

Paris, le 27 juillet 1981

UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE

(PARIS VI)

LABORATOIRE DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE
ET DE HAUTES ÉNERGIES

4, Place Jussieu - Tour 32

75230 PARIS CEDEX 05 - FRANCE

Téléphone : 329 12-21 - 336 25-25

RAPPORT D'ACTIVITE

DU LABORATOIRE DE PHYSIQUE NUCLEAIRE ET DES HAUTES ENERGIES

ANNEE 1980

I. Publications-Participations aux Congrès Internationaux - Echanges de chercheurs avec les autres laboratoires.

A. Publications

Elles font l'objet de l'annexe I.

B. Participation aux Congrès Internationaux.

Quatre physiciens (M. Baubillier, R. George, M. Rivoal, M.C. Touboul) ont participé à la XXth International Conference on High Energy Physics, qui s'est tenue à Madison (USA) en août 1980.

Plusieurs physiciens ont participé à d'autres congrès ou colloques internationaux :

- M. Boratav, B. Grossetête, F. Kovacs, Ch. de la Vaissière et R. Zitoun à la Conférence sur l'expérimentation à LEP organisée par le Comité Européen pour les Futurs Accélérateurs à Uppsala (Suède, juin 1980),

- J. Duboc, J. Laberrigue et T.P. Yiou à la Conférence sur les résonances $N\bar{N}$ à Bressanone (Italie, juin 1980),

- M. Boratav et Ch. de la Vaissière au VIIIth International Winter Meeting on Fundamental Physics qui s'est tenu à Ronda (Espagne) en mars 1980,

- J. Dumarchez, F. Kapusta, J. Laberrigue et R. Zitoun à la XVI^e Rencontre Internationale de Moriond (France, mars 1980),

Enfin J.M. Lévy a participé à l'Ecole d'été de Erice (Italie) en juin 1980.

C. Echange de chercheurs avec les autres laboratoires.

Le séjour de Dario Teodoro au sein de l'équipe qui analyse les interactions K^-p à 8,25 GeV/c a été très bénéfique pour notre laboratoire. On doit pour une grande part à son dynamisme les résultats nombreux et importants qu'a fournis cette analyse (voir ci-après).

En mars 1980, nous avons accueilli dans notre laboratoire un jeune physicien britannique, Thomas Armstrong, qui, avec Yvette Pons, Zaharia Strachman et Michel Baubillier, recherche des résonances mésoniques étroites dans les interactions $K^- p$ à 18,5 GeV/c observées aux CERN au moyen du Spectromètre Oméga Prime.

Par ailleurs Robert Zitoun qui collabore à la même expérience est détaché au CERN depuis octobre 1980. Sa présence permanente auprès du Spectromètre est très précieuse pour le laboratoire.

Enfin Bianca Osculati Becchi, de l'Université de Gênes avec laquelle nous collaborons pour l'étude au CERN de la photoproduction de particules charmées, (au moyen du Spectromètre Oméga Prime et d'émulsions nucléaires) a, durant le séjour de son mari, le professeur Becchi, en qualité de professeur associé à l'Université Paris VI, travaillé au sein de l'équipe "émulsions" de notre laboratoire (septembre 1980 - juin 1981). Ce travail a été très apprécié par tous les membres de l'équipe.

II. Structure du Laboratoire.

A. Personnel.

En ce qui concerne le personnel chercheur, nous allons accueillir au sein de notre laboratoire François Vannucci, qui, ayant été retenu par le CSCU, doit être nommé professeur à l'Université Paris VII.

Par ailleurs, l'allocataire de recherche L. Poggioli, qui, après la soutenance de sa thèse de 3e cycle, a été retenu par la commission 06 du CNRS, poursuivra son activité au sein de notre laboratoire en tant qu'attaché de recherche.

En ce qui concerne les ingénieurs, techniciens et administratifs, nous avons eu le plaisir de voir affecter à temps complet de notre laboratoire Guy Chateau, ouvrier d'entretien (précédemment affecté seulement à mi-temps). Nous avons également accueilli Paula Touillaud, aide-physicienne mi-temps, mutée du PNHE (Ecole Polytechnique) à notre laboratoire. Quant à Maurice Cukierman, depuis la fin de son stage à l'EPDI, il travaille au sein de notre équipe technique en tant que dessinateur.

Par ailleurs, nous avons eu quelques départs et entrées. Pierre Cambon, ingénieur électronicien, a été remplacé par Claude Pambrun. Aline Aben-Danan, secrétaire, a été remplacée par Christiane Ngoc. Les aides-physiciens Monique Schott et Jean-Pierre Trébal ont été remplacés par Monique Perrard et Marcel Skrobek.

Je souligne une nouvelle fois que l'équipe technique de notre laboratoire demeure insuffisante. Nous avons adressé récemment à l'I N2 P3 la liste des techniciens qui nous font le plus défaut.

B. Appareillage.

Aucun changement important dans l'appareillage du laboratoire au cours de l'année 1980.

C. Locaux.

Malgré la réalisation de planchers intermédiaires dans les ateliers situés de part et d'autre de l'entrée "Calculatrice", le problème des locaux demeure notre problème le plus préoccupant.

III. Activité Scientifique.

L'activité scientifique de notre laboratoire durant l'année 1980 peut se résumer comme suit.

A. Expériences "chambres à bulles".

1. Chambre à bulles de 2m du CERN.

a) Expérience $K_L^0 p \rightarrow K_S^0 p$ et $K_L^0 p \rightarrow \Lambda^0 \pi^+$ (énergie dans le centre-de-masse 1,6-1,9 GeV).

L'équipe du laboratoire (qui travaille en collaboration avec Birmingham) a terminé l'analyse en ondes partielles de l'amplitude KN d'isospin nul Z^0 . Elle a abouti à une solution unique, pratiquement indépendante des paramètres utilisés pour elle-même et les autres amplitudes présentes (Z^1 et Y^1). Le résultat obtenu pour l'onde P_1 de l'amplitude Z^0 est inattendu : le déphasage de cette onde, qui est purement élastique, passe par un maximum

très net pour la valeur de l'énergie (1770 MeV) à laquelle dès 1966 avait été observée une bosse dans la section efficace totale KN en $I=0$, mais ce maximum est égal à 60° seulement. Le comportement de cette onde ne peut donc pas être interprété comme une résonance classique, et pose même des questions concernant le concept de "comportement résonnant".

Cette étude a fait l'objet de la thèse d'état de Mme Odile Hamon : dans son mémoire, Mme Hamon a cherché une "explication" possible dans le cadre des modèles à constituants confinés.

b) Expérience K^-p à 8,25 GeV/c.

Rappelons que cette très grosse expérience (5,3 millions de clichés) effectuée en collaboration avec Birmingham, le CERN, Glasgow et l'Université de Michigan, avait déjà fourni des résultats importants : mise en évidence d'un nouveau E^* ($M \sim 2370 \text{ MeV}/c^2$, publication 2, 1980), comportement des interactions $K\bar{K}$ et $\bar{p}p$ hors de la couche de masse à partir de l'analyse des réactions $K^-p \rightarrow \Lambda + X$ (publication 3, 1980), accumulation très étroite à $3,17 \text{ GeV}/c^2$ dans le spectre des masses effectives du système baryonique R^+ d'étrangeté -1 dans les réactions $K^-p \rightarrow R^+\pi^-$ ($R = \Xi K$ ou $\Sigma \bar{K} K$ ou $\Lambda \bar{K} K$).

