

## Physique corpusculaire

M. Marcel FROISSART, professeur

Le titre, accrocheur, du cours était cette année « Charme, beauté, vérité ». L'objet de ce cours était de faire le point sur nos connaissances concernant les quarks lourds, portant respectivement sur les nombres quantiques, ou « saveurs », portant ces noms poétiques.

Aucune particule porteuse de vérité n'ayant encore été mise en évidence, il a fallu revenir au sens ordinaire du mot pour illustrer le titre ; ceci a été fait par un exposé de travaux récents [23] sur une généralisation des inégalités de BELL qui, on le sait, mettent en évidence la différence entre la logique, ou vérité, d'un monde réellement quantique, et celle d'un monde déterministe au sens classique.

Puis, nous sommes revenus au problème de l'élucidation de la structure de l'interaction des quarks lourds par le biais de quelques données numériques que nous procurent les « quarkonia » lourds des familles des  $\psi$  et des  $T$ . Ces quarkonia, états liés, du quark charmé  $c$  et de son antiquark, ou respectivement du quark beau  $b$ , et du sien, sont en effet des systèmes dynamiques que l'on peut espérer simples, c'est-à-dire assujettis à une équation de Schrödinger, avec un potentiel identique pour les différentes configurations, en raison de la masse même des quark, et de leur faible vitesse.

On peut encadrer les propriétés du potentiel par un grand nombre de propriétés connues sur l'équation de Schrödinger, et, au sein de ce domaine permis, un choix simple, par exemple coulombien à courte portée et proportionnel à la distance à longue portée, arrive à reproduire l'ensemble des données disponibles actuellement.

M. F.

LABORATOIRE DE PHYSIQUE CORPUSCULAIRE  
DU COLLÈGE DE FRANCE

RAPPORT D'ACTIVITÉ 1980-1981

1. INTRODUCTION

L'année 1980 a été marquée par un changement notable du rythme de travail, imposé par le long arrêt de l'accélérateur principal du C.E.R.N., destiné à effectuer les transformations nécessaires à son fonctionnement en anneaux de collisions protons-antiprotons.

Ceci s'est évidemment répercuté sur la préparation fiévreuse de l'expérience UA1 de collisions protons-antiprotons, sur le coup de feu dans la collecte des données des autres expériences avant l'arrêt. Cet arrêt a été largement mis à profit pour l'exploitation de ces données, pour la révision et l'amélioration des appareillages, et pour la réflexion sur les orientations futures, en prenant notamment en compte la probabilité croissante de voir se réaliser le grand anneau de collisions électrons-positrons du C.E.R.N., L.E.P.

2. RECHERCHES DE RÉSONANCES ÉTROITES

2.1. *Etude des interactions  $p\bar{p}$  à haute multiplicité à 12 GeV/c*

Cette expérience analyse des photographies de la grande chambre à bulles (B.E.B.C.) du C.E.R.N. exposée à un faisceau d'antiprotons de 12 GeV/c.

Ces photos sont mesurées sur appareil C.R.T. (cf. 5.1.). La mesure des événements à 8 particules chargées est terminée, et relayée par celle des événements à 6 traces chargées.

L'analyse des événements à 8 branches se concentre sur la recherche d'une résonance étrange, fortement couplée à une voie baryon-antibaryon (baryonium étrange), et va débiter avec l'ensemble de la statistique.

Expérience en collaboration avec l'Université de Pise.

Y participent : P. BEILLIÈRE, C. DEFOIX, J. DOLBEAU, J.L. NARJOUX, M. LALOU, M. OBOLENSKY, L. RAMOS, avec le concours technique de R. DELGADO et M.G. ESPIGAT.

Les clichés sont examinés avant mesure sur les tables BESSY du Campus de

Jussieu, notamment par : J. BOUCHER, E. CARVALHO, T. DUONG, R.H. LE BIHAN, N. VAN THANH, F. OTT, M. SOUMANA, F. TEMBELY.

