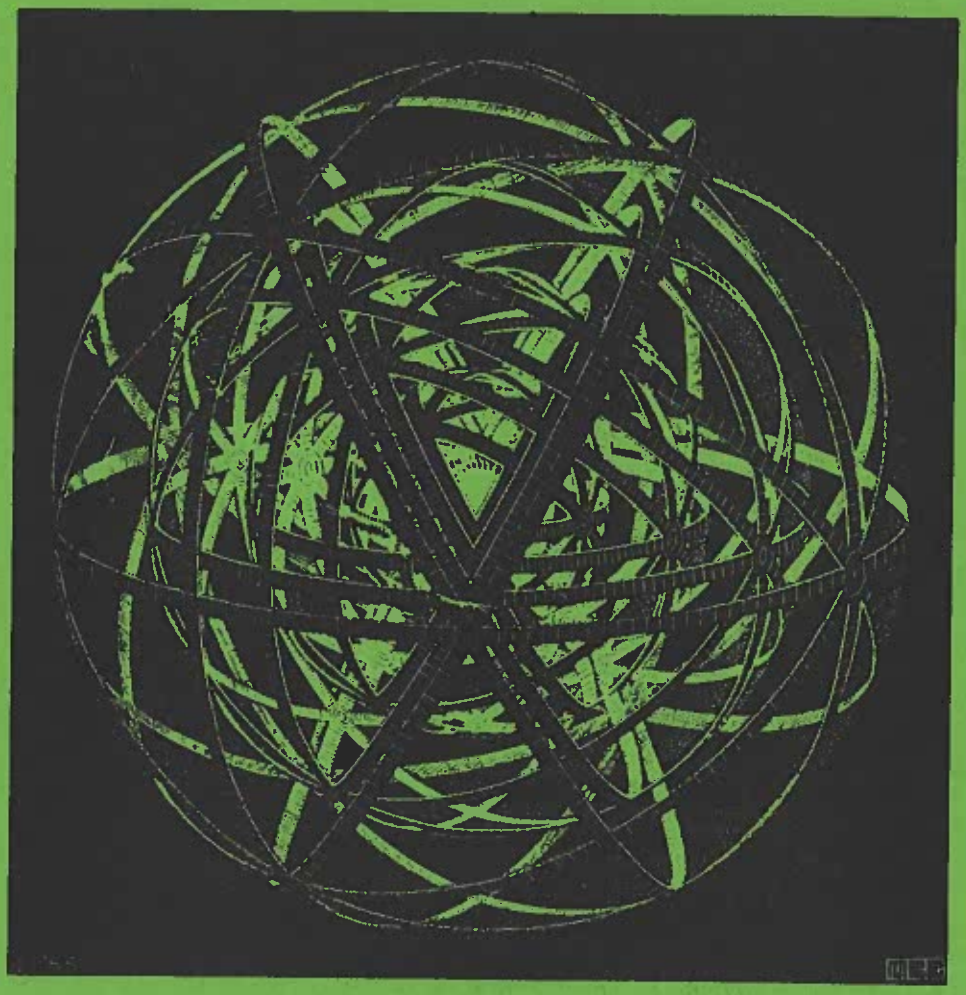
LABORATOIRE DE PHYSIQUE NUCLEAIRE ET DE HAUTES ENERGIES

INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLEAIRE
ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES

LPNHE_Paris

L.P.N.H.E.P 90-01



Rapport d'Activité

1988 - 1989

UNIVERSITÉS PARIS VI ET PARIS VII

4 PLACE JUSSIEU - TOUR 33 - REZ-DE-CHAUSSEE - 75252 PARIS CEDEX 05

M.C. ESCHER "Anneaux concentriques"

Table des matières

1 INTRODUCTION

B. Grossetête

L'année 1989 a vu le démarrage de LEP et de DELPHI au CERN. Le détecteur externe de DELPHI que le LPNHE a construit avec ses collègues de Liverpool a permis de caractériser certains événements parmi les premiers événements Z^0 observés. L'opération DELPHI a été un franc succès pour le laboratoire.

En 1990 les premières données de THEMISTOCLE devraient être prises au printemps avec l'observation des sources gamma de la constellation du Crabe. A la fin de la même année le détecteur H1 devrait être prêt pour les premières collisions électron-proton de HERA à DESY (Hambourg).

Les équipes d'analyse sont déjà en place au LPNHE pour extraire au cours des prochaines années toute une physique passionnante autour du modèle standard et qui attire de plus en plus de jeunes thésards.

La construction du collisionneur proton proton SSC a été décidée en octobre dernier par les Etats Unis et le collisionneur européen LHC est en cours de discussion. Les physiciens des particules disposeront donc à la fin de la décennie des moyens de gagner un ordre de grandeur sur l'énergie disponible au niveau des réactions élémentaires et donc sur la résolution spatiale qui atteindra 1/10000 de la taille du proton. Dès maintenant il nous faut développer les moyens de détection et d'analyse appropriés qui seront beaucoup plus performants que ceux dont nous avons disposé jusqu'ici.

La violation de CP est aussi une des grandes préoccupations des physiciens des particules. Jusqu'ici elle n'a été mise en évidence que sur le méson K. Le laboratoire reste très attentif aux développements des usines à $B\overline{B}$ qui seront l'autre approche de ce phénomène. Au cours de cette décennie il s'agit de comprendre plus profondément les relations entre la violation de CP et l'absence de galaxies d'antimatière.

Les sujets d'étude communs avec d'autres disciplines, en particulier l'Astrophysique, se développent comme la recherche de la matière noire, la recherche des ondes gravitationnelles, l'utilisation des sources cosmiques de très haute énergie ou les énigmes des neutrinos.

Les deux prochaines années seront cruciales pour définir les choix du laboratoire et constituer de nouvelles équipes à la fois sur la physique proton proton et sur les autres sujets.

Il nous faut continuer la modernisation du laboratoire une vingtaine d'années après sa création comme laboratoire de chambres à bulles, alors qu'aujourd'hui les techniques expérimentales en Physique des Particules relèvent de la microélectronique, de l'informatique et de la mécanique. Cela pose des problèmes d'infrastructure particuliers que n'ont pas toujours les autres laboratoires de Physique des Particules situés au milieu d'un campus plus ouvert.

Le LPNHE est un laboratoire associé à l'IN2P3, Institut du CNRS, installé au milieu de deux grandes Universités scientifiques. Les enseignants chercheurs forment 40% de l'effectif des chercheurs du LPNHE; ils sont de plus en plus sollicités à la fois par la dynamique de la recherche en Physique des Particules et par les problèmes de formation. Dans ce domaine apparaissent deux priorités divergentes: la formation des thésards nécessaires à l'enseignement supérieur ainsi qu'à la recherche publique ou privée et celles des nouveaux bacheliers de plus en plus nombreux. Il s'agit aujourd'hui de faire des choix compatibles avec la spécificité du laboratoire et sa vocation de se confirmer comme laboratoire d'appui pour les enseignements doctoraux des deux Universités de Jussieu.

2 DELPHI

M. Baubillier, P. Billoir, M. Boratav, L. Brault, J.E. Campagne, V. Chorowicz, L. Cerrito, P. David, C. Geara, R. Gokieli, B. Grossetête, F. Kapusta, A. Letessier-Selvon, F. Naraghi, R. Pain, S. Palma-Lopes, Ch. de la Vaissière, L. Vibert, R. Zitoun.

DELPHI signifie Détecteur de Leptons, Photons, et Hadrons avec Identification. Il est entré en fonctionnement avec le démarrage du LEP en août 1989. Fin novembre environ $10^4 Z^0$ ont été enregistrés et une première mesure de la masse et de la largeur de ce boson a été publiée.

L'équipe DELPHI avait la charge de construire et de mettre en œuvre le "Détecteur Externe" en collaboration avec un groupe de l'Université de Liverpool. Il s'agit d'un ensemble de 24 modules comportant chacun 150 tubes à dérive répartis en cinq couches et constituant approximativement un cylindre de 2 m de rayon et de 4,30 m de long dont l'axe est la ligne des faisceaux. Les modules furent mis en place à la fin du mois de mars (en 32h), les câbles, constitués de 320 km de coaxe, en avril (en 100h). L'électronique fut installée et testée ensuite. A la fin juillet le Détecteur Externe était opérationel et son efficacité voisine de 100%.

Les performances réelles du Détecteur Externe telles qu'elles sont mesurées grâce aux données expérimentales sont les suivantes :

- résolution transversale $\sigma_{r\phi} = 200\mu m$
- résolution longitudinale $\sigma_z = 7cm$
- efficacité du détecteur $\epsilon \simeq 100\%$

Ces chiffres correspondent au "cahier des charges".

Réalisations techniques

Durant l'année précédant le démarrage de DELPHI les efforts de l'équipe d'électroniciens se sont concentrés sur la production, les tests et l'installation de cartes électroniques FASTBUS. En fait ces réalisations ont été l'aboutissement de plusieurs années de travail durant lesquelles trois circuits intégrés ont été conçus ainsi que plusieurs prototypes de cartes. Les deux réalisations les plus importantes ont été:

1. Carte T.F.D. (Trigger FASTBUS Digitiseur). Le rôle de cette carte est la génération de signaux de déclenchement (trigger de 1er et 2eme niveaux) ainsi que la mesure de la coordonnée longitudinale des impacts de traces. Pour équiper les 88 postes de l'expérience et en assurer la maintenance, 110 exemplaires de cette carte ont été produits. Ce système est actuellement opérationnel.

2. Carte PANDORA. Cette carte est utilisée par tous les détecteurs qui constituent DELPHI. Elle assure la distribution de signaux de contrôle et d'horloge et constitue donc l'élément essentiel du système d'acquisition de DELPHI. Le groupe DELPHI du LPNHE a été le concepteur de cette carte et en a réalisé les prototypes et, bien que cette opération n'ait pas fait partie du contrat initial, il s'est chargé pour le compte du CERN, des 35 cartes. Cette opération s'est déroulée en trois mois et bien que les mises au point finales aient demandé un temps assez long, les systèmes PANDORA sont actuellement opérationnels.

Analyse - Premiers résultats et perspectives

Les premiers résultats de DELPHI ont été publiés ou sont sur le point de l'être. Ils correspondent à une première campagne de prise de données ayant duré 100 jours durant lesquels $1{,}5 \times 10^4$ Z^0 ont été enregistrés par DELPHI. Les sujets traités sont:

1. mesures de la masse et de la largeur du Z^0 à partir d'événements $e^+ e^- \rightarrow$ hadrons,
2. étude des désintégrations leptoniques du Z^0,
3. étude des désintégrations hadroniques du Z^0,
4. recherche de particules scalaires chargées et lourdes dans les désintégrations du Z^0,
5. recherche de bosons de Higgs.

Les trois premiers articles confirment de manière éclatante la validité du modèle standard en fixant en outre à 3 le nombre de familles de quarks (et de neutrinos).

Il est clair que désormais, on n'obtiendra pas de progrès significatifs sans une augmentation substantielle de l'échantillon de Z^0 ($10^4 \rightarrow 10^8$ Z^0!) ni la mise en œuvre de techniques originales comme le Compteur Čerenkov à image en anneaux (RICH) et le détecteur de vertex à micropistes. DELPHI est capable d'acquérir des données dans

des conditions de haute luminosité et possèdera effectivement des RICH et un détecteur de microvertex. C'est le seul détecteur auprès de LEP à présenter ces trois avantages. Les perspectives de recherche et développement vont, par suite, se poursuivre au sein du laboratoire durant plusieurs années.

Au sein de l'équipe DELPHI du LPNHE, les travaux se répartissent sur trois thèmes. Le premier concerne la réaction $e^+ e^- \rightarrow \mu^+ \mu^-(\gamma)$, pour laquelle le Détecteur Externe est essentiel avec le calorimètre électromagnétique. Cette réaction a également fait l'objet de calculs théoriques d'effets radiatifs (programme DYMU2 écrit par R. Zitoun et J.E. Campagne) dont la notoriété s'étend à l'ensemble des quatre expériences LEP. Le second sujet se rapporte à la physique des quarks lourds et l'éventuelle observation d'oscillations. Enfin le troisième sujet, d'ordre à la fois plus technique et d'intérêt plus général, concerne la mesure de la luminosité.

Une partie du groupe s'apprête à participer à l'amélioration du détecteur de vertex. Par ailleurs l'éventualité d'un fonctionnement du LEP à haute luminosité avec 36 paquets pourrait conduire à des modifications de l'électronique de lecture dont il faudra se préoccuper assez vite.

3 H1

E. Barrelet, G.Bernardi, L. Del Buono, J. Duboc, R. Fang, Y. Feng Zheng, M. Goldberg, O. Hamon, W. Hildesheim, N. Huot, H.K. Nguyen, H. Steiner, C. Vallée, T.P. Yiou.

