

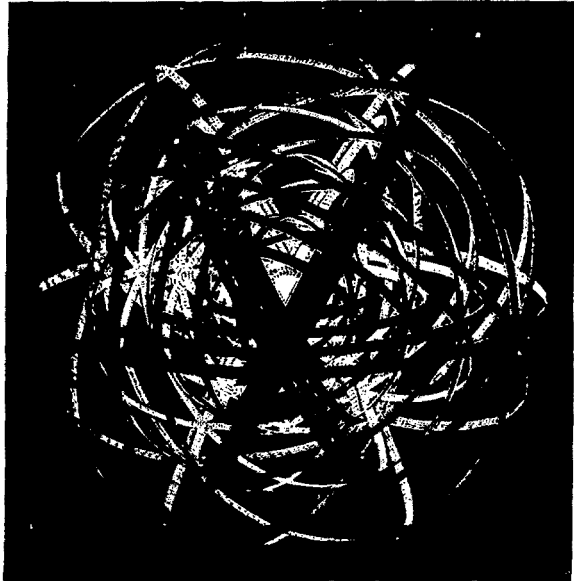
FR8403283

LPNHE\_RA\_1983

LABORATOIRE  
DE  
PHYSIQUE  
NUCLEAIRE  
ET  
DES  
HAUTES  
ENERGIES

# LPNHE Paris

62



**RAPPORT D'ACTIVITE**

**1983**

RAPPORT D'ACTIVITE

1983

LABORATOIRE DE PHYSIQUE NUCLEAIRE ET DE HAUTES ENERGIES  
UNIVERSITES PARIS VI ET VII

SOMMAIRE

I - AVANT PROPOS .....	3
II - <u>LA PHYSIQUE</u> .....	8
2.1 - La physique du Charme et de la Beauté .....	9
2.1.1 - EHS (NA16-NA27-NA25) .....	10
2.1.2 - Emulsions (WA71) .....	14
2.2 - La physique auprès des anneaux de collision $e^+e^-$ .....	15
introduction (avec ouverture vers HERA)	
2.2.1 - CELLO .....	18
2.2.2 - DELPHI .....	25
2.3 - La physique des neutrinos .....	27
2.4 - Autres expériences à cible fixe .....	28
2.4.1 - $\Omega^1$ glueball .....	28
2.4.2 - $\pi^0$ durée de vie .....	29
III - <u>LA TECHNIQUE ET L'EQUIPEMENT</u> .....	32
3.1 - Projets mécaniques .....	33
3.2 - Développements d'électronique .....	34
3.3 - CHADAC .....	36
3.4 - Microscopes .....	36
3.5 - Holographie .....	36
3.6 - CRT .....	38
3.7 - Réseaux d'ordinateurs (et VAX) .....	38
3.8 - Multiprojet .....	39
IV - <u>LA VIE DU LABORATOIRE</u> .....	40
4.1 - Réunions du vendredi .....	42
4.2 - Réunions de collaboration .....	44
4.3 - Voyages à l'étranger (détachement) .....	45
4.4 - Visiteurs .....	46
4.5 - Formation des stagiaires .....	47

4.6 - Activité des enseignements .....	48
4.7 - Expérience pédagogique .....	50
4.8 - Formation permanente .....	52
4.9 - Congrès d'Histoire des particules .....	52
4.10- Exposition et journées "porte ouverte" .....	54
4.11- Exposition Toulouse .....	55
4.12- Hygiène et sécurité .....	55
<u>PUBLICATIONS</u> .....	56
Communications aux Conférences .....	62
Thèses.....	67
Séminaires.....	68

ANNEXE 1 - Liste des sigles

ANNEXE 2 - Liste du personnel

I - AVANT-PROPOS

Le dernier rapport d'activité du laboratoire de Physique Nucléaire et des Hautes Energies des Universités Paris 6 et Paris 7 est daté de 1981. Le nouveau rapport rassemble les activités du laboratoire de début 1982 jusqu'à fin décembre 1983.

Il essaie de montrer la contribution de chacun des membres du LPNHE durant cette période de découvertes fondamentales en physique des particules (le  $Z^0$  et les  $W$  viennent d'être mis en évidence au CERN), au moment où les structures des Universités vont être complètement renouvelées et où leurs missions de recherche et de formation seront mieux affirmées.

Le LPNHE est un laboratoire de physique des particules associé à l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules (I N2 P3, 24 00 31). Le LPNHE est aussi un laboratoire universitaire.

Le LPNHE a sa vie propre parmi la communauté des physiciens des particules, il a des liens très étroits avec d'autres laboratoires de l'I N2 P3 ( Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire à Orsay, Laboratoire de Physique Corpusculaire du Collège de France, Centre de Recherches Nucléaires de Strasbourg), le DPHPE de Saclay, les laboratoires des Universités de Liverpool, Munich, Karlsruhe, Rome ..., le CERN (Genève) et DESY (Hambourg). Ce sont en effet auprès des accélérateurs de ces derniers centres (SPS, PS, LEP pour le CERN, PETRA pour Hambourg) que le LPNHE et les autres laboratoires réalisent leurs expériences en collaboration étroite. Les expériences auxquelles participe le LPNHE

sont de grands ensembles de détecteurs comme CELLO à PETRA,  $\Omega'$ , EHS au SPS et DELPHI à LEP.

Le LPNHE a aussi sa vie propre au sein des deux grandes Universités Scientifiques Parisiennes Paris 6 et Paris 7 avec la contribution d'une bonne quinzaine d'enseignants chercheurs aux formations de ces Universités dans les trois cycles scientifiques, l'utilisation d'installations techniques et scientifiques, l'accueil de physiciens étrangers ainsi que la préparation et l'exploitation d'expériences de physique des particules.

Nous avons le sentiment que cette présence du LPNHE dans l'Université pourrait être plus ouverte et aussi plus active, au bénéfice de l'Université d'une part et du LPNHE d'autre part. Ainsi la formation par la recherche pourrait être développée ; de même, les échanges d'informations, de techniques, de concepts pourraient se faire plus fréquents avec d'autres laboratoires des deux universités.

Malheureusement le LPNHE est confronté à des difficultés qui rendent cette tâche très difficile et qui pourraient aussi mettre en cause son action en Physique des Particules.

Le visiteur remarque l'exiguïté intolérable des locaux du LPNHE, leur manque parfois total de lumière du jour, leur dispersion insensée et scandaleuse en divers recoins du campus Jussieu. On essaie de lui expliquer le caractère provisoire de ces installations et qu'une nouvelle possibilité d'installation est étudiée depuis 1981, utilisant le Parking 14-24. Ce projet ouvrirait pour le LPNHE 1300 m<sup>2</sup> supplémentaires, enfin d'un seul tenant, adaptés à la physique expérimentale des particules, où pourraient se regrouper une partie des chercheurs, administratifs, techniciens et ingénieurs aujourd'hui séparés.

Nous souhaiterions que l'année 1984 voit le début de la réalisation de ce projet d'aménagement.

Les physiciens européens des particules poursuivent leurs expériences au CERN ou à DESY. Ce sont des Centres attractifs avec leurs physiciens permanents, leurs théoriciens, leurs moyens techniques considérables. Ces Centres offrent en permanence aux chercheurs de très grandes facilités de travail qui pourraient les amener à désertier les laboratoires universitaires et à s'isoler du reste de la communauté scientifique. Les pays finançant le CERN et DESY se trouveraient de ce fait privés de nombreux fruits apportés par les collaborations internationales. Les sommes dépensées en Physique des Particules n'ont de sens que si elles sont utilisées par la communauté universitaire. Il faut donc équiper les laboratoires universitaires de moyens suffisants sur place pour préparer les expériences et pour exploiter les données de ces expériences.

Dans cet esprit le LPNHE constitue, autour de son ingénieur mécanicien, un bureau d'études en mécanique, rendu nécessaire par le caractère quasi industriel des installations expérimentales en Physique des Particules.

D'autre part le LPNHE souhaite suivre l'évolution des moyens informatiques utilisés dans les autres laboratoires étrangers ainsi qu'au CERN et à DESY et qui sont partie intégrante de toute expérience en Physique des Particules. Ces équipements concernent à la fois la mini-informatique, la microinformatique et les gros systèmes :

- la miniinformatique (32 bits) est nécessaire pour mettre au point une électronique d'acquisition ainsi que pour la visualisation interactive d'événements pris au cours d'expériences. Un projet d'équipement de ce type, commun au LPNHE et au laboratoire de Physique Corpusculaire du Collège de France a été proposé à l'I N2 P3.

- la microinformatique est nécessaire pour réaliser les dispositifs de test et de gestion décentralisée. Un système reposant le processeur 8086 a été développé et est opérationnel au laboratoire sous le

nom de CHADAC ; il est multiutilisateur, multiprocesseur et utilise des langages évolués (FORTRAN, PASCAL...)

- Les gros systèmes informatiques sont indispensables pour exploiter les données des expériences. On sait que l'I N2 P3 a décidé de déménager à Lyon en 1986 le CCPN, son centre de calcul, qui est actuellement à Jussieu. Le LPNHE et les autres laboratoires de la région parisienne, devront donc s'équiper de nouveaux terminaux capables d'exploiter toutes les nouvelles possibilités du Centre de Lyon.

Par ailleurs, l'utilisation de moyens informatiques devient nécessaire pour concevoir des circuits électroniques de plus en plus complexes et aussi pour des études en mécanique. L'I N2 P3 étudie donc actuellement les moyens nécessaires et coordonnés de C A O (Conception Assistée par Ordinateur) à mettre à la disposition de ses laboratoires dès 1984.

Le LPNHE était à son origine un laboratoire spécialisé dans le dépouillement de clichés de chambres à Bulles. Il est au contraire maintenant engagé en majorité sur des expériences utilisant les techniques électroniques.

Les techniques de chambres à bulles ont cependant été renouvelées ; elles sont encore sans équivalent dans certaines expériences, telles que celles portant sur la mesure du parcours de particules chargées. Un groupe du LPNHE participe à une telle expérience avec le spectromètre hybride EHS qui est équipé d'une chambre à bulles à haute résolution. Pour exploiter les clichés, le laboratoire de physique corpusculaire du Collège de France et le LPNHE viennent de modifier le système automatique CRT qui restera donc en fonction jusqu'à une date située entre fin 84 et mi 85. En outre le LPNHE maintient en fonctionnement cinq tables de "scanning" et remet en service une table de mesure.



Tous ces appareils sont conduits par des aides physiciens à mi-temps qui auront une charge de travail très lourde pendant les dix huit mois à venir si le LPNHE veut assurer la mesure sur place de quelques centaines d'événements charmés promis par l'expérience NA27. Le problème d'une formation complémentaire pour ces aides physiciens ne se posera au CNRS qu'en 1985.

Le LPNHE continue de faire évoluer progressivement les qualifications de l'équipe de techniciens et d'ingénieurs en accord avec l'évolution rapide de l'électronique et de l'informatique. Le LPNHE d'ailleurs ne dispose pas encore d'un nombre suffisant de techniciens de niveau 2B, c'est-à-dire de techniciens titulaires d'un DUT ou d'un BTS en électronique ou en informatique.

Les chercheurs du LPNHE sont répartis également entre CNRS et Enseignement Supérieur. Un paragraphe de ce rapport concerne plus particulièrement les charges des enseignants chercheurs dans l'Université. Certains sont très sollicités par leurs occupations de l'Université. L'ampleur et les contraintes excessives de ces charges qui peuvent trop restreindre l'activité de recherche ne sont pas toujours acceptées par les autres collègues (du CNRS ou étrangers) qui collaborent à une même expérience.

Le rapport comprend trois parties ; la première donne l'état du programme d'expériences et les résultats des années 1982 -1983. la deuxième présente les réalisations techniques et les efforts en équipement du LPNHE durant la même période. La troisième partie présente tous les autres aspects de la vie au laboratoire.

*Bernard GROSSETETE*  
*Directeur du LPNHE*

II - LA PHYSIQUE

Pendant les deux années qui viennent de s'écouler, deux congrès internationaux se sont tenus sur la Physique des Particules. La conférence mondiale à Paris en juillet 1982 et la conférence européenne à Brighton (GB) en juillet 1983. Des faits expérimentaux nouveaux et nombreux y ont été présentés et les nouvelles théories se développent activement. C'est surtout au cours de l'année 1983 que les événements les plus marquants se sont produits. Il y a eu d'abord la mise en évidence des bosons responsables des interactions faibles le  $Z^0$  et les W, avec le collisionneur protons antiprotons du CERN. Ces découvertes confirment de manière éclatante la validité de la théorie électrofaible. 1983 a vu au CERN le premier coup de pioche de l'anneau de collisions électron-positron LEP ; c'est aussi aux USA le redémarrage énergétique des investissements pour la Physique des Particules.

Le LPNHE a d'abord en réalisation et en préparation l'"OUTER DETECTOR" qui est un des composants du grand détecteur DELPHI et qui doit être prêt pour le démarrage de LEP en 1988. D'autre part l'expérience pour mettre en évidence d'éventuels neutrinos massifs est en construction et doit prendre place au P.S. du CERN au début juillet 1984.

Pour ce qui concerne les expériences en cours de prise de données ou d'analyse, il faut citer CELLO à Hambourg qui ne partage plus sa zone expérimentale avec PLUTO, et les expériences sur les particules charmées et belles avec les techniques d'émulsion auprès de l' $\Omega'$  (WA71) et avec la chambre à bulles à haute résolution placée en tête du

spectromètre hybride EHS (NA27).

Citons enfin pour être complet, les autres expériences auxquelles participent des physiciens du LPNHE telles que la recherche de "glueball" auprès de l' $\Omega'$  (WA77), l'utilisation de techniques holographiques en chambres à bulles (NA25) et une nouvelle mesure de la durée de vie du méson  $\pi^0$ .

Dans son programme scientifique le LPNHE a ainsi recherché un équilibre entre les expériences sur les anneaux de collision  $e^+e^-$  et les expériences au CERN sur "cibles fixes".

## 1. LE CHARME ET LA BEAUTE

La Physique des mésons - et aussi des baryons - porteurs d'une saveur rare, telle que le charme et la beauté, est une physique en pleine expansion tant nos connaissances sur leurs propriétés essentielles sont fragmentaires, parfois contradictoires, voire inexistantes. Les recherches portent essentiellement sur les mesures des temps de vie

- sections efficaces de production,
- rapports d'embranchement
- des mécanismes de production

Dans les années précédentes, deux techniques expérimentales, en principe complémentaires, convergent à cette recherche : la première visuelle, type cliché de chambre à bulles ou émulsions, avec l'inconvénient d'une faible luminosité, mais avec l'avantage de produire des événements complètement reconstruits cinématiquement et de disposer ainsi d'un lot expérimental faible mais, sans biais, la seconde électronique avec inconvénients et avantages opposés.

Désormais la tendance est de travailler avec des systèmes hybrides,

un détecteur visuel associé à une électronique qui présélectionne les événements, identifie les secondaires et mesure les quantités de mouvement des particules produites dans le cône avant.

Le laboratoire participe à deux expériences de ce type.

. L'une avec une cible d'émulsion, l' $\Omega$ , et le spectromètre "beauté" du CERN (exp WA58-71).

. L'autre avec la chambre à bulle à haute résolution et le spectromètre EHS du CERN (exp NA16-27).

### 1.1 E.H.S.

#### L'expérience NA16

Dès mars 80, avec les quelques détecteurs de l'EHS existants, déjà construits, mais à peine testés, la "collaboration EHS" a effectué une expérience de recherche de particules charmées en utilisant comme détecteur une petite chambre à bulles à haute résolution LEBE (Lexan European Bubble Chamber). Le diamètre des bulles était de 40  $\mu\text{m}$ . Nous avons pris  $3,5 \times 10^5$  photographies de  $\pi^-$  incidents de 360 GeV/c, et  $5 \times 10^5$  de protons de même énergie.

Le lot de clichés a été prémesuré au laboratoire ; les événements candidats ont été mesurés sur l'H.P.D. de Strasbourg car nos appareils de mesure n'étaient pas transformés au format E.H.S. à l'époque. Les événements une fois mesurés ont été analysés au laboratoire qui s'est acquis une bonne réputation dans le difficile problème pour suivre des particules secondaires à travers les 45 m de détecteurs de l'E.H.S.

L'expérience est pratiquement terminée. Au total nous avons obtenus 77 événements charmés, dont 60 furent parfaitement identifiés comme  $D^0, D^+, D^{*+}$ . Ceci correspond à une sensibilité de 7,8 événements par  $\mu\text{b}$  pour les  $\pi^-$  et de 7,3 pour les protons.