## 2.2. Recherche de résonances étroites proton-méson

Les expériences ont été terminées, leurs résultats ont été publiés et ont fait le sujet de la Thèse de J. CHAUVEAU. La limite supérieure sur le couplage éventuel d'une résonance à la voie  $\pi^-$ -proton a été considérablement abaissée [1, 2].

Une recherche préliminaire de résonances étroites dans les voies  $K^-p$  et  $\pi^+p$  a été entreprise, avec des résultats négatifs.

La discussion des données est en cours, pour préciser le niveau de sensibilité de ce résultat.

Collaboration avec l'Ecole Polytechnique et C.E.R.N.

Membres du Laboratoire participants : M. BENAYOUN, J. CHAUVEAU, J. KAHANE, Ph. LERUSTE, R. SENÉ, J. TOCQUEVILLE.

## 2.3. Recherche d'états résonants $N\bar{N}$ (Baryonium) (WA55, WA56)

Cette expérience, réalisée sur le spectromètre Oméga du C.E.R.N., a commencé par deux séries de prises de données, afin de confirmer l'existence de résonances mésoniques fortement couplées au système  $N\bar{N}$ , et résultat négatif de cette tentative, deux autres séries de données ont été prises, dans des conditions plus proches de celles où une première expérience avait cru les déceler en 1974. Ces données sont en cours d'analyse.

Participant à cette expérience : A. de BELLEFON, P. BILLOIR, J.M. BRUNET, P. FRENKIEL, B. LEFÈVRE, D. POUTOT, Ph. TRISCOS, G. TRISTRAM, A. VOLTE, avec le concours de C. AUBRET, P. BENOIT, C. FRITSCH, D. LEVAILLANT.

En collaboration avec le C.E.R.N., Neuchâtel, Ecole Polytechnique.

## 3. ÉTUDE DE LA STRUCTURE DES HADRONS

### 3.1. Expériences sur le spectromètre « Lézard » (NA3)

#### 3.1.1. Etude des paires de muons

La prise de données de l'expérience NA3 s'est poursuivie jusqu'en juin, essentiellement par l'étude des paires de muons, c'est-à-dire en arrêtant la

majorité des hadrons derrière la cible par un absorbeur, et ce avec des faisceaux de protons de 400 GeV/c et de  $\pi^-$  de 280 GeV/c.

Bien que l'exploitation des données en muons soit loin d'être achevée, on peut signaler les résultats suivants, relatifs à la comparaison entre nos observations et les prédictions du modèle de Drell et Yan :

— Déviation de la normalisation, par un facteur  $K = 2,3 \pm 0,2$ , uniforme dans un domaine de masses invariantes de paires de muons allant d'une valeur inférieure à celle du  $\psi$  jusqu'à nettement au delà du  $\Upsilon$ . Les corrections de Q.C.D. au premier ordre ne prévoient que  $K \simeq 1,8$  [3].

— Constance de la distribution angulaire en fonction de  $x$ , contrairement aux prédictions de correction de « higher twists ».

— Détermination des fonctions de structure du  $\pi^-$ , du  $K^-$  et de l'anti-proton [4, 5].

— Etude de la production de  $\psi$  et de  $\Upsilon$  à haute statistique ( $10^6$   $\psi$  et  $10^8$   $\Upsilon$ ) [6].

— Mise en évidence dans les événements à 3 et 4 muons de production corrélée de  $\psi D\bar{D}$  et  $\psi\psi$  [7].

### 3.1.2. Préparation des phases suivantes

Les phases suivantes de l'expérience ont été préparées par des prises de données à flux réduit, sans absorbeur, afin d'étudier les caractères des événements produits avec des muons, ou avec des photons de haute énergie [8].

En effet, nous nous proposons d'étudier la production de  $\gamma$  par annihilation quark-antiquark. Ceci nous a conduit à insérer un dispositif de localisation spatiale dans le calorimètre à photons, afin de séparer photons et  $\pi^0$  [9].

Ce dispositif, une chambre à damiers, au pas de quelques centimètres, a été proposé et étudié par notre Laboratoire et réalisé par le C.E.R.N. et Saclay [10].

