

R A P P O R T
D'ACTIVITE

1 9 9 6
.....
1 9 9 7

Responsabilité de la rédaction :

Christian de la Vaissière

Mise en page sur Macintosh avec Quark Xpress :

Nicole Boniface

Crédits photographiques :

LPNHE (sauf pages 17,25,27,35, et 37).

Logo : M. C. Escher "Anneaux concentriques" © by SPADEM, 1983

Couverture :

En haut : photo de la coupole du LPNHE

En bas : Image d'une gerbe cosmique, accompagnée de l'arc caractéristique d'un muon.

**Conception graphique :**

MIST : Jean-Marc Dumas

Collaboration et assistance :

Jeanne Jos

Photogravure et impression :

électrogéloz Fontenay-sous-Bois : 01 45 14 10 60

Sommaire

Avant-propos	5
Expériences de physique	7
Physique au LHC : ATLAS	9
Recherche d'une nouvelle physique au LEP : DELPHI	13
Oscillations de neutrinos : NOMAD et TONIC	17
L'expérience H1 à HERA	21
Violation de CP : expérience BABAR	25
Expérience DØ au Tévatron	29
Études des sources de rayonnement γ : CAT	31
Supernovæ	35
Projet de l'Observatoire "Auger"	37
Activités et moyens techniques	39
Vie du laboratoire	49
Enseignement, formation scientifique et technique	51
Informations générales et administration	55
Activités internes et externes	59
Diffusion de l'information scientifique	65
Liste des publications	73
Liste du personnel	81

Ce rapport présente l'activité pour les années 1996-1997 du Laboratoire de Physique Nucléaire de Hautes Énergies, unité mixte de l'IN2P3, Paris VI et Paris VII.

Le laboratoire possède un important programme en physique des particules et en astroparticules. En physique des particules, les équipes utilisent les grandes installations internationales tant en Europe qu'aux États Unis, CERN, DESY, SLAC et dernièrement Fermilab. Toutes les expériences auxquelles le LPNHE participe se déroulent au sein de collaborations internationales où d'autres laboratoires sont représentés, tant de l'IN2P3 que du C.E.A..

Au CERN

DELPHI : Durant ces deux dernières années les efforts d'analyses se sont portés sur la physique du B, la recherche de particules supersymétriques, et la recherche du boson de Higgs.

Ces dernières recherches profitent de la montée en énergie (184 GeV dans le centre de masse en 97) du LEP. L'activité dans le domaine de la physique gamma-gamma où le rôle du groupe est important se maintient. Le LEP doit continuer à fonctionner jusqu'en l'an 2000. Il faut toutefois constater une diminution de l'activité liée à DELPHI, certains chercheurs ayant rejoint BABAR ou des expériences d'astroparticules.

NOMAD : Le but de cette expérience est de vérifier l'existence d'oscillations entre différents types de neutrinos. Le laboratoire a été un élément moteur dans la conception et la construction de cette expérience. Le détecteur est opérationnel depuis 1995 et plus de 1 200 000 interactions neutrinos ont été enregistrées. Les chercheurs du LPNHE ont une responsabilité importante dans l'élaboration du programme de reconstruction et dans l'analyse des données. Dans le domaine de masse

où cette expérience est sensible, la meilleure limite de l'angle de mélange a été déterminée. Cette limite devrait être améliorée d'un facteur 5 dans l'année qui vient. NOMAD continuera à accumuler des données en 1998.

Une partie des chercheurs s'intéresse aux interactions anormales de neutrinos dans la matière afin d'expliquer le déficit observé de neutrinos solaires. Une petite série d'expériences (TONIC) a permis de rejeter cette hypothèse et d'abaisser la limite supérieure d'interaction anormale de neutrinos.

ATLAS : C'est l'une des deux expériences qui seront installées auprès du LHC.

Le laboratoire participe à la construction du calorimètre électromagnétique central à argon liquide. En mécanique, le LPNHE a la responsabilité de la métrologie des plaques de plomb et également de la métrologie électrique et tenue en tension des isolants en kaptons. La majorité de l'équipe mécanique y est impliquée. La collaboration ATLAS a décidé de ne pas poursuivre la voie digitale pour la lecture des signaux du calorimètre. Le laboratoire a dû se repositionner quant à sa participation en électronique puisqu'il a eu un rôle important dans le projet FERMI de lecture digitale. Le LPNHE a pris la responsabilité des contrôleurs de châssis de lecture des calorimètres électromagnétiques.

Le premier module de calorimétrie devrait être opérationnel au cours de l'année 1998 et le groupe ATLAS du laboratoire participera à sa validation.

Hambourg

Hera H1 : Le LPNHE est très actif dans l'expérience H1. Le groupe a eu une responsabilité majeure dans la mesure de la fonction de structure F_2 , où une amélioration significative de la précision de la mesure a été obtenue. L'observation d'un excès d'événements à grand Q^2

sur les données de 1994-96 a été à l'origine d'une grande excitation qui est maintenant retombée avec l'obtention des données 1997. L'excès à grand Q^2 demeure cependant, mais une interprétation par une résonance (leptoquark, particules supersymétriques) est peu probable.

Le groupe a eu également une activité soutenue dans la physique à petit x .

SLAC

BABAR : L'objet de l'expérience sera l'étude de la violation de CP dans le système des mésons beaux. Le LPNHE a assuré la construction du système de mesure de temps d'émission de signaux de l'identificateur de particules (DIRC). Il participe également à sa calibration. Le détecteur sera monté à SLAC en 1998 et devrait prendre des données en 1999.

Fermilab : Une amélioration des performances du Tévatron (collisionneur proton-antiprotons à 2 TeV) est en cours. La luminosité instantanée sera multipliée d'un facteur 20.

La qualité de l'expérience $D\bar{D}$ sera grandement améliorée avec l'adjonction d'un champ magnétique et d'un détecteur de microvertex. Le laboratoire a décidé à l'automne 97 de participer à cette expérience. La contribution essentielle sera dans l'analyse des données. Le laboratoire prendra part également à la calibration du calorimètre à argon liquide. La prise de données est prévue pour l'an 2000.

Activités en Astroparticules Site de Thémis

CAT: Cette expérience a commencé à prendre des données à l'automne 96 et mesure le spectre de gammas provenant du cosmos. Elle utilise le rayonnement Cerenkov émis par les gerbes d'électrons dans la haute atmosphère. Rappelons que l'électronique de lecture et de déclenchement est de la responsabilité du laboratoire. CAT a observé les variations importantes avec le temps du flux de gammas d'énergie supérieure à 250 GeV émis par le noyau actif de galaxie Makarian 501. C'est ce résultat qui nous a incité à choisir un événement de l'expérience CAT pour illustrer la couverture de ce rapport.

Supernovæ : Une équipe du laboratoire se propose de rejoindre le programme «Supernova Cosmology Project» de mesure des paramètres cosmologiques Ω_M et Ω_Λ à l'aide de supernovæ lointaines de type Ia. Cette expérience se fera en collaboration avec des astrophysiciens français et américains. Elle vient d'être acceptée en décembre 97 au laboratoire, mais n'a pas encore l'aval de l'IN2P3.

Observatoire Auger : Le but de cette expérience est de mesurer les gerbes induites dans l'atmosphère par des rayons cosmiques aux énergies extrêmes.

Deux sites d'observations sont prévus, l'un aux États Unis et l'autre en Argentine. Ce projet est en attente de financement.

Toutes ces expériences nécessitent, pour leur bon déroulement, la mise en œuvre de techniques avancées, en mécanique, électronique et informatique.

Dans chacun des thèmes de recherches, le laboratoire est présent par un groupe structuré de chercheurs et d'ITA mettant à profit les compétences des services techniques. Une part très importante de l'activité de recherche nécessite le maintien et le développement de l'outil informatique.

Durant ces deux dernières années, le nombre d'expériences a augmenté. Toutefois, il faut souligner que certaines arrivent en fin de parcours. Un certain redéploiement est souhaitable pour une bonne vitalité scientifique. Par exemple l'expérience $D\bar{D}$, à part ses mérites propres, est un excellent banc d'essai pour les chercheurs d'ATLAS.

Enfin, par son insertion dans l'Université, et le nombre important d'enseignants-chercheurs, le laboratoire a un rôle primordial dans la formation des jeunes, tant sur le plan de l'enseignement que celui de l'encadrement des stagiaires.

Le LPNHE est présent dans trois formations doctorales, «Champs Particules Matière» (CPM), «Grands Instruments» (GI), et «Modélisation et Instrumentation en Physique» (MIP). Le responsable du DEA MIP est un Professeur du laboratoire, ce qui fait du LPNHE le point d'ancrage de ce DEA.

Marcel Banner
Directeur du LPNHE

Expériences de physique

Physique au LHC : ATLAS

Recherche d'une nouvelle physique au LEP : DELPHI

Oscillations de neutrinos : NOMAD et Tonic

L'expérience H1 à HERA

Violation de CP : expérience BABAR

Expérience DØ au Tévatron

Etude des sources de rayonnement γ : CAT

Supernovæ

Projet de l'Observatoire "Auger"

Les détecteurs qui vont être mis en oeuvre auprès du futur collisionneur LHC du CERN vont permettre d'explorer de nombreux domaines de la physique des particules. Qu'il s'agisse de la physique du quark top, de l'étude des paires de bosons W et de Z, de la recherche du boson de Higgs, ou de la Supersymétrie, la calorimétrie y joue un rôle prépondérant, tant du point de vue de la mesure de l'énergie de particules individuelles, de leur identification que de la mesure du flot d'énergie total à travers le détecteur. La taille de la collaboration (de l'ordre de 2000 physiciens et ingénieurs) et la complexité du détecteur ATLAS (plusieurs millions de canaux), le fort taux de radiations dans lequel il sera amené à fonctionner, la nécessité de réduire au maximum la quantité de matière morte imposent de repousser le plus loin possible les limites des technologies atteintes actuellement en termes de qualité et de fiabilité.

Le LPNHE est impliqué dans l'étude et la réalisation du calorimètre électromagnétique du détecteur ATLAS. Dans un premier temps, la collaboration a mené des études de faisabilité, de recherche et développement sur les technologies disponibles pour construire le détecteur. Ensuite ont été effectués les choix définitifs. Les années

1996 et 1997 ont été marquées par la fin progressive des activités de recherche et développement et le choix de solutions techniques bien définies en vue de la construction du détecteur.

Électronique

Pendant la période de recherche, le laboratoire s'était impliqué dans une activité de développement de lecture tout-numérique destinée au calorimètre à Argon Liquide. Il a largement contribué à la construction de prototypes, a été partie prenante dans les tests en faisceaux et a mené un important travail d'analyse visant à évaluer les performances du système de lecture numérique dans le développement duquel il s'est impliqué.

A l'issue de cette période de développement, la collaboration ATLAS a finalement choisi un système de lecture analogique. Le laboratoire s'est alors tourné vers l'étude et la réalisation du système de synchronisation et de contrôle des châssis d'électronique de lecture des signaux de calorimétrie. L'architecture du système est composée de 60 châssis "Front-End" situés près du détecteur dans une zone "chaude" au point de vue radiations : 20 Gy(Gray) et 10^{12} neutrons par cm^2 et par an. Toutes les composantes situées à ce niveau

doivent être développées dans des technologies résistantes aux radiations.

