

# L'Expérience Belle : Étude des Origines de l'Asymétrie CP

Patrick Koppenburg pour la collaboration Belle ( $\approx 400$  membres)  
KEK — High Energy Accelerator Research Organization  
1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, Japon 305-0801  
+81-298-64-5363 — Fax. : +81-298-64-5340  
E-mail : pkoppenb@mail.kek.jp

## Résumé

L'expérience Belle auprès de l'accélérateur KEKB, détenteur du record du monde de luminosité, mesure avec précision l'asymétrie CP dans les désintégrations de mésons B. Ces recherches doivent permettre une meilleure compréhension de l'asymétrie matière-antimatière qui est un des ingrédients nécessaires à la formation de l'univers.

## Abstract

Thanks to the luminosity world-record holding accelerator KEKB, the Belle experiment at KEK is presently performing very precise measurements of CP violation in B meson decays. This study will allow a better understanding of the matter-anti-matter asymmetry which has been essential for the creation of the universe.

## Introduction

L'expérience Belle, basée au laboratoire KEK à Tsukuba, est une collaboration réunissant environ 400 physiciens de 50 universités et instituts de recherche répartis sur quatre continents. Elle consiste en un détecteur (« Belle », figure 1) et de KEKB, un accélérateur circulaire asymétrique d'électrons et anti-électrons. Il fournit des collisions à une énergie de 10.58 GeV dans le référentiel du centre de masse. Cette énergie correspondant à la résonance  $\Upsilon(4S)$  est optimale pour la formation de paires de mésons B.

Depuis sa mise en service en 1998, l'accélérateur KEKB a battu tous les records du monde

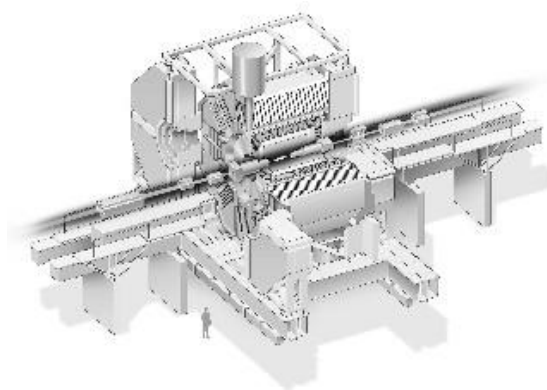


FIG. 1 – Le détecteur Belle .

de luminosité et permet ainsi à l'expérience Belle de disposer du plus grand échantillon de mésons B à ce jour (plus de  $100 \text{ fb}^{-1}$ , soit 100 millions de paires  $B\bar{B}$ ). La figure 2 montre l'évolution de la luminosité intégrée depuis 1999.

## Observation d'une importante asymétrie CP

On appelle CP la symétrie entre les lois physiques régissant la matière et celles régissant

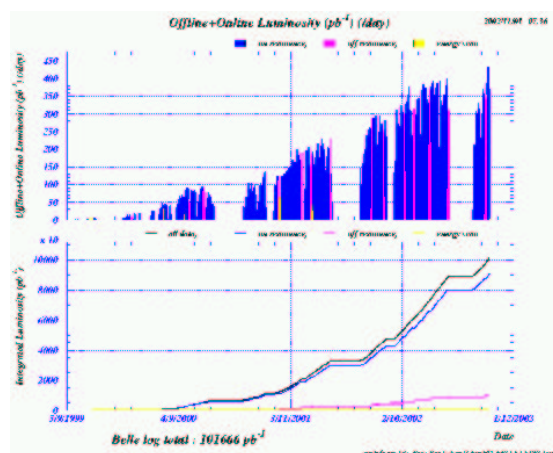


FIG. 2 – Évolution de la luminosité intégrée à Belle par jour (haut) et totale (bas).

