

BaBar : Etude de la symétrie dans le système $B\bar{B}$

L'expérience BaBar, située sur l'anneau de collision asymétrique e^+e^- PEP-II à SLAC (Stanford, Californie) a pour but l'étude de la violation de CP dans le secteur des mésons B, et la mesure précise des éléments de la matrice de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (CKM). La spectroscopie et l'étude des désintégrations de la beauté et du charme offrent également un vaste champ d'investigation. L'expérience, dont les premières données datent de 1999, s'est arrêtée définitivement au printemps 2008, après avoir enregistré plus de 467 millions de paires de mésons $B\bar{B}$. L'analyse de l'échantillon final des données devrait se poursuivre jusqu'aux environs de 2011.

Introduction

La violation de Charge-Parité (CP), mise en évidence pour la première fois en 1964, est un phénomène complexe, difficile à étudier, et qui avant 2001 n'avait été observé que dans le système des mésons K^0 . Dans le cadre du Modèle Standard, son origine est liée à l'existence d'un terme complexe dans la matrice de mélange entre quarks. Ce modèle prédit des asymétries significatives entre particules et antiparticules pour certaines désintégrations (rares) des mésons B^0 et \bar{B}^0 et vers un état propre de CP, comme les désintégrations $B^0 \rightarrow J/\psi K^0_S$ et $B^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$, ainsi que pour certaines désintégrations des mésons B chargés telles que $B^+ \rightarrow D^0 K^+$. La mesure de ces asymétries permet d'une part de tester la validité de la description du phénomène par le Modèle Standard et d'autre part de rechercher des signes indirects de la présence de mécanismes impliquant de la Nouvelle Physique.

Points forts

- Production inclusive de charme dans les désintégrations du méson B.
- Mesure des taux de branchement $B \rightarrow D^{(*)}\pi^\pm$.
- Etude des désintégrations supprimées de couleur $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)0}\pi^0/\omega/\eta/\eta'$.
- Mise en évidence des résonances $D_{s1}(2536)$, $\psi(3770)$ et $X(3872)$ dans les désintégrations $B \rightarrow D^{(*)}\bar{D}^{(*)}K$.
- Etude de l'angle γ du Triangle d'Unitarité grâce aux désintégrations $B^\pm \rightarrow \bar{D}^{(*)0}K$.

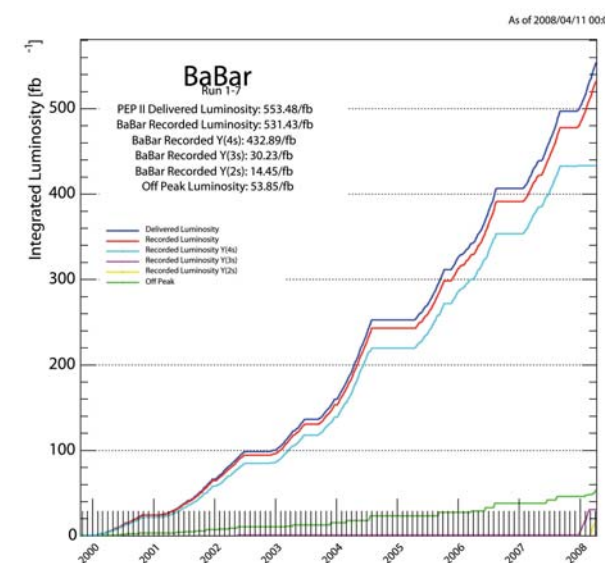


Figure 1 : La luminosité intégrée enregistrée par BaBar en fonction du temps, depuis le démarrage en 1999.

L'expérience BaBar, installée sur l'anneau de stockage e^+e^- PEP-II à SLAC, en Californie, étudie la violation de CP dans le système des mésons B. Les effets prédits par le Modèle Standard sont importants et expérimentalement observables. L'expérience est capable de mesurer les côtés et les angles du Triangle d'Unitarité (CKM) dans un grand nombre de canaux et de mettre à l'épreuve les prévisions théoriques. La construction de BaBar s'est achevée fin 1998. Les premières collisions e^+e^- ont été enregistrées à la fin du mois de mai 1999 et l'expérience, entre cette date et l'arrêt définitif

de la prise de données au printemps 2008, a pu enregistrer une luminosité intégrée de plus de 531 fb^{-1} (Figure 1), dont 433 fb^{-1} au pic du $Y(4S)$. Ceci correspond à environ 467 millions de désintégrations $e^+e^- \rightarrow Y(4S) \rightarrow B\bar{B}$. La violation de CP dans les désintégrations des B^0 vers des états finals charmonium K^0_S a été clairement établie, avec une mesure de $\sin(2\beta) = 0.691 \pm 0.029(\text{stat}) \pm 0.014(\text{syst})$. La mesure de $\sin(2\beta)$ dans les transitions telles que $B^0 \rightarrow D^{*+}D^{*-}$ ou $B^0 \rightarrow \phi K^0_S$, la mesure des angles α et γ du Triangle d'Unitarité, ainsi que celle des côtés, l'étude des désintégrations rares et, plus généralement celle

de l'ensemble des désintégrations des mésons B, forment un riche champ d'investigation. L'analyse finale des données de l'expérience devrait encore se poursuivre jusqu'aux environs de 2011.

La collaboration

80 instituts provenant de 11 pays (Allemagne, Canada, Chine, Espagne, Etats-Unis, France, Hollande, Italie, Norvège, Royaume-Uni, Russie) dont 5 laboratoires français : LAPP Annecy, LAL Orsay, LLR Ecole Polytechnique Palaiseau, LPNHE Université Paris 6 et 7, CEA-DAPNIA Saclay.

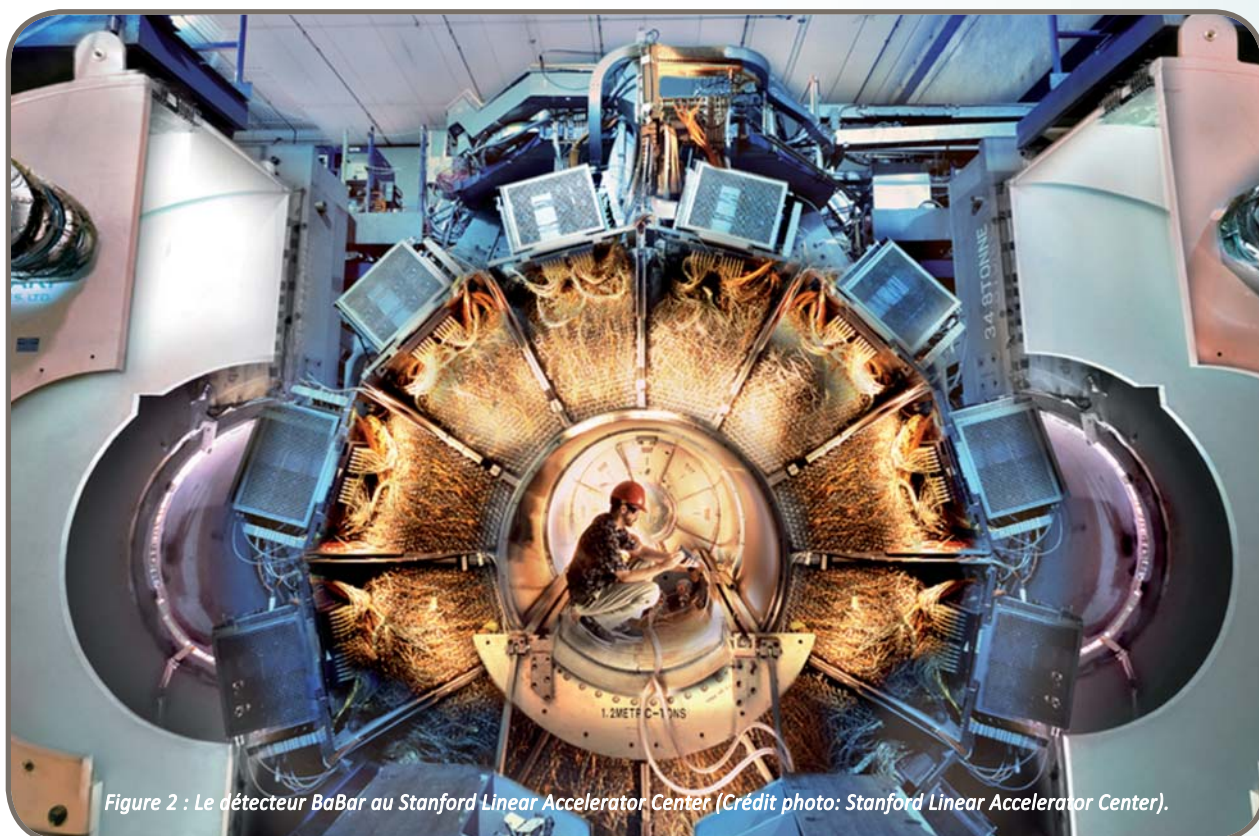


Figure 2 : Le détecteur BaBar au Stanford Linear Accelerator Center (Crédit photo: Stanford Linear Accelerator Center).