Enfin, nous avons mis à profit le grand arrêt du S.P.S. pour réviser, réparer et perfectionner l'appareillage existant, durement éprouvé par les  $10^{14}$  particules reçues depuis le début de l'expérience. Nous y avons en particulier mis en place des microprocesseurs pour un contrôle permanent.

Participent à cette expérience : M. CROZON, P. DELPIERRE, P. ESPIGAT, Th. LERAY, J. MAILLARD, A. TILQUIN, J. VALENTIN, avec le concours de P. BONIERBALE, P. COURTY, L. HERTEAULT, C. LAMY, J. MAS, C. POUTOT, G. SAGET, J.P. TURLOT, J. VERGNE.

Cette expérience s'effectue avec le C.E.R.N., l'Ecole Polytechnique, Saclay, le L.A.L. et l'Université de Pise.

3.2. *Etude des événements à grande impulsion transverse dans la collision proton-proton à  $\sqrt{s} = 63 \text{ GeV}$  au S.F.M. (R416)*

L'exploitation des données de cette expérience s'est poursuivie notamment avec une étude affinée au bruit de fond affectant les événements rares émis à grande impulsion transverse. De nouveaux résultats ont été obtenus [11] :

— On a mesuré les propriétés de corrélation de charge entre les 4 jets des événements (déclenchement, recul, et deux spectateurs), et on les a comparées avec les modèles de diffusion quark-quark et quark-gluon [12].

— On a établi que les mésons vecteurs ( $\rho$ ,  $K^*$ ,  $\Phi$ ) ou tenseurs ( $f^0$ ) sont produits centralement, et que les mésons étranges ( $K$ ,  $K^*$ ) ou charmés ( $D$ ) sont moins abondants, ce qui traduit une brisure de la symétrie entre quarks de la mer [13].

G. FONTAINE, C. GHESQUIÈRE et G. SAJOT participent à cette expérience, en collaboration avec Annecy, C.E.R.N., Dortmund, Heidelberg et Varsovie (A.C.C.D.H.W.).

3.3. *Photoproduction à haute énergie et haute intensité (NA14)*

Cette expérience installée sur le faisceau intense de photons de haute énergie du C.E.R.N. se propose d'étudier :

— La photoproduction de mésons vecteurs et de nouvelles saveurs.

— La diffusion profondément inélastique sur quark, avec réémission d'un proton ou d'un gluon (Effet Compton électrodynamique ou chromodynamique).

L'accent sera mis en premier lieu sur ce second sujet, pour lequel le Laboratoire réalise un déclenchement sur particules à grand moment transverse, basé sur une chambre à damiers et une électronique de coïncidence avec un hodoscope situé en aval.

Cette expérience est préparée par l'équipe citée au § 2.3., dans une collaboration avec C.E.R.N., Imperial College, L.A.L., Saclay, Ecole Polytechnique, Southampton.

## 4. RECHERCHE DE NOUVELLES PARTICULES

4.1. *Expériences utilisant le spectromètre hybride européen (E.H.S.)*

4.1.1. *Détection de particules à courte durée de vie, de  $10^{-13}$  à  $10^{-12}$  secondes (NA16)*

Plus d'un million de photographies ont été prises entre mai et juin 1980, sur la petite chambre à bulles LEBC, au C.E.R.N., devant une partie de

l'E.H.S., en partie comme test de ces détecteurs. Un événement a déjà été observé et entièrement confirmé par l'analyse des données de l'E.H.S. [14].

J. DOLBEAU dirige notre collaboration à cette expérience, qui regroupe 17 laboratoires européens, avec l'équipe citée au § 2.1. et le concours technique de J. GILLY.

#### 4.1.2. *Expérience $p\bar{p}$ à 100 GeV (NA21)*

Cette expérience d'annihilation utilise la chambre à bulles à cyclage rapide initialement prévue par l'E.H.S. P. LUTZ et L. RAMOS participent à la réalisation du traitement hors ligne des données pour les deux calorimètres hadroniques et J. DOLBEAU pour les chambres à dérive. C. DEFOIX et A. KARAR étudient le système de déclenchement, destiné à éliminer les événements ne correspondant pas à une annihilation à partir de l'information des calorimètres hadroniques et d'un Cerenkov avant.