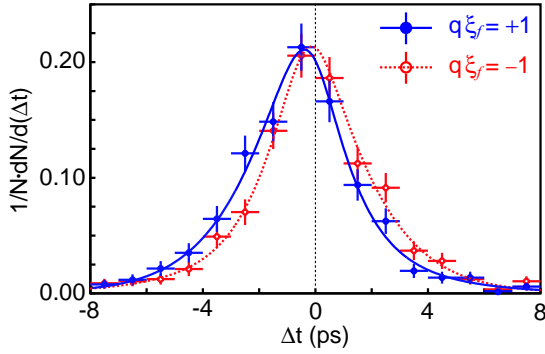


FIG. 3 – Asymétrie CP dans les données brutes [5].

l'antimatière. Si la symétrie CP est exacte, toutes les désintégrations de particules devraient être identiques à celles de leurs anti-particules. Cela est le cas pour la plupart des paires particule-anti-particule et jusqu'à récemment une (très faible) asymétrie n'a été observée que dans les désintégrations des mésons K neutres. Pourtant l'asymétrie entre la matière et l'antimatière existe, comme le montrent les observations cosmologiques : on ne trouve pas d'antimatière dans l'univers.

De nombreux calculs théoriques basés sur la théorie de Kobayashi et Maskawa [2] prédisent une importante asymétrie CP dans les désintégrations de mésons B neutres. Cela a motivé la réalisation des expériences Belle [3] et BaBar [4] (une expérience similaire située à Stanford) qui ont toutes deux observé des différences dans la façon dont le méson  $B^0$  et l'anti-méson  $\bar{B}^0$  se désintègrent dans le canal  $B \rightarrow J/\psi K_S^0$  [5] (figure 3).

### Désintégrations rares du méson B

Le groupe Belle a publié l'année dernière la première observation de la désintégration du méson B en un méson K et une paire de leptons  $\ell$  ( $e$  ou  $\mu$ ),  $B \rightarrow K \ell^- \ell^+$  [6]. En analysant 31 millions de paires  $B\bar{B}$ , Belle a démontré l'existence de ce type de désintégrations pourtant extrêmement rares. Elles ont lieu par l'intermédiaire de deux des plus lourdes particules connues à l'instant : le quark top et le boson vecteur W. Cette désintégration connue sous le nom de « pingouin » est esquissée sur la figure 4.

De plus amples recherches sont nécessaires pour améliorer aussi bien les résultats expérimentaux que la théorie dans ce domaine ; mais ce résultat est un pas important qui pourrait amener à des découvertes surprenantes dans le domaine des désintégrations rares du méson B.

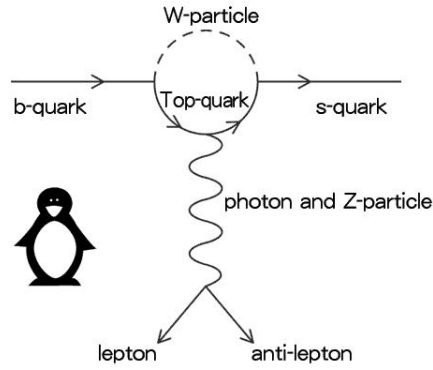


FIG. 4 – Pingouin  $b \rightarrow s \ell \ell$ .

### Futur

D'ici au prochain arrêt de maintenance cet été, l'expérience Belle espère doubler son échantillon pour atteindre les 200 millions de paires  $B\bar{B}$ . Les mesures actuelles d'asymétries CP seront affinées et de nouveaux canaux étudiés, comme la désintégration  $B \rightarrow \pi\pi$ , où l'on semble aussi observer une asymétrie CP [7].

### Références

- [1] *Communiqués de presse du KEK 2001–2002*. Voir <http://www.kek.jp>.
- [2] M. Kobayashi and T. Maskawa : *CP violation in the renormalizable theory of weak interaction*. Prog. Theor. Phys. **49** (1973) 652.
- [3] S. Mori et al. : *The Belle detector*. Nucl. Instrum. Meth., **A479** (2002) 117-232.
- [4] B. Aubert et al. : *The BaBar detector*. Nucl. Instrum. Meth., **A479** (2002) 1-116.
- [5] K. Abe et al. : *Observation of large CP violation in the neutral B meson system*. Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 091802.
- [6] K. Abe et al. : *Observation of the Decay  $B \rightarrow K \ell^+ \ell^-$* . Phys. Rev. Lett. **88** (2002) 021801.
- [7] K. Abe et al. : *Study of CP-Violating Asymmetries in  $B^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  Decays*. Phys. Rev. Lett. **89** (2002) 071801.

### Remerciements

L'auteur tient à remercier Abe Kazuo pour ses conseils et le JSPS (Japan Society for the Promotion of Science).