Activités de recherche du groupe du LAPP

Le groupe du LAPP participe à BaBar depuis la formation de la collaboration en 1993. Il a construit et était responsable du système de gaz qui alimente la chambre à dérive et, depuis le démarrage de l'expérience, a participé activement à la prise de données et à la vie de la collaboration, avec plusieurs séjours de longue durée à SLAC. L'analyse des données est une part importante de l'activité du groupe, avec une activité centrée sur la reconstruction exclusive de désintégrations hadroniques des mésons B et la mesure de l'angle γ du Triangle d'Unitarité.

Prise de données et projets techniques

Vincent Poireau, parti en expatriation au laboratoire de SLAC de juillet 2004 à juillet 2006, a exercé la fonction de coordinateur de la prise de données (ou "run coordinator") de l'expérience pour une durée de 6 mois, entre septembre 2005 et février 2006. Son rôle était de superviser l'acquisition de données, de coordonner les activités autour du détecteur BaBar et de communiquer avec les responsables de l'accélérateur PEP-II afin d'optimiser le bon fonctionnement de l'expérience. Il était également en charge du recrutement, de la formation et du suivi des physiciens en charge de la prise de données ("shifters"). Vincent a ensuite été responsable ("system manager")

de la chambre à fils de BaBar. La chambre à fils permet de détecter les particules chargées et de mesurer leur impulsion et leur angle avec une grande précision. Elle aide également à l'identification des particules grâce à la mesure de la perte d'énergie par centimètre (dE/dx). La tâche du "system manager" est la gestion complète et la supervision de ce sous-détecteur, aussi bien au niveau technique, maintenance et ressources humaines qu'au niveau de la prise de données. En plus de son rôle de "system manager", Vincent a également été responsable du système de contrôle de la chambre à fils de janvier 2003 à fin 2006.

Elisabetta Prencipe a pris le rôle de coordinatrice du filtrage de données de BaBar ("skim coordinator") de janvier 2008 à juin 2009. A cette occasion, elle a effectué une mission de 6 mois à SLAC de façon à remplir pleinement son rôle. L'expérience Babar a enregistré plus de 467 millions d'événement $B\bar{B}$ et, pour effectuer une analyse sur un canal spécifique, il est bien évidemment indispensable de réduire drastiquement le lot de données. Au sein de l'expérience BaBar, il existe plus d'une centaine d'échantillons filtrés (ou skim) qu'Elisabetta avait la responsabilité de gérer. En particulier, elle a été en charge d'installer les outils de filtrage au centre de calcul de l'IN2P3 à Lyon.

Depuis octobre 2008, V. Poireau est le responsable du centre de calcul de Lyon vis-à-vis de l'expérience BaBar. Le centre de calcul de Lyon est essentiel à la collaboration BaBar puisque celui-ci regroupe 500 utilisateurs BaBar (qui effectuent leur analyse au CCIN2P3) et assure une grande partie de la production Monte Carlo, ce qui représente plusieurs centaines de millions d'heures CPU en 2008. L'espace disque utilisé par BaBar est également très important puisque 400 TB sont stockés sur disques durs ainsi que 800 TB sur bandes magnétiques.

Analyse de physique et résultats

Production inclusive de charme dans les désintégrations du B :

Dans les événements $e^+e^- \rightarrow Y(4S) \rightarrow B\bar{B}$, la reconstruction complète de l'un des B permet de déterminer le signe et la cinématique du second. La reconstruction d'une particule charmée additionnelle (méson D^+ , D^0 , \bar{D}^0 , D_s^\pm ou baryon Λ_c^\pm) provenant du second B permet donc, en corrélant sa charge à celle du méson B complètement reconstruit, de mesurer les taux

inclusifs de charme de bon et de mauvais signe $B \rightarrow cX$, $B \rightarrow \bar{c}X$ et leurs spectres en impulsion pour chaque type de particule charmée. Grâce au nombre exceptionnel de paires $B\bar{B}$ produites, l'expérience BABAR est la première où une telle méthode a pu être appliquée avec succès. Ce travail a constitué la thèse de F. Couderc (avril 2005) et a été publié définitivement en 2006 (Publication 1).

Mesure du taux de branchement $B \rightarrow D^{(*)}h^\pm$:

Nous avons également mesuré les rapports d'embranchement des désintégrations $B \rightarrow D\pi$, $D^*\pi$ et $D^{**}\pi$ de façon indépendante des modèles en utilisant la méthode de reconstruction partielle. Dans notre échantillon, les caractéristiques du B sont entièrement déterminées puisque les paramètres du faisceau sont connus avec une grande précision, et que le premier méson B est entièrement reconstruit. Dans les désintégrations $B \rightarrow \pi X$, l'étude de X est rendue possible sans qu'il soit reconstruit ; seule la reconstruction du π est nécessaire. Cette dernière donne accès à l'énergie et à l'impulsion de X et donc à la masse invariante qui est la masse manquante. La mesure du rapport d'embranchement des désintégrations $B \rightarrow \pi X$ ne sera ainsi affectée ni par l'efficacité de reconstruction de X, ni par la nécessité de connaître précisément ses modes de désintégration. Ce sont là les avantages que présente notre méthode par rapport à la méthode de reconstruction exclusive utilisée dans les mesures de ces rapports d'embranchement par les expériences CLEO et Belle où tous les produits de désintégration des mésons B sont reconstruits.

La mesure des rapports d'embranchement des désintégrations $B^- \rightarrow D^{0(*)}\pi^-$ et $B^0 \rightarrow D^{+(*)}\pi^-$, combinée à la moyenne mondiale des rapports d'embranchement $\bar{B}^0 \rightarrow D^{+(*)}\pi^0$ ainsi qu'à celle du rapport des temps de vie du B^+ et du B^0 , permet d'effectuer l'analyse en isospin afin de déterminer le rapport des amplitudes d'isospin $A_{1/2}/\sqrt{2}A_{3/2} = 1 + O(\Lambda_{QCD}/m_b)$ ainsi que la différence de phases fortes δ , ce qui teste la validité des modèles. La mesure des rapports d'embranchement des désintégrations $B^- \rightarrow D^{0(*)}\pi^-$ et $B^0 \rightarrow D^{+(*)}\pi^-$, ainsi que l'analyse en isospin de ces résultats ont été publiés dans Phy. Rev. D (Publication 2).

Etude des désintégrations $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)}h^0$:

Depuis 2001, le groupe travaille sur l'étude des désintégrations des mésons \bar{B}^0 dans les modes supprimés de couleur $D^{(*)}h^0$ (avec $h^0 = \pi^0, \eta, \omega$ et η'). Avec l'échantillon total des données de BaBar, nous avons confirmé et affiné significativement

les mesures des taux de branchement de ces modes, publiés en 2004 dans la revue *Phy. Rev. D*, avec cinq fois moins de statistique.

Ces mesures, qui sont deux fois plus précises que celles de l'expérience concurrente Belle, publiées en 2006 et qui étaient en désaccord quasi systématique avec nos résultats de 2004, confirment la différence significative (un facteur 3 à 5 environ) par rapport aux prédictions théoriques basées sur les modèles dits de « factorisation naïve ». L'observation de ces différences prouve l'existence de contributions importantes, liées aux effets de l'interaction forte, qui provoquent des ré-interactions entre les hadrons produits dans l'état final. Des approches théoriques, prenant en compte ces effets, permettraient une modélisation plus fine pour prédire, par exemple, la valeur du rapport r_B des amplitudes $b \rightarrow u/b \rightarrow c$, dans les modes $B^- \rightarrow DK^-$. C'est un paramètre crucial qui limite encore aujourd'hui la mesure précise de l'angle γ du Triangle d'Unitarité, à partir de l'étude de ces désintégrations. Plus généralement, de tels modèles contraindraient fortement la compréhension de la phénoménologie intervenant lors de l'étude des désintégrations rares des mésons B en hadrons légers (sans quarks charmés). Ces modes sont utilisés lors de la mesure de l'angle α du Triangle d'Unitarité.

La mesure des taux de branchements des désintégrations $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)0}h^0$, à l'aide de la statistique totale de BaBar, constitue le résultat du travail de thèse de Xavier Prudent (juin 2008).