Le collisionneur électron-proton HERA est en cours de construction à Hambourg, son démarrage est prévu pour le début de l'année 1991. Deux spectromètres sont, en parallèle avec l'accélérateur, en construction, et le laboratoire est impliqué dans l'un d'eux: H1 - selon cinq branches d'activité que nous détaillons après avoir rappelé les objectifs physiques de l'expérience.

Physique à HERA

L'énergie de HERA (électrons de 30 GeV, protons de 820 GeV soit 300 GeV dans le centre de masse) alliée à une bonne luminosité ($2 \times 10^{31} cm^{-2} s^{-1}$), étend le domaine d'investigation, en x et en Q^2, des interactions ep qui était jusqu'à ce jour exploré sur cible fixe.

Cela doit permettre de tester l'évolution des fonctions de structure en Q^2 impliquée par la chromodynamique quantique et d'explorer la région jusqu'ici inconnue des petits x; avec en particulier la possibilité de déterminer la fonction de structure gluonique du proton par plusieurs méthodes: mesure de f_2, production de J/ψ, ou production de quarks lourds par fusion boson-gluon. Cette production est abondante et peut contribuer à améliorer nos connaissances sur les mésons avec quark b. C'est également par ce processus de fusion boson-gluon que sera recherché le top, mais la borne aujourd'hui

établie ($M_t > 78\,GeV$) est presqu'à la limite des possibilités de HERA.
Les interactions *ep*, en courant neutre et courant chargé, sont un moyen de tester le modèle électro-faible. Ceci sera particulièrement intéressant quand, dans une étape prévue ultérieurement, le faisceau d'électrons ou de positrons pourra être polarisé longitudinalement jusqu'à 85%.

Bien évidemment, la recherche de nouveaux courants (W', Z') et de nouvelles particules (leptons et quarks excités, particules supersymétriques, lepto-quarks) ainsi que des effets pouvant indiquer une sous-structure des quarks et des leptons est également un des objectifs en vue.

L'acquisition

Il s'agit de l'acquisition et du traitement en temps réel des mesures de l'énergie des particules produites lors des collisions *ep*, et ce dans quatre des détecteurs de H1:

- les calorimètres électromagnétique et hadronique à argon liquide,
- le calorimètre arrière,
- le calorimètre bouchon à l'avant,
- le fer instrumenté qui hermétise le spectromètre.

Cette tâche implique, entre autres, notre participation aux calibrations d'éléments du spectromètre en faisceaux de particules au CERN, la réalisation d'une électronique spécifique à base de processeurs rapides et la programmation pour les essais et la mise en œuvre à Hambourg. Nous avons développé deux nouvelles technologies qui permettent de traiter en temps réel les flots de données dans l'échelle de temps spécifique de HERA:

- d'abord un processeur RISC, qui, imbriqué dans un système de lecture rapide de données réduites, permet de prendre les décisions concernant l'ensemble des détecteurs de H1 en quelques dizaines de microsecondes,
- ensuite une batterie de processeurs de traitement du signal (DSP) qui permet, en une milliseconde, de réduire et de mettre en forme l'ensemble des 150 000 mesures d'énergies, et dont la dynamique signal/bruit peut atteindre 50 000/1. Les logiciels que nous développons en parallèle pour gérer cela sont:
  - soit assez généraux: implantation de systèmes multitâches en temps réel,
  - soit relativement spécifiques: contrôle et correction appliquées à l'électronique de bas niveau, ou surveillance du fonctionnement du détecteur.

L'alimentation et le contrôle de la haute tension des calorimètres électromagnétiques et hadroniques à argon liquide.

Le système de haute tension comprend 1504 voies indépendantes afin de limiter l'inefficacité en cas de court-circuits au niveau des cellules du détecteur.

Outre la logistique importante de la câblerie et de la connectique, un point sensible est la traversée étanche de pénétration des câbles dans le cryostat, au niveau du vase d'expansion. Pour la traversée, la technique retenue est de coller les polynattes dans des goulottes d'aluminium, ces goulottes étant elles-mêmes collées dans la bride étanche. De multiples essais sur prototypes ont permis de dégager une technique de collage qui semble satisfaisante, l'installation définitive est imminente. Pour les essais en recette nous avons développé un appareillage piloté par microprocesseur qui permet de tester rapidement les câbles, tant en continuité qu'en rigidité. Quant à la délivrance des hautes tensions, il y a trois éléments dans le système: les alimentations proprement dites, les distributeurs et le contrôle. Les alimentations et les distributeurs sont fournies par la firme CAEN.

Les alimentations sont de type standard. Les distributeurs sont un matériel nouveau dont nous n'avons pour l'instant qu'un prototype qui a nécessité des mises au point. Une voie d'alimentation fournit la tension à une carte de 32 voies de distribution; le courant de chaque sortie peut être mesuré avec une précision de 20 nA. Le contrôle utilise un microprocesseur 68020 de la firme CES qui est géré par le système OS9. Il est placé dans un châssis VME avec un disque dur et une interface qui a une liaison série avec l'ensemble des châssis concernés. Le programme de contrôle est écrit en langage C. Il implique une surveillance permanente des tensions et des courants, avec alarme ou coupure, et la transmission de l'état des voies au système général d'acquisition de H1.

Le monitorage de l'impureté de l'argon

Depuis le début de 1988, le groupe H1 du laboratoire a proposé à la Collaboration de mettre au point des sondes pour mesurer l'impureté de l'argon liquide dans le cryostat. Ces sondes, de petites dimensions, sont faites de deux électrodes. L'une est reliée à la haute tension, l'autre sert de support pour la source radioactive reliée à l'amplificateur de charge. Nous avons utilisé le ^{241}Am comme émetteur α et le ^{207}Bi comme émetteur d'électrons de conversion.

Pendant l'été 1988, une sonde α et une sonde d'électrons ont été installées pour la première fois dans le cryostat de test des éléments du calorimètre H1 rempli d'argon liquide au CERN. Nos sondes ont une précision de mesure de l'ordre de 0,3 % et sont capables de détecter le changement de l'impureté présente dans l'argon liquide au cours du temps et de comparer la qualité de l'argon liquide utilisé dans les différentes périodes de test.

En 1989, quatre sondes ont été installées à différents niveaux dans le cryostat du CERN pendant les périodes de test des éléments du calorimètre depuis le mois d'août.

Nous avons réalisé une chaîne de mesure automatique et utilisé les préamplificateurs froids qui peuvent rester dans l'argon liquide pour éviter les bruits externes. L'analyse des données, montre que la réponse du calorimètre diminue au cours du temps d'une manière parfaitement correlée à l'augmentation de l'impureté que nos sondes détectent.

Neuf sondes seront installées prochainement dans le cryostat de H1 à DESY. Deux sondes d'une autre technique, dite flash-UV, qui a l'avantage de pouvoir faire des mesures absolues, seront étudiées au début 1990 au laboratoire et installées dans le cryostat de H1 cet été. Une douzième sonde sera peut-être installée au niveau de l'arrivée de l'argon liquide dans le cryostat.

La simulation et l'analyse

1. La mise au point du programme de simulation de l'expérience: H1SIM

   Pour ce qui concerne la partie "technique" du programme de simulation, notre groupe a effectué le codage des fonctions de correspondance entre les canaux du calorimètre à argon liquide et les coordonnées x, y, z. Ce travail qui n'est pas trivial vue la structure non projective du calorimètre, est utilisé constamment lors du dépôt d'énergie dans les cellules touchées.

   Mais notre tâche principale est l'implantation d'ALGORIX au sein du programme général. C'est un programme rapide et précis qui est destiné à devenir l'outil principal de simulation au cours de l'analyse. Son originalité réside dans le traitement des gerbes hadroniques: ALGORIX "suit" les particules les plus énergiques de la gerbe et reproduit ainsi naturellement les grandes fluctuations de dépôt d'énergie de ces gerbes ce que ne peut pas faire simplement une déposition paramétrisée de cette énergie. Actuellement ALGORIX est implanté dans H1SIM, et est utilisé dans tous les calorimètres. Il permet de gagner un facteur 10 en temps par rapport à la version détaillée. Le travail actuel est la mise au point précise des paramètres d'ALGORIX afin d'obtenir une précision de simulation de l'énergie meilleure que 1%.

2. Participation à l'analyse des tests faits au CERN

   Cette analyse doit montrer que nous sommes capables de reconstruire l'énergie d'une particule avec une précision suffisante (1% pour les électrons, 2% pour les jets de hadron), et que nous sommes capables d'améliorer sensiblement la résolution en énergie hadronique par des méthodes de pondération: ces deux conditions sont nécessaires pour pouvoir mener à bien le programme de physique de HERA.

Le graphique

Nous avons d'abord développé le graphique en 2D sur PC-AT dans le système d'acquisition des données en ligne pour les tests au CERN. Puis nous avons mis au point le

programme ARGRA (qui utilise les fonction GKS-3D), pour la visualisation détaillée de tout le système calorimétrique du détecteur H1.

En plus des vues générales standard longitudinales et radiales, ARGRA permet la sélection et la représentation d'une partie ou de l'ensemble des calorimètres sous différents angles de vue, et avec des coupures en énergie ajustables. ARGRA a été intégré dans le système LOOK de DESY et fonctionne sur les stations VAX, APOLLO et sur IBM, il fait partie de l'ensemble graphique standard de la collaboration H1.

Parallèlement, nous avons fait un gros travail pour le calcul des fonctions géométriques (mapping-functions) relatives aux calorimètres, ceci est indispensable pour le graphique, la simulation, la reconstruction.

Enfin nous avons élaboré une proposition pour un projet graphique de haut niveau utilisant des stations de travail dotées d'accélérateurs graphiques de grande performance du type Apollo DN10000, permettant des rotations 3D instantanées. Le projet[1] a été présenté et accepté par la collaboration. Ce projet s'appuie sur un modèle d'organisation des données basé sur le modèle Entité-Relation[2], que nous avons fait adopter par la collaboration pour l'ensemble des logiciels: acquisition des données, simulation reconstruction, graphique et analyses physiques.

4 NEUTRINO

P. Astier, G. Bernardi, J. Chauveau, J. Dumarchez, F. Kovacs, A. Letessier-Selvon, J.M. Lévy, Y. Pons, A.M. Touchard, F. Vannucci.

L'expérience de recherche d'oscillation de $\nu_\mu(\overline{\nu}_\mu) \rightarrow \nu_e(\overline{\nu}_e)$ par la méthode d'apparition auprès du faisceau de $\nu(\overline{\nu})$ de basse énergie de Brookhaven est maintenant terminée (E816). Si nous observons un excès d'électrons aussi bien en ν qu'en $\overline{\nu}$:

$$\frac{(\nu_e/\nu_\mu)_{observés}}{(\nu_e/\nu_\mu)_{attendus}} = 2,2 \pm 0,6$$

et

$$\frac{(\overline{\nu}_e + \nu_e/\overline{\nu}_\mu + \nu_\mu)_{observés}}{(\overline{\nu}_e + \nu_e/\overline{\nu}_\mu + \nu_\mu)_{attendus}} = 1,6 \pm 0,9$$

la mauvaise connaissance du flux de $\nu(\overline{\nu})$ aux très basses énergies estimé par le programme NUBEAM ne nous permet pas de conclure à l'observation d'une oscillation. Cette méconnaissance est particulièrement due à l'imprécision des mesures des sections efficaces différentielles de production des π de basses énergies, parents de ces $\nu(\overline{\nu})$. Une suite naturelle à ces expériences PS191, E816 eût été d'améliorer sensiblement notre

[1] Proposal for H1 high level graphics, H1-Note: H1-06/89-115
[2] Proposal of a H1 data model, H1-Note: H1-09/89-116

connaissance du faisceau de ν incident, par exemple étiqueter le ν en détectant pour chaque ν interagissant le lepton chargé produit avec lui. Ceci implique la présence d'un nouveau détecteur situé à la fin du tunnel de désintégration pour mesurer la position et l'énergie des secondaires émis dans la désintégration des mésons π ou K et pour identifier les muons et les électrons. Cette situation entraîne deux difficultés majeures:

- Le flux à la fin du tunnel, de l'ordre de $10^5 - 10^6$ particules chargées/cm^2/sec n'est pas supportable par les chambres à fils classiques.
- Le taux d'information est trop important pour être systématiquement enregistré. Les informations provenant du premier détecteur doivent être retenues seulement lorsqu'un ν interagit dans le second détecteur situé à $\sim 200m$. Le premier détecteur doit donc avoir une certaine mémoire ($\sim 2\mu$s).

La chambre multiétage proposée par le groupe de G. Charpak au CERN semble répondre à ces impératifs. Un jeune chercheur de notre groupe, détaché au CERN pour 1 an, a étudié les performances de cette chambre[3]. Que ce soit au CERN ou à Fermilab, il n'existe pas actuellement de faisceau de ν à bande étroite et extraction lente permettant la faisabilité d'une telle expérience. La construction d'un tel faisceau étant très peu probable dans un avenir proche, nous nous sommes dirigés vers d'autres domaines de recherche d'oscillations des neutrinos pouvant être étudiés avec les faisceaux actuels du CERN, moyennant quelques améliorations.

