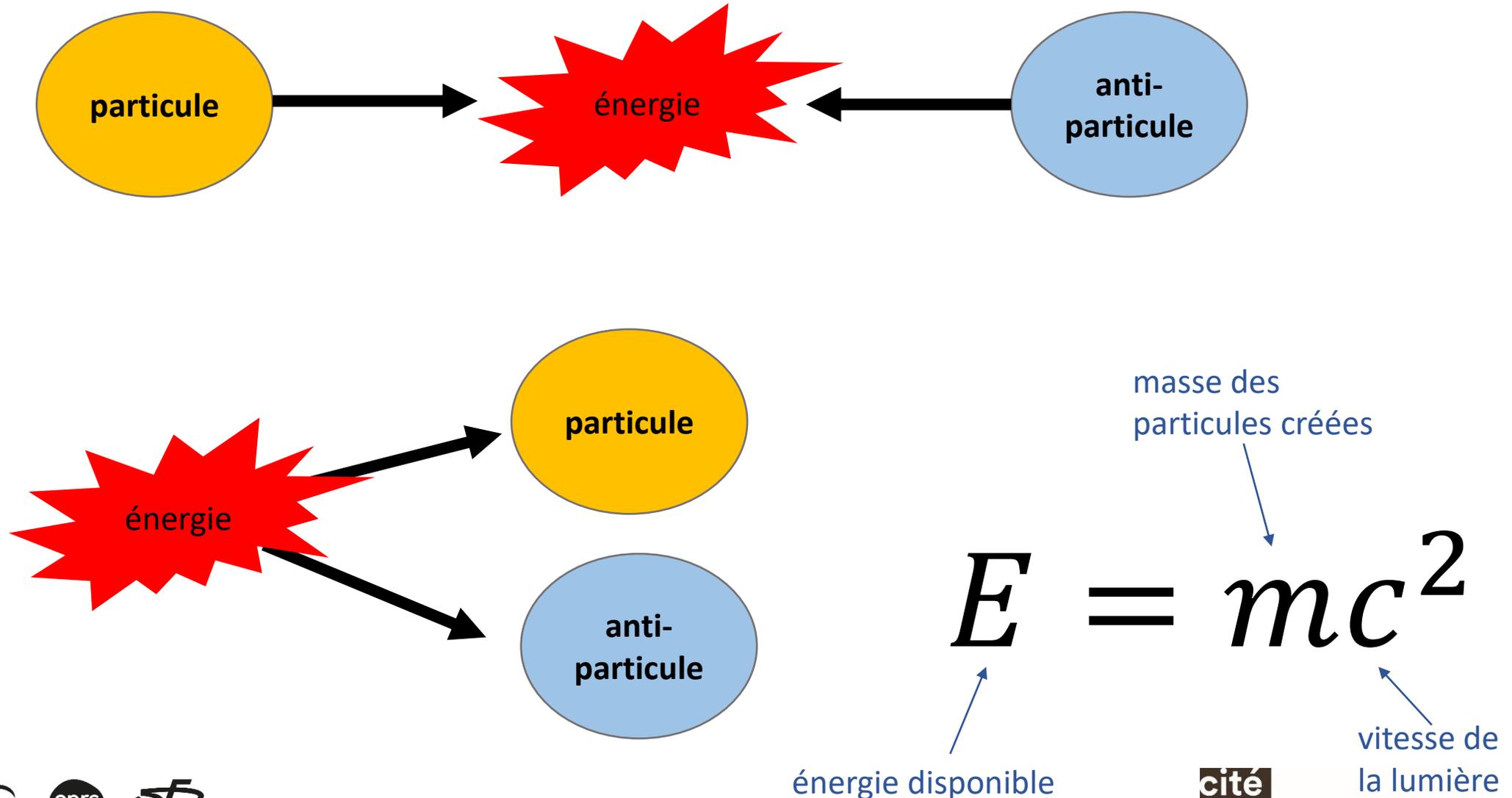
marie-helene.schune@ijclab.in2p3.fr

Laboratoire de Physique des 2 infinis Irène Joliot-Curie
IN2P3/CNRS & Université Paris-Saclay