Les châssis "Front-End" sont reliés par des liaisons optiques, d'une part à la logique de déclenchement de "premier niveau" (à 70 m), d'autre part à l'acquisition de données (à 300 m). Le laboratoire est responsable de la conception et de la fabrication des contrôleurs de ces châssis "Front-End". Chaque contrôleur doit remplir deux tâches principales : la répartition précise des signaux de déclenchement et d'horloge, et le contrôle des paramètres de fonctionnement des cartes d'acquisition.

Les informations temporelles précises arrivent en série au contrôleur à une fréquence de 160 MHz. Le circuit TTCRx décode ces informations en provenance du TTC et fournit 5 signaux qui doivent être transmis aux différentes cartes du châssis. Pour des raisons de place, de tenue aux radiations et d'intégrité, les signaux d'acceptation de niveau 1 (L1Accept), de croisement des faisceaux (BCR), d'initialisation (INI) et de calibration (CAL) sont transmis en mode différentiel

Le système de métrologie par ultrasons et de tri du plomb installé dans le hall IN2P3 à Orsay

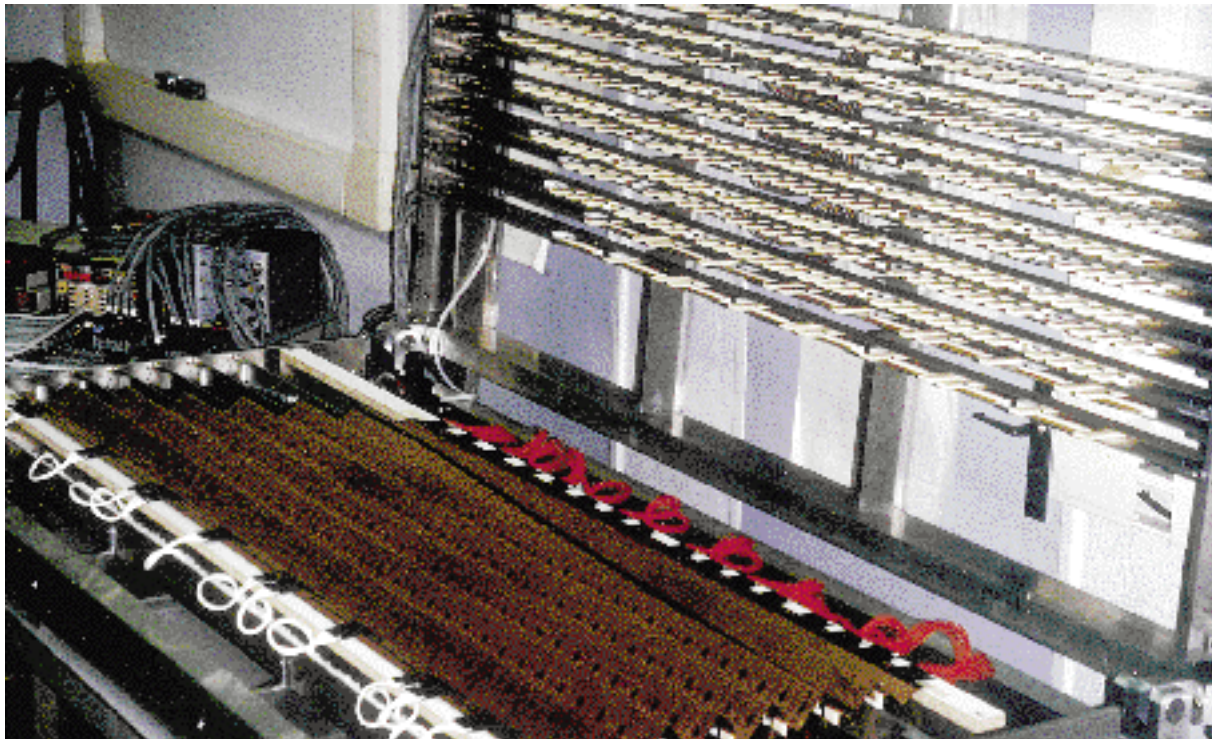


sur un bus Kapton à basse impédance (25 Ohms). Un arbre d'horloges optimisé en délai permet à chaque signal d'être ajusté en temps avec un pas de 1 ns grâce à un circuit de retards programmables. Les signaux d'horloge sont transmis aux cartes du châssis par des connecteurs et des câbles coaxiaux différentiels.

Le contrôle des paramètres des cartes du châssis "Front-End" implique un "bus" de terrain fiable et performant. Ce bus est composé de deux brins. Le premier, optique, assure la liaison avec le châssis maître VME, le second, électrique, permet la liaison avec les cartes d'acquisition. L'interface vers la carte autorise le chargement de registres et de mémoires ainsi que la programmation des circuits de délais /retards des horloges.

Géométrie et test des électrodes

Le LPNHE participe également à la construction du calorimètre, prenant en charge une partie de la conception des électrodes, ainsi que les tests électriques de ces mêmes électrodes. Durant les années 1996 et 1997, les dessins des électrodes ont été finalisés, en collaboration avec le CERN et le LAPP, la maîtrise d'œuvre de la partie mécanique de ces dessins revenant au laboratoire. La seconde activité concerne les tests électriques. Ces tests reposent sur la nécessité de qualifier le produit à la sortie de l'entreprise (les électrodes sont encore plates) ainsi que d'en vérifier la qualité avant l'assemblage des modules du calorimètre (les électrodes sont alors pliées). Le groupe est impliqué dans ces deux séries de tests, et a été à l'origine de la proposition d'effectuer les tests des électrodes à plat. Il collabore étroitement avec les industriels impliqués pour améliorer et contrôler le procédé de fabrication.



Les études des machines de tests des électrodes ont été menées à bien, des prototypes ont été réalisés et des mesures ont été effectuées par l'équipe du laboratoire. Les résultats ont permis de valider les bancs et les techniques de test. Le LPNHE est actuellement en train de finaliser la construction des bancs de test définitifs. En outre, une salle dédiée aux tests des électrodes, qui doivent être effectués dans une ambiance "propre", est en cours d'aménagement au laboratoire.

Métrologie des absorbeurs

Le laboratoire est également responsable de la métrologie des plaques de plomb et des absorbeurs. Les absorbeurs sont constitués d'un sandwich de plomb, d'acier inoxydable, de fibres de verre imprégnées de colle, le tout plié en accordéon. Un contrôle précis de ces éléments est indispensable pour assurer au calorimètre un terme constant de la résolution en énergie inférieur à 1%. Un premier contrôle par radiographie est

effectué en ligne, lors du laminage. L'appareillage a été construit durant l'année 1996 et utilisé pour la production du plomb du module dit 0, puis adapté en vue de la production qui doit avoir lieu pour l'ensemble du détecteur à la fin de 1997. Ce contrôle a permis à la collaboration de disposer de plaques de plomb dont la distribution en épaisseur moyenne est bien connue au départ.

Un second contrôle par ultrasons est effectué durant la construction. Là encore, les plaques destinées au prototype nécessaire pour valider les méthodes de construction et les techniques mises en œuvre (module-0) ont été mesurées. Les résultats sont en cours d'analyse, et ils serviront à optimiser le placement des plaques de plomb dans le calorimètre de manière à assurer une réponse la plus homogène possible. Le contrôle par ultrasons est effectué par une table de mesure X-Y dont la conception, la réalisation et la programmation ont été intégralement menées par le laboratoire.

Un banc de test d'électrodes, prêt à l'usage.

*Système de radiographie du plomb
installé sur le laminoir.*



Après pliage et assemblage des différents éléments constituant un absorbeur, le LPNHE est en charge du contrôle du produit fini. A ce titre, il s'est équipé d'une machine de mesure tridimensionnelle qui sera utilisée pour la production des absorbeurs, durant trois ans. Les mesures des premiers absorbeurs fabriqués sont en cours, ainsi que la fabrication des outillages de préhension et de manutention. Ces outillages constituent par eux-mêmes des réalisations importantes, dans la mesure où leur rigidité et la reproductibilité de leur manipulation conditionnent la qualité des mesures. Les mesures ainsi que leur interprétation sont de la responsabilité du laboratoire.

Il est à noter que les activités décrites dans ce rapport représentent un effort humain important pour le LPNHE, une partie importante des activités de construction devant être effectuées en-dehors des locaux du laboratoire, dans le hall IN2P3 à Orsay, par manque de locaux adaptés sur le site de Jussieu.

Ph. Schwemling

F. Fleuret, D. Lacour, B. Laforge,
A.Savoy-Navarro, P. Vincent.

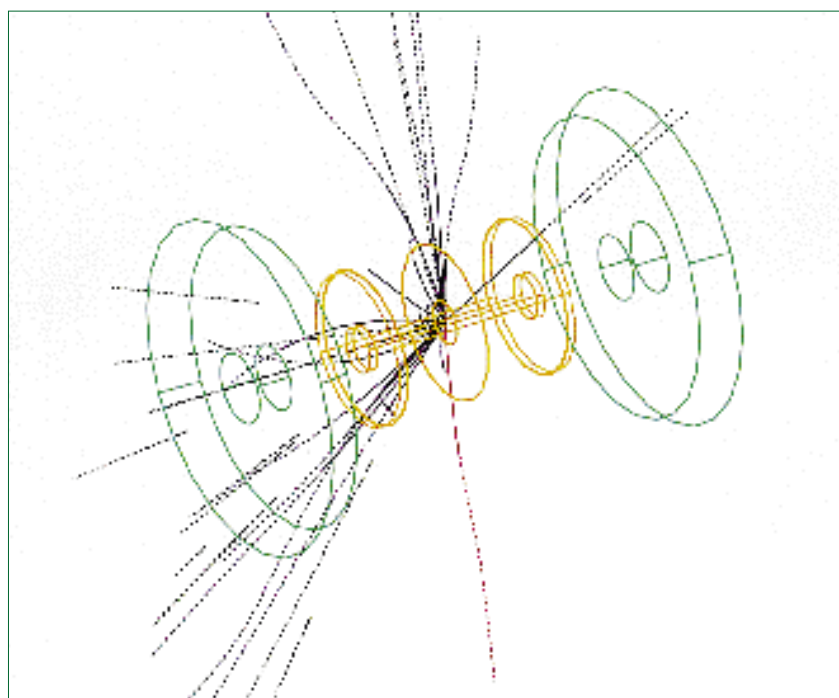
Equipe technique : F. Astesan,
Ph. Beauchet, B. Canton,
M.M. Cloarec, A. Commercon,
J. David, J.F. Genat, C. Goffin,
A. Guimard, D. Imbault, Ph.Laloux,
O. Le Dortz, P. Nayman,
Ph. Repain, F. Rossel, F. Toussnel.

Recherche d'une nouvelle physique au LEP : DELPHI

Depuis plusieurs années le Laboratoire est engagé dans l'expérience DELPHI, un des quatre détecteurs qui prend des données sur le LEP, le grand collisionneur e^+e^- du CERN. De 1989 à 1995, le LEP a fonctionné en usine à Z^0 , de façon à étudier avec une grande précision les propriétés de ce boson responsable des interactions faibles. Depuis 1996, grâce à la mise en place d'aimants et de cavités supraconductrices, l'énergie de la machine a été portée progressivement à près de 200 GeV. Le nouveau programme LEP200 se propose, au delà du boson Z^0 , d'explorer un domaine inconnu,

avec l'espoir de produire de nouvelles particules. Il s'agit d'une physique d'événements rares, difficile, différente de celle effectuée au Z^0 où les données étaient abondantes.