Ne serait-ce que parce que le ν_τ n'a pas encore été observé, une expérience d'oscillation $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ mérite d'être tentée. Les domaines de masses $m_\nu \sim 100$ eV et d'angle de mélange $\sin^2\theta \sim 10^{-4}$ sont suggérés par la phénoménologie actuelle bien que les limites expérimentales soient beaucoup plus grandes. Une expérience avec des émulsions, E531 au FNAL, a déjà obtenue une limite supérieure $\sin^2\theta < 4\,10^{-3}$. Pour descendre vers 10^{-4} il faut obtenir quelques 10^5 interactions ν_μ à l'aide d'environ 1 tonne de cible active, ce qui exclut de reprendre la technique des émulsions.

Nous étudions actuellement deux types de cibles :

- Un sandwich de plans d'absorbeur (feuilles de carbone d'épaisseur 200μm) et de chambres à dérive.
- Une TPC à argon liquide, l'avantage de celle-ci étant la possibilité d'augmenter la masse sans grande difficulté si l'expérience est réalisable.

Le but est de retrouver une trace de l'ordre de 1 mm, due au τ provenant d'une interaction rare ν_τ. Le paramètre d'impact de ce τ étant de l'ordre de 100 μm, nous devons reconstruire l'ensemble des traces sortant de l'interaction avec une très grande précision, ceci nécessitant l'emploi de chambres à dérive ou d'une TPC, pouvant atteindre une résolution spatiale de l'ordre de 30-50 μm.

[3] P. Astier. The Multistep Chamber as a Hardware Event Buffer; presented at the 4th Pisa Meeting on Advanced Detectors - La Biodola, Isola d'Elba, Italy, May 1989

L'étude des bruits de fond et de la sensibilité des configurations ci-dessus est actuellement en cours.

5 THEMISTOCLE

R. George, F. Kovacs, Y. Pons, M. Rivoal, T. Socroun

THEMISTOCLE est une collaboration IN2P3 comprenant le Laboratoire de Physique Corpusculaire du Collège de France, le LAL et le LPNHE Paris VI/VII, ainsi que deux physiciens de l'Université de Perpignan et un physicien du CERN.

Un nombre croissant de résultats sur l'observation des gerbes cosmiques ($E \geq 1$ TeV) provenant de sources ponctuelles de notre galaxie ont paru au cours de ces dix dernières années. Ces gerbes sont observées dans la direction de la source de particules qui les initient; ces particules doivent donc être neutres et posséder une très haute énergie. L'hypothèse la plus probable est que leur origine soit des rayons γ de très haute énergie (> 1 TeV). Or deux expériences prétendent avoir observé une production anormale de muons dans ces gerbes ce qui pourrait être la signature de nouveaux phénomènes à très haute énergie (nouveau couplage photon-matière, nouvelle particule...).

THEMISTOCLE a pour objet l'étude de ces gerbes, provenant de sources ponctuelles, en utilisant la lumière Čerenkov rayonnée dans l'atmosphère. L'expérience exploratoire, approuvée par l'IN2P3, s'installe sur le site de l'ancienne centrale solaire THEMIS à Targasonne près de Font-Romeu (Pyrénées Orientales) à une altitude de 1700 m. Ce site comprend un ensemble de fûts d'héliostats équipés d'un système de guidage permettant d'assurer le suivi d'une étoile au cours d'une période d'observation.

Les principales sources visibles sur le site sont le pulsar du Crabe, les étoiles binaires Cygnus X3 et Hercules X1.

Nous utiliserons 18 de ces fûts répartis sur le champ couvrant 4 ha, pour installer des télescopes. Chaque télescope est constitué d'un miroir parabolique de 80 cm de diamètre et de distance focale 40 cm. Dans le plan focal le récepteur est un photomultiplicateur XP 2020. Le principe de la mesure est basé sur la détection du front d'onde Čerenkov et sur la détermination précise du temps d'arrivée relatif sur chaque télescope. L'expérience préliminaire a pour but d'atteindre la meilleure précision angulaire possible (< 1 mrad) afin de réduire considérablement le bruit de fond dû au rayonnement cosmique isotrope. Ceci permettra de mesurer le flux des sources visées et de décider de l'évolution de cette expérience.

Notre laboratoire a pris en charge la mesure du temps, ce qui implique :

- l'étude des photomultiplicateurs,
- l'étude et la réalisation des discriminateurs à fraction constante qui participent à

la définition du déclenchement,

- la calibration des TDC à mieux que 10^{-4} ce qui a nécessité l'étude et la réalisation d'une horloge permettant de faire une mesure absolue de temps,
- l'étude et la réalisation d'un système de calibration sur le champ à l'aide d'un laser à azote situé au pied de la tour de THEMIS. Une fibre de 140 m amène la lumière en haut de la tour où se trouve un diffuseur optique permettant d'éclairer le champ de télescopes.

D'autre part nous nous sommes chargés :

- de l'installation sur le site de la baraque où se trouve l'électronique,
- de la mise en place de toute la câblerie sur le terrain,
- de la définition d'une logique d'acquisition basée sur une électronique standard et un bus CAMAC ainsi que sa mise en œuvre.

Nous avons aussi participé à la réalisation mécanique des télescopes dans la mesure des disponibilités du laboratoire.

Pour préparer l'analyse des données nous nous sommes attachés à développer un programme de reconstruction des gerbes, permettant de définir la limite de résolution angulaire. Par ailleurs, nous avons adapté un programme de simulation de gerbes électromagnétiques développé par Stanev, afin de nous aider à la compréhension des données.

Depuis juillet 89 quatre télescopes sont installés sur le site. Ils nous ont permis de commencer les observations et de tester notre système de calibration laser de façon satisfaisante. Nous utilisons pour cela un système d'acquisition CHADAC développé au LPNHE et nous avons pu enregistrer actuellement de l'ordre de 20 000 gerbes provenant du zénith. Fin 89 huit nouveaux télescopes ont été installés. La fin de l'installation aura lieu début 90.

6 USINE A MESONS B DU PSI

H. Briand, J. Chauveau, J. Lory

Le P.S.I. (Paul Scherrer Institut) résulte de la fusion en janvier 1988 de deux instituts de recherche fondamentale dépendant de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich (ETHZ), l'E.I.R. et le S.I.N.. Depuis le milieu des années 80, ce dernier laboratoire envisageait la construction d'un grand instrument pour remplacer le cyclotron à haute intensité qui a fait sa gloire dans les domaines de la Physique Nucléaire et des mesures métrologiques de Physique des Particules (recherche de désintégrations rares,

désintégrations des muons, limites sur les masses de neutrinos, etc.). Au printemps 87, la décision était prise de proposer la construction d'une "Usine à Mésons B", c'est à dire un anneau de stockage électron-positron à haute intensité pour étudier la physique de la beauté. Des groupes de travail ont alors été mis en place pour étudier la machine et le détecteur universel associé. Ils regroupent des physiciens de 11 instituts suisses, 10 instituts allemands, 4 laboratoires français et une université polonaise. Après des réunions sur un rythme bimensuel et un "workshop" d'une semaine à Munich en mars 1987, ces travaux ont abouti, en juillet 1988, à la rédaction d'une proposition pour la construction de la machine ("Proposal for an Electron-Positron Collider for Heavy Flavour Particle Physics and Synchrotron Radiation" PSI-PRE-88-09) qui a été soumise aux autorités fédérales suisses. Il s'agit d'un accélérateur à deux anneaux de luminosité-pic nominale $10^{33} cm^{-2} s^{-1}$ pour une énergie dans le centre de masse égale à la masse de la résonance $\Upsilon(4S)$. En 1988-89, le travail s'est poursuivi dans l'optique de la rédaction d'une proposition d'expérience qui devait être prête pour l'été 1990. Malheureusement, entre temps, les autorités suisses ont décidé de ne pas financer le projet, de sorte que la préoccupation des physiciens concernés est maintenant de chercher un nouveau laboratoire susceptible d'accueillir une usine à mésons B.

Dans le cadre de ce projet, l'équipe du LPNHE est impliquée dans le groupe de travail chargé de la simulation du détecteur universel. Nous avons, d'une part, la responsabilité de maintenir le programme de simulation du RICH rapide. D'autre part, nous avons étudié les principaux modes de désintégration des mésons B avec des états finals ne comprenant que des particules chargées. Enfin, nous avons eu la chance de pouvoir accueillir Martin Hempstead comme visiteur étranger d'octobre 88 à janvier 89. Ce physicien britannique qui avait passé les 7 années précédentes sur l'expérience CLEO à Cornell, a effectué, en collaboration avec G.Comby du DPhPE de Saclay (S.T.I.P.E.), la mesure de l'indice de réfraction du fluorure de sodium dans le domaine de l'ultra-violet du vide. Ce résultat (dont nous préparons la publication) affecte de façon directe les performances du compteur RICH du détecteur universel. Depuis la décision négative des autorités suisses, nous finissons de rédiger les travaux que nous avons effectués et sommes prêts à rejoindre le projet d'usine à mésons B qui ne manquera pas de renaître dans les années qui viennent.

Outre les réunions de collaboration (nous en avons organisé une à Paris, de concert avec le Collège de France, les 29 et 30 mars 1989) et le workshop de Munich, ce projet de recherches nous a conduit à participer à quatre congrès ou écoles. Le projet a, de plus, été presenté par deux fois aux journées préparatoires au Conseil Scientifique de l'IN2P3 (à Confolent en septembre 1987 et au Collège de France en octobre 1988).

7 PREPARATION DES EXPERIENCES AUPRES DES FUTURS COLLISIONNEURS PP (LHC/SSC)

L. Poggioli

L'avenir de notre discipline, en ce qui concerne la physique auprès d'accélérateurs,

passe par la participation aux expériences effectuées à l'aide des futurs collisionneurs hadroniques, type LHC ou SSC. Ces machines permettront en effet d'atteindre une énergie de 1 TeV au niveau des constituants élémentaires, et cela dans un futur proche (environ huit ans).

Ces machines imposent un véritable défi pour la réalisation des détecteurs. En effet, fonctionnant à des luminosités très élevées, elles impliquent un taux d'événements très élevé (de l'ordre de 10^8 Hz), des temps de croisement très courts (environ 15 ns) et un niveau de radiation extrême (environ 10 Mrad par an).

Face à ce défi, le laboratoire a décidé de s'intéresser aux développements sur les détecteurs, pour pouvoir participer activement à ces futures expériences, et plus particulièrement aux calorimètres, ces derniers ayant un rôle crucial à jouer au niveau de la bonne mesure des électrons et des jets, et du trigger.

Dans ce but, le laboratoire est impliqué dans un programme de Recherches et Développements au CERN sur "le Calorimètre Spaghetti", regroupant divers groupes dont les groupes CERN-UA2 et LAA, sous la direction de Richard Wigmans.

Ce calorimètre (à la fois électromagnétique et hadronique) est composé de fibres scintillantes noyées dans une matrice de plomb, les fibres étant orientées quasiment dans la direction des particules incidentes. Cette technologie originale présente de nombreux avantages : très bonne herméticité et granularité, signaux très rapides (environ 20 ns), compensation, excellente résolution électromagnétique et hadronique (respectivement $14\%/\sqrt{E}$ et $30\%/\sqrt{E}$).

Ce programme de Recherches et Développements, commencé il y a environ deux ans, s'est tout d'abord attaché aux problèmes non triviaux d'uniformité. Il s'oriente à l'heure actuelle vers la production de prototypes conséquents (15 tonnes) pour la mesure de la réponse hadronique, tout en maintenant une grande activité sur l'étude de la résistance aux radiations des fibres.

8 EQUIPE TECHNIQUE

R. George

L'équipe (hors administratifs) est composée de 41 personnes dont 1 à mi-temps. La répartition par "corps de métier" est la suivante : Mécanique 7, Informatique 12, Electronique 17, Emulsions 1 (en cours de conversion), Services généraux 4 (dont 1 mi-temps).

L'organisation est différente selon les services. De façon générale le nombre d'ingénieurs et techniciens affectés au laboratoire est resté insuffisant: le rapport techniciens/chercheurs est de l'ordre de 1 contre 1,5 à 2 pour les autres laboratoires de l'IN2P3. Ceci freine les développements technologiques nécessaires pour préparer de nouvelles expériences. Ainsi aujourd'hui, la moitié des physiciens du laboratoire n'ont-

ils pas accès à une collaboration technique.

