



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.

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.

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

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)