Une excellente détermination pour les temps de vie des mésons charmés non étranges a pu être présentée :

$$\tau_{D^0} = 4,1^{+1,3}_{-0,9} \times 10^{-13} \text{ s}$$

$$\tau_{D^{\pm}} = 8,4^{+3,5}_{-2,2} \times 10^{-13} \text{ s}$$

Les mécanismes de production diffèrent selon la particule incidente :

. Pour les  $\pi^-$ , on a pu mettre en évidence un net effet de "leading particle" ;

- dans le type de mésons produits : on observe 18  $D^0$ ,  $D^-$ ,  $D^{*-}$ , qui contiennent au moins un quark du  $\pi^-$  incident, et seulement 6  $D^+$ ,  $\bar{D}^0$  qui n'en contiennent pas.

- dans la distribution en X, la variable de Feynman, elle présente deux composantes : une production centrale, et une production vers l'avant d'au moins 30 %.

- Lorsque les deux mésons (charmé et anticharmé) produits sont identifiés, on observe une forte corrélation en rapidité entre les deux membres de la paire  $D\bar{D}$  :  $\langle \Delta y \rangle \approx 1,5$

. Pour les protons : à cause de la symétrie, il est impossible de détecter directement l'effet de "particle leading", mais la distribution en X du type  $(1-X)^3$ , analogue à celle vue avec les  $\pi^-$  est compatible avec cet effet. Cependant les intervalles de rapidité observés lors d'une création d'une paire de mésons (charmé-anticharmé) est créée, semblent plus grand que pour les  $\pi^-$ .

Les sections efficaces.

Toutes corrections faites, nous obtenons

$$\sigma_{\pi^-p} + D_{(X>0)} + \dots = (13_{-3}^{+6}) \mu b$$

$$\sigma_{pp} + D_{(\text{tout } X)} + \dots = (25_{-6}^{+13}) \mu b$$

Les rapports d'embranchement

En se limitant au lot parfaitement pur de désintégration des D chargés en 3 corps et des D neutres en 4 corps et en combinant nos résultats avec les rapports d'embranchement topologiques publiés par SPEAR, nous obtenons :

$$\frac{D^{\pm} \rightarrow K^{\mp} \pi^{\pm} \pi^{\pm}}{D^{\pm} \text{ total}} = (14_{-5}^{+6}) \%$$

$$\frac{(D^0) \rightarrow K^{\pm} \pi^{\mp} \pi^+ \pi^-}{(D^0) \text{ total}} = (10 \pm 4) \%$$

Ces chiffres sont nettement supérieurs aux valeurs précédemment publiées ( $4,6 \pm 1,1$ ) et ( $4,5 \pm 1,3$ ) respectivement. Ce qui montre qu'il faut continuer ce type de recherche. Cette expérience, qui avait été conçue au départ comme une expérience exploratoire a fourni finalement de très beaux résultats.

L'expérience NA16 a servi de support expérimental au travail de thèse d'état de J. Dumarchez.

*L. de Billy, (M. Borataw), H. Briand, J. Duboc, J. Dumarchez,  
J. Laberrigüe, H.K. Nguyen, M.C. Touboul, A.M. Touchard, T.P. Yüou,  
(W. Zielinski).*

### L'expérience NA27

Au vu des résultats de NA16, le CERN a encouragé ce type de recherche et la collaboration EHS, utilisant maintenant le spectromètre complet avec identification de particules a pris, en 1982,  $10^6$  clichés de  $\pi^-$  incidents. Ces clichés sont dépouillés ou en cours de mesure sur les CRT de Paris, la sensibilité est de 16 événements/ $\mu$ b.

En 1983, la collaboration a pris  $0,75 \cdot 10^6$  clichés de p incidents, ce qui correspond à la même sensibilité. Il est prévu de reprendre des données protons en 1984 pour porter cette sensibilité à 50 événements/ $\mu$ b.

Avec une telle sensibilité, l'approfondissement des sujets traités pourra être poursuivi dans NA27 et cités en introduction : temps de vie, section efficace, mécanisme de production, rapport d'embranchement. Et aussi la physique exclusive des  $P^+$  et des  $\Lambda_c$  pourra peut-être être commencée.

### L'expérience holographique NA25

L'expérience consiste en la prise de 40.000 hologrammes dans la chambre spéciale : HOBC; le faisceau incident était formé de protons de 200 et 360 GeV/c. Une série de chambre à dérives et de filtres à  $\mu$  placés après la chambre a permis de sélectionner les événements charmés présentant, en principe, une désintégration numérique.

La partie à 360 GeV/c est actuellement dépouillée ; la table holographique construite au laboratoire a fonctionné parfaitement, en ligne avec le micro-ordinateur CHADAC.

D'après les résultats déjà obtenus, plusieurs centaines de "charmes" sont attendus.

### Les projets pour 1985

Dans cette ligne de recherche deux voies peuvent être développées et sont en cours de discussion :

- soit reprendre des données dans l'EHS au CERN en améliorant encore le détecteur de vertex et en utilisant un faisceau incident plus sophistiqué :  $\gamma$ ,  $n$ ,  $\bar{p}$ ,  $K^+$  ...
- soit prendre des données un Tevatron en associant la chambre à haute résolution, à un spectromètre en FNAL.

#### 1.2 Emulsions (WA71)

*F. Levy, J. Lory, D. Schune, Tsai-Chu, B. Willot, D. Mettel-Chew.*

La section efficace de production, par des hadrons, de particules possédant la beauté nue étant supposée très faible, le but de l'expérience WA71 est d'enrichir le lot en événements de ce type en utilisant un "Trigger de charme", charme provenant de désintégration Beauté  $\rightarrow$  Charme  $\rightarrow$  Etrangeté. A ce trigger est associé, en plus d'une chambre à projection temporelle (TPC) en amont et en aval de la cible d'émulsion, une série de "micro-trips" en Si constituant un appareillage très sophistiqué, permettant la reconstruction précise des vertex principaux dans l'émulsion et la séparation des traces émises en avant. L'ensemble est placé dans le spectromètre  $\Omega'$  et reçoit des  $\pi^-$  de 350 GeV/c.

Après un test en 1982, un run "zéro" eu lieu en septembre 1983 - Le dépouillement des émulsions commence donc en cette fin d'année 1983.

Cette recherche s'effectue au sein d'une collaboration comprenant des laboratoires du CERN, Gènes, Madrid, Milan, Moscou, Rome, Santander et Valence.

Le groupe, simultanément, poursuit la recherche et l'étude des



particules charmées dans le cadre de l'expérience WA58.

De plus une recherche quark libre est tentée à partir de cette expérience WA58, par *M. Drouin*.

## 2. LA PHYSIQUE AUPRES DES ANNEAUX DE COLLISIONS $e^+e^-$

Durant les 10 dernières années, l'expérimentation auprès des anneaux de collisions  $e^+e^-$  s'est développée sur les traces d'une petite minorité de pionniers à Frascati, Novosibirsk, Orsay et Stanford et est devenue une des plus importantes activités de toute la physique des particules.

Cet intérêt croissant a accompagné toute une série de découvertes, qui ensemble, constituent une révolution dans notre compréhension de la matière.

Deux types de physique peuvent être explorées dans les collisions d'électrons et de positrons; celle provenant de l'annihilation d'un électron sur un positron (Processus  $1\gamma$ ) et celle provenant des annihilations de deux photons (Processus  $2\gamma$ ).

Dans le processus à 1 photon, toute l'énergie des faisceaux en collision produit un seul photon virtuel qui peut alors se coupler à toute paire de n'importe quel constituant de la matière (quark ou lepton) si la conservation de l'énergie le permet.

A partir de la section efficace et de la distribution angulaire des "jets" produits dans l'état final par les quarks qui se convertissent en hadrons ordinaires, il a été montré dans les processus à un photon que les quarks sont des fermions, qu'ils existent en "trois couleurs différentes" et qu'ils possèdent une charge effective qui peut être  $1/3$  ou  $2/3$  fois celle du proton. A partir de mesures où les deux

quarks sont produits dans un état lié, ou dans un état excité résonnant, la masse des quarks lourds s (étrange), c (charmé), b (beau) a pu être déterminée. La durée de vie des hadrons contenant les quarks c et b peut aussi être mesurée dans ces expériences, procurant alors des informations sur les interactions faibles des quarks et même, suivant certains modèles, conduisant à des estimations sur la masse du prochain quark lourd le "top" (auquel on attribue la charge 2/3).

Dans les anneaux de haute énergie, d'abord à PETRA (Hambourg) puis à PEP (Stanford), il a été mis en évidence l'existence d'un nouveau type de constituant de la matière : le gluon.

Cette particule est un boson de spin 1 et joue le même rôle dans la théorie des interactions fortes (QCD ou chromodynamique quantique) que le photon dans la théorie bien établie de l'électromagnétisme (QED ou électrodynamique quantique). Quoique l'existence du gluon soit maintenant relativement bien établie, il apparaît plus difficile qu'au premier abord de mesurer avec une bonne précision  $\alpha_s$  la constante fondamentale de QCD, qu'est l'analogue de  $\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar c}$  de QED. La collaboration CELLO s'est efforcé de rendre cette difficulté mieux connue.

Cependant des études détaillées des états liés ou excités d'états contenant des quarks b et c, ont permis d'atteindre avec une bonne précision la forme du potentiel effectif de QCD. A petite distance la force devient très faible (liberté asymptotique) si bien que les quarks se comportent comme des particules libres. A grande distance la force croît avec l'augmentation de l'écart, empêchant la séparation des paires quark-antiquark (confinement).

Dans le second type de physique, qui est possible auprès des anneaux de collisions  $e^+e^-$ , qui est l'annihilation de deux photons, l'électron et le positron incidents émettent chacun un photon virtuel qui s'annihile pour donner un système possédant la conjugaison de charge positive,

suivant une large étendue de spin et de nombres quantiques de parité différents (alors que pour les processus à un photon on est limité à  $J^P = 1^-$ ).

Du fait de la distribution en énergie des photons virtuels, l'énergie utilisable dans de telles collisions est notablement inférieure que dans les processus à un photon. De plus, puisque le système résultant de l'annihilation des deux photons peut se déplacer à grande vitesse dans le laboratoire, les particules de l'état final sont souvent émises dans les directions avant et arrière et sont alors plus difficiles à détecter que dans les processus à un photon pour lesquels l'état final est au repos dans le laboratoire.

De nombreux résultats expérimentaux ont été trouvés aux cours de ces trois dernières années dans ce sujet qui est pourtant encore à son début. Deux sont particulièrement notables ; d'abord la mesure de la largeur radiative d'états résonnants qui donne des informations sur la structure en quark d'une manière analogue mais complémentaire à celles procurées par les résonances (quarkonium) produites à un photon ; ensuite la détermination des fonctions de structure du photon qui mesure dans l'espace des quantités de mouvement, la fonction d'onde des quarks et des gluons d'un proton. La fonction de structure d'un photon peut être calculée en QCD d'une façon plus directe que les fonctions de structure des hadrons. Les premières mesures des fonctions de structure du photon (incluant une mesure de la collaboration CELLO) sont généralement en bon accord avec les prédictions de QCD.

Le groupe CELLO du LPNHE s'est spécialisé dans la physique à "deux photons". Les largeurs radiatives des trois résonances légères de quarks, les  $\eta'$ ,  $A_2$ ,  $f_0$ , ont été déterminées. Un autre sujet à l'étude est celui de la production de "jets" de quarks à grand  $P_T$ , qui dans les processus à deux photons, est sensible à la charge effective des quarks. Dans certains modèles cette charge peut être aussi bien entière que fractionnaire (comme dans les processus à un photon). Le programme contient aussi

des mesures plus précises de la fonction de structure du photon.

Dans les dix ans qui viennent l'avenir dans la physique  $e^+e^-$  est assurée par la construction du LEP au CERN et du SLC à Stanford. La première tâche de ces machines sera d'explorer en détail la physique du boson  $Z^0$ , récemment découvert avec le collisionneur proton antiproton du CERN. Le LPNHE est partie prenante d'un des détecteurs approuvés pour le LEP : DELPHI. Il y aura d'abord la continuation du travail commencé à Petra et à PEP, où l'interférence entre le photon et le  $Z^0$  a été déjà observée. Là encore CELLO a joué un rôle important : le reste du programme de LEP peut consister dans la recherche de nouveaux quarks et leptons, de particules Higgs et aussi, évidemment, d'autres sortes de particules prédites par des théories comme la supersymétrie. On pourrait aussi trouver des particules qui n'ont pas été prédites. La physique à deux photons sera aussi activement poursuivie à LEP, prenant avantage de sections efficaces plus grandes et d'énergies utilisables plus importantes

Dans un futur plus lointain à DESY, le collisionneur electron proton HERA, avec une énergie de 630 GeV dans le centre de masse, ouvrira une perspective de la physique complètement nouvelle. Peut-être un nouveau niveau de sous structure sera trouvé dans les quarks et les leptons, tandis que les couplages fondamentaux pourrait être explorés dans des réactions du type

$$\gamma^* e \rightarrow Z^0 e$$

$$\gamma^* e \rightarrow W^{\pm} \nu$$

où le photon virtuel est émis par le faisceau de proton.

2.1 CELLO *J. Field, R. George, M. Goldberg, (B. Grossetête),  
O. Hamon, P. Kapusta, F. Kovacs, (G. London), R. Pain, L. Foggioli,  
M. Rivocal.*

Une équipe de 9 physiciens du laboratoire participe à l'étude des collisions  $e^+e^-$  à l'aide du détecteur Cello installé depuis 1979 auprès

de l'anneau PETRA à Hambourg.

Au cours de l'année 83 l'activité du groupe a été partagé entre l'analyse des données acquises depuis le début de l'expérience et une participation à l'étude de l'amélioration du détecteur.

### 2.1.1. Analyse

L'axe des recherches effectuées dans le groupe est l'étude des interactions photon-photon. Trois types d'étude sur ce type ont été effectués ou sont en préparation.

(1) Les interactions photon photon conduisant à des canaux exclusifs.

- Dans une première publication relative à l'état final  $\pi^+\pi^-\gamma$  ont été données les largeurs radiatives des résonances  $\eta'(\rho\gamma)$  et  $A_2(\pi^+\pi^-\pi^0$ , où l'un des photons du  $\pi^0$  ayant une faible énergie n'est pas vu)

$$\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta') = 6,2 \pm 1,4 \text{ keV}$$

$$\Gamma_{\gamma\gamma}(A_2) = 0,81 \pm 0,3 \text{ keV}$$

- L'étude de la réaction  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-f_0$  où  $f_0 \rightarrow \pi^+\pi^-$  a été faite à l'aide des états finaux à deux corps. Les processus conduisant à 2 corps dans l'état final sont  $\gamma\gamma + e^+e^-$ ,  $\mu^+\mu^-$ ,  $\pi^+\pi^-$ . La sélection des événements permettant l'étude des  $f_0$  a été faite en soustrayant la partie QED( $e^+e^-$ ,  $\mu^+\mu^-$ ) dont la distribution en masse a été calculée par un programme de Monte Carlo incluant une description complète de Cello. Cette distribution a été vérifiée en accord avec la distribution des masses 2 corps  $> 1,5 \text{ GeV}/c^2$ . La distribution résultante ainsi que la distribution angulaire a été comparée avec le modèle de Mennessier calculant les ondes S et D d'isospin 0 en utilisant le terme de Born du dipion et une amplitude

d'hélicité 2 pour le  $f_0$ . Le déplacement de la masse du  $f_0$  est expliquée par une interférence terme de Born- $f_0$ . La largeur radiative obtenue pour le  $f_0$  est

$$\Gamma_{\gamma\gamma}(f_0) = 2,5 \pm 0,5 \text{ keV}$$

fig. 1 distribution des masses 2 corps après soustraction de QED. La courbe est la prédiction de Mennessier pour la contribution  $\pi^+\pi^-(\Gamma_{\gamma\gamma}(f_0)=2,5 \text{ keV})$  à laquelle a été ajoutée une contribution  $K^+K^-$  estimée d'après un résultat de l'expérience TASSO (partie hachurée).

L'ensemble de ce travail constitue le sujet de thèse de F. KOVACS.

(2) Etude de la diffusion dure (Hard Scattering) dans les interactions photon-photon.