Mécanique

L'équipe se compose d'un bureau d'étude de 4 personnes et d'un atelier de 3 personnes. Chaque groupe de recherche ayant à réaliser des constructions mécaniques en fait la demande à l'ingénieur mécanicien responsable de l'ensemble des opérations. Celui-ci répartit le travail entre les membres du bureau d'études puis la réalisation est faite dans notre atelier pour les prototypes ou les petits ensembles, sous-traitée dans l'industrie pour le reste, sous la responsabilité des concepteurs. En cas de conflit entre différentes équipes un arbitrage est fait avec définition des priorités. Le bureau d'étude dispose de moyens modernes de CAO - mécanique (MODULEF et EUCLID, cf. §9).

Informatique

L'équipe d'informaticiens doit assurer deux types de travaux :

- Tâches d'intérêt général: gestion de l'ordinateur local, du réseau et de tous les périphériques associés (5 personnes assurent ce travail); aide à la programmation sur l'ordinateur local ou sur l'ordinateur du CCIN2P3 (1 personne à temps plein).
- Tâches plus directement liées aux expériences, programmation des micro- ou mini-ordinateurs liés aux détecteurs, programmation des systèmes de visualisation ou mise au point de programmes spécialisés pour les expériences (6 personnes réparties dans les équipes en fonction des besoins).

Electronique

L'activité en électronique étant principalement liée à la construction des détecteurs, actuellement 12 personnes sont réparties entre les trois expériences en cours de préparation ou en début de fonctionnement. Dès que les expériences fonctionnent, en dehors des tâches de maintenance propre à leurs réalisations, les personnels concernés sont intégrés au sein des équipes préparant de nouvelles expériences. Par ailleurs, 2 personnes ont la charge des moyens lourds de l'IAO - CAO électronique du laboratoire (station VALID et SECMAI cf. §9).

Une personne étudie un télescope constitué de chambres à dérive. Enfin, 2 agents sont actuellement absents du laboratoire (l'un au Service National, l'autre en congé formation).

Services généraux

Le câblage des cartes électroniques au laboratoire ou la mise en place des câbles signaux ou haute tension sur les sites expérimentaux sont assurés totalement ou partiellement par 3 personnes (dont 1 mi-temps), en fonction des besoins des expériences. Par ailleurs 1 agent occupe les fonctions de chauffeur, coursier et assure par ailleurs toutes les tâches d'entretiens du laboratoire (électricité, plomberie, menuiserie).

9 LE PARC LOCAL D'INFORMATIQUE

Au cours des deux dernières années, l'équipement informatique du laboratoire s'est fortement accru. Nous disposons actuellement d'un réseau comprenant:

1. Un VAX 6310 (amélioration du VAX 6210 installé en septembre 88 pour remplacer le VAX 750 du laboratoire et la partie du VAX 785 que nous partagions avec le Collège de France). Cet ordinateur est utilisé pour la mise au point interactive de tous les programmes d'analyse des expériences avant leur éventuelle implantation pour production sur l'IBM du CCIN2P3. Il permet aussi de produire des événements par simulation durant les heures de nuit ou les week-ends.
   MODULEF, logiciel de calcul d'éléments finis pour la mécanique, est aussi implanté sur le 6310.

2. Provisoirement le VAX 750 est encore utilisé pour la CAO SECMAI. La station complète est constituée par un terminal graphique TEKTRONIX 4125 connecté au VAX 750. Cependant les nouvelles versions SECMAI ainsi que la complexité des cartes que nous développons, font que le matériel utilisé deviendra inopérant et qu'il faudra implanter SECMAI sur une station VAX indépendante de puissance suffisante.

3. Une station GPXII qui sert de support au logiciel de schématique et de simulation électronique VALID.

4. Une station GPXII supportant le logiciel EUCLID de CAO mécanique. Vue la complexité des futurs détecteurs la totalité des études mécaniques se fait par CAO. Des logiciels plus performants et complémentaires ainsi que le plus grand nombre de personnes concernées par ces logiciels impliquent l'acquisition d'une nouvelle station.

5. Une station VS 2000 sert de support au logiciel HILO pour lequel le laboratoire est site mainteneur vis à vis de tous les laboratoires de l'IN2P3.

6. Une station VS 2000 destinée au graphique 2D pour les diverses expériences.

7. Une station VS 3200 liée à une console MEGATEK pour la visualisation 3D des événements de l'expérience DELPHI (dans le courant de l'année 90 un ensemble 3D sera acquis pour l'expérience H1).

8. Deux stations μVAXII dédiées à l'acquisition des données-tests des expériences. L'une est encore dans le laboratoire et sert à l'expérience DELPHI, l'autre est actuellement sur l'expérience-test d'acquisition des données du calorimètre de H1.

Le bon fonctionnement de cet ensemble nécessite un support humain important. Pour le 6310 un ingénieur système assisté de deux personnes assure la totalité du travail nécessaire. Pour l'ensemble des stations de travail un manque de support informatique se fait actuellement sentir. Nous venons d'affecter un informaticien à cette tâche. Cela nous permettra de mieux optimiser l'ensemble de nos moyens en CAO.

10 LOCAUX

Le LPNHE souhaite d'une part adapter les locaux actuels au programme de recherche en Physique des Particules, d'autre part se voir attribuer 1500 m^2 supplémentaires afin de garder la taille critique nécessaire à une présence déterminante auprès des expériences de Physique des Particules.

Ces problèmes auraient été évités par le projet de construction d'un nouveau laboratoire à la Cité Descartes de Marne la Vallée et qui a été abandonné en janvier dernier.

En vue de travaux dès 1991, l'adaptation des locaux fait aujourd'hui l'objet d'une mission confiée à M.C. de Gortchakoff, architecte. L'augmentation de surface trouvera sa place dans la restructuration des locaux de Jussieu; elle avait été souhaitée par le conseil scientifique du laboratoire qui s'est réuni en Décembre 1988 et elle est prise en compte dans les projets de l'Université Paris VI.

De plus en plus de stagiaires aussi bien en physique fondamentale qu'en électronique, informatique, mécanique ou valorisation se présentent au laboratoire. Le LPNHE se confirme comme laboratoire d'appui pour les écoles doctorales universitaires. Des aménagements particuliers de locaux sont devenus nécessaires pour ces missions.

11 ENSEIGNEMENT

L'enseignement est d'abord de la responsabilité des enseignants-chercheurs. Les activités spécifiques des enseignants-chercheurs du LPNHE sont très diversifiées en ce qui concerne la formation universitaire: enseignement dans les trois cycles des Universités, enseignement à l'IST (école d'ingénieur de Paris VI), formation continue des maîtres de l'enseignement secondaire, direction de thèses dans des laboratoires extérieurs, responsabilités de services d'enseignement, participation à différents conseils des Universités ou de l'Education Nationale, rédaction d'ouvrages ou de polycopiés. Il faut y ajouter les stages et les thèses qu'ils dirigent aux côtés des autres chercheurs du laboratoire. Enfin certains ingénieurs ou assistants ingénieurs participent à l'enseignement de grandes écoles (Polytechnique, Chimie de Paris...) ou d'écoles d'ingénieurs (ESIEE...).

Le laboratoire contribue à ces enseignements indirectement par des aménagements d'horaire ou directement en mettant à la disposition des enseignants des moyens informatiques, des moyens de documentation et de reproduction, des systèmes de traitement de texte, des aides techniques ou de secrétariat. Ces facilités permettent aux enseignants-chercheurs du LPNHE de tenir un rôle actif en Physique des Particules.

Rappelons que le LPNHE est devenu laboratoire d'appui pour les troisièmes cycles fédéraux des Universités parisiennes.

Enfin certains cours des Universités, en relation directe avec l'activité du laboratoire

ont lieu au LPNHE.

12 FORMATION PERMANENTE

A.M. Touchard

Pour participer au mouvement d'amélioration de la Formation Permanente entrepris par le CNRS, un responsable-formation, a été proposé dans notre laboratoire. Les personnels ITA sont très sensibilisés à la qualité de la Formation Permanente comme le montre leur grande participation ($\sim$ 60%) à l'enquête diffusée par le CNRS pour l'élaboration de son nouveau plan de Formation. Quelques réflexions méritent d'être soulignées ici :

- l'information est très mal diffusée auprès des laboratoires ou parmi les personnels: retard, imprécision sur le contenu des formations et le niveau requis, etc....
- les formations proposées sont d'autant moins nombreuses que l'on passe des catégories élevées aux catégories les plus faibles,
- des formations très diverses sont demandées, avec insistance sur des formations longue de recyclage.

Nous souhaiterions pour l'avenir avoir :

- un meilleur contact avec les correspondants de formation pour notre circonscription,
- une meilleure identification de nos besoins.

13 VIE DU LABORATOIRE

13.1 REUNIONS DU VENDREDI

Responsable jusqu'en sept 89 : J.M. Lévy. Depuis : F. Kovacs.

Depuis de nombreuses années, le laboratoire se réunit le vendredi à 11h. Cette réunion est à la fois un échange où les questions d'actualité sont débattues, mais aussi l'occasion pour les thésards de présenter leurs travaux ou d'écouter une revue de presse sur un sujet donné. En réalité ce rendez-vous permet de faire circuler les informations aux personnes présentes, mais est aussi le conseil scientifique du LPNHE. En effet tout nouveau projet est présenté et débattu dans ce cadre. De même, la répartition du budget et toute question concernant la vie du laboratoire sont discutées dans ces réunions. En 88-89 beaucoup d'entre elles ont eu comme thème le déplacement du

laboratoire à Marne la Vallée. Mais il y fut aussi question de $B\overline{B}$, des neutrinos, de l'amélioration de DELPHI, du détecteur H1, de l'utilisation de la CAO, des possibilités de développement technique etc... Les membres du laboratoire sont très attachés à ce rendez-vous et y assistent nombreux.

13.2 LES "PIF"

G. Bernardi

Ce sérieux acronyme dissimule de non moins sérieuses réunions des physiciens du laboratoire sur la Physique Intéressante du Futur: vaste programme... La règle du jeu était une présentation brève (20-30') et informelle interrompue et suivie par de nombreuses questions, à la différence de notre réunion hebdomadaire de laboratoire, plus longue et plus conventionnelle. Ceci a permis aux nombreux stagiaires et thésards du labo de faire des présentations plus fréquentes de leur travail, et ce, dans une ambiance plus détendue que lors de leur confrontation annuelle avec le laboratoire. Par ailleurs l'objectif visé était surtout de pousser les physiciens immergés, voire submergés dans la préparation des grosses manips du labo (DELPHI, H1...) à sortir la tête de l'eau pour présenter un sujet précis mais pas forcément entièrement défriché sur la physique qui serait faite bientôt avec ces nouvelles machines. Ce but de préparation d'analyse n'a pas été complètement atteint cette année, sans doute parce que le travail de maîtrise des outils d'analyse, lorsqu'ils existent, est loin d'être négligeable. L'année qui vient se présente sous un meilleur jour avec l'intense travail de familiarisation fourni avec le démarrage de LEP. Nous avons organisé au cours de l'année scolaire écoulée une quinzaine de ces réunions, généralement le mardi midi, et en veillant à ne pas interférer avec les nombreuses réunions de collaboration. Pour l'année qui vient les PIF redémarreront après Noël, car une grande partie des physiciens du labo sont impliqués durant tout l'automne dans des prises de données au CERN (LEP et test calorimétrique de H1).

13.3 REUNION BIENNALE DU LPNHE

18-19-20 septembre 1988 à Targasonne (P.O.) F. Kovacs.

C'est devenu une tradition au LPNHE : tous les deux ans une grande partie du laboratoire est conviée à se mettre au vert pendant 3 jours en dehors de Paris pour faire le bilan de ses activités et discuter des possibilités d'avenir.

Profitant du début de l'expérience THEMISTOCLE, 45 physiciens et ITA se sont rendus à proximité de THEMIS. Le programme était chargé avec de nombreux intervenants.

- La fin de l'expérience CELLO permit de faire le bilan critique de la participation du laboratoire.

- Les dernières études (en particulier une recherche d'axions) effectuées au laboratoire sur les émulsions exposées à un faisceau de π^- de 350 GeV/c dans le spectromètre Ω' furent décrites.

- L'activité autour de DELPHI fut présentée ainsi que les réflexions sur les premières améliorations du détecteur à envisager.

- La présentation des développements techniques et de la physique pour le détecteur H1 permit de constater que le groupe avait une grosse charge de travail et qu'il faudrait un effort technique accru du laboratoire pour que les échéances puissent être respectées.

- Le groupe Neutrino fit part des différentes possibilités qui s'offraient pour proposer une expérience dans des délais raisonnables.

- L'expérience THEMISTOCLE fit le point sur son calendrier d'installation et sur la charge de travail impartie au groupe.

- La charge de l'équipe technique et la répartition des compétences fut âprement discutée. Un consensus s'établit sur le manque de postes en informatique et en électronique.

- Le point sur les projets $B\overline{B}$ fut présenté avec des perspectives de contribution technique.

- Les ingénieurs présentèrent leurs derniers développements.

- La perspective LHC ou SSC fut abordée avec la question de savoir comment envisager une possibilité de R & D au LPNHE et laquelle, avec les charges actuelles du laboratoire, étant entendu qu'il était indispensable de s'y mettre pour rentrer dans les collaborations futures.