Pour le laboratoire, ces deux années ont été caractérisées par la mise en place d'une stratégie de recherche du boson de «Higgs» et de «particules Supersymétriques» à partir de l'analyse de données prises à des énergies de plus en plus élevées jusqu'à 183 GeV. Les performances de DELPHI ont été portées à leur maximum avec la mise en place d'un nouveau détecteur de Vertex et avec une refonte



Événement reconstruit interprété comme une réaction $e^+e^- \rightarrow Z^0Z^0$. L'un des Z^0 se désintègre en quarks donnant 2 jets et l'autre Z^0 en une paire de leptons τ conduisant à deux leptons isolés, un muon et un électron (vers l'avant). Cet événement, enregistré le 25 octobre 1997, a été retenu dans la recherche du Higgs qui donne une signature semblable.

importante des programmes informatiques de reconstruction. En outre, l'analyse des données du Z^0 (LEP1) s'est poursuivie notamment dans les canaux de désintégration conduisant à des quarks b, avec la publication de la valeur la plus précise actuellement au monde du rapport de branchement R_b . Enfin la physique $\gamma\gamma$ est toujours étudiée sur les données LEP1 et LEP2.

Mise en place du Détecteur de Vertex

Le nouveau Détecteur de Vertex a été installé pour la première fois au printemps 1996 (fig 2). Il s'agissait de couvrir les zones avant et arrière, proches de la ligne des faisceaux. Notre équipe y a contribué pour l'électronique, le transfert des signaux, la mécanique et le maintien de la température. Il s'agit d'un instrument exceptionnel par sa large couverture angulaire ($10^\circ < \theta < 170^\circ$), sa précision et sa modernité puisqu'il compte des plaquettes de Pixels. Il préfigure largement les éléments de détecteurs pour les futures expériences, en particulier celles du LHC.

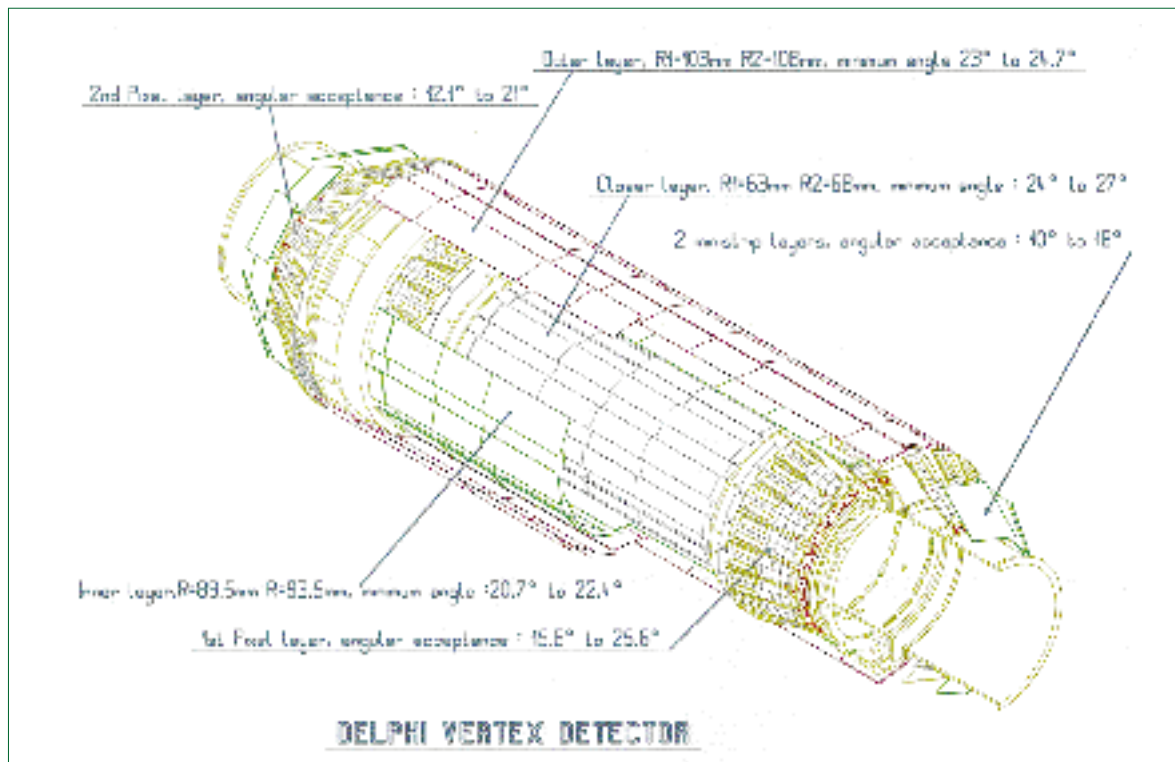
Recherche du boson de Higgs et/ou des Particules Supersymétriques

L'enjeu dominant du programme LEP200 est la recherche du boson de Higgs tel qu'il s'inscrit dans le Modèle Standard et dans la plupart des Modèles Supersymétriques. Sa découverte résoudrait l'énigme de la masse des particules dans ces modèles et constituerait la découverte fondamentale de la fin de ce siècle. Au sein de DELPHI, des groupes se sont constitués, chacun d'eux étudiant une topologie d'événements particulière. L'objectif est de traquer tous les indices avec le maximum d'efficacité, de rapidité... et de sûreté. Un énorme effort a été

entrepris pour contrôler les bruits de fond d'origine expérimentale ou physique comme celui donné par la réaction $e^+e^- \rightarrow Z^0Z^0$ dont un exemple est donné sur la figure ci-dessus.

La recherche du boson de Higgs se désintégrant en paire de leptons tau ($\tau^+\tau^-$) a été menée au laboratoire, ce qui a permis d'apporter une contribution originale à l'effort de DELPHI et de développer les spécificités de cette réaction comme celles liées à la polarisation. Les partenaires supersymétriques des leptons, les «sleptons» ont constitué un des nouveaux thèmes de recherche d'une partie du groupe. La responsabilité de cette recherche pour l'ensemble de DELPHI incombe maintenant pour une large partie au laboratoire. A ce titre, plusieurs jeunes chercheurs de l'extérieur, comme par exemple de l'Université de Liverpool, sont venus ou viennent se joindre à ceux du LPNHE pour participer à cet effort. Celui-ci a eu pour résultat de conduire à des limites inférieures de masses pour les «sleptons» de plus en plus élevées : «Smuons», «Sélectrons» et «Sneutrinos» ont fait chacun l'objet d'une étude détaillée. Ces résultats en apparence négatifs n'en sont pas moins importants pour faire avancer la connaissance dans ce domaine.

Enfin ces recherches se poursuivront activement jusqu'aux termes du fonctionnement du LEP. Au prix d'un run à 200 GeV apportant une luminosité intégrée de 200 pb^{-1} , des contraintes très rigoureuses dans notre compréhension de la physique des particules seront obtenues. La non observation du Higgs jusqu'à 105 GeV éliminerait définitivement une large partie du champ d'application du Modèle Standard Supersymétrique Minimal.



Vue détaillée du détecteur de Vertex de DELPHI montrant ses diverses composantes : cylindre central à 3 couches de micropistes ; parties avant avec 2 couches de pixels et de minipistes.

La Physique des interactions $\gamma\gamma$ à LEP200

Les événements photon-photon, qui apparaissent comme un bruit de fond pour les phénomènes rares, sont produits en abondance à LEP2. Un groupe de physiciens du LPNHE s'est fortement impliqué dans l'analyse rapide des données LEP2, en vue de l'étiquetage et le filtrage de ces événements.

La montée en énergie du LEP a permis de tester les paramétrisations des densités partoniques du photon déterminées à l'aide des données de LEP1, à travers la production de hadrons dans les collisions non étiquetées. Les résultats présentés à diverses conférences confirment un bon accord des données avec les simulations complètes incluant l'hadronisation de l'état final. Pour l'étude des événements étiquetés à grands moments transférés Q^2 , la gamme élargie des valeurs de Q^2 atteintes montre la pertinence des

descriptions utilisées à LEP1 et leur évolution à plus grands Q^2 . Un des enjeux majeurs des dernières années LEP2 sera la modélisation complète de la structure d'un photon virtuel.

L'étude des corrélations azimutales dans les collisions photon-photon étiquetées permet d'affiner l'analyse de la production de paires de muons, qui reste le processus QED de référence pour la compréhension du détecteur en ce qui concerne l'étiquetage et la préparation de la «déconvolution» de la fonction de structure hadronique du photon.

Analyse des données de LEP1

Plus de 4 500 000 réactions e^+e^- à l'énergie du Z^0 ont été enregistrées par DELPHI. Le programme de reconstruction des trajectoires a été très profondément remanié, tenant compte des données du microvertex dès la phase initiale. Les progrès ont été spectaculaires puisque dans

certaines canaux exclusifs de production de mésons charmés D le gain voisine le facteur 2. Ils sont le résultat d'années d'efforts qui ont abouti à une maîtrise de la reconstruction de trajectoires (Alignement, compréhension des erreurs).

A partir d'une méthode multidimensionnelle développée au laboratoire, un physicien du groupe et un jeune doctorant de l'Université de Valence (Espagne) ont réalisé une mesure du taux de désintégrations du Z^0 en une paire de quarks «beaux» par rapport à l'ensemble des désintégrations hadroniques. Cette quantité appelée R_b est en principe sensible à une physique allant au delà du Modèle Standard, mais la mise en évidence de tels effets nécessitait une précision meilleure que 1%. La valeur de R_b mesurée avec une précision relative de 0.5% est en accord avec les prédictions du Modèle Standard incluant le quark «top» découvert en 1994.

Ce résultat infirme les espoirs mis dans une nouvelle physique à la suite d'écart à 3 sigmas que l'on avait cru observer il y a deux ans. Cette mesure, qui confirme une mesure d'ALEPH et qui par sa précision est actuellement la plus significative, figure parmi les résultats les plus importants apportés par ce laboratoire à la communauté de physique des particules.

M. Baubillier

P. Billoir, W. Da Silva, J. Fayot, S. Fichet, F. Kapusta, X. Moreau, L. Roos, Ph. Schwemling, Ch. de la Vaissière, P. Vincent.

Equipe technique :

G. Descote, C. Goffin, F. Rossel.

Oscillations de neutrinos : expérience NOMAD

L'expérience NOMAD est en prise de données dans le faisceau neutrinos du CERN depuis 1995. Son but est la recherche des oscillations du ν_μ vers le ν_τ dans une région de masse qui expliquerait tout ou partie de la masse manquante de l'Univers.

Le modèle standard des constituants élémentaires de la matière se satisfait de neutrinos sans masse. Découvrir des neutrinos massifs reviendrait donc à poser les premiers jalons de la théorie nouvelle qui un jour ou l'autre devra dépasser le modèle présent. La recherche de masse de neutrinos est également fondamentale quant à ses

conséquences sur la cosmologie.

Les neutrinos étant tellement plus abondants dans l'Univers que les autres particules de matière, une masse même très faible pourrait affecter notablement l'équilibre gravitationnel de l'Univers et son expansion présente. L'oscillation de neutrinos, c'est à dire la transformation spontanée d'un neutrino d'une saveur donnée en un neutrino d'une autre saveur, est un phénomène très sensible à la masse des neutrinos impliqués. Si les neutrinos sont massifs, le ν_τ aura probablement la plus grande masse, et l'oscillation $\nu_\mu \longleftrightarrow \nu_\tau$ devrait être le canal où les effets sont les plus détectables.