En partenariat avec



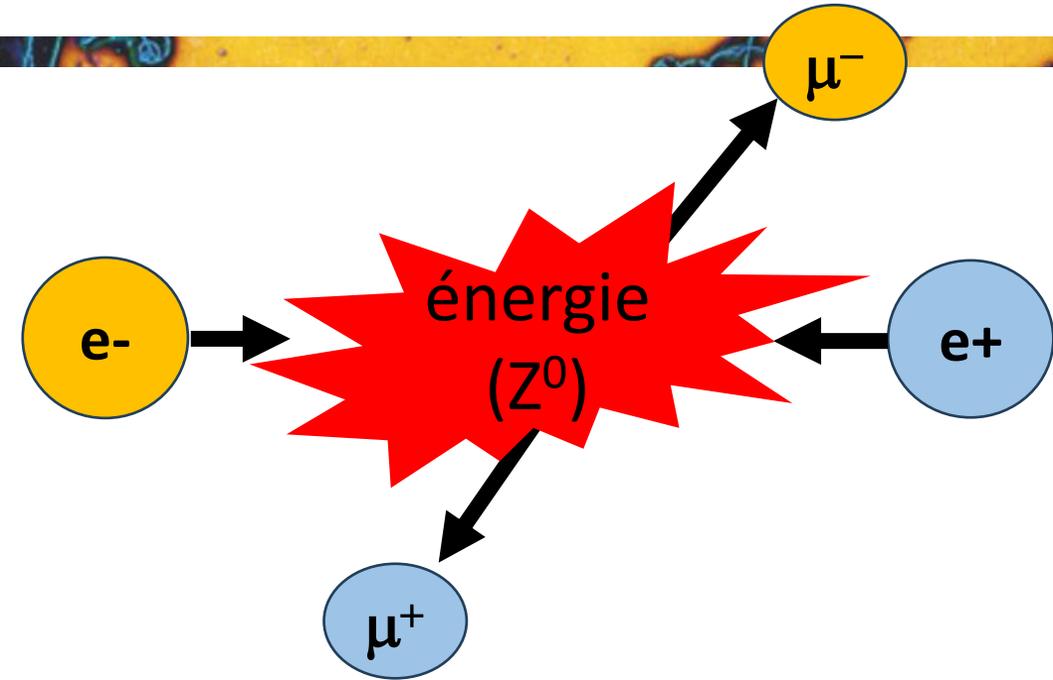
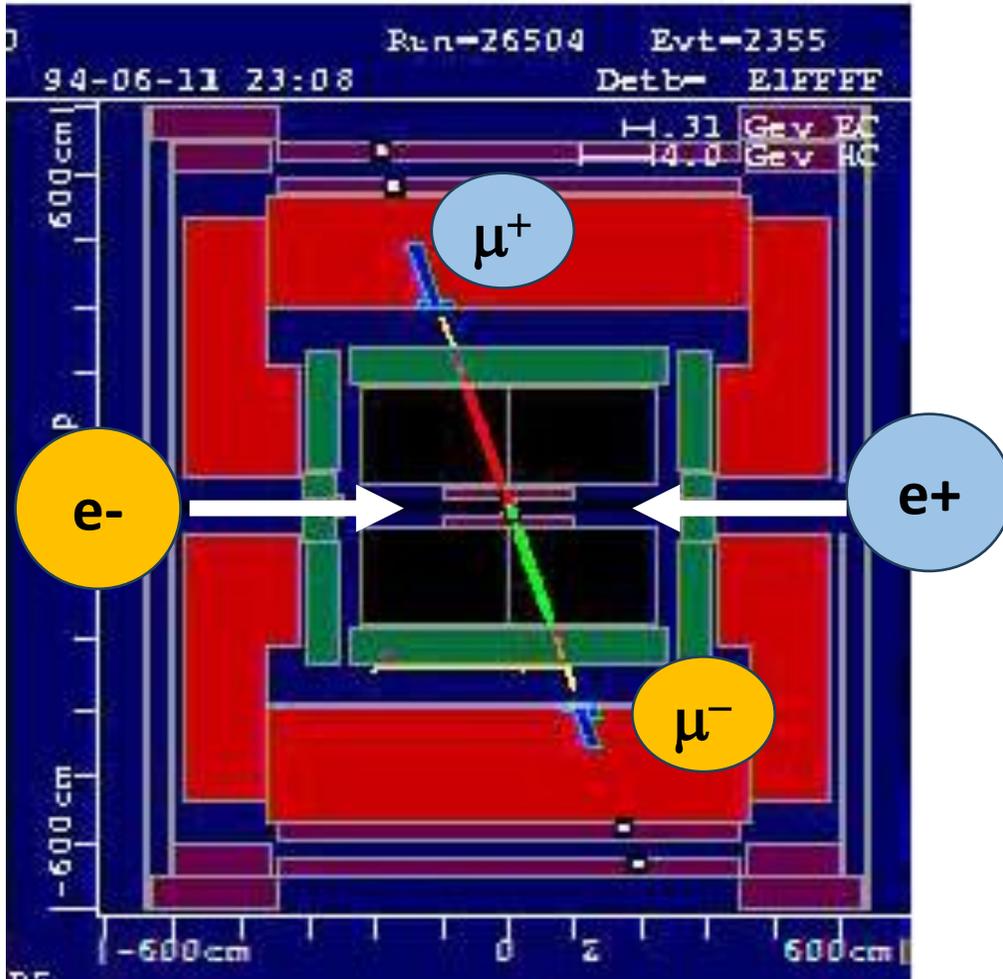
Annihilation et création



En partenariat avec



Matière ou antimatière ?



Dans un détecteur, (presque) tout le temps, matière et antimatière ne diffèrent que par leur charge électrique

En partenariat avec



Expérience ALEPH au LEP (CERN), événement enregistré le 11 juin 1994

Oui mais ... et le Big Bang ?

Big Bang

13.8 milliards d'années plus tard



© Agostino Iacurci
(« From here to the Big Bang »)

matière

anti-
matière



En partenariat avec

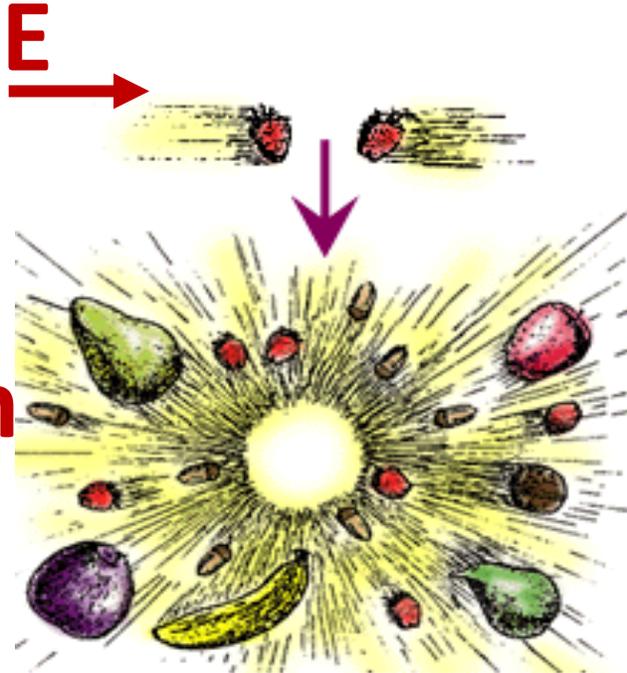


Il s'est passé quelque chose qui a favorisé la matière

férences

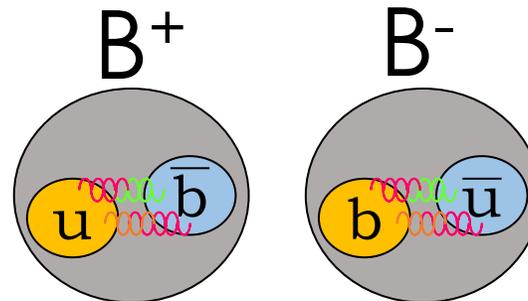
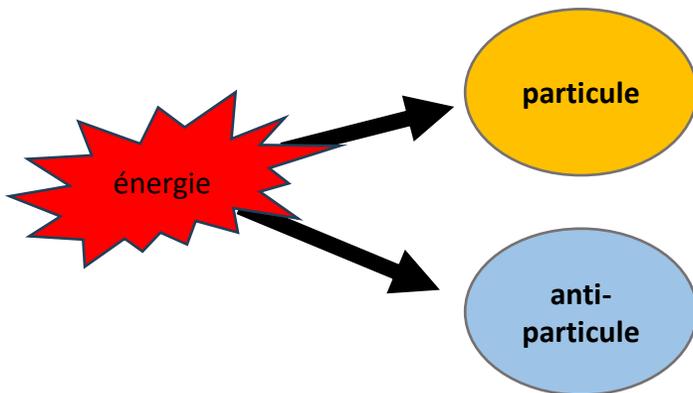
Matière et antimatière

Au cern :



Ces particules ont une durée de vie très courte (10^{-12} s). Elles se désintègrent

On enregistre leurs empreintes



Hadrons beaux (avec quark b)