Le dernier après-midi fut plus particulièrement consacré à la discusion pour souligner les imperfections rapportées dans les différentes interventions et trouver les solutions appropriées.

Clairement le LPNHE manque de locaux et du potentiel technique qui lui permettrait de travailler à plein régime. Un nouveau groupe de physique comme les neutrinos ne pourrait disposer d'aucun support technique avant deux ans!

Un après-midi fut consacré à la visite du four solaire d'Odeillo et des expériences ASGAT et THEMISTOCLE en présence des élus et des responsables administratifs locaux (maires et conseillers généraux). A noter également la présence d'une délégation de Barcelone.

De l'avis général, cette réunion fut profitable à chacun et permit d'approfondir la communication au sein du LPNHE.

13.4 VISITEURS ETRANGERS

Huit visiteurs étrangers ont travaillé au laboratoire pour des périodes de trois mois ou plus:

- Jose Benlloch, Chercheur à l'Université de Valencia (Espagne) a travaillé sur DELPHI grâce au CNRS.
- Leonardo Cerrito, Professeur à l'Institut Sanita de Rome (Italie), a participé à DELPHI avec des crédits venant successivement de l'IN2P3, du Ministère des Affaires Etrangères (MAE) et de l'Université Paris VII.
- John Cooper, étudiant, a bénéficié de fonds de la Convention franco-canadienne pour rejoindre DELPHI.
- Rong Fang, Maître Assistant à l'University of Science and Technology of China à Hofei (Chine), fait partie de l'équipe-H1 grâce à des crédits de Paris VII et de l'IN2P3.
- Zheng Yong Feng, également Maître Assistant à Hofei a travaillé sur H1, financé par l'IN2P3 et le MAE.
- Ryszard Gokieli, Chercheur à l'Institut d'Etudes Nucléaires de Varsovie travaille dans DELPHI grâce à l'IN2P3.
- Martin Hempstead, Chargé de Recherches à l'University of Southampton (U.K.) a participé au projet $B\overline{B}$ sur des crédits du CNRS.
- Herbert Steiner, Professeur à Berkeley (USA) a rejoint H1 grâce à des fonds de la Convention avec Berkeley puis a été nommé professeur associé à Paris VII.

13.5 RECRUTEMENT

Les deux années 1988-1989 ont vu le départ de 3,5 ITA (1 mi-temps muté, 2 retraites, 1 décès).

Pendant cette période 2 Assistants Ingénieurs ont été recrutés ainsi que 3 chargés de recherche; enfin un chargé de recherche et un professeur sont venus rejoindre le laboratoire.

13.6 FORMATION PAR LA RECHERCHE, STAGES.

M. Boratav

Nous regroupons sous cette rubrique tous les séjours de personnes non-membres du laboratoire qui y sont présentes pour des raisons professionnelles, c'est-à-dire pour

bénéficier de compétences scientifiques et techniques de nos équipes à des fins de formation. Nous présentons ci-dessous ces séjours par catégories (en fonction de l'origine des "stagiaires") avec, pour chaque catégorie, quelques indications sur le type de stage, la durée du séjour au laboratoire etc..., et le nombre de personnes qui en ont bénéficié pendant les deux années académiques 1988-89 et 1989-90 (chiffres cumulés):

- Etudiants de l'Enseignement Supérieur (formations longues). Ce type de séjour concerne essentiellement des étudiants en fin de cursus de Physique ou d'Electronique et correspond soit à des stages obligatoires en laboratoire (Magistères, DEA,...) soit à des initiatives personnelles des étudiants (Maîtrise, Licence...).

- Thèses. Principalement étudiants issus des DEA de Physique Nucléaire et Physique des Particules (pas uniquement parisiens) et de Physique Théorique. La durée de présence au laboratoire est d'environ de 2 ans. Nombre de bénéficiaires: 12.

- Stages. Il peut s'agir de stages de pré-thèse, auquel cas la plupart des étudiants de la rubrique précédente en ont bénéficié, ou de stages divers d'étudiants qui ne s'orientent pas ensuite vers la Physique des Particules. Parmi ceux-là, un grand nombre sont issus d'Ecoles d'Ingénieur et plus particulièrement de l'IST (Institut de Sciences et Technologie) de l'Université Paris VI, mais également d'autres (ESPCI par exemple). Durée du stage: de 1 (DEA) à 3 mois (Ecoles). Nombre total de bénéficiaires: 17 (dont Ecoles: 9; DEA, Magistères etc: 8).

- Formations courtes. Etudiants venant d'IUT (principalement Cachan) ou préparant des BTS dans des Lycées (principalement Diderot). Stages essentiellement en Electronique, dans de plus rares cas de Mécanique et d'Informatique. Durée moyenne: 2 mois (dans certains cas prolongés par des stages rémunérés d'été). Nombre de bénéficiaires: 8.

- DEA "Physique et Technologie des Grands Instruments". Etudiants suivant ce DEA dont une partie des cours ont lieu dans les locaux du laboratoire. Ces étudiants ont en particulier accès à la Bibliothèque du laboratoire, peuvent utiliser ses moyens informatiques et sont en contact avec ses équipes de Recherche. Nombre: 22.

- Enseignants du Secondaire. Dans le cadre du recyclage des Professeurs de l'Enseignement Secondaire, le laboratoire participe à une partie des activités de stage de Physique. Durée: quelques jours par an. Nombre de bénéficiaires: 36.

En conclusion, au cours des 2 années écoulées, le LPNHE a accueilli, à des titres divers et pour des séjours allant de quelques jours à deux années, un nombre total de 61 personnes de l'extérieur dans le cadre de la "Formation par la Recherche".

14 ACTIVITE DE DIFFUSION DE LA CONNAISSANCE

J. Laberrigue-Frolow, Ch. de la Vaissière

- Organisation de cycles de conférences à l'Université dans la cité :
  - En 1988 sur "Les grandes découvertes de la physique des particules élémentaires et leurs implications actuelles".
  - en 1989 sur "La non conservation de CP".
- Rédaction d'un chapitre sur l'histoire de la physique des particules élémentaires pour le Tome II de l'histoire de la physique (XXe siècle). (Edition Lavoisier Petite collection d'histoire des sciences. Coordinateur J.P. Mathieu).
- Conférence à l'école de Herceg Novi (sept 89) sur "Les films scientifiques sont-ils utiles?" avec projection de films.
- Débat au Palais de la Découverte pour le 50e Anniversaire du CNRS avec projection de "La course à la bombe" de Jean-François Delassus (17 Nov 89).
- Participation aux Etats Généraux de la Culture Scientifique Technique et Industrielle (La Villette 4-6 Déc 89).
- Réalisation d'un dessin animé de 6 minutes, intitulé "Les quarks", pour l'exposition "Passion pour la Recherche" (La Villette oct 89-janv 90). L'opération a été financée par l'atelier d'exploration de Meudon à l'occasion du cinquantenaire du CNRS.
- Production en cours, par le CNRS audio-visuel, de 7 animations vidéo consacrées à la physique des particules. Une première animation, "Les baryons", obtenue en filmant image par image l'écran d'un Mac II, a été présentée à l'école d'Herceg Novi. Il est prévu de tester le produit sur des classes de terminales.
- Réalisation par deux élèves de l'Ecole Centrale (Th. Arnould et R. Sahel) d'un logiciel de consultation d'animations sur Mac SE avec les logiciels HYPERCARD et VIDEOWORKS. Ce travail, qui entrait dans le cadre d'un projet de seconde année, a fait l'objet d'un mémoire et d'une soutenance (Juin 1989). Grâce au soutien de la direction de l'IN2P3, il a été repris et a abouti à une maquette adaptée à la Physique des Particules, pour le Palais de la Découverte.

15 RELATIONS AVEC L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

J. Duboc

Ces relations ont consisté d'abord en le suivi des deux opérations nationales antérieures, déjà décrites dans le rapport d'activité 1985-1987.

- L'illustration du cours de mécanique relativiste par des travaux pratiques sur des photographies de chambre à bulles. Le succès de ces T.P. se maintient, cette approche expérimentale de la physique des particules intéresse vivement les élèves.

- L'illustration du cours de radioactivité par des travaux pratiques de mesure de l'absorption des β et γ émis par une source de cesium. En plus des mesures proprement dites qui donnent une idée du pouvoir pénétrant des particules (0,1 mm d'Al pour les β, 8 mm de Pb pour les γ) les élèves peuvent vérifier que les β ne sont pas monoénergétiques et en déduire que ceci est dû à l'émission simultanée d'un antineutrino avec l'électron. Le logiciel que nous avons conçu, avec les inspecteurs généraux, traite les données, et compare la théorie à l'expérience en tenant compte des incertitudes qui sont connues puisque l'émission radioactive suit une loi poissonnienne.

Ce double suivi s'est traduit par une série de conférences aux professeurs en cours de formation continue, au fil des invitations. Par ailleurs, l'idée a fait son chemin d'introduire les notions d'incertitudes sur l'ensemble du programme de physique des lycées. Suite à la bonne collaboration lors des opérations précédentes l'Inspection Générale nous a demandé conseil, d'où deux conférences sur ce sujet. Enfin nous avons participé à l'écriture d'un manuel scolaire "Physique niveau terminales scientifiques" aux éditions Bordas.

16 PUBLICATIONS

DELPHI

CAMPAGNE J.E., ZITOUN R. – [Campagne J.E. et al.] – An Expression of the Electron Structure Function in QED – LPNHEP 8806 – 1988.

CAMPAGNE J.E., ZITOUN R. – [Campagne J.E. et al.] – Electromagnetic Radiative Corrections at LEP - SLC Energies for Experimentalists – LPNHEP 8808 – 1988.

CAMPAGNE J.E., ZITOUN R. – [Campagne J.E. et al.] – QED Corrections to the Forward Backward Asymmetry at LEP Energies – LPNHEP 8901 – 1989.

CAMPAGNE J.E., ZITOUN R. – [Campagne J.E. et al.] – QED Corrections to the Forward - Backward Asymmetry at LEP Energies – Physics Letters B222 – 1989 – Pages 497-500.

DE LA VAISSIERE Ch., PALMA-LOPES S. – [Dijkstra H. et al.] – Physics Aspects of the DELPHI Vertex Detector – Nuclear Instruments and Methods A277 – 1989 – Pages 160-169.

DE LA VAISSIERE Ch., PALMA-LOPES S. – [De La Vaissiere Ch. et al.] – Multidimensional Analysis : a Tool for B - Tagging? – DELPHI 8932 PHYS 38 – 1989.

DE LA VAISSIERE Ch., PALMA-LOPES S. – [De La Vaissiere Ch. et al.] – Multidimensional Analysis: B - Tagging at LEP – International Symposium on Heavy Quark Physics. – Cornell University Ithaca (NY) June 13 - 17 1989.

CAMPAGNE J.E., ZITOUN R. – [Bardin D. et al.] – Forward - Backward Asymmetries – CERN TH 5536 – 1989.

ASTESAN F., BAUBILLIER M., BORATAV M., CAMPAGNE E., CHOROWICZ V., DE LA VAISSIERE Ch., GENAT J.F., GOKIELI R., GROSSETETE B., IMBAULT D., LEBBOLO H., LEBRETON E., PAIN R., PALMA LOPES S., PASSENEAU J., PASSENEAU M., ROSSEL F., ZITOUN R. – [Aarnio P. et al.] – Measurement of the Mass and Width of the Z^0 Particle from Multihadronic Final States Produced in e^+e^- Annihilations – Physics Letters B - 16Nov 1989

BAILLY P., COHEN-SOLAL M., GENAT J.F., ROSSEL F. – DELPHI Outer Detector Trigger FASTBUS Digitizer TFD – F6883

CERRITO L., LEBBOLO H., et al – PANDORA. The DELPHI Local Trigger Supervisor – DELPHI Report 89-12

BAUBILLIER M., BORATAV M., BRAULT L., CAMPAGNE J.E., CERRITO L., CHOROWICZ V., DE LA VAISSIERE Ch., GEARA Ch., GENAT J.F., GOKIELI R., GROSSETETE B., PALMA-LOPES S., PAIN R., ROSSEL F., ZITOUN R. – The DELPHI Outer Detector - Nuclear Instruments and Methods – A283 - 1989 - pages 502 - 508

H1

VALLEE C., BARRELET E., DUBOC J., NGUYEN H.K. – [Braunschweig W. et al.] – Performance of a Lead - Copper Liquid Argon Calorimeter with an Iron Streamer Tube Tail Catcher – Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A275 – 1989 – Pages 246-257.

BARRELET E., DUBOC J., NGUYEN H.H., VALLEE C. – [Braunschweig W. et al.] – Results from a Test of an Iron Streamer Tube Calorimeter – Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A270 – 1988 – Pages 334-346.