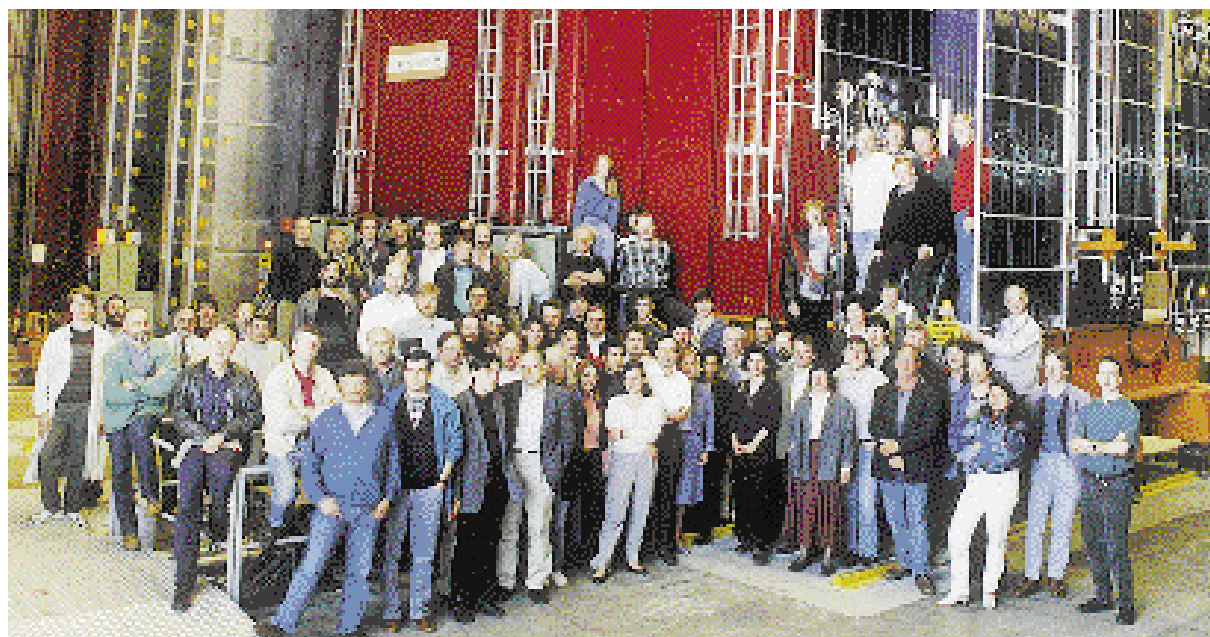
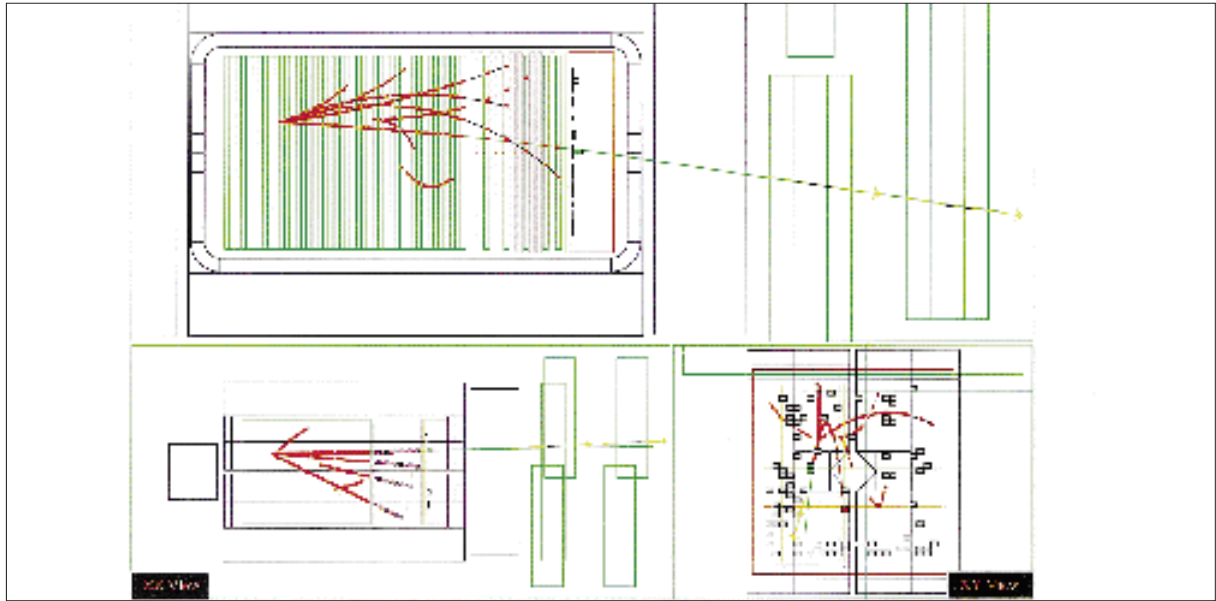


Photo CERN

Le détecteur et la collaboration NOMAD dans le hall «Neutrino» du CERN.



Visualisation d'une interaction ν dans NOMAD complètement reconstruite montrant la qualité du détecteur.

NOMAD recherche donc, dans le faisceau composé essentiellement de ν_μ au CERN, la présence de ν_τ qui ne sont pas produits directement à cause des énergies trop faibles. La difficulté de l'expérience réside dans l'identification du τ produit par interaction des ν_τ . Le lepton τ est une particule à temps de vie très court dont le parcours est typiquement de 1 mm. Il n'est pas question de reconnaître le τ par la trace qu'il laisse, mais par l'impulsion transverse manquante importante qui caractérise ses désintégrations puisque le τ émet toujours un, sinon deux neutrinos qui s'échappent du détecteur. Il s'agit donc de mesurer avec une grande précision toutes les particules produites lors des interactions pour sélectionner celles caractérisées par une grande impulsion transverse manquante.

Un détecteur original a été construit dans ce but doté d'une cible totalement active. Celle-ci est constituée de 132 plans de chambres à dérive de grandes dimensions dont les parois forment la matière où interagissent les neutrinos. Ainsi il y a

moins de 1% de longueur de rayonnement entre deux mesures successives des traces, ce qui permet de limiter la diffusion multiple des particules chargées et de minimiser la conversion des photons et les réinteractions. Chaque particule est suivie de manière très précise. Ces chambres à dérive ont demandé un développement technique spécial effectué à Saclay et le laboratoire a pris en charge la lecture électronique des 6000 fils mettant en œuvre des convertisseurs en temps (TDC) de grande précision.

La cible, assemblée à l'intérieur d'un aimant de grande dimension (qui est l'ancien aimant d'UA1) de manière à mesurer l'impulsion des particules chargées est suivie de détecteurs spécialisés servant à l'identification de la nature des particules produites : détecteur à rayonnement de transition, puis calorimètre électromagnétique suivi d'un calorimètre hadronique, enfin chambres à muons placées derrière la culasse de l'aimant. Une vue du détecteur est présentée sur la figure 1. Le détecteur NOMAD constitue une véritable chambre à bulle électronique permettant la mesure précise de toutes les parti-

cules créées et leur identification. La figure 2 montre une interaction de neutrinos complètement reconstruite. En amont du détecteur lui-même le laboratoire a participé au logiciel d'acquisition en temps réel des données. Il est en particulier à l'origine de la lecture uniformisée des différents modules d'acquisition et de l'architecture du système de surveillance de l'expérience (slow control). La responsabilité "soft" du laboratoire a résidé dès le début dans la reconstruction des traces à partir de l'information des chambres à dérives. Il a d'abord fallu évaluer la précision spatiale des chambres (alignement) où une résolution de 150 μm par fil a été trouvée, ce qui est meilleur que les estimations initiales. L'étude s'est ensuite attachée à la reconstruction proprement dite des traces, basée sur des techniques sophistiquées (filtre de Kalman) qui donnent des résultats remarquables même dans le cas d'événements très compliqués montrant des conversions de photons ou des réinteractions. L'expérience a maintenant accumulé une statistique supérieure au million d'interactions escompté dans la proposition. Les analyses sont en cours, tant pour la recherche d'oscillations que pour les mesures de physique plus classiques où NOMAD permet des statistiques dix fois supérieures aux expériences menées jadis en chambre à bulles. Par exemple la recherche de particules étranges est bien représentée par la figure 3 qui montre les nuages de K^0 et de Λ dans les paramètres d'Armenteros. Une recherche de particules charmées a également été entreprise avec l'évidence de création de D. Pour les oscillations, des résultats préliminaires ont été présentés dans le canal $\nu_\mu \longleftrightarrow \nu_\tau$ d'intérêt principal. La limite obtenue est

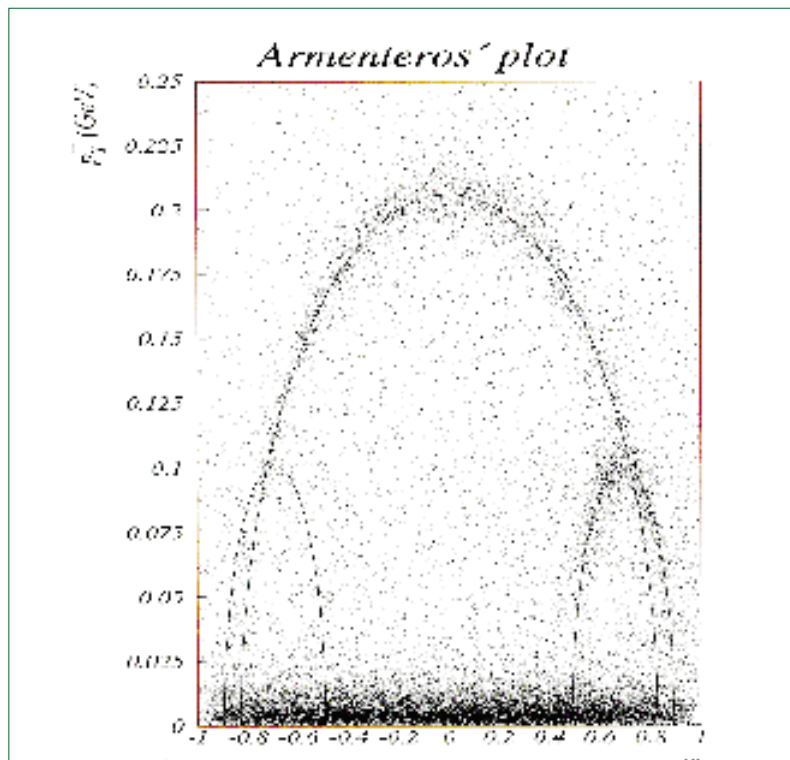


Fig. 3 : Plot d'Armenteros montrant la séparation des K^0 , des Λ et des γ obtenue avec les données de NOMAD

meilleure que la précédente limite publiée. L'expérience a également recherché l'oscillation $\nu_\mu \longleftrightarrow \nu_e$ d'actualité depuis qu'un résultat américain annonce un résultat positif. Le résultat de NOMAD rejette une plage d'oscillations permises par l'expérience américaine. Ces résultats sont basés sur les données de 1995 et l'analyse complète peut encore apporter des surprises. Si l'oscillation est encore absente dans le domaine exploré par NOMAD, alors d'autres expériences doivent être envisagées pour pousser encore dans leur retranchement les neutrinos massifs.

