

Expérience Aleph au LEP

Participation du LAPP

Expérimentateurs : R. Barate, I. De Bonis, R. Brunelière, D. Decamp, C. Goy, S. Jézéquel, M-N. Minard, **B. Pietrzyk**, B. Trocme

Equipe technique : D. Dufournaud

Stagiaires : G. Renaud, G. Revillod, J. Vollaïre

Collaboration

Collaboration internationale regroupant 32 instituts dont 6 laboratoires français : LAPP Annecy, LPC Clermont-Ferrand, CPPM Marseille, LAL Orsay, LPNHE Ecole Polytechnique Palaiseau, DAPNIA-CEN Saclay

Dates clés

1986 : Le LAPP rejoint l'expérience ALEPH

1989 : Début de la prise de données

1995 : Evolution vers LEP 200

Nov. 2000 : Arrêt définitif du LEP

Abstract

From 2000 to 2001, the LAPP group has pursued its activities in the ALEPH collaboration. The analyses of the standard model and beyond the standard model physics are made using LEP 2 and LEP 1 data. In addition, the group actively participates to many general purpose tasks of the experiment.

Présentation générale

Le détecteur ALEPH a été construit en 1989. Il a été démonté en 2001 malgré l'observation d'un excès d'événements à 3σ dans la recherche du boson de Higgs (Figure 1) dans le processus d'annihilation e^+e^- mesurés à LEP2. Notons que dans les événements du Higgs, la reconstruction exclusive des vertex secondaires des mésons beaux et des mésons charmés a été effectuée par le groupe du LAPP. Cet excès a été observé à une masse de 114 GeV, en accord avec les prédictions des ajustements du modèle standard (Figure 2). Notre groupe a contribué aux calculs de la valeur de la contribution hadronique à la polarisation du vide $\Delta\alpha_{\text{had}}$ utilisée dans ces ajustements (Figure 3).

Le groupe du LAPP a participé à la prise de données au collisionneur e^+e^- LEP 2 qui a augmenté son énergie par palier entre 189 et 209 GeV. La majeure partie de l'activité du groupe est désormais consacrée à l'analyse des événements de LEP 2 avec deux ou quatre fermions dans l'état final. De plus le groupe a aussi participé à établir plusieurs résultats finals de LEP1.

L'activité de groupe du LAPP a porté sur les domaines suivants :

- Avec les données de LEP2 :
 - Evénements à 2 fermions dans l'état final : mesure des sections efficaces fermioniques, des asymétries leptoniques, production des saveurs lourdes et leurs asymétries, interprétation des résultats précédents en terme de nouvelle physique, mesure de l'énergie du faisceau du LEP avec les événements $Z\gamma$.
 - Evénements à 4 fermions dans l'état final : étude des corrélations de Bose-Einstein dans les désintégrations de

ppaires de W, des couplages chargés à 3 bosons, des couplages neutres.

- Avec les données de LEP1 : ajustement des paramètres de résonance Z, α_{QED} et désintégrations semi-inclusives du méson B_s^0 à courte durée de vie en 2 mésons D_s .

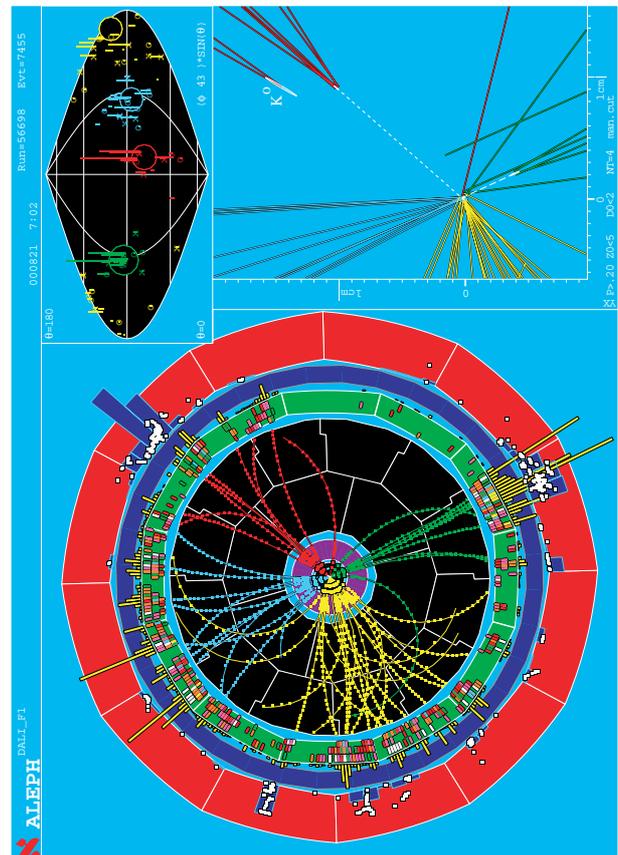


Figure 1 : Manifestation possible du boson de Higgs ?