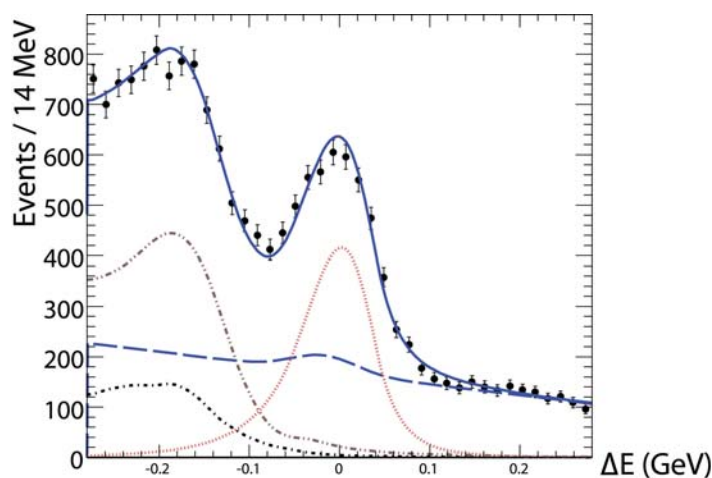


Figure 3 : Distribution en ΔE (différence avec l'énergie des faisceaux) des mésons \bar{B}^0 se désintégrant dans le mode $\bar{B}^0 \rightarrow D^0\pi^0$. Les points avec une barre d'erreur représentent les données expérimentales, la courbe pleine est le résultat de l'ajustement théorique et les courbes pointillées représentent les diverses composantes de cet ajustement : le signal (rouge pointillé), le fond combinatoire (tirets bleus), le fond piquant $B \rightarrow D^{(*)0}\rho$ (tirets et double points, brun) et la diaphonie des modes $\bar{B}^0 \rightarrow D^0\pi^0$ (tirets et points, noir).

Leur publication est en cours de finalisation mais un résultat préliminaire a déjà été présenté lors des conférences de l'été 2008 (Publication 3). Un aperçu du signal observé est présenté (Figure 3).

Entre temps, avec un échantillon d'un peu moins de 400 millions de paires de mésons B, le groupe a participé à l'étude de violation de CP (mesure de l'angle β) à partir de désintégrations $B^0/\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)0}h^0$, où le D^0 se désintègre vers un état final commun aux D^0 et aux \bar{D}^0 , tels que K^+K^- ou $K^0\pi^0$. Ces mesures, quoique limitées statistiquement, permettent une approche alternative et confirment les résultats obtenus avec les modes $B^0/\bar{B}^0 \rightarrow J/\psi K^0$. Ces résultats ont été publiés dans *Phy. Rev. D* en 2007 (Publication 4).

Etude des désintégrations $B \rightarrow D^{(*)}\bar{D}^{(*)}K$:

Les désintégrations $B \rightarrow D^{(*)}\bar{D}^{(*)}K$ constituent environ 8 % des désintégrations des mésons B. Considérant les particules neutres ou chargées ainsi que l'excitation du méson D, 22 modes sont possibles. Ces désintégrations sont intéressantes à plusieurs titres. Tout d'abord il est intéressant de mesurer le rapport de branchement de ces 22 états finals. Ces mesures permettront de mieux saisir les mécanismes de désintégration des mésons B et contribueront à l'étude et à une meilleure compréhension du nombre de hadrons charmés produits. Cette facette de l'analyse avait été étudiée par le groupe et avait mené à une publication en 2003. Une publication avec cinq fois plus de statistique est prévue pour la première moitié de 2009.

Le groupe s'est également concentré sur la mise en évidence des résonances dans les événements $D^{(*)}\bar{D}^{(*)}K$, en particulier les mésons $D_{s1}(2536)$, $\psi(3770)$ et $X(3872)$. En effet, il est possible que les désintégrations $B \rightarrow D^{(*)}\bar{D}^{(*)}K$ s'effectuent via une voie résonante ($D^{(*)}\bar{D}^{(*)}$) ou ($D^{(*)}K$). L'étude des résonances a pris une importance considérable depuis quelques années, avec la découverte par BaBar et Belle d'un grand nombre de nouveaux mésons et baryons, certains ne semblant pas être un assemblage classique de quarks (deux ou trois quarks). Ce canal $D^{(*)}\bar{D}^{(*)}K$ a donc été mis à contribution afin d'étudier ces résonances, en particulier le $X(3872)$ de nature encore inconnue. Cette étude a permis en particulier d'apporter une contribution importante à l'interprétation de la résonance $X(3872)$ (Figure 4) et a

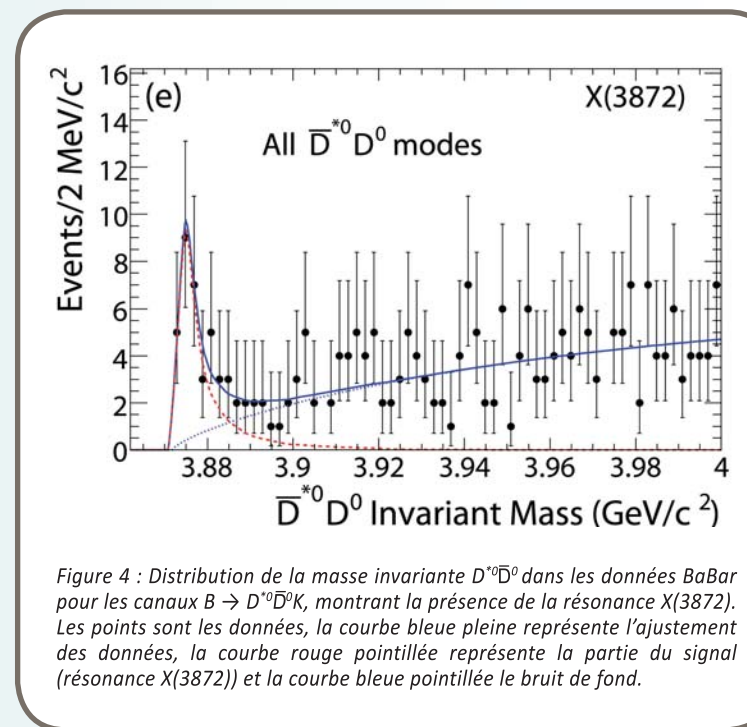


Figure 4 : Distribution de la masse invariante $D^{*0}\bar{D}^0$ dans les données BaBar pour les canaux $B \rightarrow D^{*0}\bar{D}^0K$, montrant la présence de la résonance $X(3872)$. Les points sont les données, la courbe bleue pleine représente l'ajustement des données, la courbe rouge pointillée représente la partie du signal (résonance $X(3872)$) et la courbe bleue pointillée le bruit de fond.

donné lieu à une publication dans *Phy. Rev. D* en janvier 2008 (Publication 5).

Le groupe s'est également consacré à l'étude d'une résonance encore très mal connue, le $D_{s1}(2700)$, observé dans un seul canal à l'heure actuelle (par l'expérience Belle), et qui a la possibilité d'être vu dans l'analyse $B \rightarrow D^{(*)}\bar{D}^{(*)}K$ dans 16 canaux, ce qui augmenterait considérablement la statistique et apporterait beaucoup de nouvelles informations sur cette mystérieuse résonance. Une publication sur cet important sujet est prévue vers la fin 2009.

Etude des désintégrations $B^\pm \rightarrow \bar{D}^{(*)0}K$:

Une analyse importante que mène actuellement le groupe est la mesure des taux de désintégration doublement supprimés de Cabibbo des mésons B^+ en D^0 ou \bar{D}^0K^+ , où les D^0 ou \bar{D}^0 se désintègrent en $K\pi^+$ (méthode ADS). Ces désintégrations se caractérisent par la présence de deux kaons de charge opposée dans l'état final, et la comparaison de leur taux de branchement à celui des modes favorisés (deux kaons de même signe) permet d'extraire le rapport r_B des amplitudes supprimées des B^+ en D^0K^+ ($\propto V_{ub}$) aux amplitudes dominantes des B^+ en \bar{D}^0K^+ ($\propto V_{cb}$). En prenant en compte les taux de branchement des D^0 ou \bar{D}^0 en $K\pi^+$, on peut calculer que les deux amplitudes intervenant dans la transition $B^+ \rightarrow [K\pi^+]K^+$ sont du même ordre de grandeur, donnant lieu à des interférences et donc à des effets de violation de CP importants pour cet état final. Le rapport des désintégrations $B^+ \rightarrow D^{(*)0}K^+$ ($D^0 \rightarrow K\pi^+$) aux désintégrations $B^+ \rightarrow \bar{D}^{(*)0}K^+$ ($D^0 \rightarrow K\pi^+$) est ainsi sensible au

rapport r_B des amplitudes supprimées V_{ub} aux amplitudes dominantes V_{cb} , à l'angle γ du Triangle d'Unitarité et à la différence δ des phases fortes entre les deux amplitudes. Des asymétries importantes entre désintégrations des B^- et des B^+ sont également attendues. A ce jour, les mesures existantes nous ont appris que r_B devait être inférieur ou de l'ordre de 10 %, mais aucune observation du mode supprimé, dont le taux de branchement combiné est de l'ordre de 10^{-7} , n'a été possible. Grâce à la statistique accumulée par BaBar, une telle mesure est enfin en vue et fournirait une contrainte intéressante dans l'interprétation des mesures de l'angle γ . Le nombre d'événements de signal attendus avant toute sélection est très faible, de l'ordre d'une centaine, ce qui correspond à environ 25 événements après reconstruction

en supposant une efficacité de 25 %. Au contraire, le bruit de fond, dominé par les réactions $e^+e^- \rightarrow c\bar{c}$ dont les désintégrations produisent deux K de charges opposées, est très abondant (plusieurs milliers d'événements) et sa séparation à l'aide de méthodes d'analyse multidimensionnelles est une des difficultés principales de l'analyse. La publication des résultats est attendue pour la fin 2009.