L'expérience a déjà donné lieu à la soutenance de trois thèses dans notre seul laboratoire. Une quatrième vient de débiter.

F. Vannucci

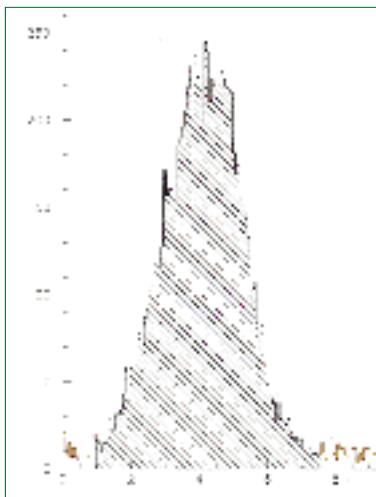
P. Astier, M. Banner,
J. Dumarchez, E. Gangler,
C. Lachaud, A. Letessier-Selvon,
J. M. Lévy, B. Popov,
K. Schahmanche, A. M. Touchard.

Equipe technique :
A. Castera, J-F. Huppert.

Fig 1. Vue du détecteur et de la carte électronique d'acquisition.



Fig. 2. Profil temporel d'intensité du faisceau de neutrinos (temps en ms)



Projet TONIC

Depuis longtemps on se demande si la masse des neutrinos est vraiment nulle et de nombreuses recherches, en particulier d'oscillations, sont mises en œuvre à ce sujet. On peut également se demander si la charge des neutrinos est totalement nulle. En fait, par leurs interactions faibles, les neutrinos polarisent la matière qu'ils traversent, ce qui résulte en une charge électrique induite. Les calculs du modèle standard donnent des charges extrêmement faibles, mais, comme pour les oscillations on peut tenter de mettre des limites sur des charges éventuelles. Si les neutrinos possèdent une charge ils peuvent donner lieu à une perte d'énergie. Ainsi dans le soleil une telle perte d'énergie pourrait expliquer le déficit apparent de neutrinos. Cette perte sera très faible pour chaque neutrino pris individuellement, mais le flux de neutrinos dans un faisceau est tel qu'on peut espérer voir un effet cumulatif détectable.

C'est la motivation de l'expérience TONIC (Test of Neutrino Interaction in Crystals). Un cristal de germanium de haute pureté a été exposé à des faisceaux de neutrinos, d'abord ν_e auprès du réacteur du Bugey, puis ν_μ de haute énergie dans le faisceau du CERN. L'expérience a nécessité une électronique intégrant le courant pouvant résulter d'une telle interaction pendant le passage des neutrinos (4ms dans le cas du faisceau du CERN). Le fond c'est-à-dire le courant de fuite du cristal est mesuré pendant des intervalles de temps où l'on sait qu'il n'y a pas de passage de neutrinos.

La prise de données s'est effectuée pendant quelques jours autant au Bugey qu'au CERN. L'analyse consiste à comprendre les fluctuations du courant mesuré pour extraire un

courant attribuable aux neutrinos, en excluant les modes d'interaction déjà connus.

La figure 2 présente le profil d'intensité du faisceau de neutrinos reconstitué à partir de la distribution des temps d'arrivée des particules chargées. Après élimination de tous ces dépôts d'énergie, la comparaison des courants résiduels, en présence ou non du faisceau, permet d'établir une première limite sur le dépôt d'énergie des neutrinos dans le cristal.

La limite préliminaire obtenue correspond à environ 10^{-12} fois la perte d'énergie d'une particule au minimum d'ionisation. Des améliorations à l'électronique et à la stabilité mécanique du dispositif sont en discussion. En particulier nous espérons pouvoir prendre de nouvelles données au Bugey au moment d'un arrêt de réacteur pour directement évaluer la contribution éventuelle des neutrinos en comparant les mesures on et off. A plus long terme des détecteurs ayant des seuils de détection beaucoup plus bas que le germanium (bolomètres) pourront être envisagés.

F. Vannucci

J. Dumarchez, C. Lachaud.

Equipe technique :

F. Blouzon, A. Castera

H. Lebbolo, Ph. Repain

L'expérience H1 à HERA

Le grand collisionneur électron-proton de Hambourg HERA est entré en fonction en 1992. Il a dès le début, grâce au champ d'investigation élargi qu'il offrait, permis des pas importants dans la connaissance de la structure du proton. Au cours des années, les résultats se sont affinés avec la croissance de la luminosité et un domaine cinématique plus étendu a pu être exploré. Cette plus grande luminosité s'est accompagnée d'améliorations du détecteur H1 afin d'exploiter pleinement toutes les possibilités du collisionneur.

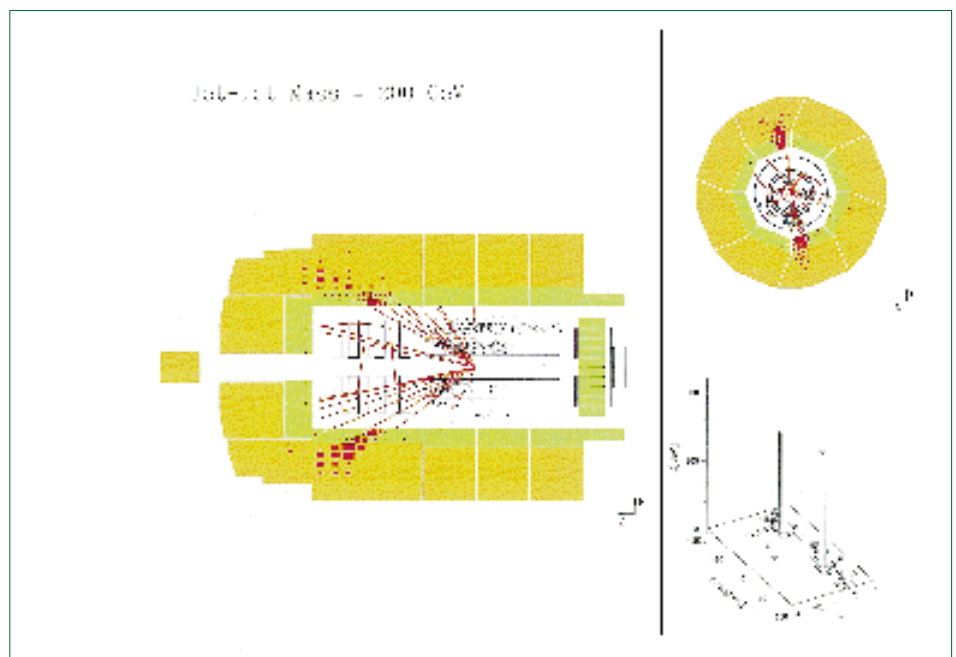
L'équipe du laboratoire a joué un rôle important, dans les améliorations récentes apportées à H1 par une contribution essentielle à la réalisation du calorimètre arrière SPACAL. Durant les deux dernières années, un travail d'optimisation a été accompli dans des domaines comme la résolution en temps ou le monitoring. L'augmentation du nombre d'événements à exploiter, a conduit à mettre en place au CCPN de Lyon un traitement massif de données.

L'analyse physique a comme précédemment été orientée vers la mesure des fonctions de structure du proton. L'extension du domaine cinématique, une plus grande statistique et une meilleure précision des mesures ouvrent la voie à des tests déterminants des prédictions de la

chromodynamique quantique (QCD) ou, pour les petits Q^2 les plus faibles, à des discriminations de modèles. Parallèlement à l'étude inclusive, une analyse plus détaillée de l'état final a été entreprise.

L'année 1997 a été marquée par l'indication, à partir des données accumulées au cours des trois années précédentes, d'un excès d'événements à très grand Q^2 par rapport aux prévisions du Modèle Standard. Ceci a entraîné un intense travail de vérification et d'investigation auquel des physiciens de notre équipe ont pris bonne part. A l'heure actuelle, après le traitement préliminaire de tout le lot expérimental, l'effet

Visualisation dans H1 d'un événement avec deux jets à grand moment transverse



semble atténué. L'étude se poursuit et les réactions à grand transfert restent le domaine de choix pour d'éventuelles découvertes à HERA. Jusqu'en 2000, HERA doit fonctionner avec des électrons et délivrer une luminosité équivalente à celle accumulée précédemment avec les positrons. Au delà, HERA verra ses performances améliorées par une luminosité instantanée multipliée par 5 et la possibilité d'avoir un faisceau d'électrons polarisés longitudinalement. Une étude sur la participation des groupes de l'IN2P3, à cette nouvelle phase de HERA, est entreprise.

SPACAL

Le calorimètre SPACAL qui couvre la région arrière (direction des électrons) de H1 est en place depuis 1995. Il a dès le début correctement fonctionné. Grâce à une résolution plus fine en énergie et en temps, à une plus grande granularité et à une acceptance angulaire augmentée, il a permis d'étendre les possibilités d'étude de la diffusion profondément élastique dans la région particulièrement intéressante des petits Q^2 et des petits x . L'équipe du laboratoire qui a eu un rôle déterminant dans la conception, la réalisation et la mise en œuvre de cet appareillage, continue à avoir de grandes responsabilités tant sur le plan technique que celui du logiciel.

Ces deux dernières années ont été consacrées à l'optimisation du détecteur. En 1996, une calibration en temps a été introduite et a donné pleine satisfaction. L'alignement des 1500 voies permet une précision temporelle de 0.3 ns sur tout le détecteur, pour des énergies supérieures à 50 MeV. Le système de sélection par temps de vol permet de discriminer deux lots d'événements distants de 1.5 ns avec un seuil

de déclenchement de 200 MeV.

En 1997, un procédé de monitoring du déclenchement de H1 a été installé, basé sur un système d'acquisition acceptant 3×10^5 événements par seconde. Les TDC utilisés, développés pour l'expérience BABAR au laboratoire, présentent les performances actuellement les meilleures dans ce domaine. Cet ensemble permet de vérifier, en permanence, le bon fonctionnement de l'électronique de déclenchement de SPACAL ainsi que de celle de l'ensemble de H1.

Traitement des données

Une physicienne et une ingénieur de notre groupe en collaboration avec le LPNHE-X ont mis sur pied, avec le support technique du CCIN2P3, la reconstruction sur la ferme Anastasie de Lyon de 30% des événements de H1 acquis en 1996. Cette entreprise a nécessité un développement intensif d'une année, pour adapter le programme, fonctionnant auparavant sur un ordinateur de type multi-processeur à DESY, à l'architecture «distribuée» d'Anastasie constituée d'une quarantaine de stations de travail Unix. La phase d'exploitation s'est déroulée en continu (24h/24) pendant dix semaines consécutives et demandait un contrôle permanent. Au cours de cette période, 26.7 millions d'événements bruts ont été traités en parallèle par 35 tâches de reconstruction pour produire 11.5 millions d'événements reconstruits (2 par seconde).