BARRELET E. – [Moreau F. et al.] – An Impurity Monitor for Room Temperature Liquid Ionization Chambers – Nuclear Instruments and Methods A278 – 1989 – Pages 417-424.

DUBOC J., NGUYEN H.H. – [Braunschweig W. et al.] – Results Form a Test of a Pb - Cu Liquid Argon Calorimeter – Nuclear Instruments and Methods A265 – 1988 – Pages 419-434.

NEUTRINO

BERNARDI G., CHAUVEAU J., DUMARCHEZ J., LEVY J.M., PONS Y., TOUCHARD A.M., VANNUCCI F. – [Bernardi G. et al.] – Further Limits on Heavy Neutrino Couplings – Physics Letters B203 – 1988 – Pages 332-334.

ASTIER P., BERNARDI G., CHAUVEAU J., DUMARCHEZ J., KOVACS F., LETESSIER-SELVON A., LEVY J.M., PONS Y., TOUCHARD A.M., VANNUCCI F. – [Astier P. et al.] – Search for Neutrino Oscillations – Physics Letters B220 – 1989 – Pages 646-652.

ASTIER P., BERNARDI G., CHAUVEAU J., DUMARCHEZ J., KOVACS F., LETESSIER-SELVON A., LEVY J.M., PONS Y., TOUCHARD A.M., VANNUCCI F. – [Astier P. et al.] – A Search for Neutrino Oscillations – CERN EP 89128 – 1989. Acceptée à Nuclear Physics.

DUMARCHEZ J. – [Dumarchez J.] – Search for Neutrino Oscillations at BNL. Preliminary Results from E816 Experiment. Moriond - Janvier 1988.

THEMISTOCLE

GEORGE R., KOVACS F., RIVOAL M., SOCROUN T., PONS Y. – [Kovacs F. et al.] – A High Angular Resolution Cerenkov Light Detector – Worshop on the Physics and Experimental Techniques of H.E. ν and V.H.E. and U.H.E. γ Ray Particles Astrophysics – Little Rock (US) 10 - 13 May 1989.

GEORGE R., KOVACS F., RIVOAL M., SOCROUN T. – [Ghesquiere C. et al.] – A High Angular Precision Detector for High Energy γ - Ray Physics – International Symposium on Very High Energy Cosmic Ray Interactions. – Lodz (PL) August 29 - September 6 1989.

GEORGE R., KOVACS F., RIVOAL M., SOCROUN T. – [Ghesquiere C. et al.] – Mass Spectroscopy with THEMISTOCLE in the Region 10 to 100 Tev – International Symposium on Very High Energy Cosmic Ray Interactions. – Lodz (PL) August 29 - September 6 1989.

GEORGE R., KOVACS F., PONS Y., RIVOAL M., SOCROUN T. – [Fontaine G. et al.] – Aims and Status of the THEMISTOCLE Physics Experiment – Topical Seminar on Astrophysics and Particle Physics – San Miniato (IT) 8 - 12 May 1989.

$B\overline{B}$

BRIAND H., CHAUVEAU J., – [Baderstscher A. et al] – Simulation Study for a B - Detector (I) PSI/BMF 88-1

BRIAND H., CHAUVEAU J. – [Wacker K. et al.] – Proposal for an Electron Positron Collider for Heavy Flavour Particle Physics and Synchrotron Radiation – PSI PR 8809 – 1988.

CHAUVEAU J. – [Chauveau J.] – Detector for the B Factory at PSI – International Symposium on Heavy Quark Physics. – Cornell University Ithaca (NY) June 13 - 17 1989.

CELLO

BLOHM K., GEORGE R., GOLDBERG M., HAMON O., KAPUSTA F., POGGIOLI L., RIVOAL M. – [Behrend H.J. et al.] – Upper Limit for the Decay $\tau \rightarrow \eta\pi\nu$ – Physics Letters B200 – 1988 – Pages 226-230.

BLOHM K., GEORGE R., GOLDBERG M., HAMON O., KAPUSTA F., POGGIOLI L., RIVOAL M. – [Behrend H.J. et al.] – An Analysis of Multihadronic Events Produced with two Energetic Leptons in e^+e^- Annihilation – Physics Letters B212 – 1988 – Pages 515-522.

BLOHM K., GEORGE R., GOLDBERG M., HAMON O., KAPUSTA F., POGGIOLI L., RIVOAL M. – [Behrend H.J. et al.] – Measurement of the Reaction $\gamma\gamma \to \rho^+\rho^-$ with the CELLO Detector – Physics Letters B218 – 1989 – Pages 493-498.

BLOHM K., GEORGE R., GOLDBERG M., HAMON O., KAPUSTA F., POGGIOLI L., RIVOAL M. – [Behrend H.J. et al.] – A Search for New Leptons – Zeitschrift für Physik C41 – 1988 – Pages 7-16.

BLOHM K., GEORGE R., GOLDBERG M., HAMON O., KAPUSTA F., POGGIOLI L., RIVOAL M. – [Behrend H.J. et al.] – An Experimental Study of e^+e^- Annihilation into four Leptons at $\sqrt{s} \geq 35\ GeV$ – Zeitschrift für Physik C43 – 1989 – Pages 1-14.

BLOHM K., GEORGE R., GOLDBERG M., HAMON O., KAPUSTA F., POGGIOLI L., RIVOAL M. – [Behrend H.J. et al.] – Neutrino Counting with the CELLO Detector and Search for Supersymmetric Particles – Physics Letters B215 – 1988 – Pages 186-194.

BLOHM K., GEORGE R., GOLDBERG M., HAMON O., KAPUSTA F., POGGIOLI L., RIVOAL M. – [Behrend H.J. et al.] – τ Production and Decay with the CELLO Detector at PETRA – Physics Letters B222 – 1989 – Pages 163-172.

BLOHM K., GEORGE R., GOLDBERG M., HAMON O., KAPUSTA F., POGGIOLI L., RIVOAL M. – [Behrend H.J. et al.] – The $K_s^0 K_s^0$ Final State in $\gamma\gamma$ Interactions – Zeitschrift für Physik C43 – 1989 – Pages 91-96.

BLOHM K., GEORGE R., GOLDBERG M., HAMON O., KAPUSTA F., POGGIOLI L., RIVOAL M. – [Behrend H.J. et al.] – $K_s^0 K\pi$ Production in Tagged and Untagged $\gamma\gamma$ Interactions – Zeitschrift für Physik C43 – 1989 – Pages 367-376.

BLOHM K., GEORGE R., GOLDBERG M., HAMON O., KAPUSTA F., POGGIOLI L., RIVOAL M. – [Behrend H.J. et al.] – Model - Independent Limits on Λ_{QCD} from e^+e^- Annihilation in the Energy Range from 14 to 46 GeV – Zeitschrift für Physik C44 – 1989 – Pages 63-69.

EHS

DE BILLY L., BRIAND H., DUMARCHEZ J., NGUYEN H.K., OUARED R., TOUBOUL M.C., – [Aguilar - Benitez M. et al.] – D - Meson Production from 400 $GeV/c\,pp$ Interactions, Evidence for Leading Di - Quarks – Physics Letters B201 – 1988 – Pages 176-182.

BRIAND H., DUMARCHEZ J., NGUYEN H.K., OUARED R., TOUBOUL M.C. – [Aguilar - Benitez M. et al.] – Charm Hadron Properties in 400 $GeV/c\,pp$ Interactions – Zeitschrift für Physik C40 – 1988 – Pages 321-346.

BRIAND H., DUMARCHEZ J., NGUYEN H.K., OUARED R., TOUBOUL M.C. – [Aguilar - Benitez M. et al.] – Comparative Properties of 400 $GeV/c\,pp$ Interactions with and without Charm Production – Zeitschrift für Physik C41 – 1988 – Pages 191-196.

DUBOC J., NGUYEN H.K. – [Aguilar - Benitez M. et al.] – Vector Meson Production in $\pi^- p$ Interactions at 360 GeV/c – CERN EP 8958 – 1989.

WA76

ARMSTRONG T.A., SENE M., ZITOUN R. – [Armstrong T.A. et al.] – Use of Silicon Microstrip Detectors for Precise Measurement of High Momenta – Nuclear Instruments and Methods A274 – 1989 – Pages 165-170.

ARMSTRONG T.A., SENE M., ZITOUN R. – [Armstrong T.A. et al.] – A Search for Glueballs in the Central Region in the Reaction $pp \rightarrow p_f(X^0)p_s$ at 300 GeV/c Using the CERN Ω Spectrometer – CERN EP 88124 – 1988.

ZITOUN R. – [Armstrong T.A. et al.] – Observation of Double ϕ - Meson Production in the Central Region for the Reaction $pp \rightarrow p_f(K^+K^-K^+K^-)p_s$ at 300 GeV/c – Physics Letters B221 – 1989 – Pages 221-226.

ZITOUN R. – [Armstrong T.A. et al.] – A Spin - Parity Analysis of the f_1 (1285) and f_1 (1420) Mesons Centrally Produced in the Reaction $pp \rightarrow p_f(K^0_s K^\pm \pi^\pm)p_s$ at 300 GeV – Physics Letters B221 – 1989 – Pages 216-220.

ZITOUN R. – [Armstrong T.A. et al.] – Study of the $\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$ System Centrally Produced by Incident π^+ and p Beams at 85 GeV/c – Zeitschrift für Physik C43 – 1989 – Pages 55-61.

SENE M., ZITOUN R. – [Armstrong T.A. et al.] – Evidence for New States Produced in the Central Region in the Reaction $pp \rightarrow p_f(\pi^+\pi^-\pi^+\pi^-)p_s$ at 300 GeV/c – Physics Letters B228 – 1989 – Pages 536-542.

SENE M., ZITOUN R. – [Armstrong T.A. et al.] – A Study of the Centrally Produced $K^{*0}\overline{K}^{*0}$ Final State in the Reaction $pp \rightarrow p_f(K^+K^-\pi^+\pi^-)p_s$ at 300 GeV/c – CERN EP 89108 – 1989.

DIVERS

ASTIER P. – [Astier P.] – The Multistep Chamber as a Hardware Event Buffer – LPNHE 8904 – 1989.

KAPUSTA F. – [Kapusta F.] – A Unified Description of the Hadronic Photon Structure Function – LPNHEP 8801 – 1988.

KAPUSTA F. – [Kapusta F.] – A Unified Description of the Perturbative Photon Structure Function in x Space – Zeitschrift für Physik C42 – 1989 – Pages 225-229.

GROSSETETE B. – [Grossetête B.] – Eléments de Physique des Particules – LPNHEP 8802 – 1988.

GROSSETETE B. – [Grossetête B.] – Interactions des Particules avec la Matière – LPNHEP 8804 – 1988.

LABERRIGUE-FROLOW J., LEVY J.M., DE LA VAISSIERE CH., YIOU T.P. – [Atkinson M. et al.] – Photon Diffractive Dissociation to $\rho\rho\pi$ and $\rho\pi\pi$ States – Zeitschrift für Physik C38 – 1988 – Pages 535-541.

BERNARDI G. – [Bernardi G.] – Neutrino Oscillations at Accelerators International Conference on High Energy Physics Munich (DE) 4-10 August 1988.

THESES

POGGIOLI L. – Etude de la Fonction de Structure du Photon $F_2^\gamma(x, Q^2)$ à l'aide du Détecteur CELLO – Thèse d'Etat, le 17 Juin 1988 (LPNHEP 8807).

BRAULT L. – Mesurabilité avec le Détecteur DELPHI de la Masse et de la Largeur du Z^0 par la Réaction $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma_1 \ldots \gamma_n$ (mous) – Thèse de l'Université Paris XI, le 22 Novembre 1988 (LPNHEP 8809).

BLOHM K.H. – La Mesure de la Fonction de Structure du Photon à petit Q^2 avec le Détecteur CELLO – Thèse de l'Université Paris VII, le 9 Decembre 1988 (LPNHEP 8810).

CAMPAGNE J.E. – Etude du Canal $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ (γ) dans le Cadre de l'Expérience DELPHI: Corrections Radiatives et Performances du Système de Déclenchement et de Reconstruction – Thèse de l'Université Paris VI, le 25 Mai 1989 (LPNHEP 8902).

DEL BUONO L. – Réalisation d'un Système d'Acquisition de Données dans le Cadre de l'Expérience H1 – Thèse de l'Université Paris VII, le 5 Juin 1989 (LPNHEP 8905).

KAPUSTA F. – La Production de Jets dans les Collision Photon-Photon – Thèse d'Etat, le 4 Juillet 1989 (LPNHEP 8906).