Plan pour 2010-2014

La prise de données étant terminée depuis 2008, seule une activité d'analyse se poursuit encore au sein de notre groupe. Trois résultats devraient être publiés d'ici 2010 :

- Les taux de branchement des désintégrations supprimées de couleur des B^0 (résultats finals de la thèse de X. Prudent).
- La mesure des taux de branchement $B \rightarrow \bar{D}^{(*)}D^{(*)}K$ et l'étude de la structure en résonances de ces désintégrations.
- L'analyse ADS des taux de branchement $B^+ \rightarrow D^{(*)0}K^+$ ($D^0 \rightarrow K\pi^+$).

Deux habilitations devraient également venir couronner ces travaux, celle de V. Tisserand (2009) et celle de V. Poireau (2010).

Notons enfin que V. Poireau est depuis novembre 2008 coordinateur du groupe d'analyse « BRECO » sur les désintégrations hadroniques des mésons B et la mesure de l'angle γ du Triangle d'Unitarité.

Publications importantes

1. "Study of Inclusive B^- and \bar{B}^0 Decays to Flavor-Tagged D , D_s and Λ_c ", Phys. Rev. D75 (2007) 072002. Auteur principal : F. Couderc.
2. "Measurement of the Absolute Branching Fractions B to $D\pi$, $D^*\pi$, $D^{**}\pi$ with a Missing Mass Method", Phys. Rev. D74 (2006) 111102. Auteur principal : A. Zghiche.
3. "Measurement of the color-suppressed decays $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)0}\pi^0/\omega/\eta/\eta'$ branching fractions", article de conférence BaBar pour ICHEP'08 Philadelphie [arXiv:0808.0697v1, SLAC-PUB-13347]. Auteurs principaux : X. Prudent et V. Tisserand.
4. "Measurement of the Time-Dependent CP Asymmetry in $B^0 \rightarrow D^{(*)0}_{CP} h^0$ Decays", Phys. Rev. Lett. 99 (2007) 081801. Auteurs principaux : C. Cheng, V. Tisserand, X. Prudent.
5. "Study of Resonances in Exclusive B Decays to $\bar{D}^{(*)}D^{(*)}K$ ", Phys. Rev. D77 (2008) 011102. Auteur principal : V. Poireau.

Thèses et Habilitations

A. Zghiche, « Développement de détecteur gazeux à micropistes pour le trajectographe de l'expérience CMS et mesures de rapports d'embranchement de désintégrations hadroniques du méson B dans l'expérience BaBar », Habilitation soutenue le 22 janvier 2007.

X. Prudent, « Mesure du rapport d'embranchement des désintégrations supprimées de couleur $B^0 \rightarrow D^{(*)0}\eta^0$, $\eta^0=\pi^0$, η , ω , η' , avec l'expérience BaBar », Thèse soutenue le 5 juin 2008.

Présentations dans des conférences

2006 :

J.-P. Lees, "Measurement of the CKM angle γ at BaBar and Belle", Flavor Physics and CP Violation Conference (FPCP 2006), Vancouver (Canada).

M. Bona, "Study of two-body Charmless B decays with the BaBar detector 2006", International Conference on High Energy Physics (ICHEP'06), Moscow (Russia).

2007 :

V. Poireau, "New Resonances and Meson Spectroscopy at the B Factories", XVth International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects, Munich (Germany).

V. Tisserand, "Measurements of $\gamma(\phi_3)$ ", 5th Flavor Physics and CP Violation Conference (FPCP 2007), Bled (Slovenia).

A. Zghiche, "Meson states, experimental (D^0 , D^+ , D_s , D_{sJ} , mass differences)", CHARM 2007, Ithaca (USA)

V. Poireau, "Charm Spectroscopy at BaBar", XIIth International Conference on Hadron Spectroscopy, (Hadron 07), Roma (Italy).

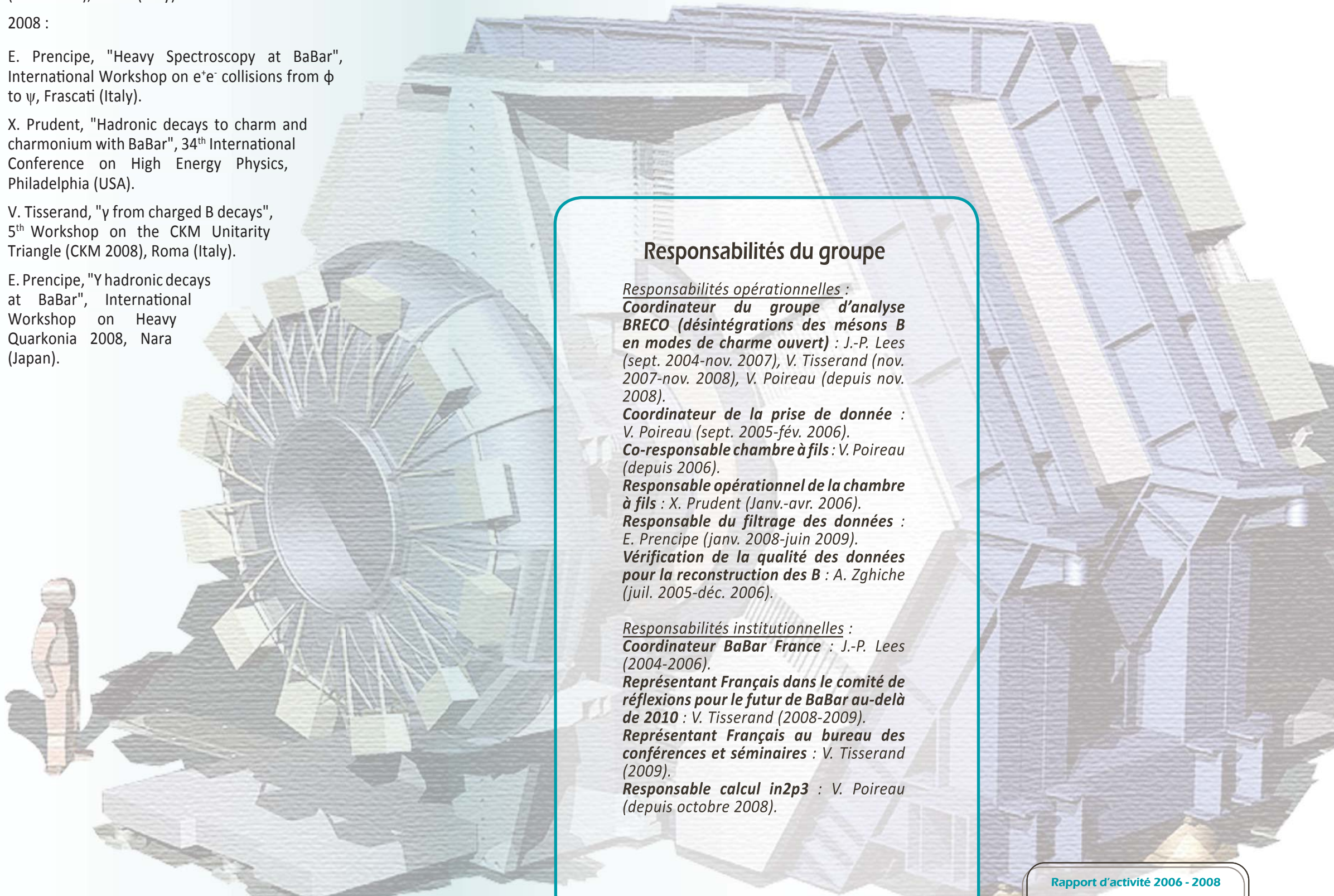
2008 :

E. Prencipe, "Heavy Spectroscopy at BaBar", International Workshop on e^+e^- collisions from ϕ to ψ , Frascati (Italy).

X. Prudent, "Hadronic decays to charm and charmonium with BaBar", 34th International Conference on High Energy Physics, Philadelphia (USA).

V. Tisserand, " γ from charged B decays", 5th Workshop on the CKM Unitarity Triangle (CKM 2008), Roma (Italy).

E. Prencipe, "Y hadronic decays at BaBar", International Workshop on Heavy Quarkonia 2008, Nara (Japan).



L'équipe du LAPP

Physiciens : B. Aubert, Y. Karyotakis, J.-P. Lees, V. Poireau, V. Tisserand, A. Zghiche

Post-docs : M. Bona (2005-2007), E. Prencipe (2007-2009)

Doctorant : X. Prudent (2005-2008)

Equipe Technique : J.-M. Dubois

Responsabilités du groupe

Responsabilités opérationnelles :

Coordinateur du groupe d'analyse BRECO (désintégrations des mésons B en modes de charme ouvert) : J.-P. Lees (sept. 2004-nov. 2007), V. Tisserand (nov. 2007-nov. 2008), V. Poireau (depuis nov. 2008).