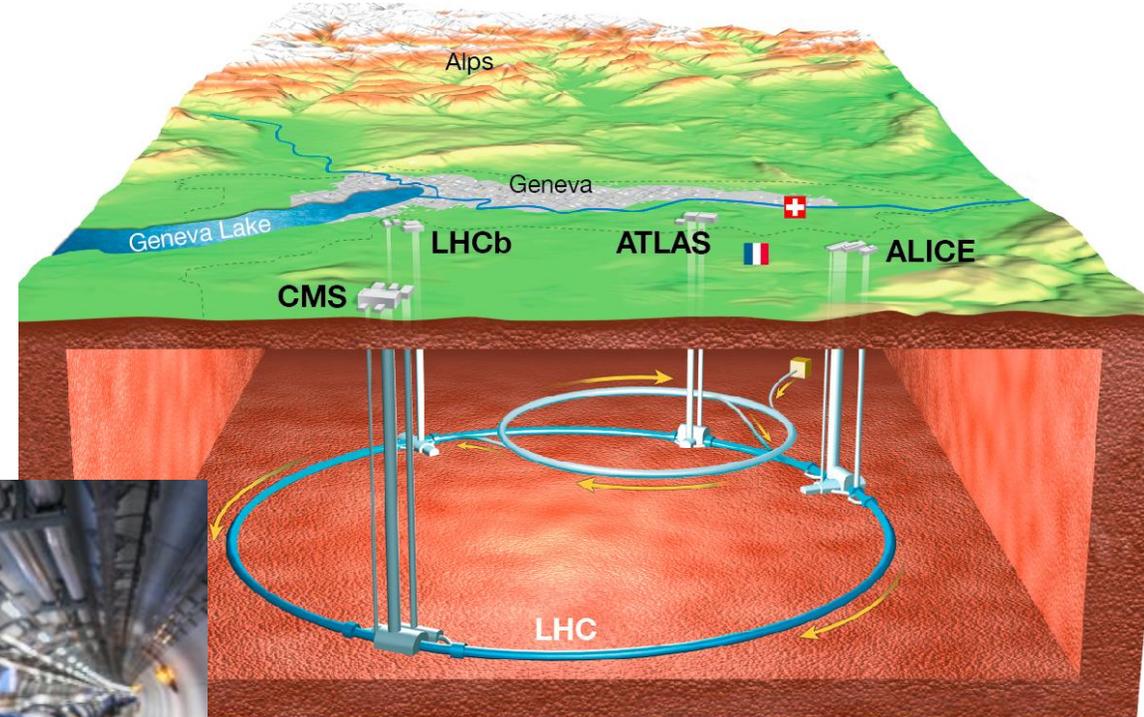
Le LHC



En partenariat



Le LHC



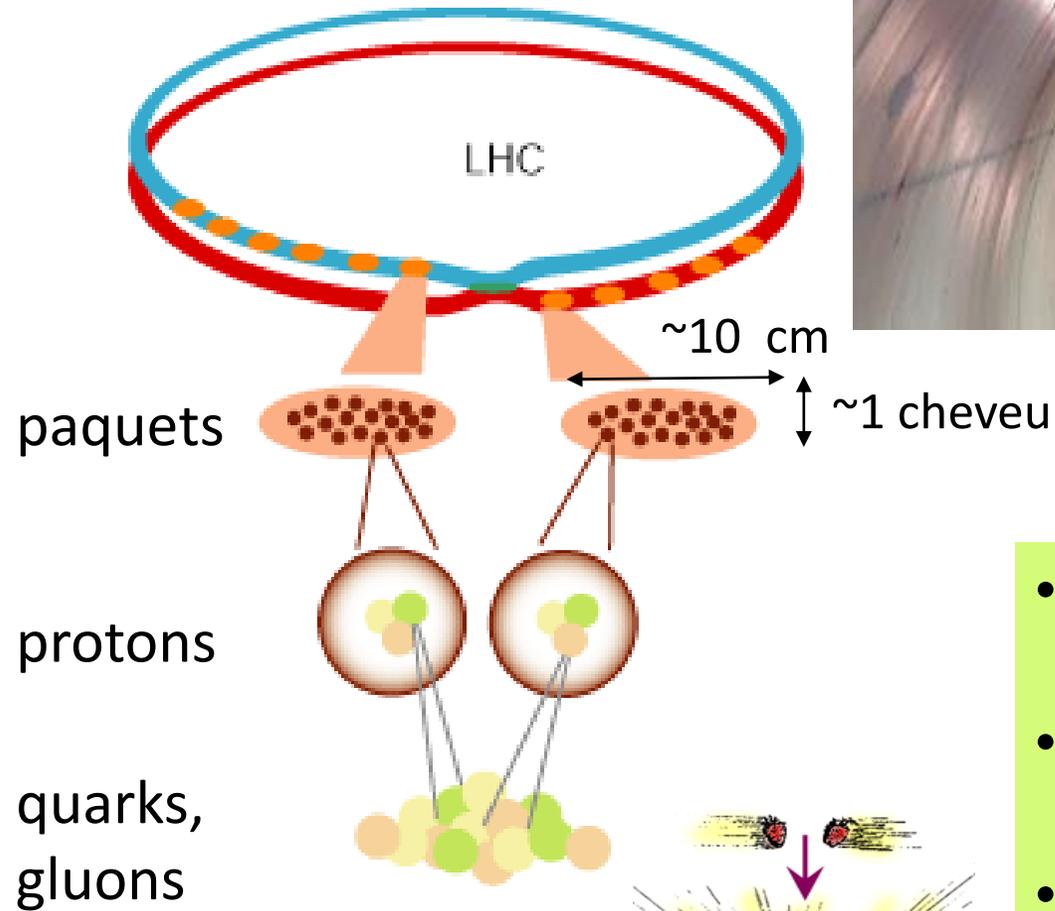
100m sous terre

En partenariat avec



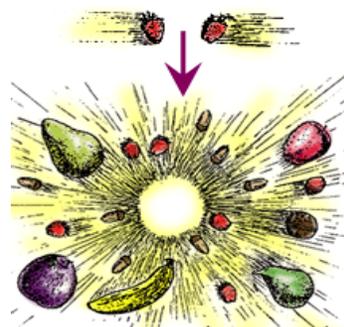
cité
sciences
et industrie **conférences**