Durant l'année qui vient de s'écouler, l'étude systématique des états finals comprenant un Λ a fourni également des résultats importants.

En effet, outre la détermination des sections efficaces différentielles des réactions $K^-p \rightarrow \Lambda \pi^0$, $\Lambda \eta$, $\Lambda \eta'$ et de leurs polarisations, qui ont été comparées aux autres résultats expérimentaux et à quelques prévisions théoriques (publication 4, 1981), l'analyse de la réaction $K^-p \rightarrow \Lambda \bar{p}p$ a permis de confirmer l'existence d'une résonance $\Lambda \bar{p}$ de masse $(2235 \pm 50) \text{ MeV}/c^2$ et de largeur $\sim 200 \text{ MeV}/c^2$, déjà observée (par la collaboration Cleland et al) dans les interactions K^-p à 50 GeV/c. L'analyse de cet état résonnant suivant la méthode des doubles moments $H(LM \ell m)$ décrivant la désintégration du système $\Lambda \bar{p}$ et la désintégration subséquente du Λ a conduit à attribuer un spin-parité $J^P = 2^-$ (publication 5, 1981).

Ensuite, l'analyse des réactions $K^-p \rightarrow K\bar{K}\Lambda$ et $K\bar{K}\Lambda\pi$ a fourni de fortes indications en faveur de l'existence d'un état résonnant $K\bar{K}$ de masse $(1850 \pm 10) \text{ MeV}/c^2$ et de largeur $(80 \pm_{30}^{40}) \text{ MeV}/c^2$ (publication 6, 1981). Cet

état serait différent du méson vecteur de masse $1820 \text{ MeV}/c^2$ et de largeur $\sim 30 \text{ MeV}/c^2$ observé en formation dans les annihilations e^+e^- . En effet, cet état résonnant dont le spin est certainement impair, car il n'est pas observé en $K_S^0 K_S^0$, et qui est également observé dans la voie $K^* K + \text{c.c.}$ avec un rapport d'embranchement compatible avec les prédictions théoriques, a probablement un spin-parité $J^P = 3^-$, et non 1^- : ce serait le membre isosingulet du nonet 3^- .

Enfin, l'étude du système $\bar{K}^0 \pi^-$ dans la réaction $K^- p \rightarrow \bar{K}^0 \pi^- p$ a mis en évidence, outre la production du K^* 1780, qui (il y a lieu de le noter, car le problème a donné lieu à controverses) est ici produit dans une réaction autre qu'un échange de charge, une accumulation de masses centrée sur $(2080 \pm 20) \text{ MeV}/c^2$ et de largeur $\sim 100 \text{ MeV}/c^2$. Ces résultats ont été présentés par M. Zitoun à la Conférence de Lisbonne (juillet 81).

2. Chambre à bulles BEBC (CERN).

Expérience $K^- p$ à $70 \text{ GeV}/c$.

Avant de clore l'analyse de cette expérience, la collaboration LPNHE-Rutherford-Saclay a étudié la production des π^\pm , π^0 , \bar{K}^0 et Λ dans les régions de fragmentation du K^- et du proton, afin de comparer les fonctions de "fragmentation" (ou, plus correctement, d'"habillage") des divers quarks et diquarks - obtenues à partir des sections efficaces différentielles dans le cadre des modèles à quarks-partons - aux fonctions de "fragmentation" obtenues - dans le cadre des mêmes modèles - à partir des interactions neutrinos (antineutrinos) - protons.

Les résultats montrent un bon accord des fonctions de fragmentation du quark u en π^\pm , de même qu'un très bon accord des fonctions de fragmentation du diquark uu en π^+ et du diquark ud en π^\pm , avec celles obtenues dans les expériences de lepto-production. Ce dernier résultat renforce l'idée que le diquark serait une entité simple à considérer en soi.

Ces résultats ont été présentés par Mme A.M. Touchard au XIIth International Symposium on Multiparticle Dynamics qui s'est tenu récemment (juin 81) à Notre Dame, Indiana (USA).

B. Expériences "Spectromètre hybride".

Expérience NA16.

Au cours de cette expérience la petite chambre à bulles à hydrogène européenne à haute résolution (LEBC) a été placée en association avec les éléments du Spectromètre Hybride Européen (EHS) déjà en place (chambre à dérive ISIS 1, aimants de déflexion et détecteurs de photons IGD et FGD) dans un faisceau de π^- de 360 GeV (15 événements/ μb) et un faisceau de protons de 360 GeV (12 événements/ μb).

La chambre a fonctionné à 33 Hz avec des pressions et températures telles que la densité de bulles a été d'environ 80/cm. Le flash était déclenché de manière telle que le diamètre des bulles n'a pas dépassé 50 μm . Quant au système de déclenchement, il fonctionnait durant 600 μs au moment où la pression était minimale lorsqu'une interaction se produisait dans une région de 2 mm d'épaisseur au centre de la chambre.

L'analyse de 30% des événements obtenus avec le faisceau de protons (en tout $\sim 300\,000$) a permis, en sélectionnant les interactions dans lesquelles les vertex des désintégrations observées se trouvaient à moins de 0,6 mm de distance transversale par rapport à la direction du faisceau incident (la "boîte au charme"), d'obtenir un bon nombre d'événements-candidats "charmés". La reconstruction des désintégrations - candidates de particules charmées a permis de retenir 7 événements comportant une paire de particules charmées identifiées et 7 événements comportant une particule charmée identifiée. L'analyse des temps de vie a abouti aux résultats suivants concernant les vies moyennes.

$$\left\{ \begin{array}{l} \tau(D^\pm) = \left(\begin{array}{l} 9,3 + 4,6 \\ - 2,3 \end{array} \right) 10^{-13} \text{ s} \\ \tau(D^0) = \left(\begin{array}{l} 3,0 + 1,8 \\ - 0,8 \end{array} \right) 10^{-13} \text{ s} \end{array} \right.$$

Les temps de vie des deux désintégrations de F (un F^+ , un F^-) sont respectivement $< 0,3 \cdot 10^{-13} \text{ s}$ et $(4,2 \pm 0,2) 10^{-13} \text{ s}$.

Ces résultats ont été présentés par la Collaboration Amsterdam-Bruxelles-CERN-Madrid-Mons-Nimègue-Oxford-Padoue-Paris-Rome-Rutherford-Serpukhov-

Stockholm-Strasbourg-Turin-Trieste-Vienne à la Conférence de Lisbonne (juillet 81).

C. Expériences "compteurs" et "compteurs-émulsions".

1. Expériences de photoproduction de hadrons ($E_\gamma=20$ à 70 GeV) (CERN).

a) Expérience Ω (WA4).