Coordinateur de la prise de donnée : V. Poireau (sept. 2005-fév. 2006).

Co-responsable chambre à fils : V. Poireau (depuis 2006).

Responsable opérationnel de la chambre à fils : X. Prudent (Janv.-avr. 2006).

Responsable du filtrage des données : E. Prencipe (janv. 2008-juin 2009).

Vérification de la qualité des données pour la reconstruction des B : A. Zghiche (juil. 2005-déc. 2006).

Responsabilités institutionnelles :

Coordinateur BaBar France : J.-P. Lees (2004-2006).

Représentant Français dans le comité de réflexions pour le futur de BaBar au-delà de 2010 : V. Tisserand (2008-2009).

Représentant Français au bureau des conférences et séminaires : V. Tisserand (2009).

Responsable calcul in2p3 : V. Poireau (depuis octobre 2008).

L'expérience LHCb est dédiée à l'exploration du secteur du B au LHC grâce à des mesures de précision des désintégrations des mésons et hadrons beaux. Des indications de Nouvelle Physique seront observables à partir de mesures de l'angle β_s , de l'angle γ du Triangle d'Unitarité et de l'étude de désintégrations rares des mésons B_d et B_s . En pourparlers avec l'expérience depuis 1998, le LAPP a officiellement rejoint LHCb en 2001. Depuis, sa contribution a concerné des réalisations en mécanique et en électronique. L'existence au laboratoire d'un nœud de la grille de calcul européenne (EGEE) permet également de participer à l'effort de calcul de la collaboration.

Introduction

L'expérience LHCb a été conçue pour poursuivre, après les expériences sur les usines à B (collisionneurs du KEK/Japon et SLAC/USA) et au TeVatron (collisionneur du FNAL/USA), la détermination des éléments de la matrice V_{CKM} et les désintégrations rares des mésons B. Les caractéristiques exceptionnelles du LHC (énergie, luminosité) devraient permettre, par des mesures très précises, de tester les limites du Modèle Standard et ainsi d'observer des indications de Nouvelle Physique. Une mesure précise de l'angle γ du Triangle d'Unitarité, difficilement accessible aux usines à B, permettrait par exemple de tester la cohérence du triangle. Des déviations aux mesures attendues dans la violation de CP ou dans les désintégrations rares des mésons B indiqueraient également la présence de Nouvelle Physique.

Le détecteur LHCb (Figure 1) est un spectromètre couvrant la région angulaire de ± 300 mrad dans le plan horizontal (plan de courbure de l'aimant) et ± 250 mrad dans le plan vertical autour des faisceaux de protons. Plus de 30 % des paires $b\bar{b}$ produites par fusion de gluons dans les interactions proton-proton au LHC sont dans cette région angulaire. Pour chaque femtobarn enregistré, 5×10^{11} paires $b\bar{b}$ seront produites

Points forts

L'équipe du LAPP a été impliquée dans la calorimétrie aux côtés de groupes français (LAL et LPC), du groupe de Barcelone et des groupes russes travaillant sur la calorimétrie.

Chronologiquement sa participation s'est concentrée sur des réalisations techniques :

- l'étude, la réalisation et la mise en œuvre des structures mécaniques de la calorimétrie définies aux normes antisismiques,
- la collection de données des calorimètres et le déclenchement de premier niveau à travers plusieurs réalisations de l'équipe électronique.

La préparation à l'analyse des données a été abordée dans deux études :

- calibration des jets de b produits dans les interactions,
- calibration du calorimètre électromagnétique avec des π^0 .

Ces études ont fait partie des travaux des thèses suivants :

- sensibilité de LHCb à la production associée de Higgs (thèse de V. Coco, 2008),
- sensibilité de LHCb à la mesure de $\sin 2\beta$ dans le canal $J/\psi \pi^0$ et de $\sin 2\beta_s$ dans le canal $J/\psi \eta$ (thèse de G. Rospabé, 2008).

dans l'acceptance.

Une luminosité intégrée de 200 pb^{-1} , attendue quelques mois après le démarrage du LHC, pourra déjà fournir de précieuses indications.

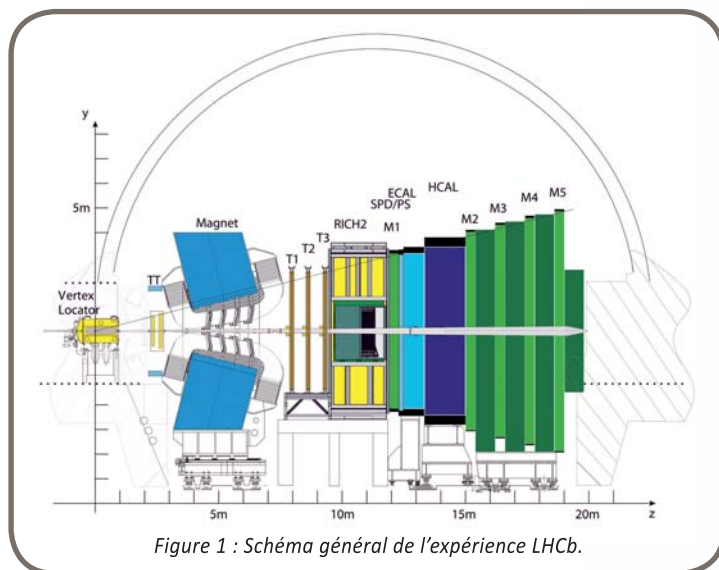


Figure 1 : Schéma général de l'expérience LHCb.

Depuis fin 2007, la mise en route de l'ensemble de l'expérience, incluant le contrôle centralisé des différents détecteurs, a été l'activité principale dans la zone expérimentale. Des prises de données régulières d'événements cosmiques ont permis d'aligner en temps l'ensemble des détecteurs et de tester l'ensemble des contrôles.

Les données enregistrées lors de la circulation des premiers faisceaux dans l'accélérateur en septembre 2008 ont permis de vérifier la synchronisation en temps des détecteurs et leur alignement dans l'espace (Figure 3).

La collaboration

La collaboration LHCb rassemble environ 700 chercheurs, provenant de 52 laboratoires de 15 pays. Les principales phases de l'expérience ont été les suivantes : conception et R&D (1995-2000), approbation par les comités du CERN (2000), construction et installation (2000-2008). L'année 2009 devrait marquer le début de la phase de prise de données...

Activités de recherche du groupe du LAPP

LHCb de 2006 à 2008

De 2005 à 2008, les différents détecteurs ont été installés dans la cavité LHCb ; le détecteur était complet pour l'été 2008 (Figure 2).

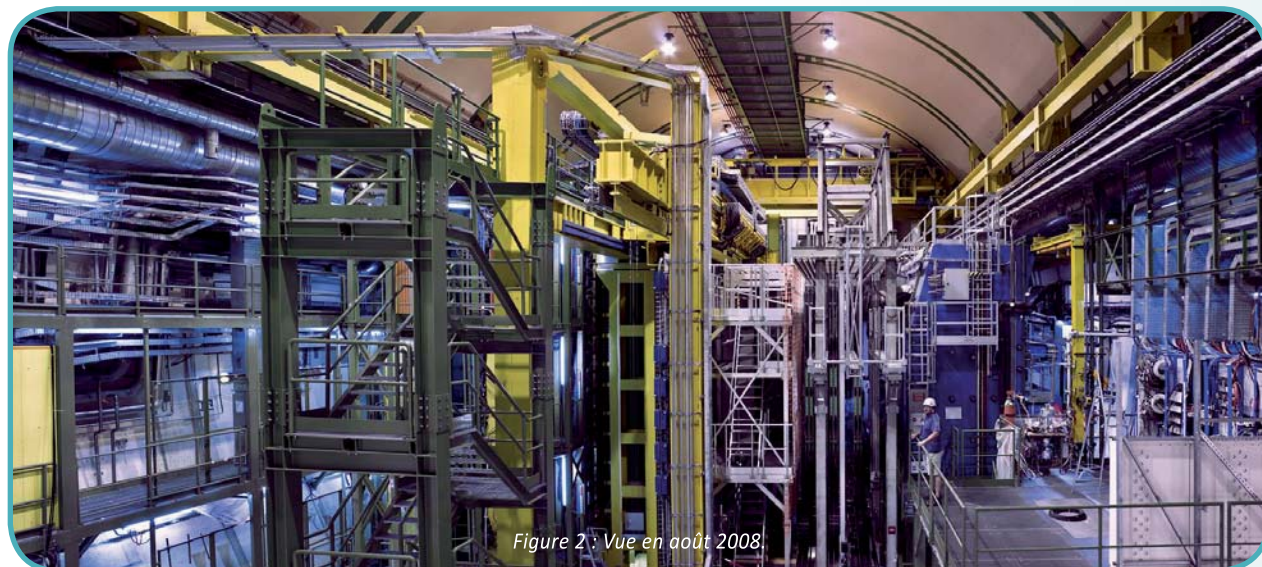


Figure 2 : Vue en août 2008.