#### 4.1.3. *Développements instrumentaux sur les chambres à bulles*

A. KARAR participe avec le L.P.N.H.E. de Paris VI, à l'étude du traitement des clichés holographiques qui pourraient être pris sur une chambre à bulles *ad-hoc* (B.I.B.C.) afin d'accroître la résolution spatiale.

J.L. NARJOUX organise l'adaptation du L.S.D. (lecteur en spirale) pour la mesure de jets sur des clichés provenant du spectromètre hybride américain (F.N.A.L.).

#### 4.2. *Recherche de nouvelles particules en collision $p\bar{p}$ à 540 GeV (UA1)*

Cette expérience utilise le S.P.S. fonctionnant en anneau de collision proton-antiproton.

Le Laboratoire a eu une intense activité de construction et d'installation des parties avant du détecteur (1 à 5° de l'axe du faisceau) [15].

— 64 modules de calorimètre électromagnétique, dont la précision a été mesurée entre 2 et 5 %.

— 96 modules de calorimètre hadronique enfichables dans les culasses des aimants compensateurs, testés à une précision de 10 à 15 %.

— 16 chambres proportionnelles de localisation des gerbes pour les ensembles de calorimètres mentionnés, avec une technique d'acquisition multi-trace originale par ligne à retard (précision 4 mm).

— Des chambres à image permettant l'acquisition simultanée de trois coordonnées des points de la trace : numéro de fil, temps de dérive et division

de charge. L'électronique d'acquisition multitrace est développée en collaboration avec C.E.R.N. et Rome. Ces chambres seront installées courant 1981.

Tous ces appareils ont été réalisés accompagnés de leurs servitudes : supports et levages, contrôles et sécurités, générateurs et récepteurs de calibration.

La physique qui repose sur ces détecteurs avant peut être fort intéressante et sera probablement inattendue, si l'on en juge par l'expérience à énergie plus basse, ou au contraire pour les cosmiques de très haute énergie : production de saveurs nouvelles, événements « Centauro », composante pénétrente... [16].

Les physiciens du Laboratoire participant à cette expérience sont : L. DOBRZYNSKI, G. FONTAINE, C. GHESQUIÈRE, Y. GIRAUD-HÉRAUD, D. KRYN, J.P. MENDIBURU, A. ORKIN-LECOURTOIS, G. SAJOT, J. VRANA.

La majorité du personnel technique du Laboratoire a contribué à un titre ou à un autre à l'effort de réalisation. Citons en particulier :

— *En mécanique* : A. COMMERÇON, J.C. COUILLARD, G. DESCOTES, A. DIACZEK, Y. GODAR, F. HRABINA, D. MARCHAND, M. PAIRAT, A. PATIQU, J.P. PENCOLÉ, J.P. RÉNY, C. ROBERT, R. SAIGNE, R. SALOMONE, D. SOTIRAS.

— *En électronique* : M.H. ANDRADE, M. BERMOND, D. BROSZKIEWICZ, R. BRUÈRE-DAWSON, J. DA-PIEADÉ, C. FINETIN, Y. GUICHARD, R. GUILLAO, J.J. JAEGER, I. KEITA, P. MARQUESTE, D. MONNOT, R. REDJALA, P. REINHARDT, S. SELMANE, P. TARDY, J.P. VILLAIN, J. WAISBARD.

— *En informatique* : A. FAYE, L. GUGLIELMI, J. LECIGNE, R. MERZOUG, S. SZAFRAN, B. TON THAT.

#### 4.3. *Etudes pour les expériences sur L.E.P.*

Un groupe de physiciens se prépare à entrer dans une des expériences à installer sur l'anneau de collision  $e^+ - e^-$ , L.E.P., à construire au C.E.R.N.