Rappelons que cette expérience a été effectuée en collaboration avec des groupes de Bonn, du CERN, de l'École Polytechnique, de Glasgow, de Lancaster, de Manchester, du LAL(Orsay), de Rutherford et de Sheffield, au moyen du spectromètre Ω , équipé des détecteurs de photons Pénélope et Olga, et sur lequel on envoyait un faisceau de photons étiquetés d'énergies comprises entre 20 et 70 GeV.

Le but principal de l'expérience, effectuée d'août 77 à avril 78 (7 millions d'événements enregistrés), était la recherche et l'étude des particules charmées. De fait, comme nous l'indiquons ci-après, de bons résultats ont été obtenus concernant les mésons charmés \bar{D}^0 et F^\pm . Mais cette expérience a également fourni de bons résultats dans des domaines plus "classiques", tels que le comportement du photon, c.à.d. son "contenu hadronique", et la recherche et l'étude des mésons vecteurs (ρ' , ω' , ϕ').

$\alpha"Contenu hadronique" du photon.$

Deux études ont été faites à ce sujet, l'une à partir de la production diffractive de systèmes de 6π (réaction $\gamma p \rightarrow 3\pi^+ 3\pi^- p$), l'autre à partir de la production des mésons ϕ ($\rightarrow K^+ K^-$) analysée de manière inclusive.

On sait que, dans les réactions au cours desquelles le photon disparaît cependant que sont créés des hadrons, tout se passe comme si le photon se comportait soit comme un méson vecteur (ρ, ω , ou ϕ), soit comme un continuum de quarks-antiquarks.

Dans le cas de la photoproduction diffractive de systèmes de π , si l'on exige que la masse des systèmes de π se situe au-delà de $2 \text{ GeV}/c^2$, on devrait observer le comportement continuum. C'est ce qui a été effectivement observé, et le résultat a été comparé aux systèmes de deux jets de hadrons mis en évidence dans les annihilations $e^+ e^-$ à haute énergie :

dans le cas présent les axes des deux "jets" coïncident avec la direction du photon incident (publication 7, 1980).

Dans le cas de la photoproduction inclusive des mésons ϕ , c'est au contraire le comportement méson vecteur qui prédomine (comportement VDM), aussi bien dans le cas de la production vers l'avant (x de Feynman voisin de 1, mécanisme diffractif) que dans le cas de la production centrale ($|x| \sim 0$), la plus abondante. Dans ce dernier cas, les caractéristiques de la production s'interprètent bien dans le cadre des modèles fusion-de-quarks (la contribution du proton étant dominée par les quarks de la mer). (publication 10, 1981).

β) Production de mésons vecteurs (ρ' , ω' , ϕ').

Après avoir étudié la photoproduction du "classique" $\phi(1019)$ dans la réaction exclusive simple $\gamma p \rightarrow K^+ K^- p$ (publication 16, 1980), la collaboration a recherché le $\rho'(1600)$ dans la réaction $\gamma p \rightarrow \pi^+ \pi^- p$. De fait elle a observé une accumulation large dans le spectre de masse du système $\pi^+ \pi^-$, centrée sur la valeur $(1,59 \pm 0,02) \text{ GeV}/c^2$ avec une largeur $(0,23 \pm 0,08) \text{ GeV}/c^2$. Le spin-parité de cet état est compatible avec $J^P = 1^-$ (et l'hypothèse de conservation de l'hélicité dans la voie s). Ce résultat est important, car c'est la première observation du $\rho'(1600)$ en $\pi^+ \pi^-$ (publication 9, 1980).

Un autre résultat important est le suivant. L'étude de la réaction exclusive $\gamma p \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^- p$, qui est dominée par la production de K^* et de ϕ , a montré une accumulation au seuil dans le spectre de masse des systèmes $K^* \pi$ (+c.c.) [et non dans celui des systèmes $\phi \pi \pi$], centrée sur une valeur voisine de $1,9 \text{ GeV}/c^2$ et de spin-parité compatible avec 1^- (et la conservation de l'hélicité dans la voie s). C'est bien ce que l'on attendait d'un ϕ' , par analogie avec $\rho' \rightarrow \rho \pi \pi$. C'est donc là une forte indication en faveur de l'existence d'un ϕ' de masse $\sim 1,9 \text{ GeV}/c^2$ et de largeur $\sim 0,4 \text{ GeV}/c^2$ (publication 10, 1980).

Les résultats obtenus en ce qui concerne la recherche d' ω' sont beaucoup moins clairs. Dans l'étude de la réaction exclusive $\gamma p \rightarrow \omega \pi^+ \pi^- p$, la collaboration a mis en évidence une accumulation large au seuil dans le spectre de masse $\omega \pi^+ \pi^-$ ($M \sim 1,7 \text{ GeV}/c^2$, $\Gamma \sim 0,5 \text{ GeV}/c^2$) de spin-parité compatible avec 1^- , mais il est difficile d'affirmer qu'il s'agit là

d'un ω' large (publication 11, 1980). Il y a lieu de noter cependant que, dans le spectre de masse du système $\eta\pi^+\pi^-$ analysé dans la réaction $\gamma p \rightarrow \eta\pi^+\pi^-p$, on observe de même une accumulation large au seuil compatible avec la désintégration du $\rho'(1600)$ (même publication).

Enfin, en étudiant le système $\omega\pi^0$ observé dans la réaction $\gamma p \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0p$, la collaboration a mis en évidence, dans le spectre de masse, une accumulation centrée sur $\sim 1,25 \text{ GeV}/c^2$, et de largeur $\sim 0,3 \text{ GeV}/c^2$. L'analyse de spin-parité, effectuée dans l'hypothèse de conservation de l'hélicité dans la voie s, montre que $J^P = 1^-$ est dominant. Si donc il y a une certaine production de $B(1^+)$, elle est faible. Dès lors, observe-t-on un effet Deck ? ou un effet de seuil ? ou est-on en présence d'une récurrence du $\rho(770)$? Il est impossible de conclure (publication 8, 1980).

γ) Production de particules charmées.

La recherche des mésons charmés D^0 , \bar{D}^0 a été effectuée de la manière suivante : déclenchement seulement si au moins 4 particules chargées sont émises + 1 méson K chargé (pas de signal dans le compteur \checkmark Čerenkov). Les résultats sont les suivants : accumulation à la masse du \bar{D}^0 dans les spectres de masse $K^+\pi^-$ et $K^+\pi^-\pi^0$, mais aucune accumulation à la masse du D^0 dans les spectres de masse $K^-\pi^+$ et $K^-\pi^+\pi^0$. L'interprétation la plus probable est qu'on est en présence d'une production $C\bar{D}^0$, le proton de désintégration du C ayant été "confondu avec un K" (publication 15, 1980).

Quant à la recherche des mésons F^\pm , elle a été effectuée suivant les deux ensembles de modes de désintégration suivants : $\eta m\pi$ ($m=1,3,5$) et $\phi m\pi$ ($m=1,2,3$).