17 SEMINAIRES CONJOINTS LPNHE - LPC (CDF)

13 janvier 1988 :	**G. SCHULER** (DESY). Characteristics of Heavy Flavour Production in ep Collisions.
20 janvier 1988 :	**J. RICH** (DPhPE Saclay). Nouvelle Méthode pour la détection de la Matière noire.
27 janvier 1988 :	**G. ANZIVINO-CERRITO** Silicium Micro Strips Detectors: Performances and future Developpements. An Exemple the DELPHI Micro Vertex.
2 février 1988 :	**J.F. GENAT** (LPNHE). Nouvelles Techniques pour l'Electronique.
17 février 1988 :	**A. JACHOLKOWSKI** (CERN). Déclenchement sur le Paramètre d'Impact pour l'étude de l'Hadroproduction du Charme (WA82).
24 février 1988 :	**M. KOSHIBA** (CERN and Tokio University). Results from KAMIOKA.
2 mars 1988 :	**H. REEVES** (Saclay). Succès et Difficultés de la Théorie du Big Bang.
Le 9 mars 1988 :	**H. de KERRET** (Collège de France). Derniers Résultats du Bugey.
16 mars 1988 :	**R. BEURTEY** (DPhN/ME Saclay). Saturne 2 et la Physique aux Energies intermédiaires.
13 avril 1988 :	**J. FELTESSE** (DPhPE - Saclay). La Physique à HERA.
20 avril 1988 :	**O. PENE** (LPTHE - Orsay). Interaction faible et QCD sur Réseau.
27 avril 1988 :	**M. SPIRO** (DPhPE - CEN - Saclay). Les Neutrinos : de la Classification et de l'Origine des Espèces.
4 mai 1988 :	**J.P. BLAIZOT** (INSTN - Saclay). Revue sur les Ions lourds.
11 mai 1988 :	**J.M. BROM** (CRN - Strasbourg). La Physique de la Beauté et sa Durée de Vie.

18 mai 1988 :	**J.M. LEVY-LEBLOND** (Université de Nice). Variations sur les Constantes de la Physique.
25 mai 1988 :	**A. NEVEU** (CERN - ENS). Les Super-Strings.
1er juin 1988 :	**J. BELL** (CERN - Division Théorique). The Temperature of the Vacuum, Hawking Radiation, and the Quantum Fluctuations of Electrons in Storage Rings.
8 juin 1988 :	**R. PETRONZIO** (Université de Rome II). Aspect non perturbatif dans le Secteur du Higgs du Modèle standard.
15 juin 1988 :	**L. BLANCHET** (Observatoire de Meudon). Théorie et Détection du Rayonnement gravitionnel.
22 juin 1988 :	**M. DUBOIS** (Orme des Merisiers). Du Chaos vers les Effets spatiaux temporels en Convection.
29 juin 1988 :	**J. CHAUVEAU** (LPNHE Paris VI et VII). Etat du Projet d'Usine à Mésons B au Laboratoire PSI (ex-SIN).
7 juillet 1988 :	**T. STANEV** (Bartolt Research Institute, University of Delaware). High Energy Signals from Astrophysical Sources.
19 octobre 1988 :	**V.L. CZERNYAK** (Institute for Nuclear Physics Novossibirsk URSS). Can Theory Explain ARGUS Data on the $B \to p\bar{p}\pi$ and $B \to p\bar{p}\pi\pi$ Decays ?
2 novembre 1988 :	**G. WORSMER** (LAL - Orsay). Heur(t)s et Malheurs du SLC.
9 novembre 1988 :	**J. MADORE** (LPTHE - Orsay). Introduction à la Géométrie non commutative.
16 novembre 1988 :	**B. EQUER** (LPICM - X - Palaiseau). Les Détecteurs semi-conducteurs en Couches minces : Une Technique d'Avenir.
30 novembre 1988 :	**G.W. LONDON** (DPHPE - Saclay). Bilan du Programme des Ions ultrarelativistes.
5 décembre 1988 :	**J.M. LOISEAUX** (ISN Grenoble). Accélérateurs d'Electrons supraconducteurs : une Sonde précise à l'Echelle de 10^{-16}m .
7 décembre 1988 :	**V. ABRATSOV et M. TSYGANOV** (Dubna, Serphukov). The First Physics at UNK.

14 décembre 1988 :	**B. PIRE** (LPTHE - X). A-t-on Besoin des Diquarks pour décrire le Proton ?
21 décembre 1988 :	**P. BILLOIR** (LPC Collège de France). Pour une Reconnaissance des Traces chargées vite faite et bien faite.
Le 11 janvier 1989 :	**W.S. HOU** (MPI Munich). CP Violation and CPT - A Reassesment of QCD induced B Decays.
18 janvier 1989 :	**M. DREES** (CERN). Cygnus X3, HERA and the Hadronic Structure of the Photon.
Le 8 février 1989 :	**J. ELLIS** (CERN). Dark Matter in the Universe.
15 février 1989 :	**M. de SAINT SIMON** (CSNSM - Orsay). Comparaison de la Masse du Proton et de l'Antiproton.
1er mars 1989 :	**R. OMNES** (LPTHE - Orsay). Progrès récents dans l'Interprétation de la Mécanique Quantique.
8 mars 1989:	**T. YPSILANTIS** (Collège de France). La Physique du B au Collisionneur Sp$\bar{p}$S.
10 mars 1989 :	**P. LIMON** (SSC Central Design Group). SSC Status.
15 mars 1989:	**R. KASS** (Ohio State University). Results on B Physics from CLEO.
17 mars 1989 :	**T. NOZAKI** (KEK). Recent Results from the TRISTAN Experiments.
22 mars 1989 :	**J. MAILLARD** (Collège de France). Recherche du Higgs dans DELPHI.
29 mars 1989 :	**M. URBAN** (LPNHE - Ecole Polytechnique). Est-il possible de détecter de l'Anti-Matière extra-galactique en utilisant le Champ magnétique terrestre, et la Lune comme Absorbeur ?
26 avril 1989 :	**R. VINH-MAU** (Université de Paris VI). Les Skyrmions - Physique Hadronique à basse Energie.
17 mai 1989 :	**P. EBERHARDT** (Lawrence Berkeley Laboratory). Un Paradoxe à plusieurs Solutions.

31 mai 1989 : **R. PESCHANSKI** (Service de Physique Théorique - CEN - Saclay). Intermitence en Physique des Particules.

14 juin 1989 : **S. JULLIAN** (LAL - Orsay). Etat des Expériences de double Désintégration β.

21 juin 1989 : **N. CORON** (Lab.de Physique Stellaire et Planétaire - Institut d'Astrophysique Stellaire - Verrières le Buisson). Spectrométrie Thermique de Particules et Photons par Bolomètre composite refroidi à 100 mK : d'extraordinaires Potentialités aux Applications possibles en Astrophysique et en Physique des Particules.

28 juin 1989 : **D. ARDOUIN** (Laboratoire de Physique Nucléaire - Nantes). Interféromètrie nucléaire : Accès aux Séquences temporelles d'Emission de Particules dans les Collisions d'Ions lourds.

10 juillet 1989 : **T. WEEKES** (Whipple Observatory). Astronomie γ à Whipple.

11 octobre 1989 : **F. MARTIN** (LPTHE Paris VII). Soleil noir ou comment les Cosmions refroidissent le Centre de la Terre.

18 octobre 1989 : **G. WEISBUCH** (ENS). Introduction aux Réseaux de Neurones.

25 octobre 1989 : **G. d'AGOSTINI** (Rome). Fonction de Structure du Gluon dans le Proton à HERA.

8 novembre 1989 : **Y. DUCROS** (DPhPE Saclay). Expérience D_0.

15 novembre 1989 : **A. LETESSIER-SELVON** (LPNHE). Production de Paires $e^+ e^-$ de faible Masse (< 2 GeV) dans les Collisions p-Noyau et Noyau-Noyau.

22 novembre 1989 : **H. STEINER** (University of California-Berkeley). Testing the Standard Model using polarized Electrons at the SLC.

29 novembre 1989 : **T. NAKADA** (PSI). CP Violation at B Factories.

6 décembre 1989 : **J.L. BOBIN** (Paris VI). Accélération des Particules en Milieu Plasma; Etat de l'Art (été 1989).

20 décembre 1989 : **X.Y. PHAM** (LPTHE Paris). Brisure spontannée de la Symétrie électrofaible par le Quark Top (sans le mécanisme de Higgs).

18 SEMINAIRES DONNES A L'EXTERIEUR

Janvier 1988 :	**P. ASTIER.** Résultats préliminaires de l'Expérience E816. DPhPE Saclay.
Mai 1989 :	**P. ASTIER.** The Multistep Chamber as a hardware Event Buffer. 4th Pisa Meeting on advanced Detectors. La Biodola - Isola d'Elba - Italie.
Septembre 1988 :	**M. BAUBILLIER.** Status and Perspectives of B Physics. Ecole internationale de Physique des Particules élémentaires. Split - Yougoslavie.
Août 1988 :	**G. BERNARDI.** Neutrino Oscillations at Accelerators. International Conference on High Energy Physics. Munich - Allemagne.
Avril 1988 :	**K. BLOHM.** Fonction de Structure F_2^γ à bas q^2. VIII International Conference on $\gamma\gamma$ Collisions. Tel Aviv - Israel.
Juillet 1989 :	**J.E. CAMPAGNE.** Corrections radiatives dans $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$. Brighton - Royaume Uni.
Janvier 1989 :	**J. CHAUVEAU.** Etat du Projet d'Usine à Mésons B au Laboratoire PSI (ex-SIN). DPhPE Saclay.
Juin 1989 :	**J. CHAUVEAU.** Detector for B Factory at PSI. International Symposium on Heavy Quark Physics. Cornell - USA.
Juin - Juillet 1989 :	**J. CHAUVEAU.** Communications aux Sessions parallèlles. Workshop on B Factories and related Physics Issues. Blois.
Janvier 1988 :	**J. DUMARCHEZ.** Neutrino Oscillations at Brookhaven : E816 Results. Rencontres de Moriond. Les Arcs.
Septembre 1988 :	**J. DUMARCHEZ.** Neutrino Oscillations at Brookhaven : E816 Results. Fermilab Neutrino Workshop. Fermilab - USA .
Décembre 1988 :	**J. DUMARCHEZ.** Recherches d'Oscillation de Neutrinos auprès d'Accélérateurs. C.P.P. Marseille.
Avril 1989 :	**F. KAPUSTA.** Unified Description of F_2^γ for all q^2. VIII International Conference on $\gamma\gamma$ Collisions. Tel Aviv - Israel.

Avril 19[illegible] :	**F. KOVACS.** THEMISTOCLE : A high angular Resolution Čerenkov Light Detector. Workshop on Cosmic γ Rays and related Astrophysics. Erice - Italie.
Mai 1989 :	**F. KOVACS.** THEMISTOCLE : A high angular Resolution Čerenkov Light Detector. Workshop on Physics and experimental Techniques of High Energy Neutrino and VHE and UHE γ Rays Particle Astrophysics. Little Rock - Arkansas - USA.
Octobre 1989 :	**L. POGGIOLI.** Recent Results on the Spaghetti Calorimeter. ELOISATRON Worshop. Erice - Italie.
Juin 1989 :	**T. SOCROUN.** Détection de γ de très haute Energie d'Origine galactique. Physique en Herbe. Strasbourg.
Juin 1989 :	**Ch. de la VAISSIERE.** Multidimensional Analysis : B-tagging at LEP International Symposium on Heavy Quark Physics. Cornell - USA.
Avril 1988 :	**F. VANNUCCI.** Résultats de E816. Invited talk at APS Meeting Baltimore - USA.
Juin 1988 :	**F. VANNUCCI.** Neutrino Oscillations at Accelerators. Boston University - USA.
Juillet 1988 :	**F. VANNUCCI.** Neutrino Oscillations. Dubna - URSS.
Septembre 1988 :	**F. VANNUCCI.** Neutrinos in Atrophysics. Ecole internationale de Physique des Particules élémentaires. Split - Yougoslavie.
Novembre 1988 :	**F. VANNUCCI.** Perspective en Physique du Neutrino. Ecole Polytechnique.
Novembre 1988 :	**F. VANNUCCI.** Le Mystère des Neutrinos. Université de Lausanne - Suisse.
Janvier 1989 :	**F. VANNUCCI.** Detecting the ν_τ. Bologne - Italie.
Janvier 1989 :	**F. VANNUCCI.** Detecting the ν_τ. Pise - Italie.
Mai 1989 :	**F. VANNUCCI.** Concluding Talk. Worshop on γ Physics at TRIUMF. Montréal - Canada.

Juin 1989 :	**F. VANNUCCI.** Results of Oscillation Search at BNL. DESY - Allemagne.
Août :	**F. VANNUCCI.** Neutrino Oscillation, what next ? SLAC - USA.
Novembre 1989 :	**F. VANNUCCI.** Neutrino Oscillations. Berne - Suisse.
Janvier 1989 :	**R. ZITOUN.** Mesure précise des Paramètres électrofaibles à LEP. Université Libre de Bruxelles - Belgique.
Décembre 1989 :	**R. ZITOUN.** Premiers Résultats du LEP. LPTHE Paris VI et VII.