Le LHC en bref

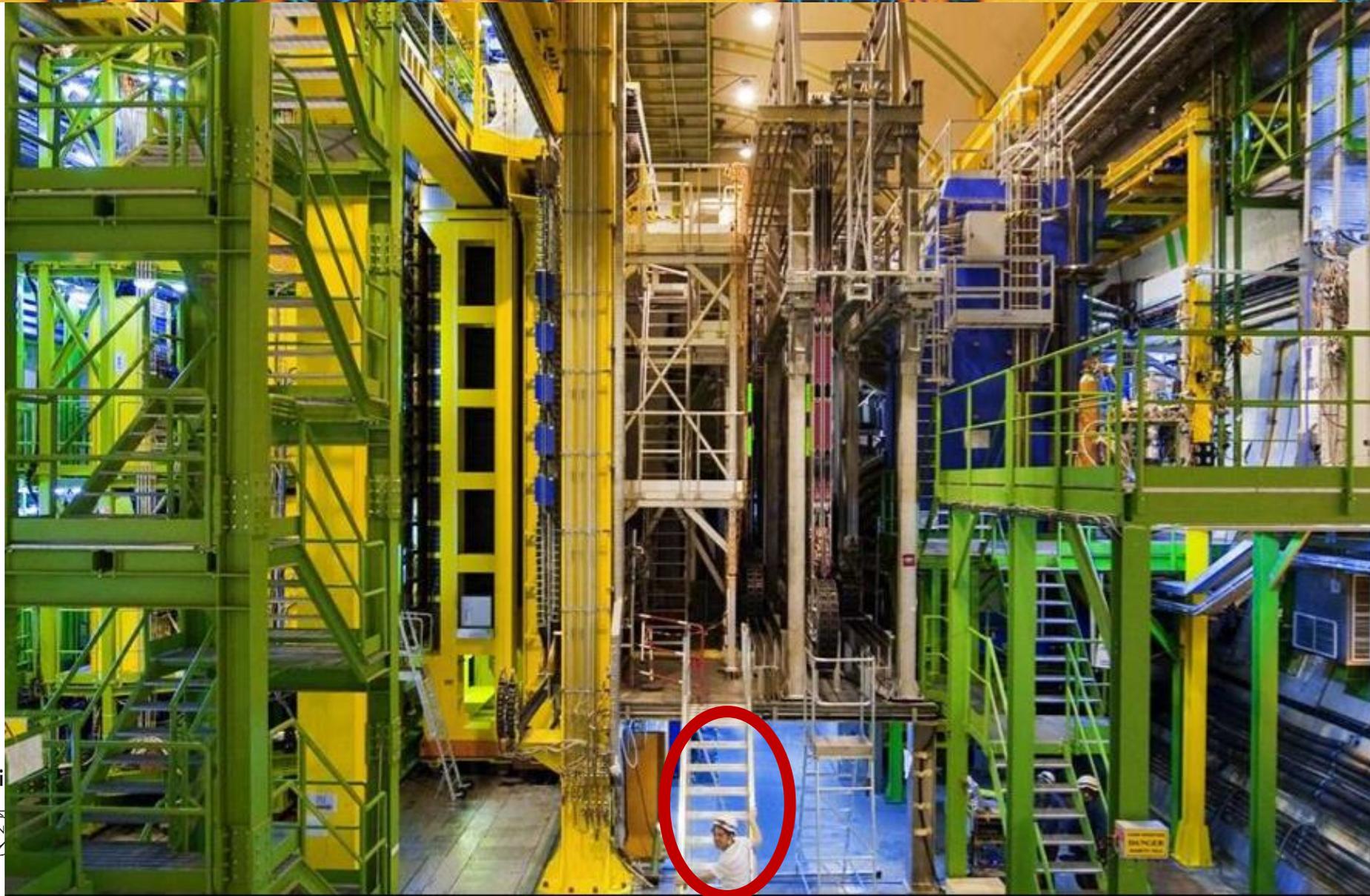


- 2800 paquets de protons par anneau
- 100000000000 (10^{11}) protons par paquet
- 40 millions de collisions par seconde