Analyses et résultats

a) Physique avec les données de LEP 2 avec deux fermions dans l'état final

Depuis le début de la montée en énergie du LEP, à chaque palier en énergie, la mesure des sections efficaces di-fermioniques et des asymétries avant-arrière est le premier test du modèle standard effectué.

Le groupe du LAPP est très actif dans ce domaine puisqu'il assure la mesure de sections efficaces hadroniques et leptoniques ainsi que les asymétries avant-arrière des dip leptons (Figure 4). Il est aussi engagé dans la mesure des processus $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}$ et $e^+e^- \rightarrow c\bar{c}$ à haute énergie et des

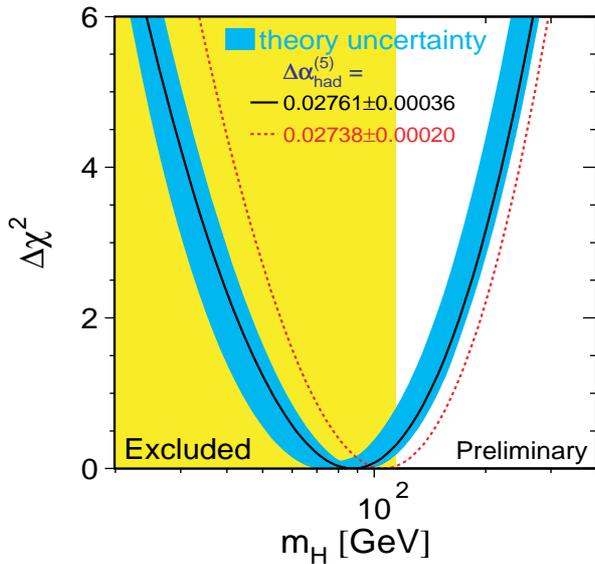


Figure 2 : Prédiction des ajustements du modèle standard

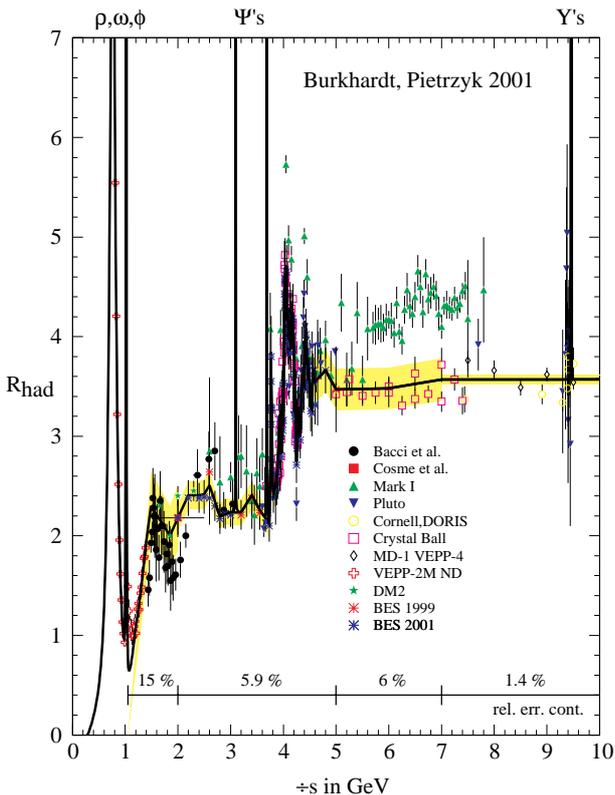


Figure 3 : Mesure du R dans les annihilations e^+e^-

asymétries associées (R_b, R_c et A_{FB}^b et A_{FB}^c) identifiés par la technique des réseaux de neurones.