Il s'est associé avec des physiciens du L.A.P.P. et du L.P.N.H.E de Paris VI, pour étudier les problèmes de physique et d'instrumentation qui se poseront.

Ils ont notamment commencé à étudier la structure prévisible des événements et les caractères des détecteurs nécessaires au moyen d'un programme de Monte-Carlo écrit spécialement.

Participant à ce groupe : J.M. BRUNET, J. CHAUVEAU, M. CROZON, P. DELPIERRE, P. LUTZ, J. MAILLARD, A. MÉRIC de BELLEFON et G. TRISTRAM.

## 5. INSTRUMENTATION

### 5.1. Appareils de mesure de clichés de chambres à bulles

Le lecteur en spirale L.S.D. a été arrêté pour transformation (cf. 4.1.3.).

Le C.R.T. (analyseur à tube cathodique), a poursuivi la mesure des clichés de B.E.B.C. (cf. 2.1.), sans que soient interrompus les efforts d'amélioration : adaptation aux clichés de l'E.H.S., traitement du signal adapté à des jets touffus, visualisation superposée du signal original et de sa traduction en mesure, analyse automatique du vertex, optimisation en temps des procédures.

C. DEFOIX, R. DELGADO, J. GILLY, A.M. DUBOURDEAU, M. SITRUK participent à l'exploitation conjointe avec le L.P.N.H.E. de Paris VI.

Les développements cités ont été réalisés par M. ABBÈS, M. BATTLO, J. DOLBEAU, A. DNIESTROWSKI, B. EQUER, Y. GUICHARD, A. KARAR, M. LA LOUM et R. MERZOUG, également en collaboration avec le L.P.N.H.E.

### 5.2. Etudes et réalisations en mécanique

L'activité des bureaux d'études et ateliers de mécanique a été très largement monopolisée par la production en série des détecteurs pour UA1 (cf. 4.2.), grosse charge qui ne correspond guère à la structure de nos installations et à la qualification de notre personnel, qui est mieux utilisé à la réalisation de prototypes ou à la mise au point d'appareils.

Une aide minimale a cependant été apportée aux autres groupes notamment NA3 (cf. 3.1.).

Le bureau d'études est formé de P. BONIERBALE, G. DESCOTES, J.P. JOBEZ et D. MARCHAND.

A l'atelier collaborent A. COMMERÇON, F. HRABINA, M. PAIRAT, A. PATIOU, J.P. PENCOLÉ, J.P. RÉNY, C. ROBERT, G. SAGET, R. SAIGNE, R. SALOMONE et D. SOTIRAS.

A. DIACZEK coordonne toutes les activités en mécanique.

### 5.3. Etudes et réalisations en électronique

A part les nombreux travaux spécifiques à la construction et à l'installation des appareillages expérimentaux signalons le développement de l'utilisation des microprocesseurs.

Un Contrôleur Autonome Programmable, inséré dans le système CAMAC, permet de décharger le calculateur d'acquisition des données des tâches annexes de surveillance. Un logiciel de programmation des périphériques économiques lui donnent une autonomie complète, qui permet aux physiciens de moduler les tâches selon les besoins en cours d'expérience, sans remettre en cause l'acquisition des données [17].

Réalisation de P. COURTY, G. DESPLANCQUES, L. HERTEAULT, Th. LERAY, J. VALENTIN et J. VERGNES.

De même, un multiplexeur actif à microprocesseur, MUMM, facilite considérablement l'interconnexion programmable entre les dispositifs les plus divers : système CAMAC d'acquisition des données, dispositifs électromécaniques, ordinateur local, liaison téléphonique à un centre de calcul [18].

Il a été développé par M. BERMOND, G. FONTAINE, L. GUGLIELMI, J.J. JAEGER et S. SZAFRAN.