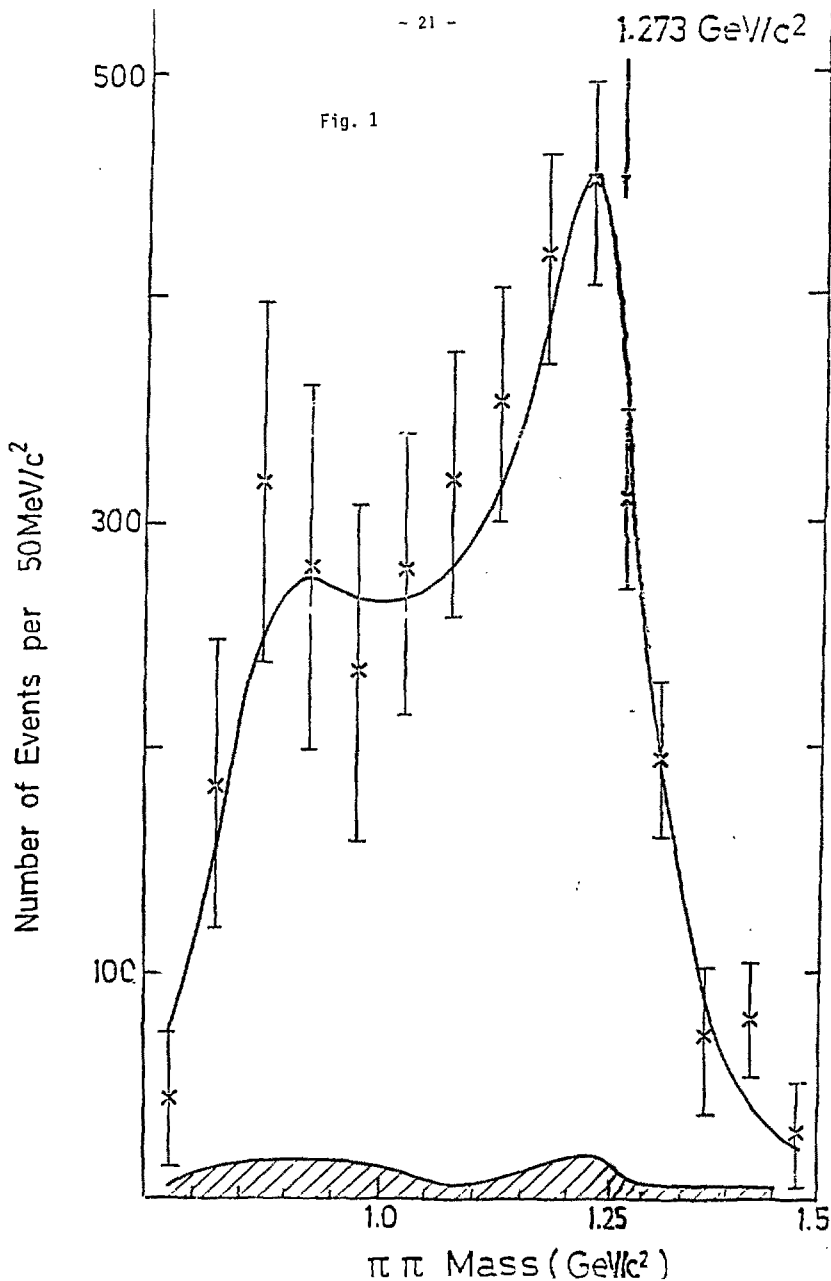
On recherche les interactions photon-photon pour lesquelles on a, dans un état intermédiaire, un système quark-antiquark ou un système plus complexe avec un ou plusieurs gluons et/ou une autre paire quark-antiquark.

Le premier problème est de séparer correctement les interactions photon-photon des annihilations et du bruit de fond ; faisceau gaz, faisceau tuyau car les événements que nous étudions ne sont pas étiquetés, (tagged). Cette séparation apparaît possible et on a affaire à un lot d'événements où les photons initiaux sont quasi-réels.

La diffusion dure se manifeste par des phénomènes à grand moment transverse qu'on étudie par la distribution inclusive des moments transverses des particules et des jets que des algorithmes appropriés permettent de mettre en évidence.

1.273 GeV/c<sup>2</sup>

Fig. 1



De premiers résultats ont été présentés à la conférence d'Aix-la-Chapelle sur les interactions photon-photon. La conclusion actuelle est que le terme de Born  $\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q}$  ne peut à lui seul expliquer les phénomènes. L'étude se poursuit par des essais d'amélioration de la discrimination des événements et des tentatives d'expliquer les résultats en introduisant les graphes d'ordre supérieure. Ce travail fait l'objet de la thèse de Frédéric KAPUSTA.

- (3) Diffusion profondément inélastique sur un photon quasi réel. Afin d'augmenter l'acceptance angulaire pour la mesure de l'énergie de l'électron étiqueté, le laboratoire a construit un nouveau détecteur avant couvrant la région 50-100 mR complétant Cello déjà existante du calorimètre bouchon 140-430. Nous serons alors à même de mesurer la fonction de structure du photon sur une large gamme de moments de transfert ( $Q^2 \gtrsim 1\text{GeV}^2$ ). Au cours de l'année 1983 nous avons pris des données pour une luminosité utile d'environ  $12\text{ pb}^{-1}$ . Ceci nous a permis de calibrer le détecteur et d'effectuer une première sélection d'événements afin d'effectuer les tests nécessaires à l'analyse complète que nous comptons faire à haute statistique au cours de l'année 1984 (environ  $80\text{ pb}^{-1}$ ). Cette sélection obtenue à partir d'enregistrement d'événements provenant du déclenchement de l'électronique indiquant qu'un électron d'une énergie suffisante est passée dans le détecteur bouchon ou le détecteur avant a permis de voir le bon fonctionnement de l'ensemble comme on peut le voir sur les deux exemples d'événements avec un électron dans le détecteur FWD
- fig. 2 -  $e^+e^- \rightarrow e^{\text{étiqueté}}\text{ FWD}(e)_{\text{non vu}} e^+e^-$
- fig. 3 -  $e^+e^- \rightarrow e^{\text{étiqueté}}\text{ FWD}(e)_{\text{non vu}} \text{ multihadrons}$ .

Ce travail constitue le sujet de thèse de M. L. POGGIOLI.

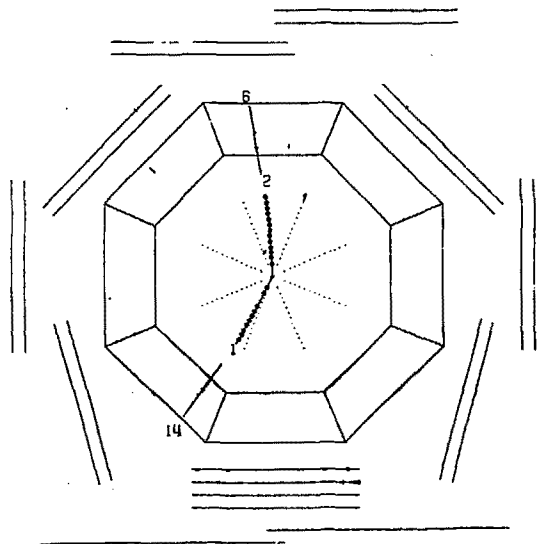
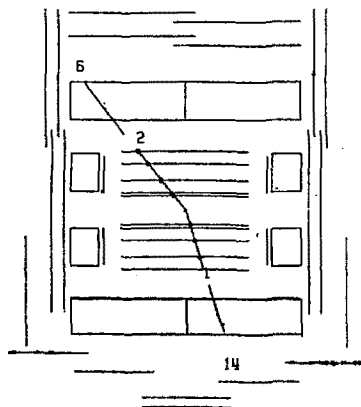


EAP 28 MON 5013 EVENT 3502  
 LEVEL 2 SPUR  
 SF 0 Z P (GEV) LA  
 1 \* 2.123 14  
 2 - 4.260 6

LATRAK BANKS  
 LA TP PH (PCT) SP  
 6 0.633 2  
 14 0.724 1

92	LHM	IMIGER	131	
	95	99		94
95	107 +Z	116	89	101 109 -Z
			92	97
139		94	111	98
	91			95

Fig. 2

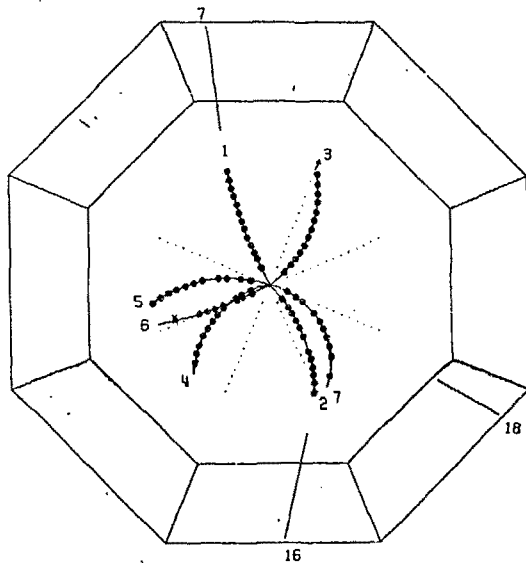
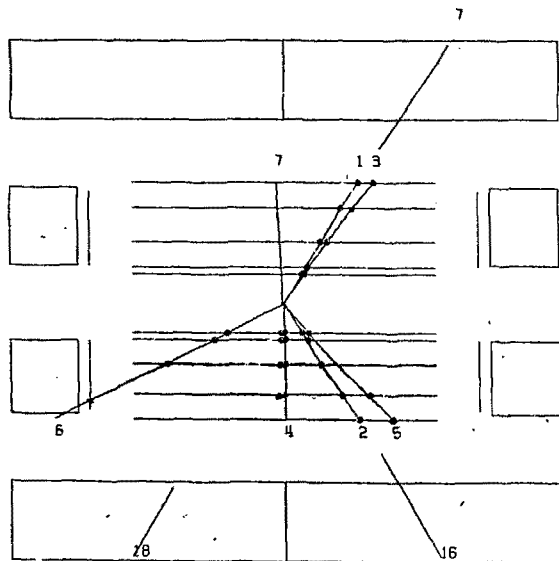


LEVEL	Z (FEET)	SPUR	LA
1	+	1.199	7
1	+	0.432	16
1	-	0.387	
4	-	0.223	
1	+	0.4413	
6	+	2.836	
7	-	0.186	

	105	LAA	TRIGGER	101	
	99	92	98		94
	90	152 +Z	120	90	101 79 -2 86 96
	105		90	109	110
		100			100

LATAK	BANKS
LA TP	PH (FC)
7	0.099
16	0.095
16	0.090

Fig. 3



### 2.1.2. Participation à l'amélioration du détecteur

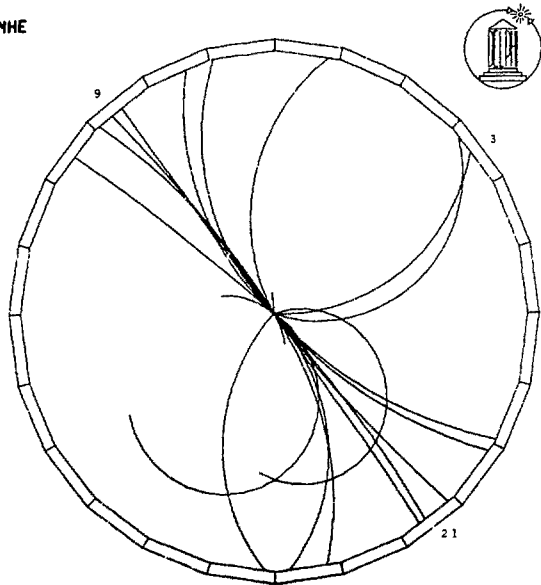
En dehors de la mise en place du nouveau détecteur avant, le laboratoire a la charge d'étudier un système de compteur à scintillations destiné à servir de déclenchement pour la calibration du nouveau détecteur central en cours de construction à Desy (Hambourg) et à permettre de rejeter les événements provenant de rayons cosmiques lorsque l'on étudie les paires de muons produits dans la réaction  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ . Le problème fondamental dans l'étude d'un tel système est lié au fait que la place disponible pour son installation est limitée à une couronne cylindrique de 4 cm d'épaisseur située sur un rayon de 75 cm pour une longueur totale de 2m60 et situé à l'intérieur du champ magnétique de 1,3 Tesla. Il est donc nécessaire de sortir le signal lumineux afin de placer les photomultiplicateurs au dehors du champ magnétique. Nous étudions à cet effet l'utilisation de barreaux de scintillateurs de 2,20 m de long ayant une section de 150x25 mm<sup>2</sup> lus soit par des guides de lumière directement liés au scintillateur soit à l'aide de la technique WLS (déplacement de la longueur d'onde). Un premier test montre que le signal lumineux recueilli par la 1er méthode est 10 fois celle de la deuxième. Par ailleurs pour sortir du champ magnétique, l'espace étant très limité, nous testons la possibilité d'utiliser des fibres de verre de 4 m de long et de 1,50 mm<sup>2</sup> de section. Les tests actuellement en cours montrent que le signal recueilli est encore important la fibre n'introduit qu'un facteur 2,5 de réduction, mais la mesure de temps est détériorée. Un certain nombre d'autres tests est nécessaire afin de pouvoir rapidement prendre une décision sur cet ensemble qui doit être prêt à installer au printemps 1985.

## 2.2 DELPHI

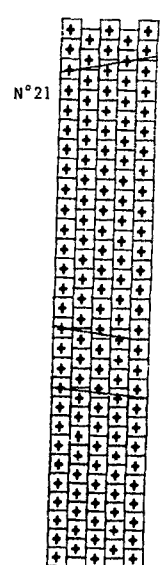
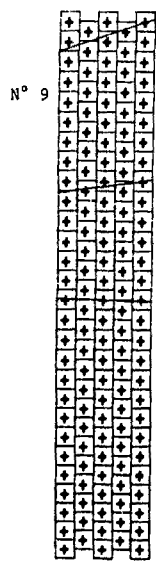
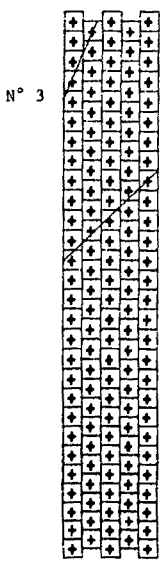
*M. Baubillier, M. Boratav, Ch. de La Vassière, B. Grossetête,  
Ph. Villeneuve de Sauti, J.F. Génat, Cl. Pambrun, D. Imbault, R. Zitoun,  
J. Pasconeau, A. Falasse (3e cycle).*

Fig. 4

LPNHE



Détail des modules



Depuis début 80, le LPNHE s'intéresse à la conception des expériences sur l'anneau  $e^+e^-$  LEP qui est en construction au CERN pour être opérationnel en 1988 et qui est d'abord destiné à observer les annihilations  $e^+e^-$  vers 80 GeV. C'est l'énergie où doit apparaître le  $Z^0$ , boson intermédiaire neutre, associé au champ des interactions faibles suivant la théorie de Weinberg Salam. Dès cette énergie l'interaction faible domine largement l'interaction électromagnétique.

La découverte en 1983 aux anneaux de collision  $\bar{p}p$  du CERN, des bosons intermédiaire  $Z^0$  et  $W^\pm$  est venue confirmer, si cela était nécessaire, l'intérêt du programme LEP dont une étude fine de ces bosons sera une part essentielle. D'autres aspects de la physique électrofaible (découverte du boson de Higgs par ex.), de la chromodynamique quantique (étude de l'hadronisation des quarks et gluons, rendue plus facile par la montée en énergie...) des théories supersymétriques, de la découverte éventuelle des générations supérieures de quarks et leptons non encore observées font de la physique de LEP celle qui à ce jour est certainement la plus ouverte vers l'avenir.

Le détecteur DELPHI a l'originalité d'être celui parmi les 4 projets LEP, qui utilise les techniques de détection les plus avancées (Chambre à projection temporelle TPC, le Čerenkov à images annulaires RICH, le calorimètre HPC etc...) ce qui en fait un instrument complexe certes mais très complet et extrêmement performant.

Notre groupe a la charge, partagée avec un groupe de l'Université de Liverpool, de construire la partie de DELPHI dénommée le "Détecteur Externe", constitué d'un cylindre de tubes à dérive situés à 1,97 m de la zone d'interaction, afin d'augmenter le pouvoir de résolution de la quantité de mouvement des particules chargées et de contribuer également au système de déclenchement rapide (en 1  $\mu$ sec). (Fig. 4)

Nous avons proposé une première solution technique fondée sur l'utilisation de 3100 tubes à dérive. Cette étude porte autant sur les

aspects mécaniques (alignement, techniques de construction), que sur les aspects électroniques (performances et coûts) et a fait l'objet de tests de plusieurs prototypes installés au laboratoire, utilisant comme rayonnement, soit le rayonnement cosmique, soit les  $\beta$  d'une source de strontium 90, ainsi que de tests en faisceau au CERN (en partie dans un aimant). Nous avons réalisé une série de montages de test de tubes à dérive.