La recherche suivant le premier ensemble de modes a été effectuée en analysant les réactions $\gamma p \rightarrow \eta\pi^\pm p$, $\eta\pi^\pm\pi^+\pi^-p$ et $\eta\pi^\pm\pi^+\pi^-\pi^\pm p$, le η étant identifié par sa désintégration en 2γ . Dans chacune des réactions, un pic étroit, et très significatif (3 à 5 SD), est observé dans le spectre de masse des systèmes $\eta m\pi$ ($m=1,3,5$ respectivement) à la masse du F^\pm : $(2020 \pm 10) \text{ MeV}/c^2$. La largeur expérimentale du pic est compatible

avec la résolution expérimentale. A noter que, dans le troisième type de réaction, l'accumulation correspond de manière dominante au système $\eta' \pi^{\pm} \pi^{\pm} \pi^{\mp}$, avec $\eta' \rightarrow \eta \pi^{\pm} \pi^{\mp}$ (publication II, 1981). C'est là de très bonnes indications en faveur de la production de $F \rightarrow \eta m \pi$ ($m=1,3,5$).

La recherche des mésons F^{\pm} suivant le deuxième ensemble de modes de désintégration a été effectuée en analysant les réactions de production inclusive de $\phi \pi^{\pm}$, $\phi \pi^{\pm} \pi^{\pm} \pi^{\mp}$ et $\phi \pi^{\pm} \pi^{\circ}$, le ϕ étant identifié par sa désintégration en $K^+ K^-$. Les résultats sont les suivants. Aucune accumulation n'est observée à la masse du F^{\pm} dans les spectres de masse des systèmes $\phi \pi^{\pm}$ et $\phi \pi^{\pm} \pi^{\pm} \pi^{\mp}$ des deux premiers types de réactions. Par contre, dans le spectre de masse du système $\phi \pi^{\pm} \pi^{\circ}$ du dernier type de réaction, un pic significatif est observé à la masse du F^{\pm} , mais exclusivement lorsque la masse du système $\pi^{\pm} \pi^{\circ}$ est comprise entre 0,69 et 0,84 GeV/c^2 . C'est donc là une très bonne indication de la photoproduction du F^{\pm} suivie de sa désintégration suivant le mode $F^{\pm} \rightarrow \phi \rho^{\pm}$. La valeur de masse obtenue est $(2049 \pm 15) \text{MeV}/c^2$ et le rapport d'embranchement $F^{\pm} \rightarrow \phi \rho^{\pm}$ est du même ordre de grandeur que ceux des voies $F \rightarrow \eta 3\pi$ et $F \rightarrow \eta 5\pi$. Ces résultats ont été adressés pour publication à Nuclear Physics B.

δ) Etude des systèmes proton-antiproton.

Enfin il a été procédé à une étude des systèmes proton-antiproton produits dans ces interactions γp à haute énergie (44 à 70 GeV).

La réaction exclusive $\gamma p \rightarrow p \bar{p} p$ ne montre aucune accumulation dans le spectre de masse du système $p \bar{p}$. Par contre, l'analyse inclusive de la production $p \bar{p}$ montre dans le spectre de masse $p \bar{p}$ un pic étroit [la largeur expérimentale est $(12 \pm 7) \text{MeV}/c^2$ alors que la résolution expérimentale est de $7 \text{MeV}/c^2$] centré sur la valeur $(1930 \pm 2) \text{MeV}/c^2$. Le fait que le pic ne soit pas observé dans la réaction exclusive $\gamma p \rightarrow p \bar{p} p$ exclut un spin-parité $J^P = 1^-$. C'est là une nouvelle indication en faveur de l'état résonnant, qui a déjà été dénoté S(1936) dans les tables. Mais on ne peut exclure une interprétation en termes d'accumulation au seuil. (publication 14, 1980).

b) Expérience Ω (WA 58).

Dans cette expérience, effectuée au moyen du spectromètre Ω du CERN placé dans le faisceau de photons étiquetés d'énergies comprises

à insérer à la page 11 du rapport d'activité LBNHE (Paris).

C.1c) Expérience Ω (WA 57).

Par ailleurs, l'analyse des données de l'expérience WA57 qui constitue la suite de WA4 a été poursuivie au laboratoire. Des résultats préliminaires ont été présentés à la conférence lepton-photon de Bonn (Août 1981). (4 communications relatives aux réactions $\gamma p \rightarrow \eta \pi^+ \pi^- p$, $\pi^+ \pi^- \pi^0 \pi^0 p$ et $\pi^+ \pi^- \pi^0 p$ dans lesquelles sont recherchées la production de mésons vecteurs et la production d'autres résonances). Les résultats définitifs de l'expérience seront publiés en 1982.

entre 20 et 70 GeV (comme dans le cas de l'expérience WA4), la cible est constituée par des pellicules d'émulsions photographiques sensibles ("nucléaires").

Le but de cette expérience est l'étude des désintégrations des particules charmées produites.

Les premiers résultats publiés sont relatifs à 6 événements dans chacun desquels est produite une paire de particules charmées. Dans deux d'entre eux toutes les particules provenant des désintégrations ont pu être suivies dans l'ensemble du dispositif et mesurées. Dans un autre, une partie seulement a pu l'être. Dans les trois autres, les particules n'ont pu être retrouvées dans le spectromètre, mais les temps de vie observés dans l'émulsion ne laissent pratiquement pas de doute sur la nature des particules qui se désintègrent.

La mesure des temps de vie des mésons charmés observés a conduit aux valeurs suivantes pour les vies moyennes

$$\left\{ \begin{array}{ll} \tau(D^0) = (0,58 \begin{array}{l} +0,8 \\ -0,2 \end{array}) 10^{-13} \text{ s} & \text{(à partir de 3 événements)} \\ \tau(D^\pm) \sim 4,4 \quad 10^{-13} \text{ s} & \text{(à partir de 8 événements)} \end{array} \right.$$

(publication 1, 1981).

L'un de ces six événements, totalement reconstruit, s'est avéré être une photoproduction d'un méson charmé et d'un baryon charmé.

Le méson charmé est un \bar{D}^0 qui se désintègre suivant le mode $K^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$: masse $(1847 \pm 7) \text{ MeV}/c^2$. Le baryon charmé est un Λ_c qui se désintègre suivant le mode $\Lambda^0 \pi^+$: masse $(2330 \pm 50) \text{ MeV}/c^2$ (publication 2, 1981).

2. Expérience Ω' (WA60) (CERN).

Cette expérience a été effectuée en collaboration avec des groupes de Bari, de Birmingham, du CERN, de Milan et de Pavie, au moyen du spectromètre Ω' du CERN, c.à.d. du spectromètre Ω modifié de manière à être plus performant (chambres à fil proportionnelles et hodoscopes de scintillateurs au lieu de chambres à étincelles optiques pour les détecteurs entourant la cible, et compteur Cerenkov supplémentaire), placé dans un

faisceau de K^- de 18,5 GeV/c.

Le but de l'expérience était, pour une large part, de confirmer (ou d'infirmer), avec des K^- d'énergie plus élevée et un spectromètre plus performant, certains des résultats obtenus dans la chambre à bulles de 2m du CERN avec des K^- de 8,25 GeV/c.