Analyse des données

Les analyses qui ont fait l'objet de publications ont porté sur les données prises de 1994 à 1996, celles plus récentes présentées à des conférences ont inclus à titre préliminaire les données de 1997.

a- Mesures inclusives et fonctions de structure du proton

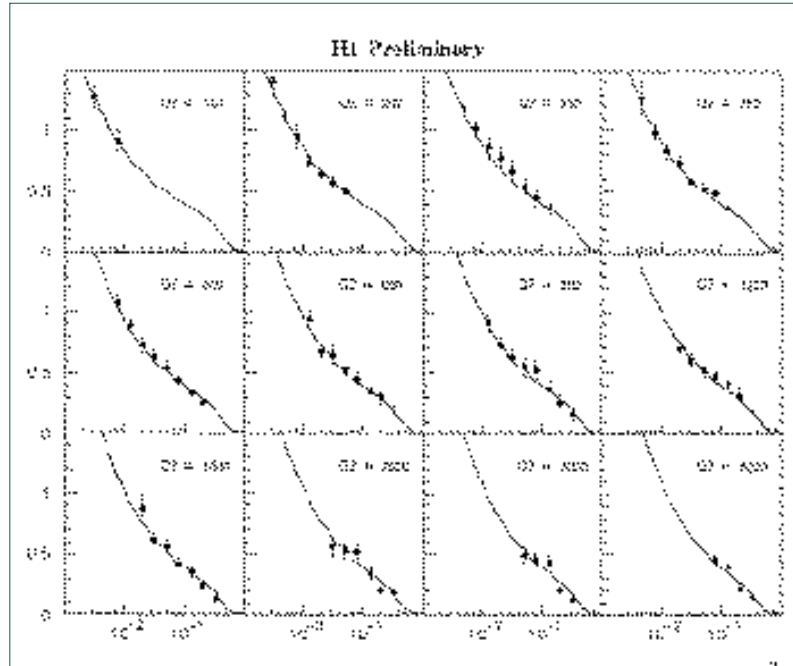
Le programme de mesure des fonc-

tions de structure du proton a été poursuivi intensivement au laboratoire au cours de ces deux dernières années dans divers domaines cinématiques pour lesquels il existe plusieurs prédictions théoriques, qu'il s'agit de discriminer.

- Début 1996 a été publiée la première mesure de précision de la fonction de structure sur les données de 1994. Les résultats de la mesure, entre 1.5 et 5000 GeV, ont montré la validité de la chromodynamique quantique perturbative jusqu'au plus bas Q^2 explorés. Cette mesure a permis l'extraction de la densité de gluon qui croît fortement quand x tend vers 0.

- Sur les données de 1995, la présence du nouveau calorimètre arrière SPACAL et l'utilisation d'un lot où la position moyenne du vertex était déplacée par rapport à sa position nominale ont permis d'étudier la région à très petit Q^2 (jusqu'à 0.35 GeV^2) et donc d'explorer pour la première fois la région de transition entre les régimes perturbatifs et non-perturbatifs de la QCD. Cette étude a montré que les équations d'évolution (DGLAP) ne rendent plus compte des résultats en dessous d'environ 1 GeV^2 . Les modèles de Regge ne donnent pas d'accord pour les très petits x et ce, même aux Q^2 les plus bas.

- Deux autres études sur les données de 1995, mais prises cette fois avec un vertex à la position nominale sont en cours d'achèvement. L'une s'effectue dans la région des Q^2 intermédiaires ($1-10 \text{ GeV}^2$) où une amélioration significative de la précision de la mesure a permis de montrer que jusqu'aux x les plus petits, les équations d'évolution de QCD (DGLAP) rendent bien compte des données. L'autre essaie plus particulièrement d'étendre le domaine cinématique de la mesure

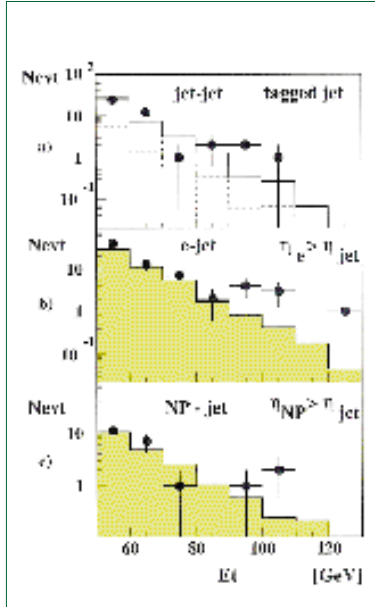


de F_2 à plus grand x ce qui peut permettre de discriminer entre les deux principales prédictions de la QCD perturbative par l'étude de la pente de F_2 en fonction de x .

- L'observation à HERA sur les données accumulées entre 1994 et 1996 d'un excès d'événements à très grand Q^2 , se présentait dans l'expérience H1 comme le fruit possible d'une nouvelle particule issue de la fusion d'un quark et d'un lepton, un leptoquark. Une étude cinématique détaillée de la compatibilité du signal observé par H1 et par ZEUS nous a permis de rendre très improbable cette hypothèse, ce qui a été confirmé par l'arrivée des nouvelles données en 1997.

Les données 94-97 ont été analysées de manière inclusive afin de déterminer la section efficace doublement différentielle aux plus grands Q^2 ; les résultats préliminaires ont été présentés par une physicienne du laboratoire à la Conférence de Jérusalem et les résultats finaux sont en cours d'élaboration. La concentration en masse typique d'un leptoquark est

Résultats préliminaires sur la mesure de la fonction de structure F_2 du proton à grand Q^2 .



Distribution des énergies transverses pour diverses topologies. Comparaison avec les prédictions de modèles théoriques (données 94-97).

nettement moins significative, tandis que persiste un léger excès d'événements à très grand Q^2 .

b- Analyse des processus à grand moment transverse

Un programme d'étude détaillée de l'état final hadronique avait été mis sur pied au cours de l'année 1996 pour compléter les informations obtenues par l'analyse inclusive de la diffusion profondément inélastique. Un des objectifs était l'étude de la région de transition entre le domaine des interactions à courte portée pour lequel la chromodynamique quantique peut s'appliquer et celui des interactions à courte portée pour lequel une interprétation reste à trouver.

L'indication de l'excès d'événements à grand Q^2 nous a conduits à réajuster notre activité. Parallèlement à ce qui se faisait pour les interactions de type diffusion profondément élastique où l'excès s'était manifesté à grand Q^2 pour les interactions de type courant neutre ou courant chargé, une analyse des diverses réactions à grands moments transverses a été entreprise. Les états finals avec au moins deux particules ou jets ayant un moment transverse supérieur à 25 GeV sont analysés pour des configurations à 2 ou 3 corps. Les particules sortantes prises en compte sont les électrons, les photons, les jets hadroniques, les muons et les neutrinos (énergie transverse manquante).

Un travail de comparaison avec les prédictions du Modèle Standard peut être entrepris grâce à une coopération avec des théoriciens pour obtenir des calculs pour les états finals particuliers que nous étudions.

HERA 2000

Le programme d'amélioration de HERA qui est proposé pour la fin

1999 doit fournir, dès 2000, une luminosité instantanée cinq fois plus grande qu'aujourd'hui et des électrons polarisés longitudinalement. Un fonctionnement dans ces conditions est prévu jusqu'en 2005. HERA sera alors le seul collisionneur en fonctionnement en Europe. Un riche programme de physique sera ouvert dans le domaine électrofaible, l'étude des fonctions de structure du proton et les tests de la chromodynamique quantique et, bien sûr la recherche de phénomènes nouveaux au delà du Modèle Standard.

Une étude a été entreprise sur la participation des groupes H1 de l'IN2P3 aux améliorations du détecteur associées à l'évolution de HERA. Compte tenu des réalisations effectuées par ces groupes pour le détecteur actuel et de l'expérience acquise, deux axes ont été avancés :

- La remise à jour de l'acquisition des calorimètres un problème étudié depuis un an et les solutions proposées sont acceptées par la collaboration H1.
- Le développement d'une chaîne électronique rapide pour les petits calorimètres proches du faisceau qui devront faire face à l'augmentation de la luminosité. Deux applications potentielles intéressent les groupes H1 de l'IN2P3, la luminosité et la polarimétrie.

E. Barrelet

M.I. Ayyaz, U. Bassler, G. Bernardi, S. Dagoret-Campagne, M. Goldberg, B. Gonzalez-Pineiro, W. Krasny, H.K. Nguyen, A. Rostovtsev, P. Zini.

Equipe technique : S. Acounis, O. Durant, E. Lebreton.

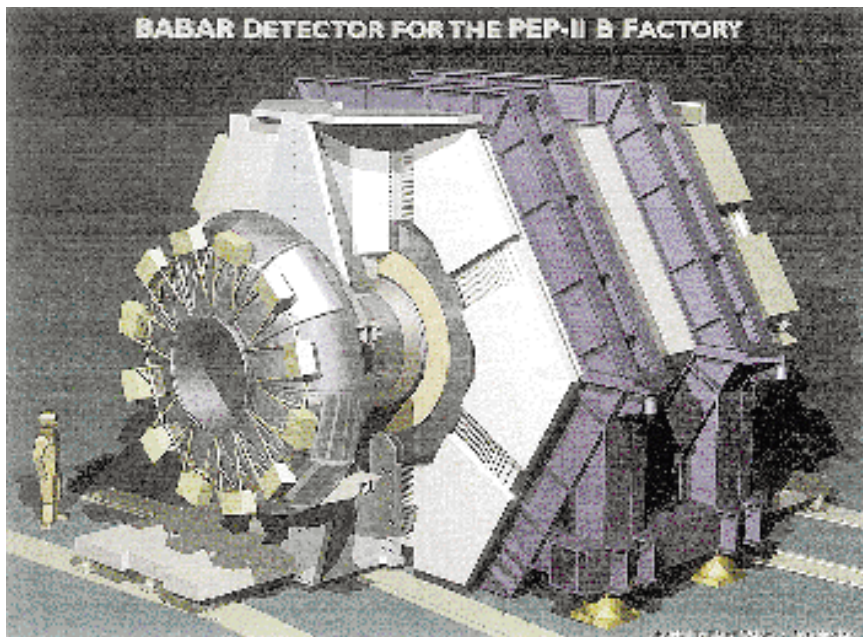
Violation de CP, expérience BABAR

La "violation de la symétrie CP" bien que très ténue est activement recherchée car elle pourrait fournir des clés pour comprendre l'absence d'antimatière dans l'Univers proche. Il devient expérimentalement possible de tester l'explication qu'en fournit le modèle standard des interactions électrofaibles. Deux expériences sur le sujet, BABAR aux Etats-Unis et BELLE au Japon, sont actuellement en préparation. Notre laboratoire participe à l'expérience BABAR qui prendra des données à partir d'avril 1999, sur le collisionneur e^+e^- PEP-II du SLAC complètement rénové. La difficulté d'observer la violation de CP demandera la prise

d'un grand nombre de données. La construction du détecteur BABAR a progressé très rapidement conformément au calendrier prévu. La fabrication des éléments du détecteur se termine. La phase des tests préparatoires à l'installation commence. Le compteur Cerenkov DIRC auquel contribue le groupe du LPNHE est bien avancé sur ce plan. Les logiciels conçus en C++ dans un cadre novateur "orienté objet", vont être testés au printemps prochain sur une statistique d'événements simulés correspondant à environ une année de prise de données. Un "workshop" de physique itinérant a réuni expérimentateurs de BABAR théori-

Représentation en trois dimensions du détecteur BABAR. Sur le devant, on aperçoit la «stand-off box» où sont immergés les photomultiplicateurs du DIRC.

Photo SLAC



ciens depuis novembre 1996 pour aboutir à un livre (à paraître mai 1998) en rassemblant les connaissances sur la physique de l'expérience avant son démarrage.