- pour la mesure de coordonnée perpendiculaire au tube, par détermination du temps de dérive (information de la  $x\phi$ ), où des résolutions de 150 à 250  $\mu$  ont été obtenues selon le mode et les conditions de mesure.

- pour la mesure de la coordonnée parallèle au tube (coordonnée  $z$ ) où plusieurs techniques ont été testées (division de charge, diverses mesures de la différence du temps de propagation aux deux extrémités du tube). Toutes ces méthodes atteignent la précision minimale requise dans le projet (6 bits sur environ 4m de longueur).

Quant à l'utilisation de notre détecteur en tant qu'élément essentiel du système de déclenchement rapide, nous nous sommes engagés dans la voie de la microélectronique, qui s'imposait naturellement dans ce cas (temps de réponse très court, nombre de voies élevé, nécessité d'une électronique compacte), en entreprenant de réaliser, au sein d'un multi-projet I N2 P3, des circuits intégrés prédiffusés dont la conception et la simulation (utilisation de CAO) seront entièrement faites par notre groupe.

### 3. PHYSIQUE DES NEUTRINOS

*G. Roumaté, J.M. Levy, Y. Pons, M. Riessal, N. Yamucot.*

Le problème de la masse du neutrino est une question fondamentale toujours en suspens, avec ses conséquences potentielles sur l'astrophysique d'une part, et nos idées de grande unification d'autre part.

Si le neutrino est massif, diverses conséquences expérimentales

s'ouvrent. L'une d'entre elles, réalisée depuis peu de temps, fait l'objet de l'expérience PS191 au CERN, dans laquelle le laboratoire est partie prenante. Cette expérience recherche des désintégrations de neutrinos dans divers canaux, en particulier le canal  $e^+e^- \nu_e$ , dans le faisceau neutrino du PS.

Le détecteur est composé d'une région de désintégration où règne l'hélium pour minimiser les interactions, terminée par un calorimètre où se convertissent  $e^+$ ,  $e^-$  et  $\gamma$ . Le calorimètre est construit à Saclay, étant du type choisi pour l'expérience de temps de vie du proton du Fréjus. Le reste du détecteur comporte : des chambres à flash construites au CERN, un hodoscope de scintillateurs dont les guides sont construits à Paris. L'acquisition est en développement à Paris et au CERN. Le soft off-line est étudié à Paris.

La prise de données est programmée pour Juillet 84 et des résultats préliminaires devraient être obtenus dès la fin de 1984.

#### 4. AUTRES EXPERIENCES A CIBLE FIXE

##### 4.1 $\Omega$ ' glueballs

*M. Baubillier, R. Parrié, M. Sené, Z. Strachmann et R. Zitoun.*

La théorie de la chromodynamique quantique (QCD) semble aujourd'hui être la théorie permettant de comprendre les interactions fortes. Ses prédictions quantitatives sont longtemps restées limitées par la méthode de calculs perturbatifs utilisée. Aujourd'hui, grâce aux théories sur des réseaux, des calculs non perturbatifs peuvent être effectués en QCD. Ceux-ci confirment l'hypothèse faite il y a plus de 10 ans par M. Gell Mann et H. Fritsch, de l'existence des "glueballs", mésons constitués exclusivement de gluons.

L'expérience WA77, actuellement en phase de mise au point au spectromètre  $\Omega'$  du CERN, a pour but de rechercher ces glueballs dans des interactions hadroniques dures à 350 GeV/c. Au cours des interactions intéressantes, un gluon constituant initial fusionne avec un gluon échangé dans l'interaction pour créer un glueball d'impulsion transverse élevée (production "directe"). Ce glueball, produit de façon isolée dans l'espace des impulsions, est de plus associé à un jet hadronique opposé en azimuth. Cette topologie caractéristique ainsi que les sections efficaces estimées devraient permettre la mise en évidence des glueballs si toutefois ceux-ci existent.

Le système de déclenchement (trigger) sélectionne les événements possédant 3 particules d'impulsion transverse ( $p_T$ ) supérieure à un seuil réglage ( $\sim 1.5$  GeV/c) et utilise un système de mémoires à accès rapide ( $\sim 30$  ns) du système MBNIM développé au CERN qui permet la mesure de  $p_T$  en moins de 10  $\mu$ s.

Huit jours de mise au point en septembre 1983 ont montré que le système de déclenchement est opérationnel et que les taux de comptage sont conformes à nos estimations. Les données (environ 20 jours de machine) seront prises dans le courant de l'année 1984.

#### 4.2 Durée de vie du $\pi^0$

L'objet de l'expérience NA30 est la mesure précise (à 1%) de la vie moyenne du  $\pi^0$  par une méthode directe. Les motivations qui sont à l'origine de cette expérience ainsi que la liste des 8 participants sont contenues dans la proposition (SPSC/82-35/P177 Rev. ; SPSC/82-40/P177+Add.1) et dans le livre gris des "expériences au CERN" (édition Août 1982 pp 116-117).

Le principe de l'expérience est d'utiliser un faisceau extrait (400 GeV) du SPS du CERN sur une cible mince en or pour produire des  $\pi^0$ .



Une seconde cible placée à une distance variable de la première permet aux photons de désintégration du  $\pi^0$  de se convertir en paires  $e^+e^-$ . Le taux de  $e^+$  produits à une énergie donnée (161 GeV pour les tests de 1982) est détecté dans un faisceau secondaire de la zone Nord (H6) du CERN. Ce taux en fonction de la séparation des deux cibles permet de mesurer directement le parcours moyen de désintégration des  $\pi^0$ , donc leur vie moyenne.

La difficulté essentielle de l'expérience vient du niveau de précision que nous exigeons. Une précision de 1% dans le résultat final demande qu'on maîtrise les différents paramètres en jeu dans les mesures avec une incertitude encore plus faible : les mesures dans les moniteurs des faisceaux primaires et secondaires, la détection des positrons, le spectre d'énergie des  $\pi^0$ , les phénomènes secondaires dans les cibles (conversion interne, production de photons prompts ou directs, bremsstrahlung etc...).

En 1982, deux tests (130 heures au total) ont permis de vérifier la validité de la méthode, les techniques utilisées et de préparer les faisceaux (en particulier la séparation hadron  $-e^+$ ). Environ 30 heures ont été consacrées à enregistrer des données. Une analyse de ces données préliminaires a permis non seulement de trouver une vie moyenne du  $\pi^0$  compatible avec la valeur courante admise mais en plus d'obtenir une erreur sur cette mesure inférieure à celle obtenue à ce jour par les autres méthodes directes :  $(0,80 \pm 0,08) \times 10^{-16}$  s.

En 1983, deux séries de prise de données utilisant deux techniques différentes (cible à espacement variable et une série de cibles multicouches), sur un appareillage amélioré (introduction de détecteurs de rayonnement synchrotron) devrait nous permettre d'atteindre la précision voulue (une analyse préliminaire de la première de prise de données nous permet déjà d'obtenir une précision de 2%).

Enfin en 1984 nous avons l'intention d'utiliser notre installation

pour mesurer le spectre des  $\pi^0$  produits dans l'interaction proton-cible à 450 GeV/c, ce qui devrait diminuer de façon décisive les erreurs systématiques.

### III- LA TECHNIQUE ET L'EQUIPEMENT

Notre laboratoire est maintenant bien engagé dans la construction de l'"Outer Detector" de l'expérience DELPHI. Cette construction nécessite d'importants développements non seulement dans les techniques de détecteur mais aussi dans l'électronique rapide associée et les systèmes d'acquisition et implique une part de plus en plus grande des ingénieurs et techniciens du laboratoire.

Le L.P.N.H.E était particulièrement démuné des équipements nécessaires à de telles études : jusqu'en 1983 le laboratoire a pu poursuivre celles-ci en prélevant du matériel sur les expériences en construction tant au CERN qu'à Hambourg. En 1983 nous avons obtenu un certain crédit d'équipement de l'IN2P3 et nous devons impérativement poursuivre cet effort en particulier en matériel de pointe bien adapté à la complexité des problèmes liés aux détecteurs actuels et à la précision demandée. De plus pour préparer les logiciels nécessaires dans ce type d'expérience nous devons acquérir impérativement un équipement compatible avec celui du CERN ( VAX par exemple).

Nous poursuivons parallèlement des développements plus classiques. Notre microprocesseur maison "CHADAC" est actuellement utilisé sous des formes très variées : tests d'appareillage avec ou sans acquisition de données, mise en ligne d'un grand nombre de nos tables de dépouillement et d'une future table de mesures manuelles, EMIR, etc..

De plus l'installation d'un réseau, tel qu'ETHERNET (compatible INTEL-XEROX-DEC), peut nous permettre d'interconnecter l'ensemble de micros, le futur miniordinateur et mettre en commun des ressources telles que bibliothèques de programmes, bases de données, etc..

Enfin, nous devons nous adapter très rapidement à la micro-électronique indispensable devant la complexité et les contraintes de rapidité de la logique des triggers actuels. Pour ce faire nous devons utiliser les techniques de CAO qui deviennent d'ailleurs aussi nécessaires pour les circuits imprimés et la mécanique.

### 3.1 Projets mécaniques

Nous poursuivons l'étude et la réalisation de l'Outer Detector de DELPHI. Ce dernier est constitué par des tubes à drift assemblés en 24 modules. L'ensemble forme, dans la partie centrale du détecteur, un tube de 400 cm de diamètre, 450 cm de longueur et 11 cm d'épaisseur. Une première étude a fait ressortir l'ensemble des problèmes liés aux modules ( fabrication, positionnement des fils, déformations) ou à la structure de support. Celle-ci était constituée de deux couronnes en acier amagnétique et d'une plaque centrale. Les calculs des déformations et des contraintes ont donné une bonne idée du comportement mécanique de cette structure. Des rails de guidage servaient d'autre part lors du montage ou du démontage des modules. Une maquette permettant l'analyse de ces paramètres a été construite. Une estimation du coût total et des temps de construction a été effectuée.

La collaboration avec le laboratoire de Liverpool a ensuite conduit à une séparation des tâches. Le laboratoire a maintenant en charge l'étude et la réalisation des supports ainsi que la mise en place et l'alignement de l'ensemble des modules. L'analyse du comportement des couronnes, les problèmes d'évolution dans le temps de leur géométrie et le fait qu'elles prenaient une place importante aux endroits où passent les câbles nous ont conduit à abandonner la solution initiale et à prendre appui sur les brides de fond du compteur Cerenkov RICH. L'essentiel des solutions mécaniques est maintenant défini mais l'étude, délicate, de l'alignement se poursuit.

### 3.2 Développements d'électronique

Dans le cadre de l'expérience DELPHI, le groupe d'électronique du LPNHE a proposé pour l'"Outer Detector" des solutions originales tant pour la reconnaissance rapide des traces en  $r\theta$  que pour la coordonnée  $z$  dans l'optique d'une contribution au trigger de premier niveau.

En ce qui concerne la reconnaissance de trace rapide  $r\theta$ , le groupe d'électronique a proposé d'associer au détecteur une logique parallèle utilisant un circuit intégré spécifique. Cette méthode apporte à l'ensemble une puissance et une souplesse de décision rapide qu'aucune autre technique ne permet d'atteindre.

Un second circuit intégré conçu par le groupe d'électronique est à l'étude et sera l'objet de la prochaine réalisation du "multiprojet".

Un module CAMAC en construction à l'heure actuelle doit être couplé au CERN avec un prototype du détecteur afin d'établir les spécifications définitives du circuit.

En ce qui concerne la mesure de la coordonnée z une électronique de division de charge, mettant en jeu un convertisseur amplitude-numérique parallèle 8 bits a été conçu, réalisé et testé. Les résolutions et les non-linéarités obtenues par cette méthode n'excèdent pas  $\pm 5 \cdot 10^{-3}$  en moins de 200 ns. Des résultats comparables ont été obtenus par mesure de la différence du temps de propagation utilisant un câble unique par élément détecteur. Cette méthode plus simple que la précédente a été définitivement retenue. Une électronique à deux câbles est actuellement en cours de tests. Les premiers résultats sont de l'ordre de  $\pm 10^{-3}$ . Un module CAMAC groupant 6 voies de mesure selon cette technique est développé actuellement.

### 3.3 CHADAC

CHADAC est le micro-ordinateur 16 bits, conçu au LPNHE pour répondre aux différents besoins en micro informatique. Les différents logiciels sont développés en langages évolués : PLM, Fortran, Pascal, sous un système d'exploitation temps réel multitâches : IRMX86. (CHADAC est une machine autonome qui ne nécessite pas l'emploi d'une autre machine pour développer le logiciel).

Différentes unités CHADAC sont actuellement en exploitation :

1- Expérience CELLO (Hambourg). Le laboratoire a la responsabilité du détecteur avant. Celui-ci est constitué de barreaux de scintillateurs et de verre au plomb qui doivent être calibrés et surveillés tout au long de la prise de données. L'unité CHADAC est utilisée en deux modes, espionnage ou autonome, suivant que le détecteur est en faisceau ou pas.

2- Tests d'appareillage à l'aide d'une chaîne d'acquisition CANAC gérée par CHADAC. Un programme réalise des fonctions statistiques sur les données (histogrammes par ex). Celui-ci accepte aussi des sous-programmes spécifiques écrits par l'utilisateur (une synchronisation est réalisée pour fournir à ce dernier en temps réel les blocs de données acquis). Il est également possible de mettre au point un programme (édition, compilation), en cours d'acquisition de données. Une autre fonction transfère des fichiers vers le centre de calcul (CCPN) et permet de travailler sur ce centre à travers CHADAC, ces différentes fonctions sont réalisables en cours d'acquisition.

3- Holographie et Microscopes . Saisie des données en provenance des tables de dépouillements d'hologrammes ou d'émulsions. Les événements sont visualisés sur un moniteur vidéo, une carte graphique permet au programme de générer des informations qui facilitent le travail de nos opérateurs. Une carte interface IEEE 488 ( en cours d'installation) va commander les déplacements rapides de la platine du microscope utilisé dans le dépouillement des émulsions.

4- Chaîne d'acquisition. L'équipe CHADAC étudie un module DMA CANAC-CHADAC qui permettra de réaliser des acquisitions de données rapides et performantes.

5- Réseaux locaux. Dans le cadre d'une collaboration LPNHE- Institut de Programmation de Paris 6-Laboratoire de Calcul de Paris 7, nous mettons en oeuvre une liaison ETHERNET CHADAC/CHADAC/VAX, de façon à partager de nombreuses ressources ponctuelles.

La mise en place d'unités semblables tant en matériel qu'en logiciel permet de regrouper au mieux les efforts du laboratoire et nous pouvons actuellement nous adapter rapidement à une nouvelle demande du laboratoire.

#### 3.4 Microscopes

La première étape de l'automatisation du premier des deux microscopes, avec chambre claire, utilisés pour la mesure, dans des émulsions nucléaires, d'événements porteurs du quark  $c$ , a été réalisée au cours de cette année.

La digitalisation en  $x, y, z$  permet des mesures rapides. En  $x, y$  la mesure se fait à l'aide d'un HIPAD directement sur l'écran de la télévision reliée à une caméra montée sur le microscope, par l'intermédiaire de la chambre claire. En  $z$ , la mesure se fait automatiquement grâce à un palpeur qui indique les déplacements de la platine. Le stockage des données se fait sur disquette, par l'intermédiaire du microprocesseur CHADAC.

De plus dans ce type d'expérience à haute intensité plusieurs étoiles voisines peuvent apparemment correspondre à la topologie indiquée par le spectromètre  $\Omega'$ , couplé à ces émulsions. Seule cette mesure précise, alliée à un programme de géométrie (écrit en FORTRAN) exploitant immédiatement celle-ci et à une visualisation sur l'écran de télévision de la superposition de la "prediction" et de l'étoile mesurée, facilite la sélection rapide du bon candidat.

Ce système interactif, par les économies de transfert de données et la minimisation des sources d'erreurs possibles qu'il réalise, permet un travail efficace, les événements de fond étant éliminés au fur et à mesure du dépouillement des émulsions.