C'est ainsi que la collaboration a recherché dans les réactions $K^- p \rightarrow K^- K^+ (\Lambda \text{ ou } \Sigma^0)$ l'état résonnant $K\bar{K}$ observé à $\sim 1850 \text{ MeV}/c^2$ [largeur $(80^{+40}_{-30}) \text{ MeV}/c^2$] dans l'expérience chambre à bulles. De fait, avec un système de déclenchement adéquat, les événements correspondant à la réaction ci-dessus ont pu être isolés, et une accumulation a été observée à $\sim 1850 \text{ MeV}/c^2$ dans le spectre de masse du système $K^+ K^-$. De plus une analyse en moments a montré que le spin de cet état résonnant est 3. Finalement l'ajustement d'une Breit-Wigner relativiste à onde f a fourni les valeurs suivantes : $M = (1876 \pm 18) \text{ MeV}/c^2$ et $\Gamma = (166 \pm 57) \text{ MeV}/c^2$. L'ensemble de ces résultats confirme l'interprétation suggérée par l'expérience chambre à bulles, à savoir que cet état résonnant serait le membre isosingulet du nonet 3^- , c'est-à-dire un " $\phi(1870)$ ".

Ces résultats ont été présentés à la Conférence de Lisbonne (juillet 1981).

Par ailleurs la collaboration a cherché à mettre en évidence des systèmes étroits $\bar{p}p$ dans l'intervalle de masse $(1,8 \text{ à } 3,2) \text{ GeV}/c^2$. Pour cela, elle a étudié, au moyen de systèmes de déclenchement adéquats, les réactions $K^- p \rightarrow \Lambda \bar{p}p$ et $K^- p \rightarrow K^- \bar{p}p$ dans lesquelles le système $\bar{p}p$ est produit vers l'arrière. Aucune structure étroite significative n'est observée ni dans l'une, ni dans l'autre.

Ces résultats ont été également présentés à la Conférence de Lisbonne.

3. Expérience CELLO (DESY).

Le spectromètre CELLO, construit en collaboration par des groupes du CEN (Saclay), de DESY (Hambourg), de Karlsruhe, du LAL (Orsay), du LPNHE (Paris) et de Munich, a fonctionné en 1980 dans une aire expérimentale de PETRA. La luminosité était faible (luminosité intégrée durant

l'année 1980 : 3800 nb^{-1}), à tel point que la direction de DESY a décidé de modifier la structure de PETRA (voir ci-après). Néanmoins l'analyse (non terminée) des événements obtenus a déjà fourni de bons résultats.

a) Test de validité de l'électrodynamique quantique (QED) et déviations dues au courant neutre faible.

On sait que l'électrodynamique quantique est valide dans sa forme "classique", et à des énergies où les courants faibles neutres ne se font pas encore sentir, jusqu'à des distances de l'ordre du centième de fermi. L'étude des sections efficaces différentielles des diffusions Bhabha $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ et des annihilations $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ à haute énergie et à grande impulsion transférée permet (en ignorant les courants faibles neutres) d'abaisser la limite supérieure des distances auxquelles QED est valide, en introduisant des "facteurs de forme" (par exemple selon la théorie "finie", dépourvue de divergences, construite par T.D. Lee dès 1970). Ces facteurs de forme s'expriment en fonction de constantes Λ^+ et Λ^- ayant la dimension d'une énergie.

L'étude des réactions $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ et $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ observées au moyen de CELLO, à PETRA, à 34,4 GeV dans le centre-de-masse a fourni les limites inférieures respectives suivantes $\Lambda^+ > 83 \text{ GeV}$, $\Lambda^- > 155 \text{ GeV}$ et $\Lambda^+ > 43 \text{ GeV}$, $\Lambda^- > 48 \text{ GeV}$. QED est donc encore valide au millième de fermi.

Par ailleurs la section efficace différentielle expérimentale de la diffusion Bhabha $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ comparée à celle prévue par la théorie électrofaible G.W.S. a fourni la valeur suivante pour l'angle de Weinberg $\sin^2 \theta_w = 0,25 \pm 0,13$ en parfait accord avec les estimations déjà connues.

L'ensemble de ces résultats a été présenté à la Conférence de Lisbonne.

b) Etude des leptons lourds τ^+ , τ^- .

Le détecteur CELLO permet l'étude de tous les modes de désintégration des leptons τ . L'analyse est en cours. Les résultats suivants correspondant à environ 20% de l'ensemble des événements enregistrés (réaction $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$), ont été présentés à la Conférence de Lisbonne. Les rapports

d'embranchement B_1 et B_3 relatifs aux modes de désintégration $\tau \rightarrow 1$ particule chargée + $>0\pi^0 + \nu$ (B_1) et $\tau \rightarrow 3$ particules chargées + $>0\pi^0 + \nu$ (B_3), qui ont été obtenus à partir d'une centaine d'événements, sont les suivants :

$$\underline{B_1 = 0,85 \pm 0,03 \quad B_3 = 0,15 \pm 0,03 .}$$

Une limite supérieure de 0,017 a été obtenue pour B_5 . La section efficace de la réaction est

$$\underline{\sigma(e^+ e^- \rightarrow \tau^+ \tau^-) = (73,8 \pm 7,8) \text{ pb}}$$

en parfait accord avec celle prédite par QED (hypothèse "point-like").

c) Recherche de leptons scalaires.

On sait que les théories supersymétriques prédisent l'existence de partenaires chargés de spin 0 dénotés s_e et s_μ aux leptons électron et muon (de même qu'elle prévoit un partenaire de spin 1/2, dénommé photino et dénoté λ , au photon). La découverte de tels leptons scalaires (qui, a priori, doivent être lourds) serait d'une grande importance en ce sens qu'elle constituerait une forte indication en faveur d'une théorie unifiée de toutes les interactions (interaction gravifique comprise).

De tels leptons scalaires pourraient être produits dans les collisions $e^+ e^-$ à haute énergie suivant les réactions $e^+ e^- \rightarrow s_e \bar{s}_e$ et $e^+ e^- \rightarrow s_\mu \bar{s}_\mu$, les leptons scalaires s_l se désintégrant ensuite en $l\bar{l}$: on observerait alors des paires $l^+ l^-$ non coplanaires dont l'énergie totale serait en moyenne la moitié de l'énergie disponible.

La recherche de telles paires non coplanaires avec le détecteur CELLO a permis d'exclure les intervalles suivants pour les masses de ces hypothétiques leptons scalaires.

$$\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ GeV}/c^2 < M_{s_e} < 16,6 \text{ GeV}/c^2 \\ 5,6 \text{ GeV}/c^2 < M_{s_\mu} < 15 \text{ GeV}/c^2 \end{array} \right.$$

Ces résultats ont été présentés à la Conférence de Lisbonne.

d) Etude des interactions $\gamma\text{-}\gamma$.

La collaboration CELLO a également étudié les interactions $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \text{hadrons}$, provenant de l'interaction de deux γ virtuels, et ce, en vue d'étudier le "contenu hadronique" du photon.

De manière plus précise, elle a étudié les interactions $e^+e^- \rightarrow e^+e^- \pi^+\pi^-$ et $e^+e^- \rightarrow e^+e^- \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$, grâce à des systèmes de déclenchement et des coupures appropriés.