Ce qui suit est une description des activités du groupe BABAR du LPNHE. La construction de matériel, circuit intégré numérique et calibration touche à sa fin. Les programmes "online" et "offline" permettant d'intégrer le DIRC dans l'expérience prennent la suite du travail technique. Des sujets de physique sont en cours d'étude dans le cadre du "workshop". Enfin une part importante de la production de masse des données de BABAR est assurée au centre de calcul de l'IN2P3 et gérée par notre groupe. Le laboratoire participe de plus aux prises de données permettant de mesurer le bruit de fond de l'accélérateur.

1. Le DIRC

Ce compteur Cerenkov de conception nouvelle a été décrit dans le rapport d'activité précédent. Un prototype en vraie grandeur a été testé au CERN en 1995-96 et les résultats ont été publiés .

1.1 Électronique frontale

La mesure du temps d'arrivée des photons Cerenkov constitue l'essentiel de la détection dans le DIRC. Les photons d'un événement arrivent sur les photomultiplicateurs (PM) pendant une durée de 60 ns. Un chronométrage à mieux qu'une fraction d'une nanoseconde permet d'associer les photons aux traces et de rejeter le bruit de fond. Le déclenchement de la lecture de données est disponible 12.5 microseconde après l'événement pendant un intervalle d'une microseconde. Un circuit intégré analogique et numérique VLSI à haut degré d'intégration pour la mesure du temps et le tri en temps réel des données de 16 voies de PM a été conçu,

développé et testé au laboratoire. Ce circuit est décrit dans le chapitre électronique. Ce travail a donné lieu à une thèse.

L'ensemble du projet de l'électronique frontale du DIRC est sous la responsabilité d'un ingénieur du laboratoire.

1.2 Calibration

Le système de calibration du DIRC a été conçu en collaboration avec le DAPNIA. Nos collaborateurs ont effectué la fabrication du système et fortement contribué aux mesures effectuées pour valider la conception. Un prototype du système est actuellement utilisé à Saclay pour des tests des secteurs du DIRC. Les systèmes définitifs doivent être livrés en début d'année 1998.

1.3 Mise au point et installation

Les pièces du puzzle sont en cours d'assemblage à Saclay. L'ensemble de détection se compose de 12 secteurs. Pour chacun, les PM sont montés, le câblage est effectué (le laboratoire participe à cette activité) et un test d'ensemble est effectué. Ces tests permettent de vérifier le bon fonctionnement des PM, de changer un petit nombre de ceux-ci pour optimiser l'efficacité de détection. Les données enregistrées à travers un châssis prototype de l'électronique définitive du DIRC permettent d'étudier les algorithmes de détermination des constantes de calibration. Une seconde étape de tests débutera au mois de mars prochain à Saclay. Elle intégrera pour la première fois l'électronique d'acquisition actuellement en construction à Berkeley et mettra à l'épreuve une version préliminaire du système d'acquisition. Le laboratoire est impliqué dans la mise au point du système d'acquisition du test et dans l'écriture de programmes "online" qui préfigurent ceux qui seront employés dans le système final.

1.4 Online

Le laboratoire a la responsabilité du "monitorage rapide" du DIRC. Ces programmes online devront tourner sur la ferme de microprocesseurs située dans la zone d'interaction. Ils appartiennent soit au «traitement en ligne des événements» qui espionne la prise de données et fournit un diagnostic quasi immédiat sur l'acquisition en cours, soit à la «reconstruction rapide» qui tourne sur l'ensemble des événements sélectionnés par le déclenchement de niveau 3, et donne un diagnostic environ 2 heures après la prise de données.

1.5 Reconstruction

Les programmes de reconstruction développés au laboratoire effectuent la reconnaissance des cônes Cerenkov associés aux traces chargées des événements. Trois méthodes ont été proposées au LPNHE. Les deux plus avancées sont en cours d'évaluation par comparaison entre elles et avec une méthode développée à Saclay et Berkeley.

2 . Étude du bruit de fond du collisionneur

La stratégie de mise en place du dispositif expérimental à SLAC consiste à étudier les performances de la machine PEP-II le plus tôt possible. Ainsi dès qu'un faisceau a pu circuler dans l'anneau de haute énergie, des détecteurs simples et robustes ont été installés dans la zone d'interaction pour mesurer le bruit de fond.

Une jeune doctorante de notre groupe participe aux prises de données à SLAC. Ces mesures vont se poursuivre jusqu'à l'installation de la partie interne du détecteur BABAR. La mise en service de l'anneau de basse énergie est prévue pour le début de l'année 1998 et les premières collisions, pour le printemps.



Photo SLAC

3. Logiciels généraux

Nombre de logiciels outils d'analyse sont en cours de développement. La fabrication d'échantillons de données simulées prépare la future production en masse des données. La mise à disposition des logiciels de BABAR sur les moyens de calcul disponibles en France est une tâche à laquelle contribue le groupe.

3.1 Outils d'analyse

L'étiquetage de la présence d'un quark ou antiquark b dans les mésons B^0_d , indispensable pour la mesure de toute asymétrie CP, est le travail d'un groupe de physiciens de plusieurs laboratoires avec une participation française majoritaire. Un «package», CORNELIUS, a été écrit par ce groupe. La responsabilité de ce code repose sur les

Installation en cours du détecteur BABAR à SLAC`

épaules de notre étudiante en thèse. Par ailleurs, nous participons à la constitution d'un groupe de travail sur l'identification des particules englobant les réponses de tous les détecteurs. Ce travail est la suite naturelle de celui sur la reconnaissance de forme dans le DIRC. Enfin, une participation est envisagée à la fabrication d'outils encore en gestation : reconnaissance de vertex, ajustements cinématiques, reconstruction de mésons de saveurs lourdes, méthodes statistiques (comme les ajustements pour extraire les paramètres de la violation de CP des distributions expérimentales).

3.2 Production des données

Une équipe du LPNHE, en collaboration avec le LAPP d'Annecy, coordonne l'ensemble des activités de calcul de BABAR en France et gère la partie de la production Monte Carlo de l'expérience confiée à l'IN2P3. Un accroissement d'un facteur 10 du volume de données à traiter est prévu entre 1997 et 1998.

3.3 Infrastructure

Le centre de calcul de l'IN2P3 à Lyon se prépare à devenir un site "miroir" du centre de calcul du SLAC pour les données de l'expérience. Le laboratoire participe à la mise en place des interfaces entre les deux centres. Une base de données pour la localisation des bandes et des fichiers ayant transité par le CCIN2P3 est en cours de développement et doit se normaliser avec les outils similaires développés à SLAC. Le rapatriement des "versions" du logiciel de BABAR et la vérification du fait qu'elles sont utilisables sur les 2 types de machine qui existent à Lyon est de la responsabilité du LPNHE. Il faut assurer de plus le suivi, pour le laboratoire, des développements de bases de données "Orientée Objet", pour

le stockage de l'ensemble des données de l'expérience.

4. La physique

Dans le cadre du workshop de physique, les thèmes de physique étudiés au laboratoire, sont la violation de CP, les durées de vie des mésons B et la physique photon-photon. Des contributions aux chapitres correspondants du livre BABAR ont été rédigées par des membres du groupe. Les études de violation de CP portent sur la détermination de l'angle α du triangle d'unitarité, à partir des désintégrations de mésons B neutres en trois pions. C'est le sujet majeur de la thèse préparée au laboratoire. La mesure précise des durées de vie des mésons B neutres et chargés doit pouvoir être effectuée au bout de la première année de fonctionnement de l'expérience. Ce sujet secondaire suscite toujours l'intérêt des théoriciens spécialistes des désintégrations hadroniques des mésons B. L'asymétrie des faisceaux offre enfin la possibilité d'étudier les collisions photon-photon dans un domaine cinématique différent de ce qui a été fait jusqu'ici dans la zone d'énergie accessible à BABAR.

J. Chauveau

M. Benayoun, H. Briand,
P. David, C. de la Vaissière,
L. Del Buono, O. Hamon,
F. Le Diberder, Ph. Leruste, J. Lory,
J.-L. Narjoux, L. Roos, S. Versillé,
Zhang Bo.

Equipe technique : P. Bailly,
J.-F. Genat, J.-F. Huppert,
H. Lebbolo.

Expérience DØ au Tévatron

Après la découverte en 1995 du sixième quark, le «top», par les expériences CDF et DØ au Tévatron près de Chicago, le laboratoire Fermi s'est lancé dans un programme majeur d'amélioration de l'accélérateur et des détecteurs. La luminosité intégrée devrait être multipliée par un facteur supérieur à 20 et l'énergie de chaque faisceau passera à un TeV. Ce programme durera jusqu'en l'an 2000, date à laquelle reprendra la prise de données.

Le détecteur est également en cours d'amélioration avec notamment le remplacement du système de reconstruction des traces par un système plus performant à base de fibres optiques, l'installation d'un champ magnétique solénoïdal de 2 Tesla et l'adjonction d'un détecteur de microvertex au silicium qui permettra d'identifier avec une bonne efficacité les quarks b. L'excellent calorimètre à Argon Liquide reste inchangé sauf pour sa partie électronique.

Au cours de l'été 1997, une équipe du laboratoire, conjointement à d'autres équipes de l'IN2P3 et du DAPNIA, a proposé de participer à cette seconde phase de fonctionnement du Tévatron sur l'expérience DØ. Cette participation à une expérience de collisions hadroniques à des énergies de l'ordre du TeV est importante car elle offre aux équipes de physiciens et de techni-

ciens français une transition vers les expériences sur le LHC qui ne commenceront que vers 2005.

L'accord de principe ayant été récemment donné par les conseils scientifiques du laboratoire et de l'IN2P3, le travail s'articulera principalement autour du développement de logiciels (la contribution française sera dédiée en grande partie à l'écriture des logiciels de reconstruction du calorimètre) et de l'analyse physique, qui préparera à celle du LHC et qui pourrait réserver des surprises de première grandeur : découverte de la Supersymétrie ou du boson de Higgs, sans oublier les sujets traditionnels tels que l'étude du quark «top» sur laquelle le groupe souhaite s'impliquer fortement.

Le laboratoire a également pris en charge la mesure précise de la masse du W sur les données déjà prises lors du Run I. Cette analyse devrait permettre d'atteindre une précision de 80 MeV, ce qui renforce les contraintes indirectes sur la masse du boson de Higgs. Le laboratoire va également collaborer avec Orsay, pour l'étude et la réalisation d'un nouveau système de calibration en ligne du calorimètre à Argon Liquide avec une précision meilleure que 1%. Ce système est rendu nécessaire par l'augmentation de la fréquence de croisements des paquets de particules dans l'accélérateur.