Contributions techniques

Les contributions techniques qui ont couvert toutes les phases des projets (conception, réalisation, installation et suivi), se sont appuyées sur des équipes d'ingénieurs et de techniciens du LAPP.

Projet mécanique

Le défi était de concevoir et de réaliser les structures de support des cinq éléments de la calorimétrie (détecteur de traces, plomb, pied de gerbes, calorimètres électromagnétique et hadronique) avec comme contraintes :

- un support indépendant pour chaque élément,
- un support mobile (sur 4 m, perpendiculairement à la ligne de faisceau),
- la prise en compte du mouvement des câbles de signaux et de contrôles : solidaires de chaque élément, ces câbles sont acheminés à 12 m de hauteur sur la même plateforme électronique.

Le projet comportait donc les phases suivantes :

- conception et réalisation de l'ensemble de l'infrastructure support des 5 éléments suivant des normes antisismiques,
- conception et réalisation des plateformes d'accueil des baies d'électronique pour l'ensemble des éléments,
- réalisation des systèmes de support, des chaînes de câbles et gestion de l'ouverture de calorimètres,
- conception et réalisation de la motorisation de l'ensemble,
- gestion de l'ensemble des sécurités d'ouverture et de déplacement des 5 éléments de la calorimétrie.

La conception des supports et leur installation a eu lieu en 2006. En 2007, les chaînes de câbles, les supports et guidage du détecteur de traces, du plomb et du pied de gerbes ont été mis en place. En 2008, l'ensemble du système d'automatisation des mouvements a été installé (Figure 4). A ce jour, l'ensemble des calorimètres a parcouru 700 m dans les divers déplacements qui ont été nécessaires pour leur mise au point et leur maintenance.

Projets électroniques

Le groupe du LAPP a pris en charge deux projets :

- la compression des données des calorimètres et leur acquisition (carte TELL1),
- la carte validation du trigger (TVB) qui collecte les informations des quatre calorimètres et propose des candidats hadrons, électrons, photons ou multi-photons.

Compression des données et cartes TELL1 pour les calorimètres : l'acquisition des données des différents détecteurs est faite par une carte développée par Lausanne (carte TELL1 Figure 5) et contrôlée par un progiciel (firmware) de base. Pour chaque détecteur, il est alors nécessaire d'intégrer son traitement spécifique (ex : compression de données...) au "firmware" de base.

Pour les calorimètres, cela implique :

- la réalisation du firmware de compression et l'intégration dans le firmware de base des algorithmes spécifiques de compression de données pour les calorimètres,

10.9.2008 10:39:14 Ons

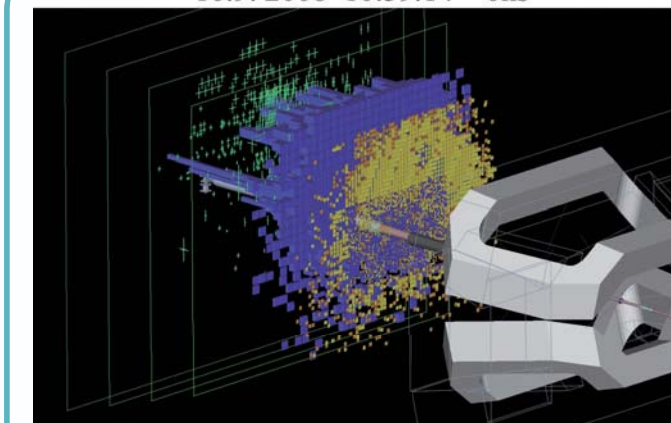


Figure 3 : Visualisation d'un « événement » observé dans plusieurs sous-détecteurs le jour du démarrage du LHC (10 septembre 2008) ; à droite, la structure caractéristique de l'aimant.

- le développement d'outils de tests,
- l'installation et la mise en œuvre des cartes TELL1 pour l'ensemble de la calorimétrie,
- l'intégration dans la structure de contrôle de "runs" et de "slow control" (PVSS) de l'expérience.

La partie spécifique à la calorimétrie a été développée par les ingénieurs et physiciens du laboratoire :

- conception et développement du code (2006 et 2007),
- mise au point, amélioration des outils d'intégration et tests avec l'ensemble des éléments (2008).

L'ensemble fonctionne de manière très satisfaisante : des données de tests ou de "runs" cosmiques sont enregistrées régulièrement, sans incident.

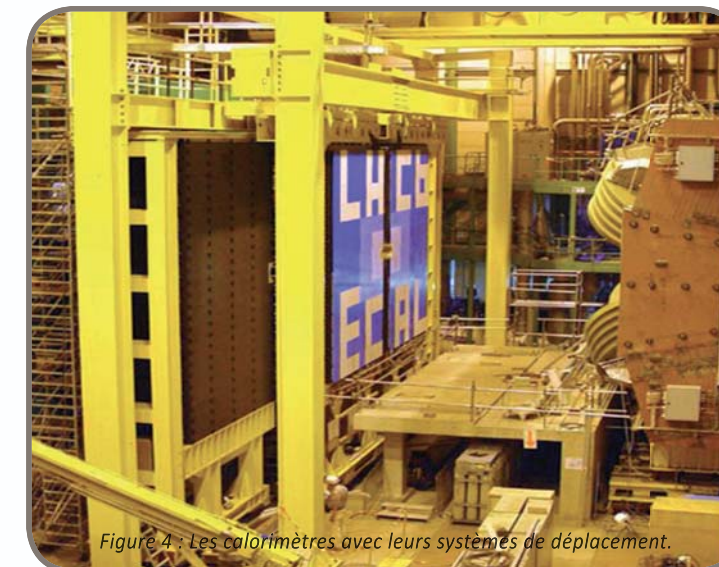


Figure 4 : Les calorimètres avec leurs systèmes de déplacement.

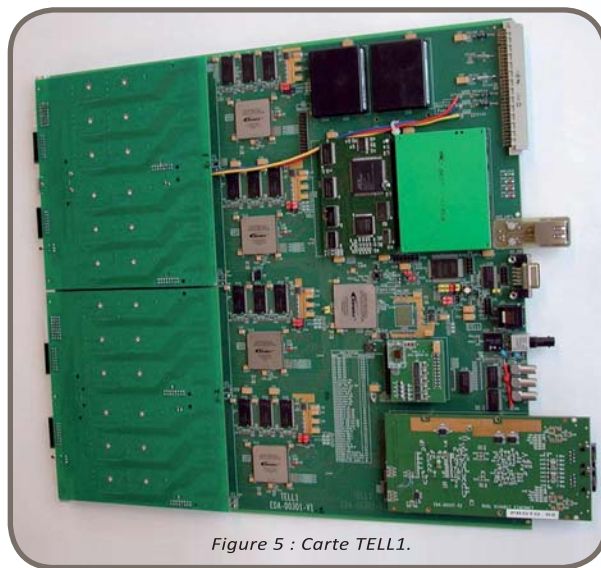


Figure 5 : Carte TELL1.

Conception et réalisation de la carte de validation des déclenchements : les calorimètres et le détecteur de muons sont utilisés dans le déclenchement "hardware" (L0) de LHCb. La carte de validation (Figure 6) est le cerveau du système de déclenchement lié à la calorimétrie. Cette carte permet, à partir des données réduites des différents éléments de la calorimétrie, de fournir des candidats hadron, électron et photon aux cartes de sélection qui les transmettent à la carte de décision. C'est une carte complexe à 16 couches qui a été développée par les ingénieurs du LAPP pour remplir ces fonctions.

De 2006 à 2008 les étapes suivantes ont été franchies :

- conception, réalisation et mise en œuvre des 28 cartes validation et des 7 cartes complémentaires (2006-2007),
- tests des communications entre les différents sous-détecteurs, synchronisation des signaux (2007-2008),
- utilisation des 28 cartes de contrôle pour acquérir des données cosmiques (2008).

L'utilisation de FPGA reprogrammables a permis, par la flexibilité qu'ils offrent, de s'adapter aux contraintes globales de l'expérience pour gérer le temps alloué au traitement d'un événement ou pour améliorer les fonctionnalités de la carte.

Contribution à la mise en œuvre du détecteur
Le système de contrôle de l'expérience est basé sur un produit commercial adapté aux besoins de LHCb : PVSS (ProzessVisualisierungSoftware).