En ce qui concerne la première, le spectre de masse du système $\pi^+\pi^-$ montre une accumulation très significative à la masse du $f(1270)$, ce qui a permis à la collaboration de présenter à la Conférence de Lisbonne la valeur suivante pour la largeur partielle du f en 2γ :

$$\Gamma_f^{\gamma\gamma} = [3,6 \pm 0,2 \text{ (stat.)} \pm 0,7 \text{ (syst.)}] \text{ keV}/c^2.$$

Quant à la réaction $e^+e^- \rightarrow e^+e^- \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$, la variation de sa section efficace en fonction de l'énergie du système ($\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$) a été comparée aux prédictions de différents modèles théoriques, mais les incertitudes actuelles sur les valeurs expérimentales sont telles qu'il serait prématuré d'en tirer des conclusions nettes.

e) Recherche de nouveaux états quarkonium.

La collaboration CELLO a aussi recherché dans les réactions $e^+e^- \rightarrow \text{hadrons}$ des indications en faveur de l'existence du quark t prédit par le modèle des quarks-partons. A partir d'environ un millier d'événements, elle a effectué les études suivantes.

1°) Elle a mesuré la variation de la section efficace de la réaction $e^+e^- \rightarrow \text{hadrons}$ en fonction de l'énergie, par pas de 20 MeV entre 33 et 36 GeV. Plus précisément, elle a mesuré le rapport $R = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{hadrons})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)}$. Les résultats sont les suivants :

- aucun pic étroit significatif,
- aucune augmentation de R attendue de la production d'états $t\bar{t}$,
- la valeur moyenne de R [$3,85 \pm 0,12$ (stat) $\pm 0,31$ (syst)] est compatible avec la valeur $11/3 (1 + \frac{\alpha_s}{\pi}) = 3,88$ attendue des contributions des 5 quarks

colorés u, d, s, c, b . (compte tenu de la correction QCD du premier ordre, avec $\alpha_s = 0,18$).

2°) La collaboration a également étudié la sphéricité S des événements multihadrons. La présence d'un état lié $t\bar{t}$ étroit devrait se manifester par une grande sphéricité. Or parmi les événements à sphéricité $S > 0,25$ (le fond est dominé par des événements à deux jets de faible S) aucun ne révèle de structure résonnante significative.

Ces résultats ont été présentés à la Conférence de Lisbonne.

f) Etude des annihilations comportant des jets de hadrons.

Cette étude est en cours. Le but est de comparer les composantes hadroniques chargées et neutres des jets. Elle est difficile, car dans le calorimètre à argon liquide il faut distinguer les gerbes de photons des gerbes produites par des hadrons neutres. Grâce à des simulations du développement de ces gerbes, la collaboration a déjà pu

1°) évaluer la fraction de l'énergie totale constituée par les photons : cette fraction est $\sim 0,26$,

2°) évaluer la valeur moyenne de l'impulsion des photons : cette valeur est la moitié de l'impulsion moyenne des particules chargées, ce qui montre que la plupart des photons sont des γ de désintégration de π^0 .

Ces résultats ont également été présentés à la Conférence de Lisbonne.

D. Participation à la réalisation de spectromètres.

1. EHS (CERN).

a) IGD.

Au cours de l'année 1980, nous avons assuré l'équipement des 286 barreaux de verre au plomb qui ont été ajoutés aux 836 déjà en place afin d'augmenter l'efficacité de détection des π^0 dans la région centrale ($0 < x < 0,05$) : hautes tensions, électronique d'acquisition, système de monitoring et logiciel d'acquisition et de contrôle.

b) FNC.

Rappelons que, afin de détecter les hadrons neutres (et, en particulier, de pouvoir interdire la prise de clichés lorsque sont identifiés des antineutrons dans l'état final des interactions antiproton-proton : veto non-annihilation demandé pour l'expérience NA 21 décrite ci-après), il a été décidé de construire un ensemble de détecteurs comprenant un "calorimètre à hadrons neutres intermédiaire" (INC) à placer immédiatement derrière l'IGD, et l'hodoscope correspondant (IH) à placer devant l'IGD, et un "calorimètre à hadrons neutres aval" (FNC) à placer immédiatement derrière le FGD, et l'hodoscope correspondant (FH) à placer devant le FGD.

La construction du FNC (collaboration CERN-Paris-Serpukhov), dont notre laboratoire a la responsabilité, est en cours. La mécanique doit se terminer vers la fin 1981. L'assemblage, les tests, l'étalonnage et l'installation au CERN doivent se faire dans les quatre mois suivant cette date.

De plus, une version améliorée de ce détecteur vient d'être élaborée. Dans la version initiale du détecteur, qui est constitué de 200 cellules de section $15 \times 15 \text{ cm}^2$ comprenant chacune 16 plaques de fer (épaisseur : 5 cm) et 16 plaques de scintillateurs (épaisseur : 2 cm), la baguette de "wave-length shifter" ($\phi 2 \text{ cm}$) qui, au sein de chaque cellule collecte la lumière, n'était équipée d'un photomultiplicateur que du côté amont. Afin d'introduire une information longitudinale concernant le développement des gerbes, l'opération projetée consiste à couper les baguettes en deux et à ajouter un photomultiplicateur du côté aval, d'où un doublement du nombre de canaux d'électronique (ADC) et de haute tension. Un complément de crédits est demandé à cet effet.

c) Système de déclenchement pour les expériences antiproton-proton.

L'étude de l'annihilation $\bar{p}-p$ à haute énergie est la seule manière d'atteindre le contenu en quarks et gluons de l'antiproton et les mécanismes de la réaction d'annihilation. Une série d'expériences à diverses énergies (50 GeV, 100 GeV, et 400 GeV) a été demandée au CERN. La prise de données de la première, qui a été acceptée sous le signe NA 21, aura

lieu mi-1982 (1 000 000 détentes, 300 000 interactions, 45 000 annihilations).

Notre laboratoire a participé à l'élaboration du dispositif de déclenchement qui, grâce au Čerenkov avant (FC) et aux calorimètres INC et FNC, permettra d'identifier en ligne les événements non-annihilation et d'interdire alors la prise des clichés.

2. CELLO (DESY).

Le spectromètre CELLO, à la réalisation duquel notre laboratoire a participé (publication 9, 1981), a été décrit dans notre rapport de l'an dernier. Le détecteur est "entré en faisceau" en mars 1980 et a fonctionné jusqu'à l'arrêt des anneaux de collisions e^+e^- PETRA en novembre 1980. Si PETRA a été arrêté, c'est parce que la luminosité de la machine ($\sim 2 \cdot 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) était nettement inférieure à la luminosité prévue ($10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Une manière d'augmenter la luminosité consistait à installer des quadrupoles supplémentaires aux deux extrémités de chacune des sections droites constituant les aires expérimentales. C'est effectivement la solution qui a été adoptée par la direction de DESY. Le spectromètre CELLO occupant toute l'aire expérimentale, il a fallu substituer au spectromètre avant (construit par le LPNHE) un détecteur beaucoup plus petit, qui n'a pu servir que de moniteur de luminosité.