En partenariat avec



L'expérience LHCb

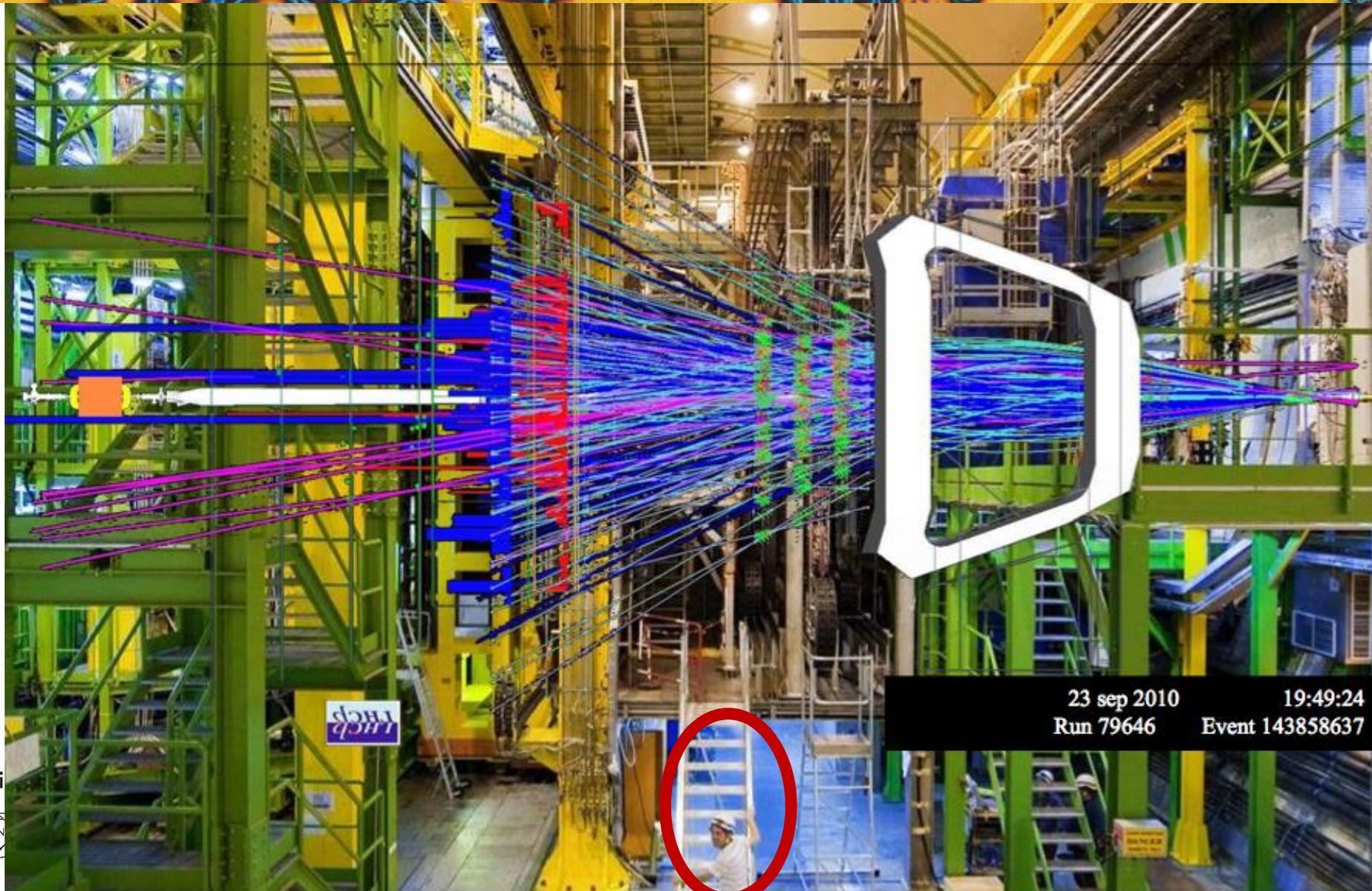


En partenariat



conférences

L'expérience LHCb

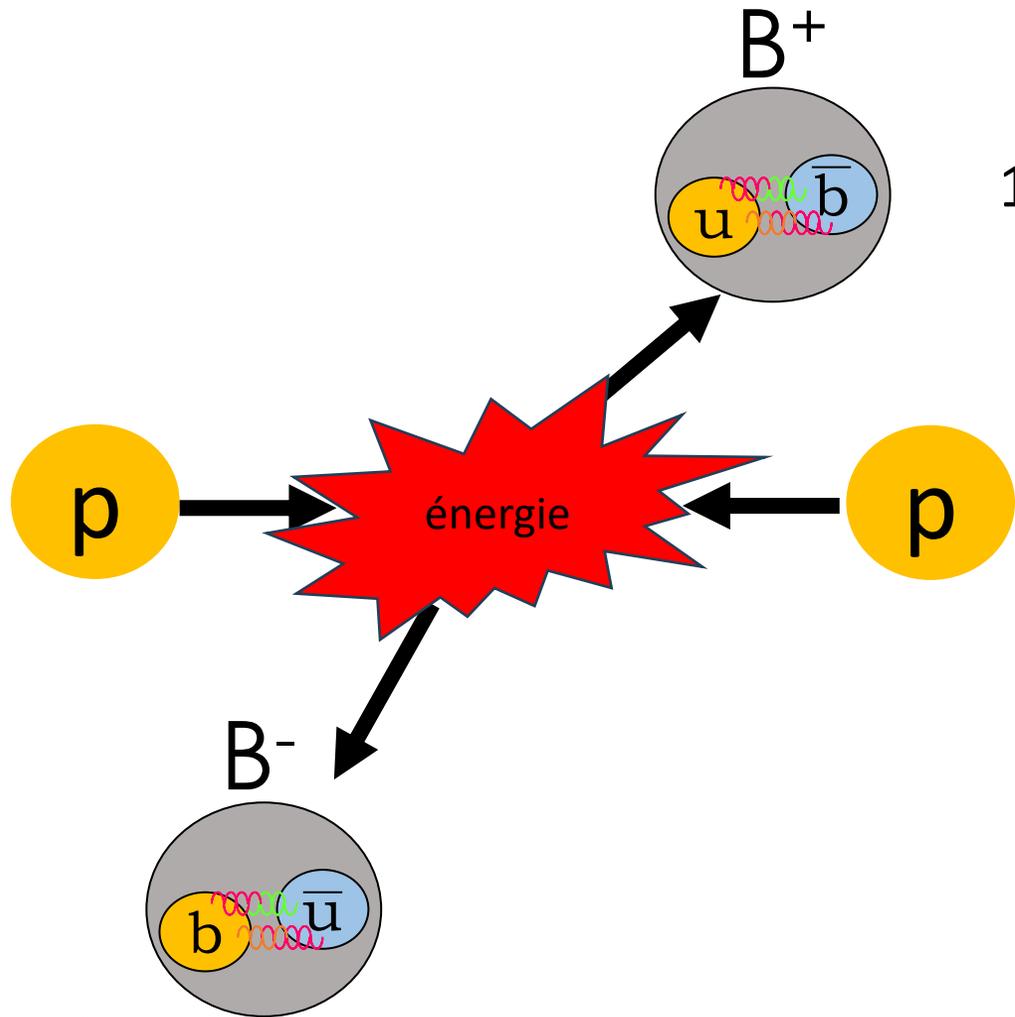


En partenariat

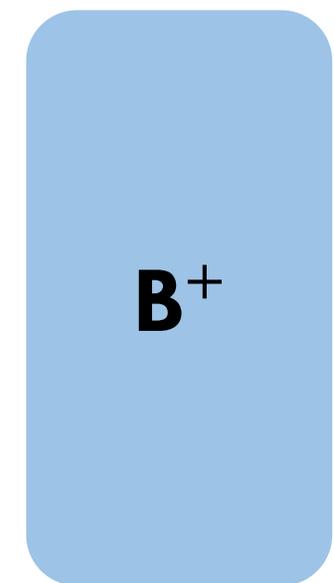
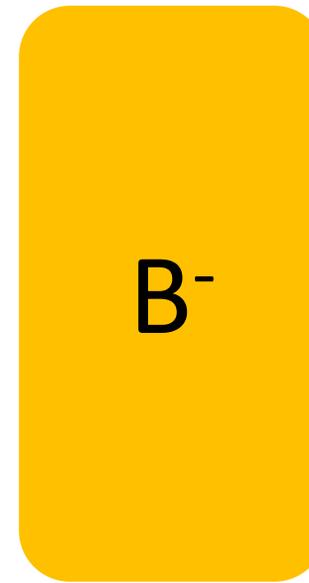


conférences

LHCb au LHC: une usine à antimatière



1000 milliards paires produites dans le détecteur

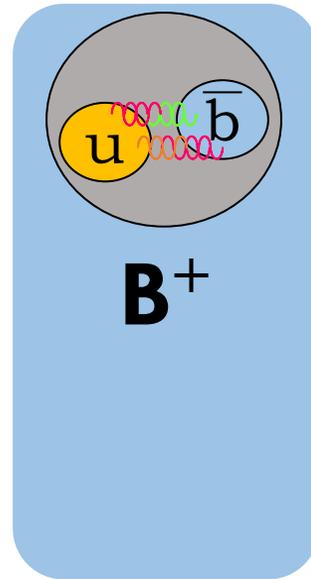
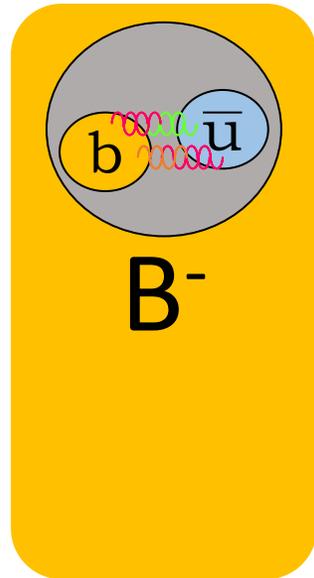


(Les désintégrations qui nous intéressent sont rares: $\sim 1/1\ 000\ 000$)