#### 3.5 Holographie

L'expérience NA25 a conduit le laboratoire à concevoir puis fabriquer (ou à sous-traiter partiellement) une table holographique. L'hologramme, éclairé en faisceau parallèle pour un laser, restitue une image réelle de l'événement dans l'espace ; celui-ci peut être étudié et mesuré par un système optoélectronique comprenant un microscope couplé à une caméra VIDICON permettant la visualisation de petites régions de l'événement sur un écran de télévision. En pratique nous avons deux ensembles (caméra + écran de télévision) l'un pour le dépouillement, l'autre pour la mesure des trois coordonnées  $x, y, z$ . L'opérateur dispose de trois modes de fonctionnement: manuel, déplacement automatique, (utilisé dans la recherche d'un point dont on connaît les coordonnées) suivi automatique (le long d'une trace par exemple).

La table est constituée de trois platines qui permettent un déplacement des hologrammes dans un volume de  $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$  avec une précision de  $2,5 \mu$ . L'entraînement de ces platines est effectué par des moteurs pas à pas. Les impulsions de commande proviennent soit des codeurs associés aux commandes manuelles soit d'un oscillateur lorsqu'on est en mode automatique. Des rampes d'accélération ou de décélération sont générées pour que toutes les impulsions de commande soient prises en compte par les moteurs (fin de course, changement de sens du mouvement). Ce système d'enroulement ou de déroulement du film support des hologrammes est lui-même placé sur une platine, entraînée par un quatrième moteur, qui évite le vrillage du film lors des déplacements de la table. Un presse-film pneumatique évite tout glissement ou déformation de l'hologramme pendant la mesure. Le faisceau lumineux est fourni par un Laser Argon. Des filtres spatiaux, associés aux objectifs permettent d'obtenir par l'intermédiaire des caméras reliées aux moniteurs, des images de bonne qualité pour les grossissements désirés.

Les informations concernant le dépouillement des hologrammes sont accumulés sur disquettes à l'aide du microprocesseur CHADAC. Celui-ci apporte de plus une aide à l'opérateur indispensable dans cette recherche des événements "charmés". Ceux-ci se manifestent par la présence d'un vertex secondaire ou d'une cassure sur une trace primaire situés au voisinage du vertex primaire de l'interaction. La possibilité de générer des droites passant par deux points de mesure d'une trace permet avec une grande efficacité de repérer les traces qui ne convergent pas au vertex primaire de l'événement. Ajoutons la propriété anamorphique (réalisée électroniquement) de la caméra de dépouillement qui permet d'ouvrir le cône avant de l'interaction.



### 3.6 CRT

Le LPNHE dispose en commun avec le Collège de France de deux têtes de CRT qui sont des appareils automatiques de mesure des clichés de chambres à bulles

Jusqu'à présent celles-ci ont été utilisées pour la mesure des événements obtenus dans la grande chambre à bulles du CERN, BEBC. Elles sont maintenant modifiées et adaptées à la mesure des événements chargés observés dans la petite chambre à haute résolution appelée HOLEBC associée au spectromètre EHS. Les modifications concernent essentiellement le transport du film, la reconnaissance automatique des traces, le suivage des traces droites. Les premières mesures ont rapidement donné des résolutions de l'ordre de 4  $\mu\text{m}$  pour les traces et peu après nous avons obtenu une résolution de 3  $\mu\text{m}$  comparable à celle des appareils de mesure du même type tels qu'ERASME au CERN.

Rappelons pour mémoire que le CRT utilise les prémesures acquises sur les tables de dépouillement EMIRETTE ou BESSY du laboratoire.

### 3.7 Réseaux

Nous disposons actuellement de 30 consoles (terminaux individuels) connectées au CCPN ainsi que d'un terminal lourd formé de : 1 microprocesseur, 1 lecteur de cartes et 1'imprimante connectés également au CCPN. En utilisant un système d'index l'utilisateur peut choisir de travailler :

- sur la CYBER 750 du CCPN
- sur la VAX du LAPP (Annecy)
- sur les ordinateurs CDC ou IBM du CERN (Genève)
- sur la VAX d'Orsay (mise en service le 20/12/83)

De plus nous envisageons d'installer une sortie TRANSPAC qui nous donnera accès à tous les ordinateurs du CERN à travers le réseau CERNET.

Nous disposons également de 5 microprocesseurs CHADAC. Dans le cas où un ordinateur VAX sera installé au LPNHE nous souhaitons relier cet ensemble de microprocesseurs avec cette VAX par un réseau ETHERNET.

### 3.8 Multiprojet

Le LPNHE est associé à 3 autres laboratoires de l'IN2P3 (le CdF, le LAPP et le LPNHE-X) pour la fabrication par THOMSON/EFCIS de quatre circuits intégrés (un par laboratoire) sur une même plaque prédiffusée en technologie ECL 10K.

Ce multiprojet, accepté et financé par l'IN2P3, présente l'avantage de diminuer le coût pratiquement par 4 pour chaque circuit. EFCIS fournira en effet une dizaine au moins d'échantillons en capsule pour chacun des circuits ; le coût revient ainsi pour chaque série à 55 KF H.T.

Ce prix a pu être aussi intéressant car les laboratoires se sont donné les moyens de C.A.O. nécessaires à l'étude de leur circuit.

A cet effet, le L.P.N.H.E est à l'origine d'une convention avec SUPELEC qui permettra dès la fin de l'année aux trois laboratoires de la Région Parisienne de travailler sur la VAX 11/780 de l'Ecole tout en acquérant, au contact des Enseignements spécialisés en C.A.O des Circuits Intégrés, une connaissance approfondie de logiciel de simulation logico -temporelle EPILOG.

En ce qui concerne le circuit du LPNHE il est décrit dans une note publiée par la collaboration DELPHI. Ce circuit permettra sur la même puce de réaliser les deux fonctions suivantes :

- Logique de Reconnaissance de Traces
- Comparaison des z.

La conception et la simulation de chaque circuit seront faites au cours de premier trimestre 1984; la bande de simulation en format EPILOG sera remise au plus tard fin Avril à EFCIS pour le placement et le routage. La fabrication proprement dite aura alors lieu les deux mois suivants.

#### IV - LA VIE AU LABORATOIRE

Outre les activités mentionnées ci-dessus, spécifiquement orientées vers la recherche, le laboratoire s'est efforcé de créer un lien entre les différentes équipes et les individus, indépendamment de leur classement et de leur rôle dans le laboratoire. Des tentatives variées ont éveillé des affinités entre plusieurs, impliquant souvent une ouverture vers l'extérieur, au-delà des préoccupations immédiates de chaque groupe. Des rencontres sur des thèmes scientifiques ont pu éveiller une compréhension réciproque, une autre façon de voir les problèmes, un meilleur désir de collaboration entre des individus que le hasard n'avait pas initialement rassemblés.

C'est ainsi qu'au cours de séminaires, réunions de collaboration, séjours à l'étranger de plusieurs membres du laboratoire, de nouveaux dialogues ont été amorcés sur des idées nouvelles qui devraient être un ferment pour l'avenir.

Entre autres choses, les membres du laboratoire ont apprécié un Colloque interne organisé à Vezelay par l'un d'entre eux, à l'Automne 82. Dans un cadre agréable, en présence du Directeur Scientifique de l'IN2P3, et du Directeur du Laboratoire, les différentes options du laboratoire ont pu être discutées, et une liste de priorités établie. Cette expérience sera renouvelée au cours de 1984.

D'autre part, les chercheurs n'ont jamais cessé d'exprimer leur intérêt pour leurs collaborateurs dans la recherche qui assument des tâches d'enseignement ; ils en partagent les soucis et souhaitent un lien plus étroit avec eux. Certains d'entre eux d'ailleurs ont entrepris depuis plusieurs années des expériences pédagogiques en collaboration avec les responsables de l'enseignement secondaire, qui permettent aux jeunes lycéens d'acquérir des notions modernes relatives à la physique des particules ; des efforts pour la formation des stagiaires et la formation permanente ont été entrepris dans le même sens, à des niveaux différents.

Dans cet esprit, une manifestation d'envergure a été organisée voici deux ans par l'un des membres du laboratoire qui a réussi à rassembler en Juillet 1982 un groupe de physiciens éminents à l'occasion d'un "Colloque sur l'histoire de la physique des particules". Ce colloque qui précédait "la Conférence Internationale sur la Physique des hautes énergies" (Paris) a attiré un nombre important d'auditeurs qui ont souligné l'intérêt de ce type de manifestation.

Enfin, le laboratoire désire développer ses relations avec la société actuelle ; la diffusion de l'information doit permettre à la fois d'éveiller la curiosité du public et de créer des liens avec l'entreprise. C'est le but des journées "portes ouvertes" et de certaines expositions auxquelles il a été invité à participer.

A cette description qui présente sommairement ce qui fut au L.P.N.H.E. la vie communautaire, il convient de faire quelques réserves et de souligner les difficultés auxquelles nous nous sommes quotidiennement heurtés. L'exiguïté de nos locaux nous oblige actuellement à loger quatre physiciens dans des bureaux conçus initialement pour deux personnes ! Sans doute est-il aussi superflu d'évoquer l'existence des salles obscures où le travail est inconfortable et un problème trop bien connu de l'IN2P3 à savoir celui de la dissémination des locaux (Tour 12, Tour 32, couloir 23-33) Situation incompatible avec la position et les recherches entreprises par le laboratoire, en ce qu'elle tend à engendrer des groupes fermés et qu'elle exige des pertes de temps considérables afin de préserver le dialogue et l'efficacité.

Cette situation étonnante pour le visiteur étranger ne trouve aucune compensation sur le Campus de l'Université ; faute de locaux dans l'Université même, il nous est impossible de réunir à Paris des collaborations importantes telles que celles de CELLO ou de LEP auxquelles le laboratoire participe activement et qui comptent 300 personnes.

Enfin, pour clore ce dossier épineux, est-il nécessaire de rappeler un environnement peu propice à l'accueil et où la malpropreté sévirait de façon endémique sur l'Université Paris VII n'avait récemment commencé à y remédier.

#### 4.1 Réunions du vendredi

La réunion du vendredi résulte d'une coutume établie depuis de longues années au L.P.N.H.E. Son but initial était de permettre à tous les membres du laboratoire, physiciens, ingénieurs, techniciens, notamment à ceux qui ne participent pas au Conseil du Laboratoire d'exprimer en public leur souhaits ou leurs critiques sur le fonctionnement du laboratoire.

Plus précisément, cette réunion comporte actuellement trois parties.

Au cours de la première, le Directeur du Laboratoire donne des informations générales recueillies la semaine précédente près des instances supérieures (budget, statuts, université...) et les diffuse dans la mesure du possible ; ces informations peuvent ouvrir un petit débat.

La seconde partie est consacrée à la physique. Chaque physicien ou ingénieur du laboratoire est invité à faire devant ces collègues un exposé d'environ une heure sur un sujet de son choix. Autrement dit, il s'agit d'un petit séminaire interne reposant uniquement sur le volontariat et sans aucune contrainte. Ce genre d'exposé semble avoir plus de succès que la classique "revue de presse" et présente quelques avantages. D'une part, l'orateur se sent plus à l'aise dans un sujet de son choix que sur un thème imposé. D'autre part, chacun exposant à son niveau, avec des modes d'expression variés, les auditeurs finissent toujours par reconnaître ici ou là, leur langage. Outre l'avantage évident pour l'exposant, les autres membres du laboratoire sont conduits à s'intéresser en famille, à des sujets hors de leur spécialité et à poser des questions qu'il leur serait peut être moins aisé d'adresser à un spécialiste. C'est ainsi que parmi les sujets abordés au cours de l'année, nous avons vu figurer, en dehors des bilans sur les expériences en cours, des questions telles que "le problème du  $E^0$  et les glueballs", un projet de microélectronique pour L.E.P., une étude expérimentale de la chromodynamique quantique, un exposé sur l'enseignement universitaire et la recherche en Chine, etc...

Deux tentatives de nature variée ont été particulièrement réussies :

a) L'un de nos ingénieurs électroniciens (musicien amateur) a fait un exposé sur la synthèse numérique de sons. Une démonstration a été organisée au cours de laquelle un exemple de son synthétisé a été présenté : un micro-processeur calcule valeur par valeur le son engendré par une corde pincée. D'autre part, des résultats obtenus à l'I.R.C.A.M. avec le processeur 4X ont été présentés.

b) D'autre part, à deux reprises, nous avons écouté en séminaire interne, deux très beaux exposés (violation de la parité, monopôles magnétiques) qui ont été traités la semaine suivante dans le cadre de nos grands séminaires conjoints avec le Collège de France. Il est évident que les membres du laboratoire ont tiré un très large profit de ces exposés à haut niveau dont la base avait été acquise quelques jours plus tôt dans le cadre de la réunion du vendredi.

Enfin, ces réunions comportent un troisième volet intitulé "Questions diverses" où sont soulevés selon l'urgence, des problèmes tels que les locaux, des questions relatives au C.C.P.N. et à l'informatique etc... Chacun peut alors exprimer ses réserves ou ses souhaits pour un meilleur fonctionnement du laboratoire.

Nous craignons cependant que ces réunions à niveau relativement élevé ne paraissent pas destinées à tous; nous recherchons une meilleure formule impliquant une plus large participation des techniciens qui permettrait sans doute un meilleur échange. Elle n'est pas aisée, mais nous restons ouverts sur ce point à toutes suggestions.

## 4.2 Réunions de collaboration

Une caractéristique de la physique des hautes énergies est l'importance des moyens à mettre en oeuvre afin de réaliser les expériences projetées auprès des grands accélérateurs. Ceci ne peut être réalisé qu'au sein de grandes collaborations principalement européennes en ce qui concerne le laboratoire, les deux centres d'intérêts étant situés auprès des accélérateurs du CERN à Genève et de DESY à Hambourg.

Les périodes de prises de données nécessitent une présence continue de la part des physiciens pour varier de quelques semaines par an (pour des expériences sur cible fixe au CERN) à plusieurs mois (environ 9 mois pour les expériences auprès des anneaux de collisions de Hambourg).

L'analyse des données est ensuite effectuée dans les différents laboratoires et de nombreuses réunions sont ensuite nécessaires afin de confronter et de normaliser les différents résultats obtenus. Ces réunions ont lieu en moyenne tous les mois, et se situent soit dans les laboratoires participant à la collaboration, soit le plus souvent sur les centres d'expériences de Genève ou de Hambourg, et ceci afin de limiter au maximum les déplacements.

En dehors des réunions d'analyse de nombreuses autres réunions ont lieu, ayant pour sujet la préparation de nouveaux détecteurs (la construction se faisant sur plusieurs années) leurs modifications et leurs améliorations nécessitent de nombreuses discussions.

Pour l'année 1983, en ce qui concerne le laboratoire environ 4 personnes ont participé chaque mois à des réunions de collaboration au CERN, 3 personnes à Hambourg. Quelques réunions ont eu lieu en Grande-Bretagne et une réunion de discussion a eu lieu à Delphes en Grèce à laquelle ont participé 3 membres du laboratoire.

Réciproquement le laboratoire aussi organise des réunions de collaboration soit pour les expériences faites au CERN ou à Hambourg, soit pour la préparation de l'expérience LEP (DELPHI) et en conséquence recevoir chaque fois une vingtaine de collaborateurs.

Pour l'année à venir le laboratoire à la charge d'organiser un groupe de travail sur la physique  $\gamma\gamma$  auquel participeront environ 50 physiciens travaillant sur ce sujet.

L'organisation des réunions importantes au laboratoire s'avère très difficile par suite du manque de locaux en général et de salles de réunion en particulier. Chaque fois, nous sommes dans l'obligation d'emprunter ou même louer une salle lorsque le nombre de participants est important (qui peut atteindre 300 pour DELPHI). Pour les réunions comprenant seulement une dizaine de personnes, nous utilisons les salles dont nous disposons mais qui s'avèrent chaque fois inconfortables et même inadaptées.

#### 4.3 Voyages à l'étranger

La physique des particules se réalise sur une échelle internationale, et les expériences ont lieu auprès des gros laboratoires dispersés essentiellement en Europe et aux Etats-Unis. Ceci explique un continuel échange de physiciens dont le laboratoire LPNHE n'est pas absent.

Durant l'année écoulée plusieurs physiciens ont ainsi été détachés pour des stages durant en général 1 ou 2 années. Spécifiquement 3 physiciens travaillent actuellement au CERN grâce à des contrats du laboratoire accueillant : J. Dumarchez et M.C. Touboul y sont pour 2 années tandis que M. Baubillier y passe une année sabbatique. Un autre physicien C. de la Vaissière a également bénéficié d'un stage avec bourse de l'Université de Berkeley pour travailler sur une expérience à SLAC. Finalement, avec le financement du laboratoire L. Poggioli prépare une thèse d'état au laboratoire DESY dans une expérience où le laboratoire a pris une large part.