Ce détecteur, qui a été conçu et réalisé par notre laboratoire, était indispensable pour connaître à tout instant les conditions de fonctionnement et effectuer les réglages du faisceau. Cependant, vu sa petite taille et sa conception simplifiée, il ne peut permettre une étude convenable des interactions photon-photon, sujet de physique important, que notre laboratoire tient beaucoup à étudier.

Cette situation constitue pour nous un problème d'autant plus complexe que, l'adjonction de quadrupoles ayant permis une augmentation substantielle de la luminosité, DESY envisage d'ajouter encore de nouveaux quadrupoles pour atteindre la valeur prévue. Date probable de l'opération : mi-1983. D'ici cette date, il n'est pas impossible que nous trouvions une solution à nos difficultés si DESY décide de retirer les "aimants de compensation" - ce qui, dans la configuration actuelle, ne

devrait pas perturber le fonctionnement de la machine. En effet, dans ce cas, nous pourrions implanter un nouveau spectromètre avant performant dans l'espace devenu disponible. Un projet vient d'être élaboré dans ce sens.

3. Oméga Prime (CERN).

L'équipe du laboratoire, qui termine actuellement l'analyse de l'expérience K^-p à 18,5 GeV/c, poursuit les études entreprises l'an dernier concernant l'adjonction éventuelle au spectromètre Oméga Prime de compteurs latéraux (Cerenkov à aérogel et compteurs de temps de vol) pour identifier les particules lentes.

4. Projet LEP (CERN).

Enfin, l'équipe du laboratoire, qui a décidé de participer à une expérience auprès des anneaux de collisions e^+e^- (LEP) dont la réalisation est projeté par le CERN dans les prochaines années (1982-1987), étudie un détecteur de position de grand rayon. Cette étude s'effectue dans le cadre d'une grande collaboration qui regroupe en particulier des équipes françaises du Collège de France, de l'Ecole Polytechnique, d'Orsay (Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire), de Saclay et de Strasbourg.

Les buts principaux du système étudié (polygone de tubes à dérive de 1 cm de diamètre et de 6 m de long couvrant la partie latérale du détecteur central) sont :

1°) de fournir des informations sur la position des particules chargées dans un temps assez court (quelques μs) de manière à contribuer au déclenchement,

2°) de fournir une mesure de l'impulsion des particules chargés rapides - mesure venant compléter celle donnée par le détecteur central.

E. Etudes et réalisations pour l'enseignement secondaire.

Durant l'année écoulée, un chercheur du laboratoire, J. Duboc, a poursuivi les études et réalisations effectuées à la demande de la Commission Lagarrigue pour l'illustration expérimentale du nouveau cours de physique enseigné dans les classes terminales des lycées.

A me Reine

A insérer page 19 du rapport d'activité (avec mes excuses pour l'oubli).

A.Astier

D.5. Etude et réalisation d'un équipement informatique (Chadac).

Notre laboratoire devant rénover son matériel informatique existant, et se trouvant, de plus, dans l'obligation d'augmenter son potentiel d'acquisition de données pour satisfaire les besoins des nouvelles expériences auxquelles nous devons participer, nous avons choisi de créer notre propre système d'acquisition, basé sur l'utilisation de microprocesseurs à l'intérieur d'une architecture parallèle. Ce système, par sa modularité et par l'adaptation possible de sa configuration, est susceptible de satisfaire à des besoins d'acquisition de toutes sortes.

L'année 1980 nous a permis de définir le cahier des charges, le choix du matériel et de commencer la réalisation.

Ce projet, dénommé Chadac, a donné lieu à une communication à la Conférence sur l'application des microprocesseurs au Cern, en mai 1981.

Rappelons que dans ce nouveau cours ont été introduites des notions de mécanique relativiste. Pour illustrer ces notions, nous avons extrait d'un ensemble de 12 000 clichés d'interactions proton-proton (obtenues au moyen de la chambre à bulles à hydrogène de 2m du CERN placée dans un faisceau de protons de 2 GeV/c) une dizaine d'événements élastiques dans lesquels le plan d'interaction est parallèle au plan de la glace avant (en sorte que la mesure par calibres peut être effectuée sur un seul cliché) et une dizaine d'événements inélastiques présentant les mêmes facilités de mesure.

Ces clichés ont donné lieu à des tirages grandeur nature ($70 \times 105 \text{ cm}^2$) qui ont été envoyés d'abord aux lycées-pilotes, et ensuite (à la rentrée 1980) à chacun des 1100 lycées de France, en sorte que, au printemps 1981, tous les élèves des terminales C (~50 000) ont fait deux T.P. de physique des particules.

Par ailleurs, pour l'exposition Einstein du Palais de la Découverte, J. Duboc a mis au point, avec G. Delacote, un programme de présentation sur microordinateur muni d'un écran. Le visiteur examine les clichés d'interaction et dialogue avec le microordinateur qui conduit sa réflexion.

VI. Budget.

Les crédits dont nous avons disposé en 1980 sont les suivants :

- reçus directement de l'I N2 P3 (soutiens et autorisations de programmes) : 1 633 KF TTC.
- reçus de l'I N2 P3 sous forme de subvention à l'Université (crédits de matériels, de missions et de vacations) : 1 462 KF TTC.
- reçus directement de l'Université (crédits de matériels et de missions) : 131 KF TTC.

Par ailleurs les crédits affectés à l'appareil de mesure automatique "CRT", dont la responsabilité administrative est assurée par la Direction du LPNHE, ont été de (matériel et fonctionnement) : 449 KF TTC.

ANNEXE IPublications du Laboratoire en 1980

- 1 - Spin and parity of the D^0 (1285) meson.
LPNHE Paris-Lausanne-Neuchâtel-Glasgow Collaboration
Nuclear Physics B176 (1980) 1.
- 2 - Observation of a E^{*+} (2370) produced in 8.25 GeV/c K^-p interactions.
Birmingham-CERN-Glasgow-Michigan State-LPNHE Paris Collaboration
Physics Letters B90 (1980) 324.
- 3 - Off-shell $K\bar{K}$ and $p\bar{p}$ interactions in $K^-p \rightarrow \Lambda + X$ at 8.25 GeV/c.
Birmingham-CERN-Glasgow-Michigan State-LPNHE Paris Collaboration.
Nuclear Physics B163 (1980) 365.
- 4 - Observation of the reaction $K^-p \rightarrow B^- Y^{*+}$ at 8.25 GeV/c.
Birmingham-CERN-Glasgow-Michigan State-LPNHE Paris Collaboration.
Lettere Al Nuovo Cimento 27 (1980) 255.
- 5 - A pion and rho exchange model for $\pi^-d \rightarrow \rho^0\pi^-$ and $\pi^-n \rightarrow \rho^0\pi^-n$
channels at 9 GeV/c.
LPNHE Paris and Bari Collaboration.
Lettere Al Nuovo Cimento 27 (1980) 175.
- 6 - Using MB NIM electronics for the triggers in a high energy physics
experiment.
Bari-Birmingham-CERN-Milano-LPNHE Paris-Pavia Collaboration.
Nuclear Instruments and Methods 175 (1980) 543.
- 7 - Jet-like structure in the reaction $\gamma p \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-p$.
Bonn-CERN-Ecole Polytechnique-Glasgow-Lancaster-Manchester-Orsay-
LPNHE Paris VI - Paris VII - Rutherford-Sheffield Collaboration.
Nuclear Physics B166 (1980)1.
- 8 - Observation of a $\omega\pi^0$ state of mass 1.25 GeV produced by photons
of energy 20-70 GeV.
Bonn-CERN-Ecole Polytechnique-Glasgow-Lancaster-Manchester-Orsay-
LPNHE Paris VI - Paris VII -Rutherford-Sheffield Collaboration.
Physics Letters 92B (1980) 211.