En partenariat avec



Principe de la mesure



On choisit un mode de désintégration

Par exemple $B^- \rightarrow (K^+ K^-) K^-$ et $B^+ \rightarrow (K^+ K^-) K^+$

On compte les nombres de désintégration

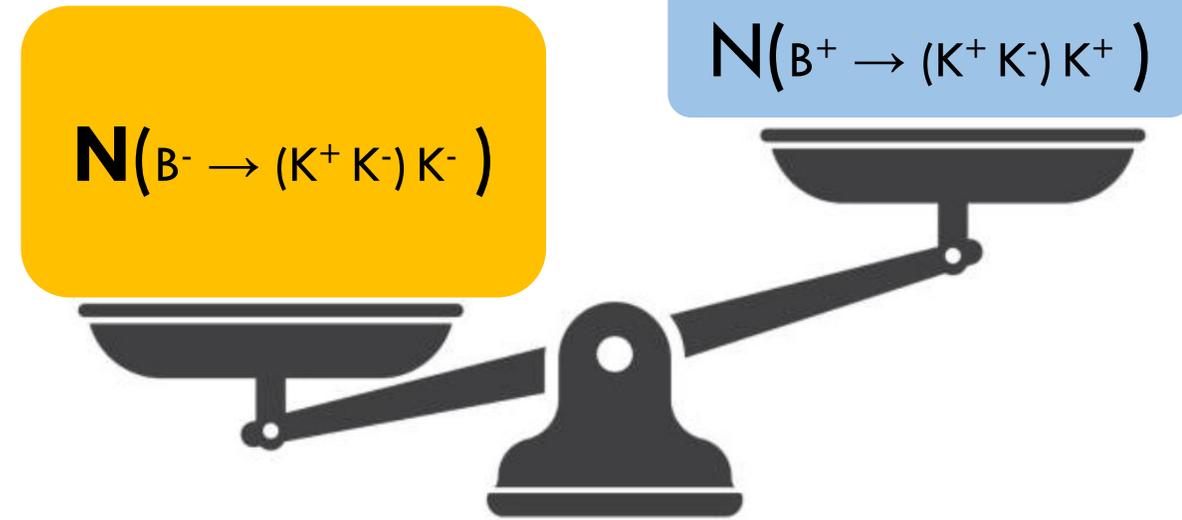
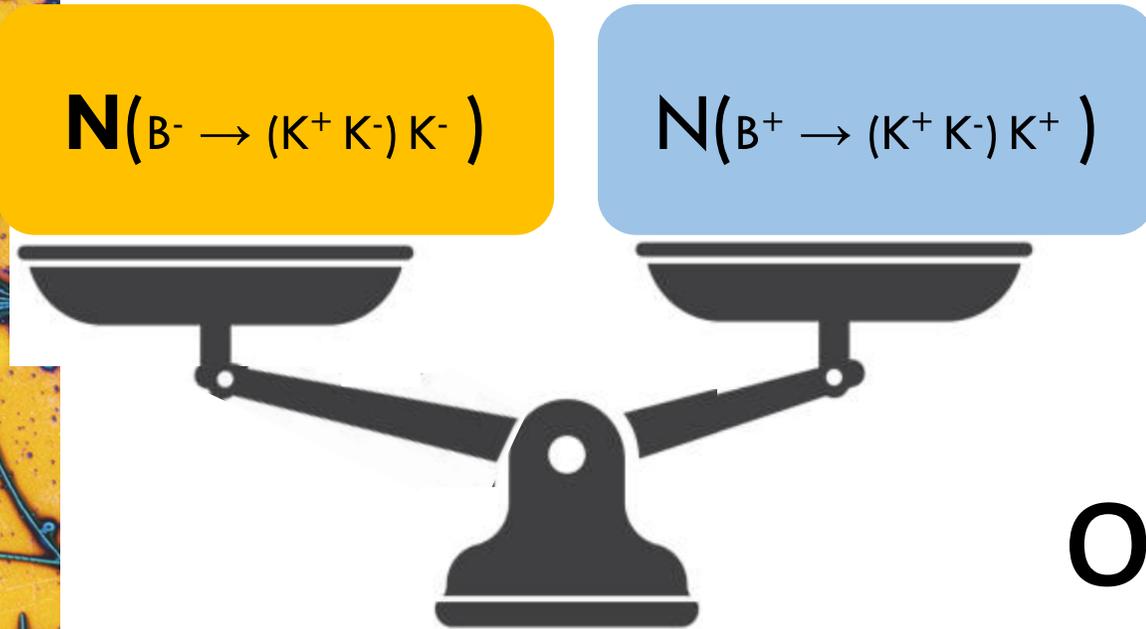
$$N(B^- \rightarrow (K^+ K^-) K^-)$$

$$N(B^+ \rightarrow (K^+ K^-) K^+)$$

En partenariat avec



Principe de la mesure



ou

?

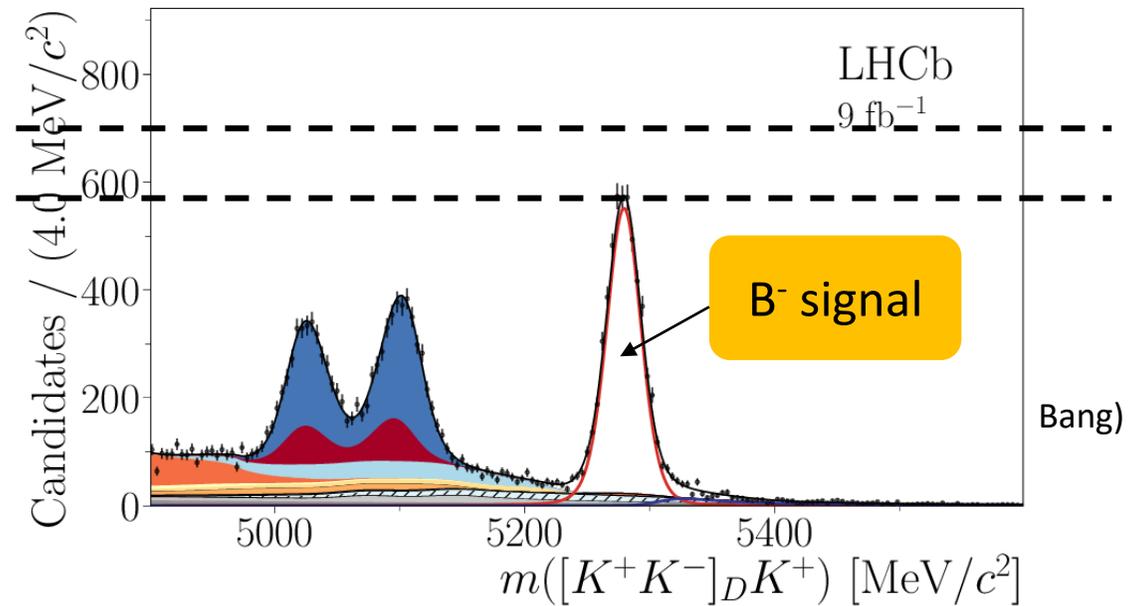
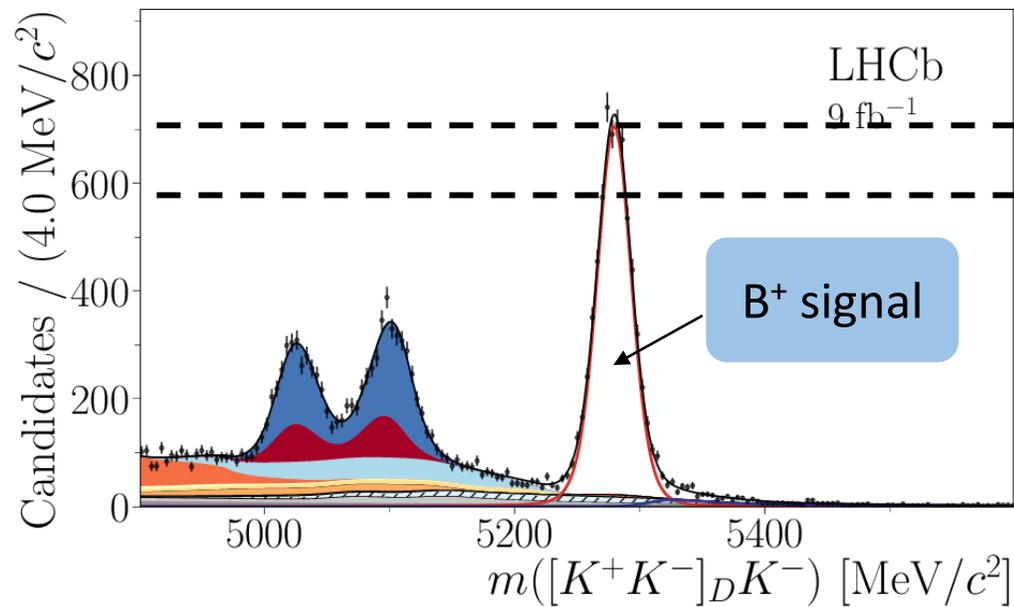
En partenariat avec