Loin du pôle du Z, une contribution importante aux sections efficaces di-fermioniques provient d'événements $e^+e^- \rightarrow Z\gamma$, où le photon provient de la radiation d'un électron/positron incident. La masse reconstruite à partir de deux fermions de l'état final est alors celle du Z, mesurée précisément à LEP 1. Ce processus est utilisé pour déterminer l'énergie des faisceaux du LEP et a fait l'objet de la thèse de B. Trocmé.

Les mesures effectuées dans le secteur des difermions permettent d'établir des limites, certes indirectes, sur les interactions de contact, les leptosquarks, les sneutrinos avec violation de la R-parité, l'échelle de nouveaux bosons Z' , et les échelles des extra-dimensions. Ces limites deviennent plus contraignantes après la combinaison effectuée au sein du groupe des quatre expériences LEP (Figure 5).

Les sections efficaces partielles de production de paires de quarks b, R_b , et quarks c, R_c , à LEP2 sont présentées sur la Figure 6.

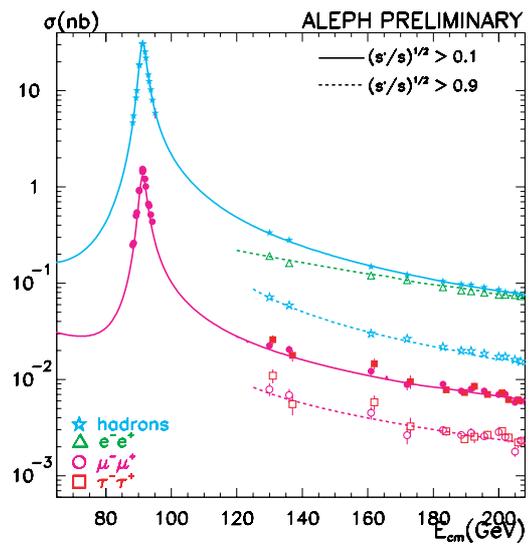


Figure 4 : Sections efficaces de production de paires de fermions à LEP2 comparée aux prédictions du modèle standard

b) Physique avec les données de LEP 2 avec quatre fermions dans l'état final

Depuis 1996, les expériences LEP observent des événements provenant de la production de paires de W qui se désintègrent chacun hadroniquement ou leptoniquement. La mesure précise de la masse de W a une importance primordiale. La comparaison du résultat de la mesure avec la prédiction du modèle standard constitue le test le plus précis des corrections radiatives électrofaibles qui dépendent entre autre de la masse du quark top et du Higgs.

Dans le canal à 4 quarks, des effets subtils probablement non perturbatifs de reconnection de couleur et/ou de corrélations

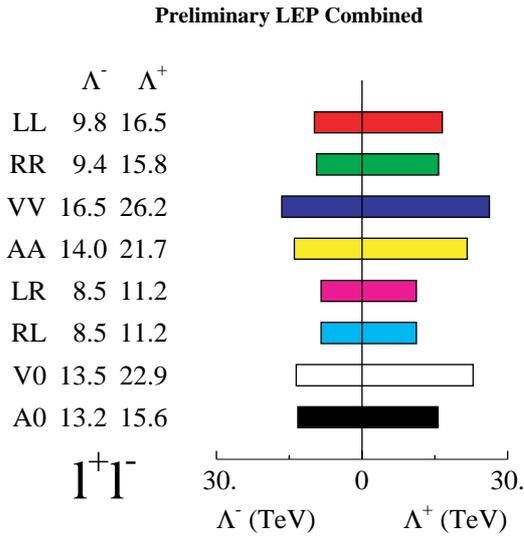


Figure 5 : Des limites sur les interactions de contact

de Bose-Einstein entre les produits de fragmentation de quarks issus de W différents peuvent avoir lieu. L'équipe du LAPP étudie les corrélations Bose-Einstein en utilisant une méthode originale limitant les erreurs statistiques et systématiques. Ces corrélations n'ont pas été observées dans les données analysées dans le groupe. Ce résultat a été confirmé récemment par les autres expériences LEP. L'étude de ces corrélations est aussi importante pour la détermination de l'erreur systématique dans la mesure de la masse de W.