19 ENSEIGNEMENT DE 3eme CYCLE

Séminaires exceptionnels organisés dans le cadre du DEA de Physique et Technologie des grands Instruments.

9 octobre 1989 :	**B. GROSSETETE.** SSC.
6 novembre 1989 :	**M. BAUBILLIER.** LEP.

20 UNIVERSITE DANS LA CITE

Cycle de conférences organisé par Jeanne Laberrigue-Frolow sur : "Les Grandes Découvertes de la Physique des Particules Elémentaires et leurs implications actuelles"

17 décembre 1987 :	**J. LABERRIGUE-FROLOW.** Introduction au Cycle de Conférences. La Découverte du Méson π.
17 janvier 1988 :	**M. SENE.** L'Aventure de la Fission. De la Recherche aux Applications.
14 janvier 1988 :	**J. DUMARCHEZ.** Mécanique Quantique et Réalité. Tests expérimentaux des Inégalités de Bell.
21 janvier 1988 :	**J. DUBOC.** De la Découverte à la Maîtrise de son Utilisation.
28 janvier 1988 :	**F. VANNUCCI.** Le Mystère du Neutrino.
4 février 1988 :	**J.M. LEVY.** Physique des Particules et Cosmologie.
15 février 1988 :	**H.K. NGUYEN.** Des Particules étranges aux Particules charmées.
22 février 1988 :	**Ch. de la VAISSIERE.** Trois Générations de Particules. Quarks et Leptons.
29 février 1988 :	**F. KAPUSTA.** Les Interactions Photon-Photon.
7 mars 1988 :	**R. FOUCHER.** Les Noyaux ont-ils une Forme ?
14 mars 1988 :	**F. KOVACS.** Utilisation du Rayonnement cosmique pour la Datation radiomètrique.
21 mars 1988 :	**J. LABERRIGUE-FROLOW.** Va-t-on vers une grande Unification?
30 mars 1989 :	**J. LABERRIGUE-FROLOW.** La non Conservation de la Parité. Sa Découverte.
20 avril 1989 :	**J. DUBOC.** Ce que l'on a appris sur les Particules Elémentaires à la Sortie de Terminale C.

27 avril 1989 :	**Ch. de la VAISSIERE.** Que savons-nous aujourd'hui des Quarks et des Leptons ?
11 mai 1989 :	**J. CHAUVEAU.** La Violation de CP, Problèmes actuels.
18 mai 1989 :	**J.F. GENAT.** Naissance d'un Système de Mesures pour l'Expérience DELPHI au LEP "Mise en Place de l'Orchestre".

21 LISTE DU PERSONNEL

liste au 01/12/89

ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ASTIER André	Professeur Honoraire Paris VI
BARRELET Etienne	Professeur - Paris VI
BAUBILLIER Michel	Professeur - Paris VI
BILLOIR Pierre	Professeur - Paris VI
BORATAV Murat	Professeur - Paris VI
BRIAND Hélène	Maître de Conférence - Docteur d'Etat - Paris VI
CHAUVEAU Jacques	Maître de Conférence - Docteur d'Etat - Paris VII
DROUIN Monique	Maître de Conférence - Paris VI
FALK-VAIRANT Paul	Professeur Honoraire - Paris VI
FATTON Jacques	Maître de Conférence - Paris VII
GROSSETETE Bernard	Professeur - Paris VII - Directeur du L.P.N.H.E.
HAMON Odile	Maître de Conférence - Docteur d'Etat - Paris VI
LORY Jacqueline	Maître de Conférence - Docteur d'Etat - Paris XI
PONS Yvette	Maître de Conférence - Docteur d'Etat - Paris VII
SCHUNE Denise	Maître de Conférence - Docteur d'Etat - Paris VI
VANNUCCI François	Professeur - Paris VII
WILLOT Brigitte	Maître de Conférence - Docteur d'Etat - Paris VI
ZITOUN Robert	Professeur - Paris VI

CHERCHEURS C.N.R.S.

ASTIER Pierre	Chargé de Recherche
BERNARDI Gregorio	Chargé de Recherche
DUBOC Jean	Directeur de Recherche
DEL BUONO Luigi	Chargé de Recherche
DUMARCHEZ Jacques	Chargé de Recherche - Docteur d'Etat
DURUSOY Barlas	Chargé de Recherche - Docteur d'Etat
GEORGE Roger	Directeur de Recherche
GOLDBERG Marcel	Directeur de Recherche
KAPUSTA Frédéric	Chargé de Recherche - Docteur d'Etat
KOVACS Francis	Chargé de Recherche - Docteur d'Etat
LABERRIGUE Jeanne	Directeur de Recherche
LETESSIER Antoine	Chargé de Recherche
LEVY Jean-Michel	Chargé de Recherche - Docteur d'Etat
NGUYEN Huu-Khanh	Directeur de Recherche
PAIN Reynald	Chargé de Recherche - Docteur d'Etat
POGGIOLI Luc	Chargé de Recherche - Docteur d'Etat
RIVOAL Monique	Directeur de Recherche

SENE Monique	Directeur de Recherche
TOUCHARD Anne-Marie	Directeur de Recherche
De la VAISSIERE Christian	Directeur de Recherche
VALLEE Claude	Chargé de Recherche - Docteur d'Etat
YIOU Tchiu Pung	Chargé de Recherche - Docteur d'Etat

BOURSIERS

CHOROWICZ Valérie	Allocataire de Recherche - Université Paris VI
DAVID Pascal	Allocataire de Recherche - Université Paris VII
HILDESHEIM Wolfgang	Allocataire de Recherche - Université Paris VII
HUOT Nicolas	Allocataire de Recherche - Université Paris VII
NARAGHI Fabrice	Allocataire de Recherche - Université Paris VII
PALMA-LOPES Sergio	Allocataire de Recherche - Université Paris VII
SOCROUN Thierry	Allocataire de Recherche - Université Paris VII
VIBERT Laurent	Allocataire de Recherche - Université de Chambéry

VISITEURS ETRANGERS

FENG ZHENG Yong	Maître Assistant Visiteur IN2P3
GOKIELI Ryszard	Maître Assistant Visiteur IN2P3
STEINER Herbert	Professeur associé à Paris VII

INGENIEURS TECHNICIENS ET ADMINISTRATIFS

ACOUNIS Stéphane	ITA	Assistant-Ingénieur(au Service National)
ASTESAN Françoise	ITA	Ingénieur d'Etudes
BAILLY Philippe	ITA	Technicien de la Recherche
BERNARD-FRUA Anna	ITA	Technicien 3B mi-temps
BLOQUET Lionel	TPN	Ingénieur de Physique Nucléaire
BLOUZON Frédéric	ITA	Assistant-Ingénieur
BONIFACE Nicole	ITA	Technicien de la Recherche
BRISSARD Monique	ITA	Adjoint Technique
BURCKEL Pierre	TPN	Technicien d'Atelier
CANTON Bernard	ITA	Assistant-Ingénieur
CHATEAU Guy	ITA	Technicien de la Recherche
CLOAREC Marie-Madeleine	ITA	Adjoint Technique
COHEN-SOLAL Maurice	ITA	Assistant-Ingénieur (en Congé Formation)
DA SILVA Dioniso	ATOS	Paris VI 7B
DAVID Jacques	ITA	Ingénieur d'Etudes
DE CARVALHO Guilhermina	ATOS	Paris VI 7B
DENANCE Jean-Pierre	TPN	Technicien Principal
DESCAMP Frédéric	Vac.	Ingénieur - (au Service National à DESY)
DESCHAMPS Max	ITA	Ingénieur d'Etudes
DURAND Bernard	ITA	Technicien de la Recherche

ETIENNE Philippe	ITA	Ingénieur d'Etudes
FOIRET Martine	ITA	Adjoint administratif de la Recherche
FRAJERMAN Jeannine	ITA	Adjoint technique 5B mi-temps
GENAT Jean-François	ITA	Ingénieur de Recherche
GHELFENBOIM Monique	IN2P3	Agent technique
GOFFIN Colette	ITA	Technicien de la Recherche
GORRAND Jean-Louis	ITA	Technicien de la Recherche
GORRAND Sylviane	ITA	Adjoint technique
GUITTON Claudine	ITA	Technicien de la Recherche
HERLUISON Odette	ATOS	Paris VI Technicien
HUPPERT Jean-François	ITA	Ingénieur d'Etudes
IMBAULT Didier	ITA	Ingénieur de Recherche
JOS Jeanne	ITA	Secrétaire d'administration de la Recherche
KHOUDI Hocine	ITA	Technicien contrat durée déterminée
LALOUX Philippe	ITA	Technicien de la Recherche
LEBBOLO Hervé	ITA	Ingénieur d'Etudes
LEBRETON Evelyne	ITA	Ingénieur de Recherche
MATHIEU Guillaume	ITA	Assistant-Ingénieur
MOGUILNY Geneviève	ITA	Technicien de la Recherche
MONLOUIS Thérèse	IN2P3	Agent Technique
NAYMAN Patrick	ITA	Ingénieur de Recherche
NGOC Christiane	ITA	Adjoint administratif de la Recherche
OUANNES Alice	ITA	Technicien de la Recherche
PARAISO Adamou	ITA	Technicien de la Recherche
PASSENEAU Jacques	TPN	Ingénieur Principal
PASSENEAU Monique	ITA	Ingénieur d'Etudes
PIRARD René	ITA	Technicien de la Recherche
RAFFY Mauricette	ITA	Technicien 5B mi-temps
RASTRILLA François	ATOS	Paris VI Technicien
REPAIN Philippe	ITA	Adjoint technique
ROSSEL François	ITA	Ingénieur d'Etudes
SARKIS Yvette	ITA	Technicien 5B mi-temps
STRACHMAN Zaharia	ITA	Ingénieur de Recherche
THEURANT Bruno	ITA	Ingénieur d'Etudes
TOUSSAINT Colette	ITA	Technicien de la Recherche
TOUSSENEL François	ITA	Assistant-Ingénieur contrat durée déterminée
TREGUIER Yves	ITA	Assistant-Ingénieur contrat durée déterminée
VALLEREAU Alain	ITA	Assistant-Ingénieur

22 LISTE DES SIGLES

Signification de sigles utilisés dans ce rapport

ASGAT	Astronomie Gamma à THEMIS
ATOS	Personnel Administratif Technique Ouvrier et de Service de l'Enseignement Supérieur
BTS	Brevet Technique Supérieur
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
CCIN2P3	Centre de calcul de l'IN2P3 (Lyon - France)
CELLO	Détecteur électronique ayant occupé une zône de l'anneau PETRA à DESY
CERN	Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (Genève - Suisse)
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CHADAC	Chaîne d'Acquisition
DEA	Diplôme d'Etudes Approfondies
DELPHI	Détecteur de Leptons, Photons et Hadrons avec Identification (expérience-LEP)
DESY	Deutsches Elektronen Synchrotron (Hambourg - Allemagne)
DSP	Digital Signal Processor
ETHZ	Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich (Suisse)
ESIEE	Ecole Supérieure d'Ingénieurs en Electronique et Electrotechnique
FNAL	Fermi National Accelerator Laboratory (Batavia Il. - USA)
HERA	Hadron-Elektron-Ring Anlage. Collisionneur *ep* en fin de construction à DESY
IAO	Ingénierie Assistée par Ordinateur
IN2P3	Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules
ITA	Ingénieurs Techniciens et Administratifs du CNRS
IST	Institut de Paris VI formant des Ingénieurs en Sciences et Technologie
IUT	Institut Universitaire de Technologie
LAA	Groupe de R&D sur les détecteurs futurs installé au CERN
LAL	Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire à Orsay
LEP	Large Electron Positron ring. Collisionneur e^+ e^- mis en service au CERN en juillet 1989
LHC	Large Hadron Collider. Projet de collisionneur *pp* à 16 TeV au CERN

LPNHE	Laboratoire de Physique Nucléaire et des Hautes Energies (Universités Paris VI et VII - France)
MAE	Ministère des Affaires Etrangères
PSI	Paul Scherrer Institut (ex SIN) (Villigen - Suisse)
R&D	Recherche et Développements
RICH	Compteur Čerenkov à image annulaire (Ring Imaging Cherenkov)
RISC	Reduced Instruction Set Computer
SSC	Super Synchrotron Collider. Projet de collisionneur *pp* à 40 TeV au Texas - USA
SIN	Schweizerisches Institut für Nuklearforschung (devenu le PSI après une fusion)
TDC	Convertisseur temps numérique (Time to Digital Converter)
THEMIS	Ancienne centrale solaire de l'EDF à Font-Romeu où s'installent les expériences ASGAT et THEMISTOCLE
THEMISTOCLE	Tracking High Energy Muons In Showers Triggered on Čerenkov Light Emission
TP	Travaux Pratiques
TPC	chambre à projection temporelle (Time Projection Chamber). Détecteur électronique de particules en 3 dimensions
TPN	Techniciens de Physique Nucléaire