#### 5.4. *Recherches en instrumentation*

##### 5.4.1. *Cerenkov à image*

L'étude d'un compteur Cerenkov sphérique à image se poursuit. L'image est détectée par une chambre à migration (T.P.C.) rendue sensible aux ultraviolets Cerenkov par la triéthylamine (T.E.A.), ou mieux par le tétrakis-diméthylamino-éthylène (T.M.A.E.), qui permet d'atteindre une sensibilité raisonnable, malgré les problèmes technologiques qu'il pose et qui sont encore mal résolus [19].

J. TOCQUEVILLE participe à cette recherche, en collaboration avec l'Ecole Polytechnique, les Universités de Caen et d'Uppsala et le C.E.R.N.

##### 5.4.2. *Détecteurs à semi-conducteurs*

Les nouvelles techniques industrielles de fabrication de circuits semi-conducteurs actifs peuvent en principe être utilisées pour des détecteurs de particules dans de nouvelles gammes de résolution ou de prix. Plusieurs possibilités sont à l'étude : technologies Planar et C.C.D. (Charge-Coupled Device), emploi des semi-conducteurs polycristallins ou amorphes.

## 6. TRAVAUX DE THÉORIE

### 6.1. *Electrodynamique quantique*

#### 6.1.1. *Interaction photon-photon*

Plusieurs travaux concernant l'interaction photon-photon ont été publiés, notamment à l'occasion du Colloque International sur l'interaction  $\gamma\text{-}\gamma$  organisé par P. KESSLER à Amiens en 1980 [20].

Des aspects complémentaires de ce processus ont été étudiés : interaction photon-gluon, ou processus inverse (gluon-gluon  $\rightarrow 2\gamma$ ). C. CARIMALO, M. CROZON, P. KESSLER, G. MISSONNIER, S. ONG, J. PARISI ont contribué à ces travaux [19].

#### 6.1.2. *Corrections radiatives d'ordre supérieur*

Un mécanisme a été élucidé expliquant certaines contributions importantes de corrections radiatives aux ordres supérieurs : c'est l'émission d'un photon dur accompagnée de bremsstrahlung, qui est susceptible d'affecter des régions cinématiques normalement inaccessibles (C. CHAHINE) [21].

### 6.2. *Chromodynamique quantique*

La Chromodynamique quantique, théorie actuellement généralement acceptée pour les interactions fortes, a été utilisée pour le calcul des effets analogues à ceux des photons (cf. 6.1.1.).

Des calculs plus détaillés ont été réalisés, au moyen d'une resommation partielle des ordres supérieurs, pour expliquer quantitativement le caractère planaire des événements de collision hadronique dure, notamment les résultats obtenus au S.F.M. (cf. 3.2.) ou au Lézard (3.1.) (G. BORDES, A. NICOLAÏDIS) [22].

### 6.3. *Logique quantique*

Un processus de construction géométrique systématique des inégalités de Bell applicables à des processus arbitraires a été défini sous forme d'une recherche d'enveloppes convexes. Le calcul explicite a été réalisé pour un nombre de cas simples (M. FROISSART) [23].

## 7. ACTIVITÉS DIVERSES

### 7.1. Utilisation de l'énergie solaire dans l'habitat

P. RIVET est chargé de la coordination de la recherche universitaire dans ce domaine. Il s'avère qu'un gros effort de recherche est nécessaire pour comprendre et contrôler les transferts et les inerties thermiques, tant dans l'utilisation passive que dans le contrôle actif, voire le stockage à terme de l'énergie solaire, et pour intégrer son usage avec celui des moyens de chauffage classiques, dans une perspective de coûts raisonnables.

### 7.2. Etude physico-chimique des vitraux médiévaux

Des cristaux de quelques dizaines de microns ont été observés dans un verre rouge au cuivre du XIII<sup>e</sup> siècle (Bourges). Une étude conduite à la microsonde électronique a pu montrer que ces cristaux sont de la Wollastonite provenant d'une recristallisation *in situ*, à proximité des surfaces séparant les couches à cuivre et les couches sans cuivre (M. SPITZER-ARONSON, P. SOLEILLET) [24, 25].