Cinq physiciens sur une trentaine sont actuellement détachés : le laboratoire est bien représenté sur les différents fronts de la physique des particules.

D'autre part, au mois d'Octobre 1982, T.P. Yiou a été invité par l'Université de Pékin, avec l'accord du ministère des relations extérieures de France pour donner une série de séminaires dans des différents laboratoires en Chine pendant trois semaines. C'est la première fois que notre laboratoire a eu un tel contact direct avec les milieux scientifiques chinois. Ce premier contact ouvre des perspectives très intéressantes de collaboration, inhabituelle, avec un pays en plein développement.



#### 4.4 Visiteurs étrangers

Les visiteurs étrangers correspondent à une autre facette des échanges de physiciens. Leur venue au sein de notre laboratoire est une source de renouvellement. Ces chercheurs chevronnés nous apportent leur culture scientifique, leur connaissance dans les sujets nouveaux concernant le laboratoire ou encore leur maîtrise des techniques de pointe. Ainsi en collaboration avec eux, les chercheurs du laboratoire ont acquis l'expertise dans les collisions  $\gamma\gamma$ , ils se sont lancés dans l'étude des phénomènes nucléaires dans les interactions hadroniques et ont réalisé des détecteurs de type nouveau (détecteur Cerenkov à gel de silice, tubes à "streamer",...). Les jeunes chercheurs, préparant des thèses de 3<sup>e</sup> Cycle ou de Doctorat d'Etat, tirent également un grand bénéfice de la présence des visiteurs étrangers, dont certains d'entre eux ont collaboré d'une façon exceptionnelle.

Au cours des deux dernières années, six visiteurs ont été accueillis par notre laboratoire à des titres divers : échanges dans le cadre de la Convention Franco-Polonaise, postes de Professeur associés aux Universités Pierre et Marie Curie et de Paris 7, postes de visiteurs étrangers à l'IN2P3. D'autres visiteurs sont attendus pour les années à venir et il serait souhaitable d'améliorer les conditions d'accueil (locaux plus vastes, postes universitaires de longue durée, ...) afin d'offrir à nos visiteurs des conditions de travail dignes de leur qualité.

Listes des visiteurs depuis 1981 :

ARMSTRONG Thomas  
DIMKOWSKI Zlatko  
FIELD John  
JACHOLKOWSKI Adam  
PIMENTA Mario  
ZIELINSKI Witold

#### 4.5 Formation de stagiaires

Le laboratoire accueille tous les ans plusieurs stagiaires au sein de ses équipes de physique ou de son équipe technique. Les stages sont de durée variable pouvant aller de quelques semaines à quelques mois et ont pour but généralement d'initier le stagiaire à certaines techniques de recherche. Pendant les années 1982-1983, le laboratoire a ainsi accueilli les personnes suivantes :

- dans le groupe CELLO (analyse de données)  
Serge BERTRAND (polytechnique)  
Vianney HENNES (polytechnique)  
Gregorio BERNARDI (Télécom)
  
- dans le groupe DELPHI (travail sur prototype et simulations)  
Michel GAILLARD (DEA)  
Arun INAM (Maîtrise)
  
- dans le groupe NEUTRINO (programmes de simulation)  
William KOLTON (DEA)
  
- dans le groupe EHS (analyse des données)  
Sylvie SUFFRET
  
- dans l'équipe CHADAC (informatique et électronique)  
Martine NIMSCREN (ESIEE)  
Bernhard HOGNER (ESIEE)  
François RAYER (IUT Cachan)

#### 4.6 Activité des enseignants

Le laboratoire comprend 16 enseignants : 5 de rang A et 11 de rang B. Les enseignants de rang B sont tous docteurs d'Etat et tous maîtres assistants (le dernier assistant est en cours de nomination).

La moyenne d'âge des enseignants de rang B est nettement supérieur à 35 ans : au cours des dix dernières années il n'y a eu aucun nouveau recrutement au titre de Paris VI et deux au titre de Paris VII : une entrée au niveau assistant et une au niveau professeur.

Parmi les enseignants quatre sont en détachement (les activités d'enseignement des trois premiers sont prises en compte dans ce qui suit) :

- deux sont au CERN pour une période de un an environ,
- un effectue un stage dans l'industrie,
- un est détaché au Cameroun depuis trois ans.

Les enseignants exercent leur activité d'enseignement dans deux grandes directions : le premier cycle et l'enseignement spécialisé de physique des particules. Il faut mentionner cependant la participation d'un professeur et d'un maître assistant à l'enseignement de l'électronique car ceci est un effet direct de l'énorme effort effectué par le laboratoire dans cette direction ces dernières années.

On peut résumer dans un tableau les activités de chacun :

	1° Cycle	Maîtrise	DEA
Paris VI	7	3	0,5
Paris VII	3,5	2,5	
Paris XI	1	-	

Remarque :

90% des enseignants effectuent au moins un demi service en 1<sup>o</sup> Cycle. Beaucoup d'enseignants exercent leur activité dans deux services différents ce qui rend leur tâche d'enseignement beaucoup plus lourde.

Horaire et Enseignement dispensé :

Les enseignants de rang A dispensent tous les cours magistraux. Aucun des enseignants de rang B ne se limite à assurer des travaux dirigés. Trois maîtres assistants de 1<sup>o</sup> Cycle dispensent à la fois cours et travaux dirigés, voir même cours, T.D., T.P. Tous participent à l'organisation de l'enseignement dans leur section, à la correction des copies et à l'organisation des examens. Plusieurs assurent la responsabilité de la coordination de leur équipe d'enseignement.

Les charges horaires - temps de présence devant les étudiants - sont très variables : elles sont plus faibles en PCEM où la correction des concours est très lourde, et elles sont maxima en SNV Paris VI où elles atteignent 150 heures annuelles. Mais tous mentionnent le nombre important d'heures qu'ils passent à préparer leur enseignement, corriger leurs copies, assister à des réunions pédagogiques.

Pourtant plus de 50% des enseignants participent à la vie de leur Université : ils s'occupent des commissions de spécialistes (20<sup>o</sup>S mais aussi 21<sup>o</sup>, 23<sup>o</sup>S province), sont membres des conseils d'UER et des conseils scientifiques (Paris VI, Paris VII), s'occupent des étudiants handicapés, des commissions d'équivalence.

#### 4.7 Expérience pédagogique

##### 4.7.1. L'enseignement de la physique des particules dans les lycées.

a) L'opération pédagogique (décrite dans le rapport d'activité 1981) continue sans problèmes et depuis 3 ans tous les élèves de classes terminales C et E, du territoire et des DOM-TOM, font les deux travaux pratiques sur les clichés de chambre à bulles. Il s'agit de mesurer d'abord le choc p.p élastique pour vérifier la validité et la nécessité du formalisme relativiste de la mécanique, et ensuite le choc p.p inélastique pour étudier la conversion énergie-matière en cherchant à identifier la particule neutre créée.

De nombreuses académies posent chaque année au baccalauréat un problème sur ce sujet.

b) En France ' développement récent est que cette physique, et les travaux pratiques, ont été mis au programme des classes spéciales techniques dites "Stoleru".

c) A la demande de l'Inspection Générale de Physique, le LPNHE a pris, au CERN, un nouveau lot de clichés à finalité pédagogique, sous le nom d'expérience WA73. Il s'agit toujours de chocs p.p, mais à 5 GeV/c. La signature relativiste est évidemment meilleure qu'à 2 GeV/c, et la mesurabilité (la courbure des traces) des événements est identique à la précédente, à cause du fort champ magnétique de BEBC.

Les clichés ont été dépouillés au laboratoire entre deux périodes de dépouillement EHS. Ils ont été mesurés sur l'un des CRT. Ils sont en cours d'analyse cinématique, plusieurs événements élastiques semblent très prometteurs, et pourront bientôt être tirés en photographies grand format et étudiés en classe de lycée.

d) La Belgique, la Norvège, le Portugal et l'Angleterre et même les USA s'intéressent à l'opération et ont demandé des photographies.

e) En collaboration avec le département des relations publiques du CEA, le promoteur de l'expérience a travaillé à l'établissement d'un lot de 36 diapositives et de la brochure explicative d'accompagnement. Ces diapositives illustrent l'instrumentation utilisée en physique atomique, nucléaire et en physique des hautes énergies.

Ce lot est remis gratuitement aux lycées.

#### 4.7.2 Mise au point d'un compteur de radioactivité

Un groupe de travail comprenant des Inspecteurs Généraux, des membres du CEA et Jean Duboc a défini et mis au point un appareil simple pour faire des travaux pratiques sur la radioactivité.

La source radioactive est du  $^{137}_{55}\text{Cs}$ , de  $10\mu\text{Ci}$ . L'appareil comprend : la source, le compteur, une série d'écrans d'aluminium et de plomb, l'horloge, l'échelle de comptage, etc...

Les élèves interposent entre la source et ce compteur d'abord des écrans d'aluminium pour observer l'absorption des  $\beta$ , puis de plomb pour observer celle des  $\gamma$ .

Le CEA a financé les prototypes, qui furent ensuite offerts à six lycées expérimentaux. L'appareil est maintenant commercialisé.

#### 4.7.3 Mise au point de logiciels pédagogiques

Tous les lycées nationaux doivent être équipés en micro-ordinateurs - 8 par lycée, c'est l'opération "10.000 micros" - Actuellement 120 le sont.

A la demande de l'Inspection Générale de Physique, J. Duboc a travaillé en collaboration avec elle, à la mise au point de logiciels pédagogiques.

-Actuellement : sur le traitement et l'analyse des résultats de T.P. de radioactivité.

A partir des mesure des élèves, le logiciel traite d'abord l'absorption des  $\gamma$  en adaptant une droite aux coordonnées semi-logarithmiques mesurées. Les résultats sont très bons.

Puis il traite les mesures  $\beta$ , en soustrayant le fond de  $\gamma$ , et les résultats sont nettement moins bons, mais les écarts forment une courbe régulière incurvée.

Les élèves comprennent vite que ceci est dû au fait que les  $\beta$  ne sont pas mono-cinétiques, car il s'agit d'une désintégration en trois corps ; et ils sont ainsi sensibilisés à l'existence de l'antineutrino.

Une version préliminaire de ce logiciel a été essayée dans quelques lycées (Paris, Strasbourg, Bordeaux), la version définitive, avec sa brochure d'accompagnement, doit être diffusée l'hiver 1984 par le Centre National de Documentation Pédagogique.

Il est prévu que l'expérience pédagogique française soit présentée à l'exposition cycle de Conférences qu'organiserà le CERN en Septembre 84 sur le thème : "L'enseignement moderne de la Physique".

#### 4.8 LA FORMATION PERMANENTE

Il s'agit dans le cadre des expériences de définir les profils des agents nécessaires à un bon déroulement des différents travaux techniques.

Afin que les agents du laboratoire puissent progresser nous avons fait plusieurs réunions pour les inciter à s'inscrire à des formations permanentes.

Des stages d'informatique, d'électronique ont ainsi été suivis par des agents.

Au cours de l'année 84 nous pensons pouvoir offrir des stages d'électronique à un niveau élémentaire permettant à 1 ou 2 agents de parvenir à trouver une place plus appropriée dans le cadre des expériences du laboratoire. Notre laboratoire a examiné ce problème de formation permanente avec le souci de permettre à chacun de contribuer aux nouvelles expériences du laboratoire et c'est dans l'intérêt du service que seront choisis les stages de formation permanente, ainsi bien évidemment que dans l'intérêt des agents.

#### 4.9 COLLOQUE INTERNATIONAL SUR L'HISTOIRE DE LA PHYSIQUE DES PARTICULES 21 - 23 Juillet 1982 à PARIS (colloque CNRS N°336 responsables : Mme J. Laberrique et M. A. Berthelot)

Tenu sous les auspices du CNRS, de la Société Française de Physique et de la Société Européenne de Physique, et financé par le CNRS, le CEA et le Crédit Lyonnais, le Colloque International sur l'histoire de la Physique des Particules était consacré à la période 1930-1960. A cette époque la physique des particules élémentaires est née de la physique nucléaire et de la physique du rayonnement cosmique, et a établi ses fondements.

Le développement de la physique des particules a été si rapide, si impressionnant pendant cette période, qu'il a été nécessaire de limiter les sujets abordés en essayant de développer les sujets qui n'auraient pas été traités auparavant.

Le colloque a donc été consacré à quelques unes des principales découvertes : l'origine et l'évolution de certains concepts (tels l'isospin, l'étrangeté) de la physique du neutrino, des théories (Q.E.D., interactions faibles) et des développements techniques.

Le rôle des institutions et la position des physiciens pendant la deuxième guerre mondiale devant les nouvelles armes ont également été traités.

L'un des buts du colloque était de recueillir les témoignages directs de physiciens éminents acteurs pendant la période considérée. Un autre était d'avoir la participation de jeunes physiciens des particules élémentaires et d'historiens des sciences. Cela correspondait à un besoin, car il est un fait que bien des physiciens des particules, sentant que les dimensions des expériences atteintes aujourd'hui, atteignent une limite, s'intéressent à leur passé récent et sont intéressés à trouver leurs racines.

De grands noms de la physique des particules, dont 4 prix Nobel ont apporté avec enthousiasme leur contribution à ce colloque.

Les comptes-rendus, publiés aux Editions de Physique en Décembre 82 (série Colloques : C.8 supplément au n°12) constituent un document. C'est une contribution importante à l'histoire de la physique des particules.



#### 4.10 EXPOSITIONS ET JOURNÉES "PORTES OUVERTES"

Le laboratoire a participé activement à la journée "portes ouvertes" souhaitée par l'Université Pierre et Marie Curie à l'occasion de la clôture du Colloque National de la Recherche. Cette journée, fixée au 16 Janvier 1982 avait été organisée avec un certain souci de "popularisation".

Quelques textes rappelaient l'évolution de la notion de particule élémentaire depuis l'atome des grecs. Sur une dizaine de panneaux séparés, des "posters" représentaient outre les sites expérimentaux du CERN et de Hambourg, les grandes techniques d'expérimentation à haute énergie. Un panneau indépendant avait été réservé à chacune des expériences du laboratoire, indiquant le but recherché et les résultats obtenus (E.H.S., expérience de  $K^-$  à 8,25 GeV/c, spectromètre Oméga, équipe CELLO à Petra, émulsions photographiques, L.E.P.). Entre autres documents nous avons projeté aux visiteurs des photographies de clichés de chambres à bulles représentant des événements rares, de même que quelques planches et textes de type muséographique.

En dehors de cette information illustrée, nous avons offert aux visiteurs la possibilité de visiter le laboratoire de microscopie pour émulsions nucléaires et d'assister à la manipulation de 3 tables de projection de clichés de chambres à bulles. Le C.R.T. leur a été présenté et ils ont pu assister à la mesure des événements sur cet appareil. Enfin, nous avons effectué à leur intention une visualisation d'événements pris à Hambourg (à l'accélérateur PETRA).

Nous avons évalué à environ 200 le nombre de visiteurs.

En dehors de cette journée "portes ouvertes", l'un des physiciens du laboratoire a orienté une partie importante de ses activités vers la diffusion de l'information à des titres divers :

- membre du Conseil Scientifique de l'exposition "Communication préparée par le C.N.R.S. (Mai 1984)
- membre du Comité Thématique : "Structure de la matière" du Musée de la Villette.

#### 4.11 EXPOSITION DE TOULOUSE

Le laboratoire a été récemment convié par le Vice-Président de Paris VI à participer à la réalisation d'un stand représentatif de l'Université dans le cadre du SITEF à Toulouse (Salon International des Techniques et Energies du Futur 18 - 23 Octobre 1983).

Ce salon était surtout fréquenté par des industriels, nous avons présenté des réalisations techniques du laboratoire, essentiellement les deux parties du détecteur CELLO construites au laboratoire pour les expériences de Hambourg, soit l'électronique du détecteur à argon liquide et le détecteur avant.

Nous avons regretté d'être informé trop tard de cette exposition : il eût été souhaitable d'y faire présenter par l'un de nos ingénieurs le multiprocesseur CHADAC construit au laboratoire et susceptible d'être commercialisé ; nous avons envoyé une brochure descriptive, mais restons convaincus d'avoir perdu la possibilité d'un contact précieux avec l'entreprise.