Résultat de la mesure



JHEP 04 (2021) 081



En partenariat avec



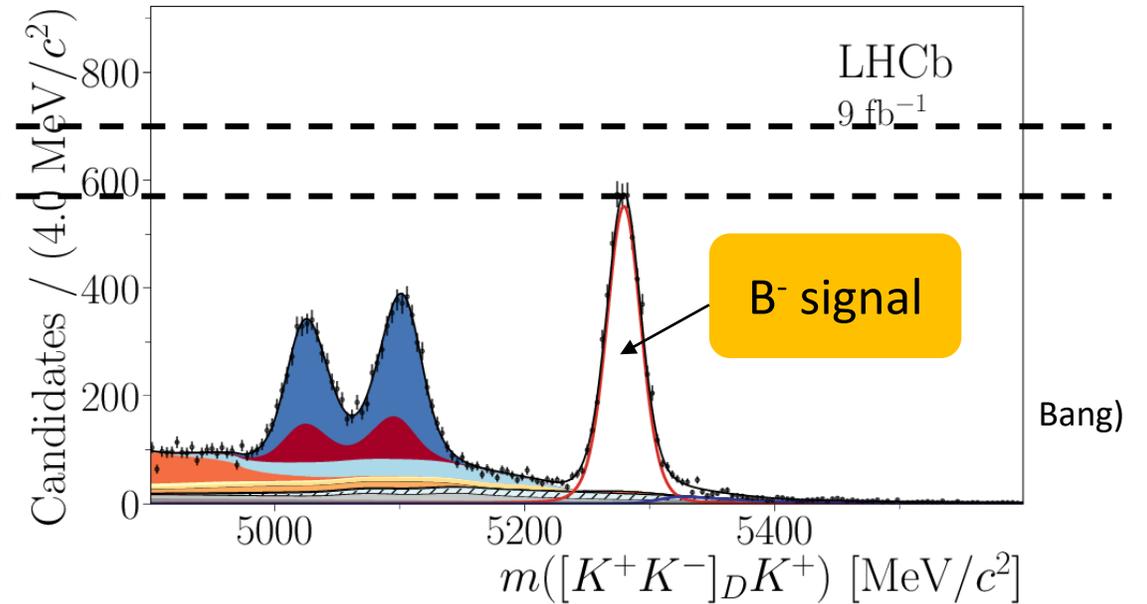
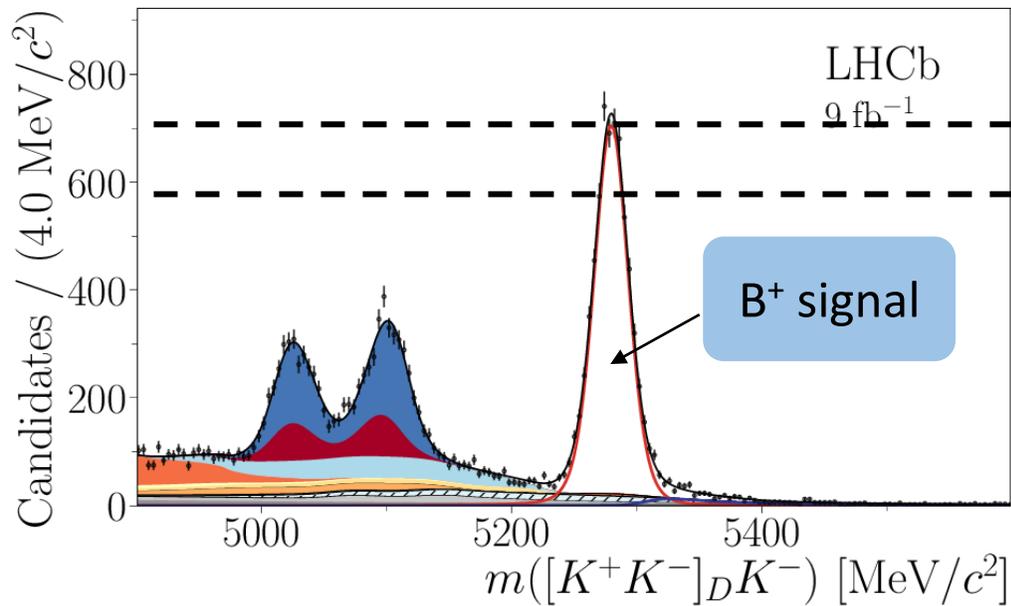
cité
sciences
et industrie conférences