## PUBLICATIONS

1. E. BARRELET *et al.*, *Phys. Lett.*, 94 B (80), 533, 541.
2. J. CHAUVEAU, Thèse de Doctorat, Université de Paris VI, 1981.
3. J. BADIER *et al.*, C.E.R.N./E.P. 80-147, Comm. Conf. Int. Madison.
4. J. BADIER *et al.*, C.E.R.N./E.P. 80-147, Comm. Conf. Int. Madison.
5. J. BADIER *et al.*, C.E.R.N./E.P. 80-148, Comm. Conf. Int. Madison.
6. J. BADIER *et al.*, C.E.R.N./E.P. 80-149, Comm. Conf. Int. Madison.
7. A. TILQUIN, Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université de Paris VI, 1981.
8. J. BADIER *et al.*, C.E.R.N./E.P. 80-89.
9. CARIMALO *et al.*, L.P.C./80-29, soumis à *Phys. Lett.*
10. J. BOUCROT *et al.*, *N.I.M.* 174 (80), 379.
11. Y. GIRAUD-HÉRAUD, Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université de Paris VI (1980).
12. D. DRIJARD *et al.*, *Nucl. Phys.*, B. 166 (80), 233.
13. D. DRIJARD *et al.*, C.E.R.N./E.P. 81-12.
14. B. ADEVA *et al.*, C.E.R.N./E.P. 81-28.
15. D. KRYN, Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université de Paris VI (1980).

16. G. FONTAINE, L.P.C. 80-13.
17. P. COURTY *et al.*, Conf. Int. Microprocesseurs C.E.R.N. 4-6/5/81.
18. G. FONTAINE *et al.*, Conf. Int. Microprocesseurs, C.E.R.N., 4-6/5/81.
19. T. EKELÖF *et al.*, C.E.R.N./E.P. 80-115, Int. Conf. Exp. L.E.P., Uppsala, 16/6/80.
20. M. DEFRISE *et al.*, L.P.T.P./81-1, C.R. Séminaire  $\gamma$ - $\gamma$ , Amiens 18/12/80.
21. Ch. CHAHINE, L.P.C./81-3, soumis à *Phys. Rev. Lett.*
22. G. BORDES, A. NICOLAÏDIS, L.P.C./80-1.
23. M. FROISSART, L.P.C./81-1, à paraître dans *Nuovo Cimento*.
24. M. SPITZER-ARONSON, *J. Non-Cryst. Sol.*, 39 (80), 613 et 42 (80), 600.
25. M. SPITZER-ARONSON, *C.R.A.S.* 292 II (81), 649.

#### SÉMINAIRES DU LABORATOIRE

Mercredi 25 février 1981 : *Applications de l'analyse multidimensionnelle à la physique des jets*, par D. MAÏTI (L.P.C., Collège de France).

Mercredi 4 mars 1981 : *Contraintes sur les modèles à quarks des nucléons, provenant des expériences de collisions lepton-nucléon très inélastiques*, par R. NATAF (Paris VI).

Mercredi 11 mars 1981 : *Introduction aux théories supersymétriques des particules*, par P. FAYET (E.N.S.).

Lundi 16 mars 1981 : *The promise of holography in high energy physics*, par I.A. PLESS (M.I.T.).

Mercredi 25 mars 1981 : *La physique des anneaux  $e^+ e^-$  : Passé, présent et futur*, par P. KESSLER (L.P.C., Collège de France).

Mercredi 1<sup>er</sup> avril 1981 : *Questions about nuclear fusion*, par J. BENECKE (Max Planck Institut, Munich).

Mercredi 22 avril 1981 : *Oscillations neutrinos?*, par F. VANNUCCI (C.E.R.N. et L.P.N.H.E., Paris).

Mercredi 13 mai 1981 : *L'expérience UA2*, par J.P. REPELLIN (L.A.L. Orsay).

Mercredi 20 mai 1981 : *The single pass collider at S.L.A.C.*, par J. BALLAM (S.L.A.C. et Ecole Polytechnique).

Mercredi 10 juin 1981 : *Imagerie médicale : photons, phonons, protons*, par B. EQUER (L.P.C., Collège de France).