#### 4.12 HYGIENE ET SECURITE

En application de l'article 4 du décret 82-453 du 28 Mai 1982 relatif à l'Hygiène et à la Sécurité du travail ainsi qu'à la prévention médicale dans la fonction publique, un agent (B. Canton) a été chargé de la mise en oeuvre des règles d'hygiène et de sécurité. Sa première tâche a consisté à regrouper en un seul lieu les divers documents sur l'hygiène et la sécurité existant dans le laboratoire. Des dossiers d'information et des registres de suggestions ont été créés et mis à la disposition du personnel dans les bibliothèques. Un registre des incidents survenant dans le laboratoire a de plus été ouvert.

PUBLICATIONS

1. LA PHYSIQUE DU CHARME ET DE LA BEAUTE

a) E.H.S.

L. de Billy, M. Boratav, H. Briand, J. Duboc, J. Dumarchez, J. Laberrigue, H.K. Nguyen, M.C. Touboul, A.M. Touchard, T.P. Yiou.

1. The E.H.S. lead glass calorimeters and their laser based monitoring systems.  
Nucl. Inst. Meth. 198 (1982) 217.
2. The European Hybrid System, a facility to study multihadrons events produced in high energy interactions.  
Nucl. Inst. Meth. 205 (1983) 79.
3. Life-time measurement of charm meson produced in  $\pi^-p$  and pp interactions at 360 GeV/c.  
Phys. Lett. 122B (1983) 312.
4. Charm D-meson production in 360  $\pi^-p$  interactions ; evidence for leading quarks.  
Phys. Lett. 123B (1983) 93.
5. Charm D-meson production in 360 GeV/c pp interactions ; comparison with  $\pi^-p$  at the same energy.  
Phys. Lett. 123B (1983) 103.
6. D-meson branching ratios and hadronic charm production cross-sections.  
LHS-LBC Collaboration.

b) Emulsion

J. Lory, D. Schune, Tsai-Chu, B. Willot.

1. Measurement of the life-time of neutral charmed mesons.  
CERN-EP/83-183. 2 Decembre 1983.  
Submitted to Physics Letters.

2. LA PHYSIQUE AUPRES DES ANNEAUX DE COLLISIONS

a) CELLO

J.H. Field, R. George, M. Goldberg, B. Grossetête, O. Hamon, F. Kapusta,  
F. Kovacs, R. Pain, L. Poggioli, M. Rivoal.

1. Measurement of the reaction  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  for  $14 \leq \sqrt{s} \leq 36.4$  GeV.  
Z. Physik C14 (1982) 283.
2. The influence of fragmentation models on the determination of the strong coupling constant in  $e^+e^-$  annihilations into hadrons.  
Nuclear Physics B218 (1983) 269.
3. Observation of topologically isolated energetic electrons in  $e^+e^-$  interactions.  
Phys. Letters 118B (1983) 211.
4. Investigation of two photon final states in  $e^+e^-$  annihilation at  $\langle \sqrt{s} \rangle = 34.2$  GeV.  
Phys. Letters 123B (1983) 127.
5. Coupling strengths of weak neutral currents from leptonic final states at 22 and 34 GeV.  
Z. Physik C16 (1983) 301.
6. Measurement of the lifetime  
Nuclear Physics B211 (1983) 369.
7. Lepton pair production in deep inelastic  $e-\gamma$  scattering.  
Phys. Letters 126B (1983) 384.
8. Experimental study of the hadronic photon structure function.  
Phys. Letters 126B (1983) 391.
9.  $r$  branching ratios and polarization limits in  $e^+e^-$  interactions at  $\sqrt{s} = 34$  GeV.  
Phys. Letters 127B (1983) 270.

10. Inclusive production of electrons and muons in multihadrons events at Petra.

Z. Physik C19 (1983) 291.

11.  $\gamma\gamma$  and  $e\gamma$  collisions at future high energy colliders.

LPNHE-83/04 - J. Field.

12. What have we learned from measurements of the  $2\gamma$  radiative widths of the pseudoscalar and tensor mesons?

LPNHE-83/05 - J. Field.

13. Inclusive  $\gamma$  and  $\pi^0$  production in  $e^+e^-$  annihilations at 14,22 and 34 GeV cm energy.

Z. Physik C20 (1983) 207.

14. Measurement of the reaction  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^-$  at Petra.

DESY report 83-081 - Septembre 1983.

b) DELPHI

M. Baubillier, M. Boratav, A. Falasse, J.F. Genat, B. Grossetête, C. Pambrun, Ph. Villeneuve de Janti.

1. The performance of limited-streamer drift tubes.

LPNHE-83/02

Nucl. Inst. and Meth. B217 (1983) 205.

2. Technical proposal - DELPHI

DELPHI/83-66/1 - 17 May 1983.

3. Report on some features of the Outer Detector

DELPHI/83-82 - LPNHE/83-03.

4. Data volume and readout for the Outer Detector

J.F. Genat - DELPHI/83-35

5. Fast charge division prototyping with 8 bits FADC.

C. Pambrun - DELPHI/83-39.

6. Performance of fast charge division on drift tubes operated in limited streamer mode.

Soumis à Nuclear Instruments and Methods.

7. Le LEP. Une nouvelle étape de la physique corpusculaire  
La Recherche Vol. 138 (1982) 1786. M. Baubillier et J.J. Aubert.

8. Alignement of the Outer Detector.  
Add. to Collops Notr 35-81 (Juillet 1982).

9. Triggering with the Outer Detector.  
M. Baubillier, Ph. Villeneuve de Janti  
DELPHI/82-38

10. First level trigger for DELPHI : Integrated circuit logic for the O.D.  
J. Passenau, M. Boratav, J.F. Genat  
Rapport LPNHE/83-07 - 30/11/1983.

### 3. LA PHYSIQUE DES NEUTRINOS

J.M. Lévy, Y. Pons, M. Rivoal, A.M. Touchard, F. Vannucci

1. Decays of massive neutrinos.  
LPNHE/83-01 - F. Vannucci

### 4. LA PHYSIQUE DES CIBLES FIXES

#### a) "OMEGA PHOTON" Collaboration

J.M. Lévy, J. Laberrigue, Ch. de la Vaisnière, T.P. Yiou

1. Photoproduction of an isoscalar  $3\pi$  resonance at 1.67 GeV.  
CERN-EP/83-27  
Phys. Letters 127B (1983) 132.
2. The reaction  $\gamma p \rightarrow p \omega \pi^+ \pi^-$  for photon energies of 25-50 GeV.  
CERN-EP/83-28  
Nuclear Physics B229 (1983) 269.

3. Photoproduction of  $\pi^+ \pi^- \pi^0$  on hydrogen with linearly polarized photons of energy 20 - 70 GeV.  
Nuclear Physics B231 (1984) 15.
4. Further evidence for photoproduction of charmed F-mesons  
Z. Physik C17 (1983) 1.
5. Photoproduction of  $\rho\rho$  and  $\rho f$  systems  
Accepté par Nuclear Physics - CERN/EP-83-106
6. Photoproduction of  $K\bar{K}\pi$  final states in the energy range 20-70 GeV.  
Nuclear Physics B231 (1984) 1.
7. Inclusive photoproduction of  $\delta(980)$  and  $B(1235)$  at high  $X_F$ .  
CERN-EP/84-06 - Accepté par Physics Letters B.
8. A spin parity of the  $\omega\pi^0$  enhancement photoproduction in the energy range 20 to 70 GeV.  
Accepté par Nuclear Physics. CERN-EP/83-185)

b) "K<sup>-</sup>8\_GeV\_cbh\_2m"

M. Baubillier, F. Lévy, R. Zitoun

1. Observation of  $K^*$  resonance at 2088 MeV.  
Phys. Letters 118B (1982) 447.
2. Study of the reaction  $K^-\bar{p} \rightarrow \bar{p}\bar{p}\Lambda$  at 8.25 GeV/c.  
Phys. Letters 118B (1982) 450.
3. A Partial wave analysis of the  $f'$  region in the reaction  $K^-\bar{p} \rightarrow K^-\bar{K}^-\Lambda^0$  at 8.25 GeV/c  
Z. Physik C17 (1983) 309.

c) "Ω'"

M. Baubillier, J.C. Brient, Y. Pons, M. Sené, Z. Stachman, R. Zitoun

1. Evidence for double production in the reaction  $K^-p \rightarrow \phi\phi\Lambda\Sigma^0$  at 18.5 GeV/c  
Phys. Letters 121B (1983) 83.
2. Partial wave analysis of the  $K^- \phi$  system produced in the reaction  
 $K^-p \rightarrow K^+K^-Kp$  at 18.5 GeV/c.  
Nuclear Physics B221 (1983) 1.
3. Evidence for resonant structures in the  $\Lambda\bar{p}$  system.  
Nuclear Physics B227 (1983) 365.
4. Search new  $S\bar{S}$  states in the  $K^-$  induced  $K^+K^-$  system.  
Nuclear Physics B224 (1983) 193.



COMMUNICATIONS AUX CONFERENCES

- 21e Conférence Internationale de Physique des Hautes Energies.  
Paris 26-31 juillet 1982.  
CELLO Collaboration.
  
- The influence of fragmentation models on the determination of ...  
CELLO Collaboration. H.J. Behrend et al.
  
- Analysis of the energy weighted angular correlations in hadronic ...  
CELLO Collaboration, (preprint DESY 82-022)
  
- Scalar lepton search with the Cello detector at Petra.  
CELLO Collaboration, (preprint DESY 82-021).
  
- Measurement of  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$  at high energy and properties ...  
CELLO Collaboration, (preprint DESY 82-020 and LAL 32/03).
  
- Measurement of reaction  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  for  $14 \leq \sqrt{s}$  ...  
CELLO Collaboration, (preprint DESY 82-019).
  
- Measurement of inclusive  $\gamma$  and  $\pi^0$  spectra and a comparison ...  
CELLO Collaboration, (preprint DESY 81-018).
  
- An analysis of the charged and neutral energy flow in  $e^+e^-$  ...  
CELLO Collaboration (preprint DESY 82-017 and LAL 82-06).
  
- Determination of the radiative widths of the  $\eta'$  and  $A_2$  from ...  
CELLO Collaboration, (preprint DESY 82-008).
  
- Observation of topologically isolated energetic electrons in  $e^+e^-$  ...  
CELLO Collaboration.
  
- Measurement of the photon structure function  $F_2$ .  
CELLO Collaboration (H.J. Behrend et al.)
  
- Measurement of deep inelastic  $e-\gamma$  scattering with electron pair ...  
CELLO Collaboration (H.J. Behrend et al.).
  
- Measurement of the  $\tau$  lifetime.  
CELLO Collaboration (H.J. Behrend et al.).
  
- Coupling strengths of weak neutral currents from leptonic final ...  
CELLO Collaboration (H.J. Behrend et al.).

COMMUNICATIONS AUX CONFÉRENCES

1. Charmed particle production in 360 GeV  $\pi^-p$  and 360 GeV  $p-p$  interactions.  
XXI International Conference on High Energy Physics, PARIS-Juillet 1982.  
*M.C. Touboul - EHS Collaboration.*
2. Charmed particle lifetimes.  
XXI International Conference on High Energy Physics, PARIS-Juillet 1982.  
*M.C. Touboul - EHS Collaboration.*
3. The performance of limited streamer drift tubes.  
Accepté par la Conférence de Vienne sur les chambres à fils-Février 1983.  
*M. Baubillier - LEP Collaboration.*
4. Study of the A dependence of inclusive p and  $\bar{p}$  production in  $\pi^+$  nucleus interactions at 30 GeV/c.  
*M. Baubillier, N. Ershaidat, Z. Strachman, R. Zitoun.*  
Conférence de Brighton.
5. Evidence for meson in  $K^+K^0\pi^-$  system produced in  $K^-p$  interaction at 18 GeV/c.  
Conférence de Brighton.  
*M. Baubillier, N. Ershaidat, A. Strachman, R. Zitoun.*
6. Symétries et lois de conservation en Physique.  
Compte-Rendu des rencontres de Méribel (Biologie) 1982.  
*M. Boratav.*
7. Branching ratios and polarization limits in  $e^+e^-$  interactions at square root  $s = 35$  GeV.  
*Cello Collaboration - Conférence de Brighton HEP 83-0378.*
8. Measurement of the reaction  $\gamma\gamma \rightarrow 4\pi$  at Petra.  
*Cello Collaboration - Conférence de Brighton HEP 83-C289.*
9. Production of  $f^0$  in  $\gamma\gamma$  collisions.  
*J. Field, F. Kovacs - Brighton HEP 83-0289.*
10. Experimental study of the hadronic structure function.  
*Cello Collaboration - Brighton HEP 83-305*

11. D meson branching ratios and hadronic cross section.  
Int. Europhysics Conf. on High Energy Physics - Brighton 1983.  
*E.H.S. Collaboration*
12. Inclusive production of electrons and muons in multihadronic events at PETRA.  
*Cello Collaboration - HEP 83-0379 - Conférence de Brighton 1985.*
13.  $\gamma\gamma$  and  $e\gamma$  collisions at future high energy colliders.  
*J. Field - Conférence de Brighton - LPNHE/83-04*
14. Charmed particle lifetimes from experiment WA58  
Photon emulsion Collaboration - Brighton HEP 83.  
*J. Lory, D. Schune, Tsai-Chu, B. Willot.*
15. Contribution au "5<sup>th</sup> International Workshop on Photon-Photon interactions"  
Aachen (RFA) 13-17 Avril 1983 : Production of  $f^0$  in  $\gamma\gamma$  collisions.  
*F. Kovacs*
16. Contribution au Symposium de Physique des Hautes Energies  
Kazimierz - POLOGNE : Selected topics on two photon physics.  
*F. Kovacs*
17. Contribution à "H.E.P." Brighton 83 : What have we learned from measurements of the 2 radiative widths of the pseudoscalar and tensor mesons?  
*J. Field - LPNHE/83-05*

DIVERS

1. Prospective vers l'infiniment petit.  
Académie Malgache - Tananarive 1982.  
*B. Grossetête*
2. CHADAC : Chaîne d'acquisition 16 bits modulaire multiprocesseur  
Micro Bulletin n°8 (1982).  
*J.P. Denance, J.F. Huppert, P. Nayman, M. Rivoual*
3. Chaîne d'acquisition multiprocesseur : carte CPU et exemple d'application  
Minis et Micros n°185 (1983) 58.  
*J.P. Denance, J.F. Huppert, P. Nayman, C. Pambrun, M. Rivoual*
4. Les physiciens des particules en quête de leur histoire.  
La recherche Vol.135 (1982) 908.  
*J. Laberrigüe*
5. Electromagnetic processes at low momentum transfer a review for users.  
Accepté par les Annales de Physique.  
*B. Grossetête*
6. Rapport CCU  
*B. Grossetête*
7. Polycopiés : "cours de Physique des Particules"  
*B. Grossetête*
8. SLC : le rival américain des anneaux du CERN  
*Christian de la Vaissière*  
La recherche n°148, Octobre 83, p.1284.
9. History of Physics Newsletter - "Particle Physics"  
*J. Laberrigüe*  
Volume 1, n°4.
10. Production inclusive de  $\Lambda$  et de  $\bar{\Lambda}$  dans les annihilations  $e^+e^-$  à 29 GeV.  
*Christian de la Vaissière*  
Rapport LPNHE/83-08 - 15/12/1983.

11. Aspects actuels de la physique des particules, travaux pratiques  
sur les photographies de chambre à bulles dans les lycées français.

*J. Duboc*

Bulletin de l'Association Belge des Professeurs de Physique et de Chimie  
Vol. 77 - Juin 1983.

12. Articles de vulgarisation :

1) Mais où l'antimatière se cache-t-elle? Ça m'intéresse. Novembre 82

2) Le big bang Janvier 83

*J. Duboc*

13. Conférences :

1) Liège - Août 1982

Aspects actuels de la physique des particules

2) Paris Décembre 1982

3) Paris Décembre 1983

Conférences faites aux professeurs stagiaires du Centre Pédagogique  
régional.

4) Bruxelles - Février 1983

Travaux pratiques sur les photographies de chambre à bulles.

5) Montpellier - Novembre 1983

Un thème de logiciel pour microordinateurs en usage dans les lycées ;  
le traitement statistique d'une expérience de radioactivité.

*J. Duboc*

THESES DE 3<sup>eme</sup> Cycle

- 1 . Etude d'un système  $\Lambda\bar{p}$  produit vers l'avant dans la réaction  $K^-p \rightarrow \bar{p}p$   
à 18.5 GeV/c.