Résultat de la mesure

$$N(B^+ \rightarrow (K^+ K^-) K^+)$$

$$N(B^- \rightarrow (K^+ K^-) K^-)$$

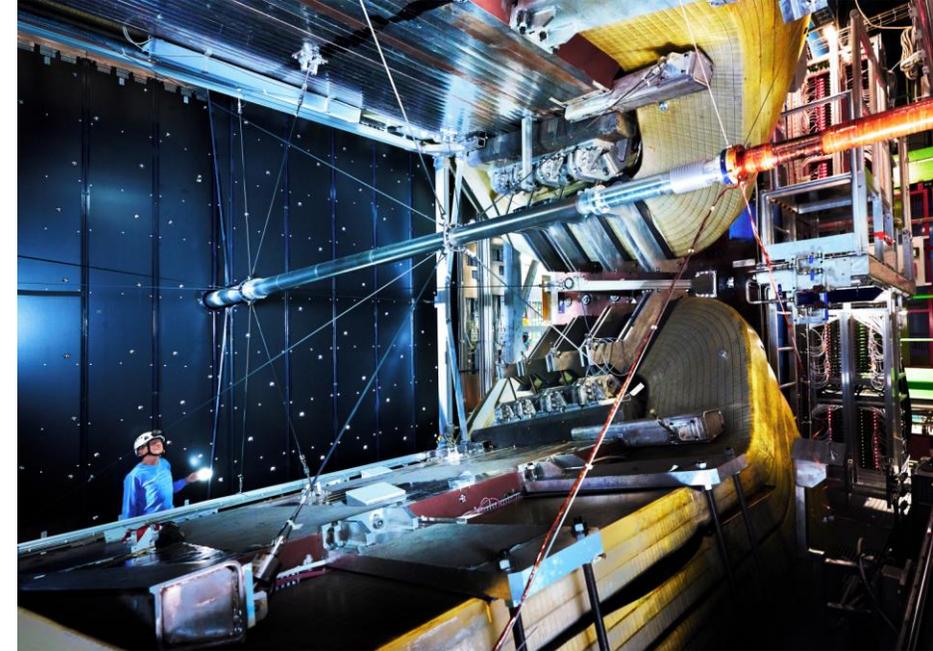
JHEP 04 (2021) 081



Matière et antimatière se comportent différemment !

Récapitulons !

- On mesure des différences de comportement entre matière et antimatière (et dans de nombreux cas !)
- L'expérience LHCb au CERN est la plus précise au monde
- Ce qui est mesuré est en accord avec la théorie qui explique les interactions entre particules élémentaires (le « Modèle Standard »)



En partenariat avec



Trop petit ...

Ces différences de comportement entre matière et antimatière sont (vraiment beaucoup) trop petites pour expliquer les observations actuelles de notre Univers

Big Bang



Aujourd'hui



???

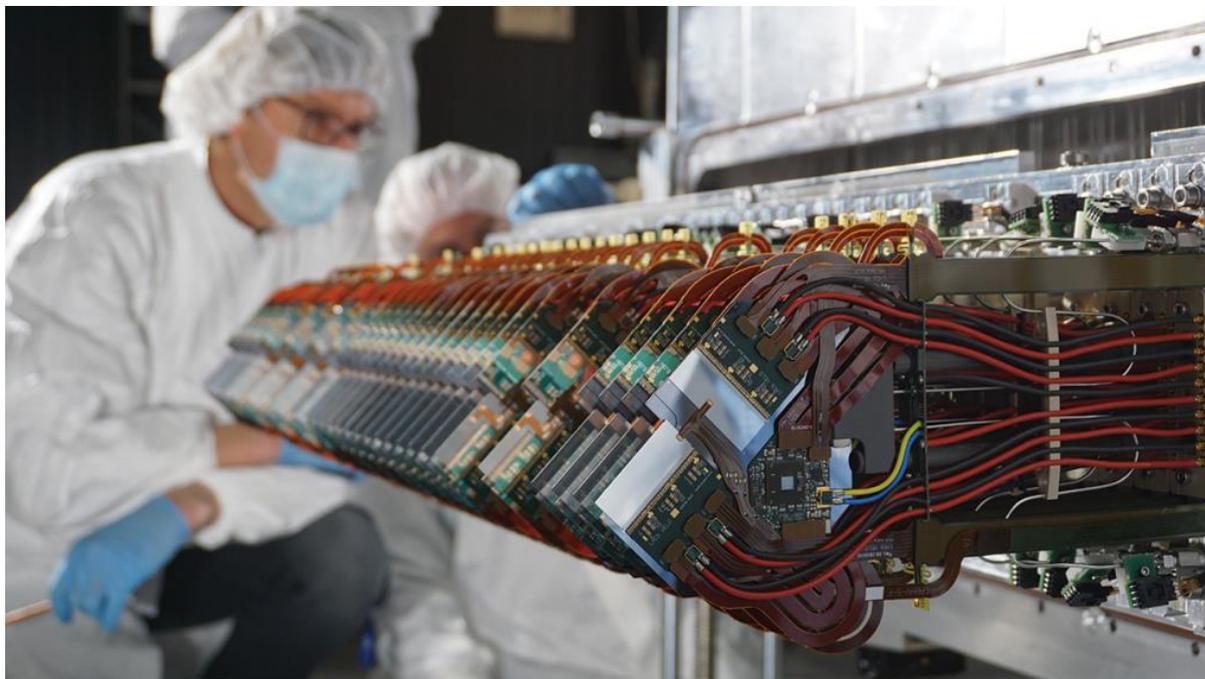
En partena



matière

**anti-
matière**

Alors on continue à chercher !



EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH (CERN)



CERN-EP-20XX-ZZZ
LHCb-PAPER-2024-030
September 20, 2024

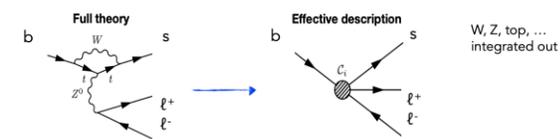
Constraints on the photon polarisation in $b \rightarrow s \gamma$ transitions using $B_s^0 \rightarrow \phi e^+ e^-$ decays

LHCb collaboration¹

Abstract

An angular analysis of the $B_s^0 \rightarrow \phi e^+ e^-$ decay is performed using the full Run 1 and Run 2 proton-proton collision datasets collected by the LHCb experiment, corresponding to an integrated luminosity of 60 fb^{-1} at centre-of-mass energies of 7 TeV, 8 TeV and 13 TeV. The analysis is performed in the very low dilepton invariant mass squared region, between 0.0009 and $0.2615\text{ GeV}^2/c^4$. The longitudinal polarisation fraction of the ϕ meson is measured to have an upper limit of less than 11.5% at the 90% confidence level. The $A_{FB}^{\ell\ell}$ observable, which is related to

Weak Effective Theory



$$\mathcal{L}_{\text{eff}} \propto G_F V_{tb} V_{ts}^* \sum_i (C_i \mathcal{O}_i + C_i' \mathcal{O}_i')$$

$C_i^{(0)} = C_i^{\text{SM}(0)} + C_i^{\text{NP}(0)}$ perturbative, contains the short distance physics. q^2 independent. Heavy NP
 $\mathcal{O}_i^{(0)}$ non-perturbative, Lorentz structure, long distance physics. q^2 dependent.