La mise en œuvre de ces contrôles pour la carte de compression de données et la carte de validation des déclenchements calorimétriques a, dans un premier temps, été assurée par des physiciens du groupe. Ces éléments sont maintenant en partie pris en charge par un ingénieur informaticien, dont la contribution s'élargit à la gestion d'autres projets liés au calorimètre concernant le contrôle des hautes tensions et la gestion des incidents liés à la calorimétrie en cours de prise de données.

Support informatique

La disponibilité et la compétence des ingénieurs informatiques du LAPP ont permis :

- l'installation des logiciels de l'expérience sur le nœud local afin que ce nœud puisse être utilisé, dans le cadre de la grille, par l'ensemble des collaborateurs de LHCb,
- l'aide à l'utilisation générale du nœud de grille (en local ou par la grille) ; cette aide a particulièrement été utile aux doctorants,
- le support pour résoudre des problèmes analytiques ou statistiques et construire de nouveaux algorithmes comme dans le cas de l'élaboration d'une méthode de calibration à partir de π^0 .

Contribution à la mise en œuvre du détecteur et préparation de l'analyse

En liaison avec les activités auprès des calorimètres et les analyses de physique développées localement, le groupe contribue :

- à la mise au point d'une méthode de calibration du calorimètre électromagnétique en utilisant les paires de photons issues de π^0 . Une méthode itérative a été développée qui permet d'atteindre une calibration au pourcent avec une centaine de millions d'événements (quelques jours de prise de données),
- au développement d'algorithmes permettant la signature de candidats photon à partir des seules informations de la calorimétrie,
- au développement d'algorithmes de calibration en énergie de jets issus des b produits.

Ces algorithmes ont été développés dans le cadre des analyses présentées dans les thèses citées ci-dessus et sont maintenant utilisables par toute la collaboration.

Contribution aux études de physique

Plusieurs sujets de physique ont été abordés dans le groupe et sont suivis :

- recherche du boson de Higgs se désintégrant en $b\bar{b}$. Dans le cas d'un Higgs de basse masse ($< 130 \text{ GeV}/c^2$), les deux b de désintégration sont dans l'acceptance de LHCb. A ce travail est donc relié un algorithme de reconstruction des jets de b (Thèse de V. Coco),
- violation de CP dans des canaux avec des photons énergiques : ($B \rightarrow J/\psi \pi^0$) (Thèse de G. Rospabé),
- mesure de la phase du mélange β_s avec le canal $B_s \rightarrow J/\psi \eta$. La prédiction du Modèle Standard pour cette phase est bien plus précise que dans le cas du méson B_d , et, du fait de la petitesse de cette phase, toute déviation significative est un signe de Nouvelle Physique (doctorant).

Plan pour 2010-2014

Les plans pour les années à venir seront rythmés par la prise de données auprès du LHC : un démarrage en 2009-2010 avec quelques centaines de pb^{-1} de luminosité intégrée, puis dans les prises de données suivantes 2 fb^{-1} par an pour atteindre les 10 fb^{-1} en 5 ans nécessaires pour s'assurer de l'absence ou la présence de Nouvelle Physique dans la majorité des canaux. Le groupe s'étoffant de physiciens venant de l'expérience BaBar et rompus à la physique du B, la gamme des sujets abordés sera étendue

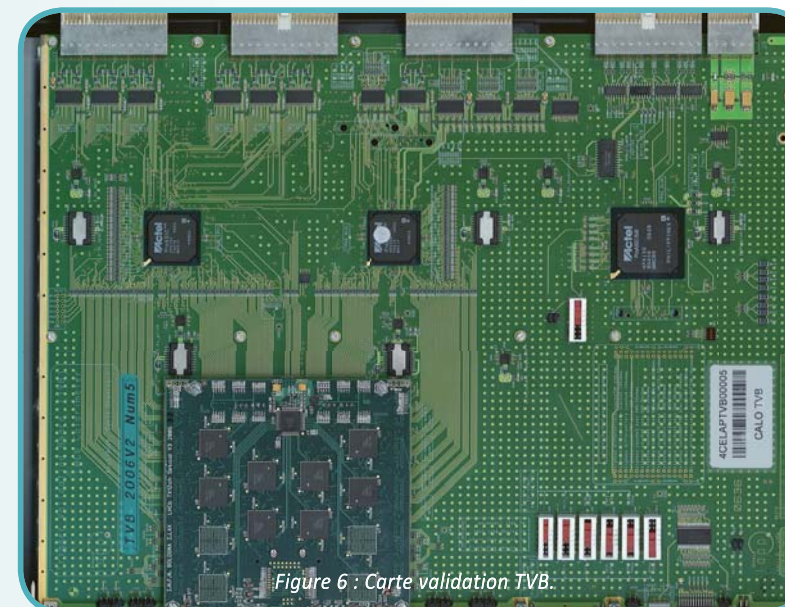


Figure 6 : Carte validation TVB.

en corrélation avec le développement d'outils nécessaires à la physique du B.

Contribution aux outils d'analyse

Les sujets suivants resteront abordés dans le groupe :

- calibration du calorimètre électromagnétique de LHCb,
- étude des performances de reconstruction et d'identification des électrons grâce au canal $J/\psi (e^+e^-)$,
- calibration et signature des jets de b (b-tagging),
- contribution à la mesure de la luminosité.

Contribution aux analyses de physique

- Contribution à la mesure de la production de paires de muon et de J/ψ en paires de leptons à basse luminosité,
- contribution à la mesure de l'angle β_s dans le canal B_s en $J/\psi \eta$,
- contribution à l'étude de l'angle γ .

Evidemment ce cadre peut évoluer en fonction des découvertes qui pourront émerger au démarrage du LHC.

Contribution à l'amélioration du détecteur

Dès maintenant, l'avantage de pouvoir atteindre une luminosité intégrée pour certains canaux comme $B_s \rightarrow \phi\phi$ de 100 fb^{-1} est incontestable. Un programme d'amélioration du détecteur est en cours d'étude et le groupe désire y participer.

Le but à atteindre par LHCb est la capacité de prendre des données avec une luminosité instantanée d'un facteur 10 à 20 plus élevée et de sélectionner ces données à partir d'un flux de 40 MHz.

Un tel programme implique la modification de plusieurs détecteurs, en particulier pour la partie calorimètre, l'électronique de lecture doit être repensée tout comme la collection des données. Le premier pas consiste à soumettre une lettre d'intention aux comités LHCC pour la fin de l'année 2009.

Présentation dans des conférences

2006

B. Pietrzyk, "LHCb detector status and commissioning", Hadron Collider Physics Symposium (HCP06) Duke University Durham, North Carolina (USA).

2008

S. T'Jampens, "Searching new physics hidden in beauty and charm", The 8th International Conference on Hyperons, Charm and Beauty Hadrons (BEACH 08) University of South Carolina, Columbia (USA), Nucl. Phys. Proc. Suppl. 187:167-174, 2009.

V. Coco, "b-Jets at LHCb, HERA and the LHC - A workshop on the implications of HERA for LHC physics", CERN (Switzerland).

V. Coco, "b-Jets at LHCb", Proc. de Rencontres de Moriond, QCD and High Energy Interactions, La Thuile (France), THE GIOI Publishers p.245-248.

B. Pietrzyk, "b physics at LHC", Cracow Epiphany Conference on LHC Physics, Cracow (Poland). Acta Phys.Polon.B39:1695-1704, 2008.

Publications importantes

LHCb Collaboration (A. Augusto Alves et al.) JINST 3, S08005, 2008.

L'équipe du LAPP

Physiciens : D. Décamp, I. De Bonis, P. Ghez, M.-N. Minard, B. Pietrzyk, S. T'Jampens

Doctorant : V. Coco, P. Hopchev, G. Rospabe

Equipe Technique : J. Ballansat, Y. Bastian, Y. Beeldens, D. Boget, M. Cailles, F. Chollet, P.-Y. David, P. Delebecque, C. Drancourt, N. Dumont-Dayot, S. Elles, L. Giacobone, C. Girard, L. Journet, B. Lieunard, J.-L. Panazol, T. Rambure

Stagiaires et visiteurs : P. Bordet, A. Czarnecki, V. Egorichev, P. Hopchev, A. Konopliankov, L. Locatelli, M. Martemyanov, J. Masson, A. Olszewski, V. Shevchenko, T. Skwarnicki, S. Valat, Z. Was

Responsabilités du groupe

Les membres de l'équipe du LAPP assurent des responsabilités tant au niveau de la collaboration, qu'au niveau du fonctionnement de l'expérience.

Au niveau de la collaboration :

Bolek Pietrzyk est responsable des actions de communication ; Sur ces sujets il travaille en relation directe avec le management de l'expérience et avec le service de communication du CERN.

Marie-Noëlle Minard est depuis février 2008 responsable du projet calorimètre ; elle est secondée dans cette tâche par Pascal Perret du LPC (Clermont). A ce titre elle coordonne les activités liées aux quatre éléments de la calorimétrie : détecteur de traces, pied de gerbe, calorimètres électromagnétique et hadronique.