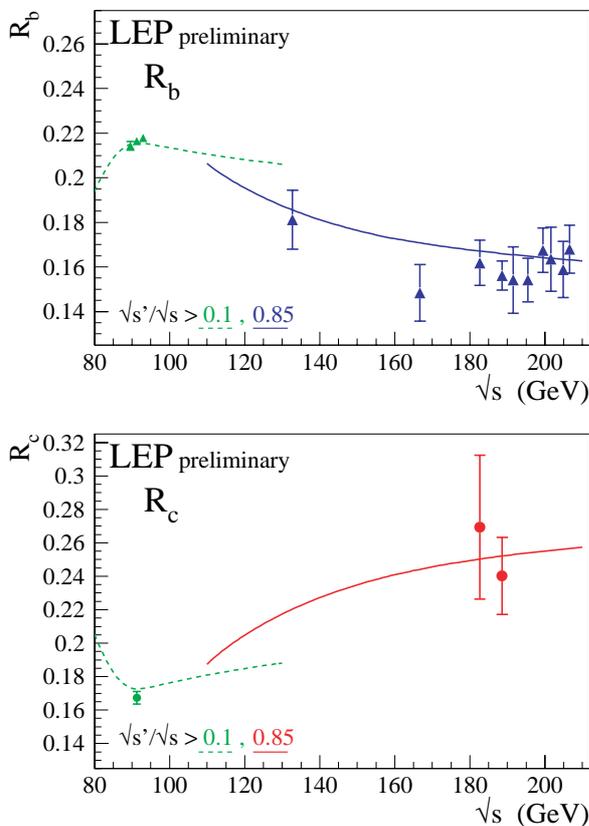


Figure 6 : Sections efficaces de production de paires de quarks b R_b et quarks c R_c à LEP2 rapportées à la section efficace totale hadronique

La production de paires de W permet l'étude des vertex chargés à trois bosons $W^+W^-\gamma$ et W^+W^-Z . Dans le cadre du modèle standard, trois paramètres quantifient les déviations possibles à ce modèle. La mesure est basée sur celle de la section efficace de production $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ et des angles de production des quatre produits de désintégration. Pour cette mesure, le LAPP travaille sur l'ensemble des canaux de désintégration (Figure 7) et participe au groupe de travail de combinaison des résultats des expériences LEP et Tevatron. Le groupe a aussi utilisé les événements Z pour rechercher des vertex neutres $Z^*Z\gamma$.

c) Physique avec les données de LEP 1

Le groupe contribue encore au travail de la combinaison des résultats de quatre expériences LEP sur les paramètres fondamentaux du modèle standard mesurés à LEP 1 (publiés pour ALEPH en 1999).

Une mesure de la différence de temps de vie entre les mésons B_s^0 courts et B_s^0 longs (analogue au système K_s^0/K_L^0) a été publiée, poursuivant ainsi les études de LEP 1 dans le domaine des mésons beaux étranges B_s^0 se désintégrant en $D_s^+D_s^-$ et autres modes signés par l'état final semi-inclusif $\phi\phi X$.

Collaboration IN2P3-Pologne

Depuis plusieurs années, le groupe collabore avec les théoriciens de Cracovie qui ont développé les générateurs essentiels pour la physique du LEP (KORALZ, BHLUMI, BHWIDE, KORALW, KK...).

Le travail se poursuit sur les différents générateurs de physique pour LEP 2 (paires des fermions et des W, un ou deux photons signés et l'énergie manquante).

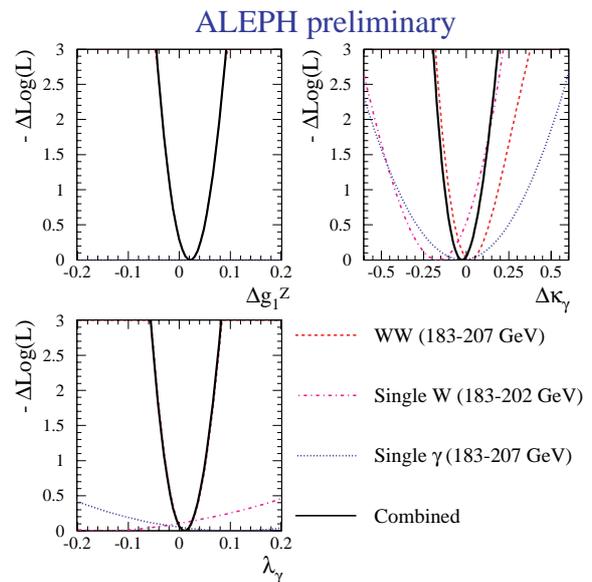


Figure 7 : Les résultats des mesures des trois paramètres qui qualifient les possibles déviations du modèle standard des couplages à trois bosons