*Jean-Claude Brient*

17 Mai 1983

- 2 . Etude d'un détecteur cerenkov a aérogel de silice pour le spectromètre  $\Omega^1$   
Etude de la production de protons rapides dans les interactions  $\pi^\pm$  noyaux  
à 30 GeV/c.

*Nidal Ershaidat*

8 Novembre 1983

LISTE DES SEMINAIRES

Les séminaires sont cojointes LPNHE-Laboratoire de Physique Corpusculaire du Collège de France. Au premier semestre ils ont lieu au LPNHE tandis qu'au deuxième semestre ils ont lieu au Collège de France.

Séminaires - année 1982

- 11 Janvier 1982 High-resolution experiments on short-lived particles :  
past and future.  
*S. Reucroft (CERN)*
- 18 Janvier 1982 Principaux résultats de la collaboration européenne des  
muons.  
*G. Coignet (LAPP)*
- 25 Janvier 1982 Détecteurs à état solide et leur utilisation dans les  
expériences de charme.  
*G. Bellini (Milan)*
- 1<sup>er</sup> Février 1982 La physique  $\bar{p}p$  à LEAR  
*R. Vinh-Mau (LPTHE-Paris)*
- 15 Février 1982 Search for fundamental scalar particles at LEP in  $e^+e^-$   
collisions in the 100 GeV region.  
*G. Barbiellini (CERN)*
- 22 Février 1982 Premiers résultats de UA1.  
*G. Sajot (Collège de France)*
- 1<sup>er</sup> Mars 1982 La couleur est-elle observée dans les interactions  
hadroniques?  
Mesure à l'aide d'un déclenchement sur des paires de  
leptons dans l'expérience WA11.  
*B. Peitryk (DPhPE-Saclay)*
- 10 Mars 1982 Résultats de Mark II à P.E.P.  
*A. Blondel (LPNHE-Ecole Polytechnique)*

- 17 Mars 1982 La fusion thermonucléaire : concepts, expériences en cours, perspectives.  
*R. Pellat (Ecole Polytechnique)*
- 24 Mars 1982 Spectroscopie des mésons lourds.  
*C. Quigg (E.N.S. - F.N.A.L.)*
- 31 Mars 1982 Mesure du taux de production d'axions auprès d'une réacteur nucléaire.  
*Y. Desclais (LAPP-Amnecy)*
- 21 Avril 1982 Les futurs projets  $e^-p$  : Hera...  
*J. Feltesse (CEN-Saclay)*
- 28 Avril 1982 Cordes quantiques et spectres de masse des hadrons.  
*J.L. Gervais (E.N.S.)*
- 5 Mai 1982 Expériences sur les inégalités de Bell.  
*A. Aspect (Institut d'Optique)*
- 12 Mai 1982 Moment transverse des dimuons.  
*Ph. Miné (Ecole Polytechnique)*
- 19 Mai 1982 Qu'à-t-on appris de neuf en Physique Nucléaire avec la diffusion d'électrons?  
*B. Frois (CEN-Saclay)*
- 26 Mai 1982 Jets de quarks et de gluons dans l'état hadronique final de l'interaction  $\mu p$  et  $e^+e^-$  : analyse dimensionnelle.  
*J.J. Aubert (Luminy Marseille)*
- 2 Juin 1982 Derniers développements dans le domaine de collisions photon-photon.  
*F. Kessler (L.F.C.)*
- 17 Novembre 1982 Théorie de jauge sur réseaux : une approche à la physique hadronique.  
*V. Alessandrini (LPTHE-Orsay)*



- 24 Novembre 1982 Recherches d'axions dans des sources monochromatiques.  
*S. ZYLBERAJCH (DPHPE-Saclay)*
- 15 Décembre 1982 Observation d'une violation de parité dans l'atome de Césium.  
*L. Pottier (E.N.S.)*

Séminaires - Année 1983

- 19 Janvier 1983 Very high resolution silicon detectors for charm detection in the NA11 experiment at CERN.  
*E. Belau (Max-Planck-Institut-Munich)*
- 16 Février 1983 Observation d'événements compatibles avec la désintégration  $W \rightarrow \text{électron} - \text{neutrino}$  dans l'expérience UA1.  
*J.P. Mendiburu (L.P.C. Collège de France)*
- 21 Février 1983 Résultats récents et plans futurs pour le détecteur Mark II à SLAC.  
*G.H. Trilling (SLAC)*
- 2 Mars 1983 Théories de jauge sur réseau. Méthodes et résultats.  
*André Morel (Physique Théorique-Orme des Merisiers)*
- 9 Mars 1983 b quark physics.  
*M. Thormäike (Cornell University)*
- 16 Mars 1983 Recherche d'électrons à grande impulsion transverse dans les collisions  $\bar{p}p$  à 540 GeV. (Expérience UA2)  
*S. Loucatos (DPHPE-Saclay)*
- 13 Avril 1983 NA4 : Passé récent et futur proche (asymétries, effets nucléaires).  
*M. Cribier (C.E.N.-Saclay)*
- 20 Avril 1983 GLUEBALLS - Revue de la situation théorique et expérimentale.  
*R. Zitoun (LPNHE-Paris)*
- 27 Avril 1983 Accélérateurs futurs.  
*J.P. Merlo (DPHPE-Saclay)*

- 4 Mai 1983 La conversion photovoltaïque, état de la recherche et des développements industriels.  
*B. Équer (L.P.C.-Collège de France)*
- 18 Mai 1983 Contraintes cosmologiques en physique des particules.
- 30 Novembre 1983 MARK II : Quelques résultats récents. Vers le SLC.  
*Ch. de la Vaissière (LPNHE-Paris)*
- 7 Décembre 1983 A new view of leptons which predicts 4 generations and stability of proton.  
*G.F. Chew (Berkeley et LPTHE-Paris)*
- 14 Décembre 1983 Possibilité de déconfinement des quarks et gluons dans les interactions Ion-Noyau. (Projets d'expérience au PS et SPS du CERN).  
*G.W. Lončon (DFPhE-Saclay)*
- 21 Décembre 1983 Les monopôles magnétiques primordiaux en cosmologie. Hypothèse ou nécessité?  
*J. Schneider (Observatoire de Meudon)*

ANNEXE 1

SIGNIFICATION DE SIGLES UTILISES DANS CE RAPPORT ET EN PARTICULIER  
PAR LES PHYSICIENS DES PARTICULES.

-----

BEBC	Big European Bubble Chamber. Chambre à bulles à Hydrogène.
BTS	Brevet Technique Supérieur
C.A.O.	Conception Assistée par Ordinateur.
C.C.P.N.	Centre de Calcul de Physique Nucléaire (Paris, France).
C.E.A	Commissariat à l'Energie Atomique (France)
CELLO	Détecteur électronique équipant une zone de collisions de PETRA.
CERN	Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire.
CHADAC	Système de microprocesseurs utilisé au LPNKE.
C.N.R.S	Centre National de la Recherche Scientifique.
C.R.T.	Cathode Ray Tube. Appareil de mesure automatique de clichés de chambres à bulles.
DELPHI	Detector With Electron Lepton Photon and Hadron Identification. Détecteur électronique devant équiper une zone de collisions.
DESY	Deutsches Elektronen Synchrotron (Hambourg, RFA).
DPHPE	Département de Physique des Particules Élémentaires (Saclay, France).
DUT	Diplôme Universitaire de Technologie.

EFCIS	Filiale de Thompson (France)
EHS	European Hybrid Spectrometer
FNAL	Fermi National Laboratory (Chicago,USA) Ce laboratoire est équipé d'un supersynchrotron de 500 GeV.
HERA	Hadron-Elektron-Ring Anlage. Anneaux de collisions électrons protons en projet à DESY.
HOLEBC	Chambre à bulles à haute résolution.
HPC	Calorimètre électromagnétique utilisant la technique de projection temporelle.
IN2P3	Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules.
IRCAM	Institut de Recherche et Coordination Acoustique Musique.
L.A.L.	Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (Orsay,France).
L.A.P.P.	Laboratoire d'Annecy le Vieux de Physique des Particules (France).
L.E.P.	Large Electron Positron. Anneaux de collisions électron positron en construction au CERN. Son énergie, dans une première étape, sera de 50 GeV au faisceau.
L.P.N.H.E.	Laboratoire de Physique Nucléaire et des Hautes Energies de Universités Paris 6 et Paris 7 (France).
L.P.N.H.E X	Laboratoire de Physique Nucléaire et des Hautes Energies de l'Ecole Polytechnique(Palaiseau,France).
$\Omega'$	Spectromètre magnétique auprès du SPS (CERN).
PCEM	Premier Cycle des Etudes Médicales.
PEP	Proton Electron Positron. Anneau de collisions $e^+e^-$ de 15 GeV par faisceau (Stanford,USA).

PETRA                    Positronen Elektronen Tandem Ring Anlage.  
Anneau de collisions électrons positrons. Il est installé  
sur le site de DESY. L'énergie atteinte est de 22,5 GeV par  
faisceau.

PLUTO                    Détecteur électronique ayant équipé une des zones de  
collisions de PETRA.

P.S.                     Synchrotron à protons de 30 GeV au CERN.

QCD                     Quantum chromodynamics.

QED                     Quantum electrodynamics.

RICH                    Ring Image Cerenkov.

SLAC                    Stanford Linear Accelerator Center (USA)

SLC                     Stanford Linear Collider.  
Système de collisions d'électrons et de positrons de  
50 GeV en construction à Stanford (USA).

SNV                     Sciences de la Nature et de la Vie.

SPEAR                    Stanford Positron Electron Assymetric Ring.

SUPELEC                Ecole Supérieure d'Electricité (France)

TD                      Travaux Dirigés.

TP                      Travaux Pratiques

TPC                     Time Projection Chamber.

UER                     Unité d'Enseignement et de Recherche

ANNEXE 2

LISTE DES CHERCHEURS DU L.P.N.H.E. au 01/01/84

1/ ENSEIGNEMENT SUPERIEUR :

ASTIER André	Président de l'Université Paris VI Professeur à Paris VI
DAUBILLIER Michel	Professeur Paris VI
de BILLY	Maître Assistant - Docteur d'Etat-Paris VII
BORATAV Murat	Professeur Paris VI
BRIAND Hélène	Maître Assistant - Docteur d'Etat - Paris VI.
BURLAUD Daniel	Maître Assistant - Docteur d'Etat - Paris VI (Détaché au Cameroun)
DROUIN Monique	Maître Assistant - Paris VI
FATTON Jacques	Maître Assistant - Paris VII
GROSSETETE Bernard	Professeur - Paris VII Directeur du L.P.N.H.E.
HAMON Odile	Maître Assistant - Docteur d'Etat - Paris VI
LORY Jacqueline	Maître Assistant - Docteur d'Etat - Paris XI
METTEL CHEV Denise	Maître Assistant - Docteur d'Etat - Paris VI
PONS Yvette	Maître Assistant - Docteur d'Etat - Paris VII
SHUNE Denise	Maître Assistant - Docteur d'Etat - Paris VI
TOUBOUL Marie Claude	Maître Assistant - Docteur d'Etat - Paris VI
VANNUCCI François	Professeur - Docteur d'Etat - Paris VII
VILLENEUVE DE JANTI Philippe	Maître Assistant - Docteur d'Etat-Paris VI
WILLOT Brigitte	Maître Assistant - Docteur d'Etat - Paris VI
ZITOUN Robert	Maître Assistant - Docteur d'Etat - Paris VI

2/ CHERCHEURS C.N.R.S.

DUBOC Jean	Maître de Recherche	
DUMARCHEZ Jacques	Chargé de Recherche	
DURUSOY Barlas	Chargé de Recherche	Docteur d'Etat
GEORGE Roger	Maître de Recherche	
Goldberg Marcel	Maître de Recherche	
KAPUSTA Frédéric	Attaché de Recherche	
KOVACS Francis	Chargé de Recherche	
LABBERRIGUE Jeanne	Directeur de Recherche	
LEVY Françoise	Maître de Recherche	
LEVY Jean-Michel	Chargé de Recherche	
NGUYEN Huu Khanh	Maître de Recherche	
POGGIOLI Luc	Attaché de Recherche	
RIVOAL Monique	Chargé de Recherche	Docteur d'Etat
SENE Monique	Maître de Recherche	
TOUCHARD Anne-Marie	Maître de Recherche	
de la VAISSIERE Christian	Chargé de Recherche	Docteur d'Etat
YIOU Tchiu Pubg	Chargé de Recherche	Docteur d'Etat

3/ BOURSIERS

FALASSE Alain	Allocataire de Recherche
PAIN Reynald	Allocataire de Recherche
PARRIE Roger	Allocataire de Recherche
BERNARDI Gregorio	Allocataire de Recherche

4/ VISITEURS ETRANGERS

FIELD John	équivalent Maître de Recherche
d'AGOSTINI Giulio	équivalent Chargé de Recherche

LISTE DES TECHNICIENS ET ADMINISTRATIFS DU L.P.N.H.E.

ASTESAN Françoise	ITA	Ingénieur	3A
AZAM Michèle	ITA	Technicienne	5B
BAILLY Philippe	ITA	Technicien	3B
BERNARD-FRUA Anna	ITA	"	3B mi-temps
BLOQUET Lionel	CPN	Ingénieur	I 2
BLOUZON Frédéric	ITA	Technicien	3 B
BODET Jean	CPN	Technicien	TS
BONIFACE Nicole	ITA	Technicienne	3 B mi-temps
BRISSARD Monique	ITA	Technicienne	5 B mi-temps
BURCKEL Pierre	CPN		
CANTON Bernard	ITA	Technicien	2 B
CHATEAU Guy	ITA	Technicien	5 B
CLOAREC Marie-Madeleine	ITA	Technicienne	5 B
COHEN-SOLAL Maurice	ITA	Technicien	2 B
DAVID Jacques	ITA	Technicien	2 B
DENANCE Jean Pierre	ITA	Technicien Sup.	
DUNAUX Solange	ITA	Technicienne	3 B mi-temps
DUNAUX Isabelle	ITA	Technicienne	5 B mi-temps
DURAND Bernard	ITA	Technicien	2 B
ETIENNE Philippe	ITA	Technicien	2 B
FERT Bernard	ITA	Technicien	2 B
FEVRE-CORRAND Sylvianne	ITA	Technicienne	5 B mi-temps
FITAN Jeanine	ITA	Administrative	2 B
FOIRET Martine	ITA	Bibliothécaire	4 D
FOURGEAU Odette	ITA	Technicienne	5 B
FRAGERMAN Jeanine	ITA	Technicienne	5 B
GENAT Jean-François	ITA	Ingénieur	2 A
COFFIN Colotte	ITA	Dessinatrice	3 B
GORRAND Jean Louis	ITA	Technicien	2 B



GUITTON Claudine	ITA	Technicienne	3B mi-temps
HERLUISON Odette	Contractuel	Univ. Paris VI Tech.	5 B
HORRUT-PASSENEAU Monique	ITA	Ingénieur	3 A
HUPPERT Jean-François	ITA	Ingénieur	3 A
IMBAULT Didier	ITA	Ingénieur	2 A
JOS Jeanne	ITA	Administrative	2 D
LALOUX Philippe	ITA	Technicien	3 B
LEBRETON Evelyne	ITA	Ingénieur	2 A
LEMAIRE Paulette	ITA	Technicienne	5 B mi-temps
MATA Louis	ITA	Technicien	5 B mi-temps
MOLINIER Céline	ITA	Technicienne	5 B mi-temps
MOGUILNY Geneviève	ITA	Technicienne	2 B
NAYMAN Patrick	ITA	Ingénieur	2 A
NGOC Christiane	ITA	Administrative	4 D
OUANNES Alice	ITA	Technicienne	3 B
PASSENEAU Jacques	CPN	Ingénieur	1 3
PERRARD Monique	ITA	Technicienne	3 B mi-temps
PIRARD René	ITA	Technicien	3 B
RAFFY Mauricette	ITA	Technicienne	5 B mi-temps
RANÇON Marie-Madeleine	ITA	Administrative	1 D
RASTRILLA François	Contractuel	Univ. Paris VI Techn.	3 B
REINE Françoise	ITA	Technicienne	5 B mi-temps
REPAIN Philippe	ITA	Technicien	5 B
ROSSEL François	ITA	Technicien	1 B
SARKIS Yvette	ITA	Technicienne	5 B mi-temps
SKROBEK Marcel	ITA	Technicien	3 B mi-temps
STRACHMAN Zaharia	ITA	Ingénieur	2 A
TOUSSAINT Colette	ITA	Technicienne	3 B
VIALLE Josèphe	ITA	Technicienne	5 B mi-temps