Au niveau du fonctionnement de l'expérience :

Stéphane T'Jampens est en charge de la collection des données des calorimètres ; ce point crucial de l'expérience lui demande d'être facilement joignable pendant les périodes de prises de données.

Le groupe d'électronique du LAPP et les physiciens impliqués assurent la responsabilité du fonctionnement des cartes électroniques qui délivrent le déclenchement des calorimètres (TVB).

Les mécaniciens et spécialistes automatisme assureront le bon fonctionnement du système de déplacement de l'ensemble des calorimètres.

CKMfitter

CKMfitter est le nom d'un groupe de physiciens expérimentateurs et théoriciens menant des études phénoménologiques en physique des saveurs lourdes (métrologie de la matrice de Cabibbo, Kobayashi et Maskawa (CKM), violation de CP, théories effectives des champs, symétries de saveur, physique au-delà du Modèle Standard, etc.).

Introduction

Le projet CKMfitter a démarré à l'été 2000 avec trois physiciens impliqués dans l'expérience BaBar et a pris depuis une importance de premier plan dans la communauté de la physique des saveurs. Le groupe entretient des contacts internationaux avec de nombreux théoriciens et expérimentateurs. Une page web fournit à la communauté les derniers résultats (<http://ckmfitter.in2p3.fr>). Cette page est accédée en moyenne environ 500 fois par mois.

Dès que des mesures sont présentées ou mises à jour par les diverses expériences ou que des prédictions théoriques sont disponibles (chromodynamique quantique sur réseau, etc.), il est nécessaire d'inférer les conséquences pour les modèles de physique (Modèle Standard, Nouvelle Physique). CKMfitter est l'outil qui permet d'effectuer l'analyse globale des mesures dans un modèle théorique donné ainsi que la visualisation des contraintes. L'analyse globale des résultats expérimentaux et théoriques liés à la matrice CKM conduit à trois études différentes impliquant chacune un traitement statistique spécifique :

- quantifier l'accord entre les données et le Modèle Standard,
- obtenir la meilleure estimation des paramètres théoriques du Modèle Standard et des observables non encore mesurées,
- rechercher des signes de Nouvelle Physique et fournir des intervalles de confiance des paramètres d'un modèle spécifique de physique au-delà du Modèle Standard.

Avec des mesures de plus en plus nombreuses, provenant des usines à B et du TeVatron, et

Points forts

Les professeurs M. Kobayashi et T. Maskawa (KM) ont obtenu le prix Nobel de physique 2008 "for the discovery of the origin of the broken symmetry which predicts the existence of at least three families of quarks in nature". C'est le mécanisme KM publié en 1973. Le professeur Kobayashi, lors de sa conférence de remise de son prix Nobel à Stockholm en décembre 2008, a montré l'état des contraintes sur le Triangle d'Unitarité avec une figure CKMfitter préparée pour les conférences de l'été 2008. Cette figure montre la validité du mécanisme KM.

des calculs théoriques plus précis ((N)NLO), la grande complexité de l'analyse globale a conduit le groupe à développer un code basé sur le logiciel Mathematica (calculs analytiques plutôt que numériques dans les procédures de minimisation permettant un gain sur le temps de calcul d'un facteur 100 par rapport à l'ancien logiciel basé sur le code FORTRAN) [coordinateur : J. Charles (CPT Luminy)]. De même la visualisation graphique des contraintes, initialement effectuée avec le logiciel PAW, a été adaptée et est maintenant développée à l'aide du logiciel ROOT, couramment utilisé par notre communauté [coordinateur : V. Tisserand].

Cela a nécessité d'implémenter l'ensemble des théories existant dans le code FORTRAN - angle CKM α (analyse isospin), angle γ (ADS, GLW, Dalitz), ajustement global, etc. - ainsi que tous les nouveaux modèles nécessaires pour être prêt au démarrage du LHC (physique des mésons B_s , désintégrations rares et modèles de Nouvelle Physique). Un projet ANR « jeunes chercheurs », concrétisé en 2007 et 2008, a permis le recrutement d'un post-doctorant pour contribuer à ces tâches.

La collaboration

CKMfitter est un groupe international (France, Allemagne, Japon) de physiciens expérimentateurs et théoriciens. Il se compose actuellement de 13 physiciens (2 théoriciens, 3 BaBar, 2 Belle, 4 LHCb et 3 ATLAS).

CKMfitter fait aussi partie de deux LIA (Laboratoire International Associé) : FCPPL (expérience BES III) et FJPPL (expérience Belle/SuperBelle).

Activités de recherche du groupe du LAPP

S. T'Jampens a en charge la direction du groupe depuis juin 2005, en remplacement d'Andreas Höcker. V. Tisserand a rejoint le groupe à l'automne 2005.

Projets techniques

Les membres du groupe LAPP assurent la mise à jour du fit global et de ses composants. Ils sont responsables de la mise à disposition de ces résultats sur la page web CKMfitter, lors des mises à jour semestrielles, à l'occasion des conférences majeures d'hiver et d'été. Ces résultats sont quasiment systématiquement utilisés par les nombreux orateurs donnant des

séminaires et conférences sur la physique liée à la matrice CKM. Nous assurons le développement et la maintenance du logiciel ROOT de tracé graphique.

Analyse de physique et résultats

Dans le cadre du groupe, les membres du LAPP, de par leur implication dans les expériences BaBar et LHCb, contribuent aux analyses sur l'extraction de l'angle CKM γ , avec notamment les modes de désintégrations B neutres et chargés, ainsi qu'à la mesure de la phase faible $2\beta_s$ avec les désintégrations $B_s \rightarrow J/\psi\phi, J/\psi\eta$.

Plan pour 2010-2014

Le démarrage du LHC au CERN ouvrira une nouvelle ère de découverte. Les désintégrations de particules contenant un quark lourd, en particulier les mésons B et B_s , sont des pièces indispensables dans notre recherche de compréhension des extensions du Modèle Standard. Une question cruciale sera de comprendre la structure en saveur de cette probable Nouvelle Physique. Une compréhension plus approfondie de la nature de cette structure sera un ingrédient essentiel dans la classification des propriétés des nouveaux phénomènes découverts au LHC. La physique des saveurs lourdes est complémentaire à la recherche directe de Nouvelle Physique qui sera faite avec les détecteurs ATLAS et CMS.

Afin de préparer l'arrivée des premières données du LHC, un certain nombre de développements sont nécessaires au niveau de CKMfitter. Il convient d'implémenter les nouveaux modèles nécessaires pour être prêt au démarrage du LHC (physique des mésons B_s , désintégrations rares et modèles de Nouvelle Physique). Un effort particulier est à mettre sur les désintégrations rares dont les calculs théoriques sont complexes (par exemple, calcul au NNLO pour $b \rightarrow s\gamma$). Une collaboration avec un

groupe sur les mesures de précision électrofaibles tel que Gfitter est envisagée. De plus, des études statistiques sophistiquées sont nécessaires afin de valider les intervalles de confiance et ainsi correctement estimer les incertitudes. Ces études, basées sur des expériences virtuelles Monte Carlo, sont complexes du fait du grand nombre de paramètres de nuisance et requièrent une grande puissance de calcul.

Publications importantes

1. Conférence Invité Beauty 06 - Nucl. Phys. Proc. Suppl. 170 (2007) 5. S. T'Jampens.
2. "B, D and K", Eur. Phys. J. C57 (2008) 309. G. Buchalla et al.
3. IHEP-Physics-Report-BES-III-2008-001 [arXiv:0809.1869 [hep-ph]].
4. Particle Data Group "review on the CKM quark mixing matrix", J. Phys. G 33 (2006) 1, W.-M. Yao et al. et Phys. Lett. B667 (2008) 1, C. Amsler et al.

Présentations dans des conférences

- S. T'Jampens, "Impact of Recent Δm_s Results", Flavour in the Era of LHC, May 2006, CERN (Switzerland).
- S. T'Jampens, "CKM fits: What the data say", International Conference on High Energy Physics (ICHEP'06), Aug. 2006, Moscow (Russia).
- S. T'Jampens, "CKM fits: What the data say (focused on B-Physics)", Beauty 06, Sept. 2006, Oxford (UK)(exposé de revue).
- V. Tisserand, BaBar "1/ab" Physics Workshop, Dec. 2006, SLAC (USA).

Responsabilités du groupe

Responsabilités opérationnelles :
Responsable de la page web et de la coordination du fit global : S. T'Jampens (depuis l'été 2005).

Responsable logiciel de représentation graphique ROOT : V. Tisserand (depuis fin 2005).

Organisation et coordination des réunions de groupe : S. T'Jampens (depuis l'été 2005).

Correspondant pour l'expérience BaBar : V. Tisserand (depuis fin 2005).

L'équipe du LAPP

Physiciens : S. T'Jampens, V. Tisserand

Post-doc. : C. Kaufhold (nov. 2007-oct. 2008)