- 9 - Observation of the $\rho'(1600)$ in the channel $\gamma p \rightarrow \pi^+ \pi^- p$.
Bonn-CERN-Ecole Polytechnique-Glasgow-Lancaster-Manchester-Orsay
LPNHE Paris VI - Paris VII -Rutherford-Sheffield Collaboration.
Physics Letters 92B (1980) 215.
- 10 - Observation of a threshold enhancement in the reaction $\gamma p \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$
at γ energies of 20-70 GeV.
Bonn-CERN-Ecole Polytechnique-Glasgow-Lancaster-Manchester-Orsay-
LPNHE Paris VI - Paris VII - Rutherford-Sheffield Collaboration.
Physics Letters 92B (1980) 219.
- 11 - The reaction $\gamma p \rightarrow \omega \pi^+ \pi^- p$ and $\gamma p \rightarrow \eta \pi^+ \pi^- p$ at photon energies of
25-70 GeV.
Bonn-CERN-Ecole Polytechnique-Glasgow-Lancaster-Manchester-Orsay-
LPNHE Paris VI - Paris VII - Rutherford-Sheffield Collaboration.
Nuclear Physics B174 (1980) 269.
- 12 - Observation of a charmed neutral meson produced in a high energy
photon interaction. Photon-Emulsion Collaboration.
(Bologne-CERN-Florence-Gênes-Moscou-LPNHE Paris-Santander-Valencia)
and Omega-Photon-Collaboration.
Physics Letters 89B (1980) 427.
- 14 - Proton-antiproton states in high energy photoproduction.
Bonn-CERN-Ecole Polytechnique-Glasgow-Lancaster-Manchester-Orsay-
LPNHE Paris VI - Paris VII-Rutherford-Sheffield Collaboration.
Physics Letters 93B (1980) 517.
- 15 - Photoproduction of charmed D mesons at energies 40-70 GeV.
Bonn-CERN-Ecole Polytechnique-Glasgow-Lancaster-Manchester-Orsay-
LPNHE Paris VI-Paris VII-Rutherford-Sheffield Collaboration.
Physics Letters 94B (1980) 113.
- 16 - Photoproduction of $K^+ K^-$ pairs on hydrogen at γ energies of 20 to 36 GeV
Bonn-CERN-Ecole Polytechnique-Glasgow-Lancaster-Manchester-Orsay-
LPNHE Paris VI-Paris VII-Rutherford-Sheffield Collaboration.
Nuclear Physics B172 (1980) 1.
- 17 - Direct evidence for associated charm production in 340 GeV
 $\pi^- p$ interactions.
Bruxelles-CERN-Oxford-Padoue-Rome-Rutherford-Trieste Collaboration ^(+ M. Boratav)
Physics Letters 93B (1980) 509.

Publications du Laboratoire en 1981

- 1 - Observations of pairs of charmed particles produced by high-energy photons in nuclear emulsions coupled with a magnetic spectrometer.
Bologne-CERN-Florence-Gênes-Madrid-Moscou-Paris LPNHE-Santander-Valencia. Photon-Emulsion Collaboration.
Physics Letters 99B (1981) 271.
- 2 - Associated Photoproduction of a charmed meson and a charmed baryon.
Bologne-CERN-Florence-Gênes-Madrid-Moscou-Paris LPNHE-Santander-Valencia. Photon-Emulsion Collaboration.
Lettere Al Nuovo Cimento 30, n°6 (1981) 166.
- 3 - Holographic photography of bubble chamber tracks : a feasibility test.
M. Boratav et al.
Nuclear Instruments and Methods 179 (1981) 487.
- 4 - A study of the reaction $K^- p \rightarrow \Lambda \pi^0, \Lambda \eta, \Lambda \eta'$ at 8.25 GeV/c incident K^- momentum.
Birmingham-CERN-Glasgow-Michigan State-LPNHE Paris Collaboration.
Nuclear Physics B183 (1981) 269.
- 5 - Evidence for a $\Lambda \bar{p}$ resonance with spin parity 2^- .
Birmingham-CERN-Glasgow-Michigan State-LPNHE Paris Collaboration.
Nuclear Physics B183 (1981) 1.
- 6 - Observation of a $\bar{K}K$ enhancement at 1.85 GeV in the reaction $K^- p \rightarrow \bar{K}K\Lambda$ at 8.25 GeV.
Birmingham-CERN-Glasgow-Michigan State-LPNHE Paris Collaboration.
Physics Letters 101B (1981) 357.
- 7 - Measurement of $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ and $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ at energies up to 36.7 GeV.
CELLO Collaboration.
Soumis à Physics Letters.

- 8 - Search for narrow quarkonium states and pair production of new heavy quarks at the C.M. energies from 33.0 to 36.7 GeV.
CELLO Collaboration.
Soumis à la publication.
- 9 - A new detector at PETRA
CELLO Collaboration
Physica Scripta 23 (1981) 610.
- 10 - Inclusive photoproduction of ϕ mesons at photon energies of 25-70 GeV.
Bonn-CERN-Ecole Polytechnique-Glasgow-Lancaster-Manchester-Orsay-LPNHE Paris VI-Paris VII-Rutherford-Sheffield Collaboration.
Nuclear Physics B179 (1981) 215.
- 11 - Photoproduction of charmed F mesons at γ energies of 20-70 GeV.
Bonn-CERN-Ecole Polytechnique-Glasgow-Lancaster-Manchester-Orsay-LPNHE Paris VI-Paris VII-Rutherford-Sheffield Collaboration.
Physics Letters 100B (1981) 91.

ANNEXE II

THESE D'ETAT

10 Octobre 1980 - Mme Odile HAMON-LE-CALVEZ

Etude du système baryonique isoscalaire à étrangeté $S=+1$ au voisinage de 1750 MeV à partir de l'analyse de la réaction $K_L^0 p \rightarrow K_S^0 p$.

29 Octobre 1980 - Mr Philippe VILLENEUVE DE JANTI

Etude des structures associées à la production à grand angle de π^+ , K^+ , p et \bar{p} de grande impulsion transverse dans les réactions proton-proton aux anneaux de collision de CERN.

THESE DE 3^e CYCLE

25 Avril 1980 - Mr Jacques DUMARCHEZ

Distribution de multiplicité chargée et simple dissociation diffractive dans les interactions $K^- p$ à 70 GeV/c.

29 Avril 1981 - Mr Luc POGGIOLI

Etude du détecteur avant de CELLO. Application à la recherche d'une résonance hadronique.