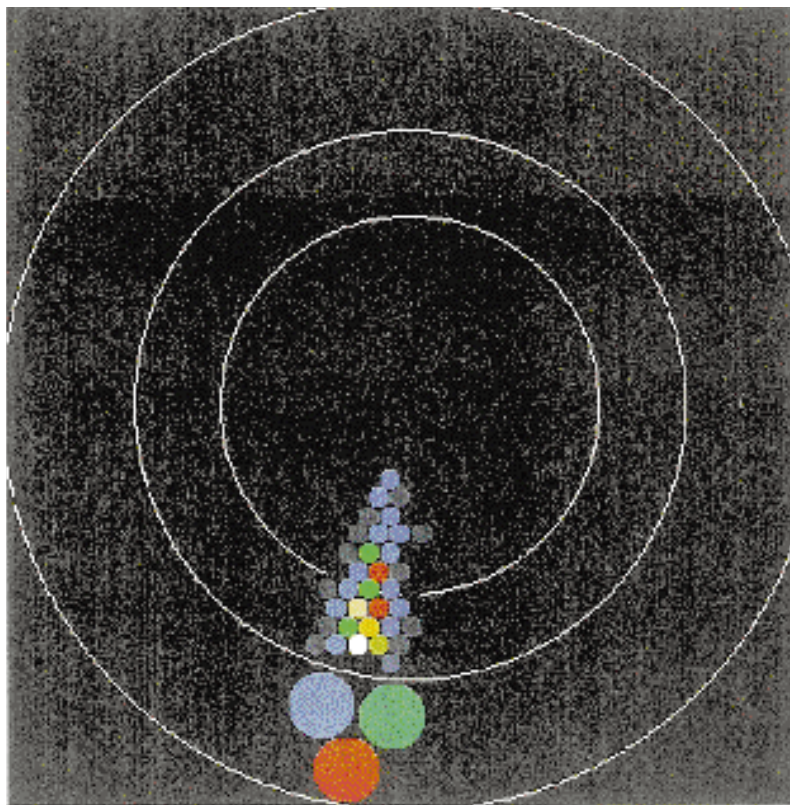
G. Bernardi

U. Bassler, F. Fleuret, D. Lacour.

Equipe technique : P. Bailly,
H. Lebbolo, A. Vallereau

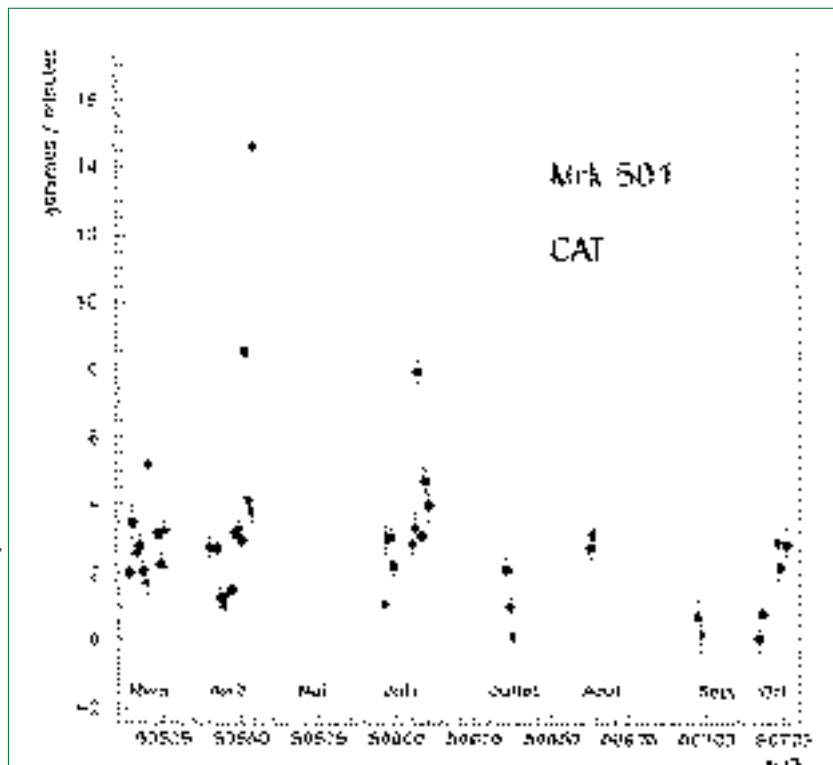
Depuis 1993 le laboratoire est impliqué dans une nouvelle expérience d'astronomie gamma sur le site de l'ancienne centrale solaire Thémis dans les Pyrénées Orientales. L'expérience CAT (Cerenkov Array at Thémis) est dédiée à l'étude de sources cosmiques de photons de très haute énergie (200 GeV-20 TeV). La récente détection de plusieurs objets dont un noyau actif de galaxie intensément et rapidement variable vient confirmer l'intérêt de cette physique et la fiabilité de la tech-

nique employée. Cette technique fournit une image du front d'onde Cerenkov de la gerbe électromagnétique dans le plan focal d'un grand télescope. La forme et la position de l'ellipse (intersection d'un cône et d'un plan) renseignent sur les paramètres du γ initial. L'image est obtenue grâce à une caméra constituée de plus de 500 photomultiplicateurs situés dans le plan focal du télescope, ce qui permet une très bonne granularité. Ayant la responsabilité de la construction de cette caméra à ima-



Image, dans le plan focal de l'imageur, d'une gerbe γ décentrée. L'apport des photomultiplicateurs périphériques est mis en évidence. De plus grande taille que les PMs centraux, ceux-ci complètent depuis mai 97 le champ de vue de la caméra de CAT pour l'étude des événements de très haute énergie (> quelques TeV)

Fig. 2. Evolution de la courbe de lumière de MrK 501 mesurée par CAT de Mars à octobre 97, montrant les fortes variations de sa luminosité. A titre de comparaison l'intensité de la nébuleuse du Crabe se situe à une valeur d'environ 2 gerbes γ /minute (abscisse en jours Juliens modifiés).



gerie, l'équipe du LPNHE a été dans un premier temps mobilisée par le développement et les tests de l'électronique du détecteur. La réalisation d'un prototype a permis d'étalonner la réponse instrumentale. La caméra a alors été finalisée, installée et testée sur le site de Thémis par les physiciens et électroniciens du laboratoire. Les performances obtenues sont tout à fait en accord avec les caractéristiques escomptées. L'informatique en ligne et la gestion du système d'acquisition ont été également mises en place et développées. Depuis les premières acquisitions de données, en septembre 1996, les physiciens et techniciens de l'équipe sont impliqués à différents niveaux :

- l'électronique de déclenchement et les gains des photomultiplicateurs sont suivis et mesurés régulièrement grâce à des interventions spécifiques.
- Le programme d'analyse en ligne a été mis en œuvre et amélioré afin de pouvoir infléchir le calendrier

des observations en cas d'activité astrophysique intense d'une source.

- Le programme de traitement et de réduction des données est constamment remis à jour pour tenir compte des progrès dans la compréhension du détecteur et des cascades atmosphériques.
- La simulation de l'instrument et de la production de lumière Cerenkov est adaptée au cours du temps.
- Le spectre en énergie et l'évolution temporelle des sources sont confrontés avec des modèles phénoménologiques en vue d'une interprétation.

La nébuleuse du Crabe avait été étudiée par l'expérience THEMISTOCLE à laquelle avait précédemment participé le laboratoire et qui est encore en place sur le site de Thémis. Assimilable pour l'astronomie γ de très haute énergie à une sorte de faisceau test, cette nébuleuse a été le premier objet observé par le télescope CAT. Les performances de l'instrument ont ainsi été confirmées, tant du point de vue

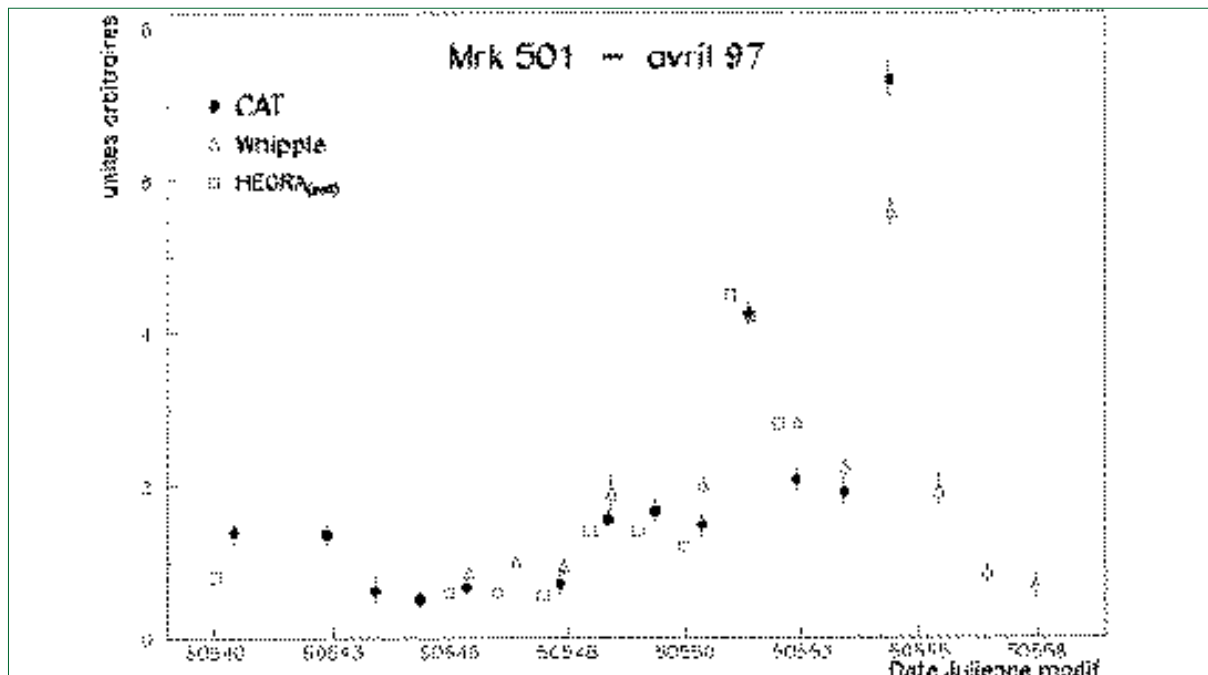


Fig. 3 Courbes de lumière comparées des trois expériences CAT, WHIPPLE, HEGRA montrant le bon accord entre les détecteurs.

du seuil énergétique que de la résolution angulaire. L'accord avec les données communément admises est tout à fait acceptable, dans la limite des erreurs statistiques.

Mais c'est le noyau actif de galaxie Mrk 501 qui a constitué, de par son activité exceptionnelle, la cible principale de l'année 1997. Cet astre extragalactique, vraisemblablement constitué d'un trou noir supermassif «accrétant» de la matière de façon anisotrope, s'est révélé être cette année-là l'objet le plus intense du «ciel gamma». La figure 2 représente le nombre de gammas par minute obtenu au cours de chaque nuit d'observation. Nous observons ainsi des variations de flux jusqu'à un facteur 7. La figure 3 donne les courbes de lumière des trois expériences CAT, WHIPPLE et HEGRA durant le mois d'avril. C'est la première fois que plusieurs télescopes apportent des résultats sur une même période d'observation et confirment ainsi les variations observées. Le «lego plot» de la figure 4 montre la

reconstruction de la position de la source dans le plan focal de la caméra avec une largeur typique de $0,14^\circ$. L'extension du spectre jusqu'à des énergies très élevées (>10 TeV) et les courtes périodes de variabilité (environ une heure) permettent de contraindre fortement les modèles astrophysiques d'émission gamma. Ces données sont particulièrement importantes pour comprendre la nature des particules ultra relativistes éjectées selon le moment angulaire du disque, dans le voisinage du trou noir, ainsi que la géométrie des zones d'activité.

De plus, cette source ouvre deux champs d'étude relativement nouveaux :

- Au niveau cosmologique, il est possible d'utiliser la forme du spectre pour fournir une limite supérieure du fond de rayonnement infrarouge et donc de l'énergie totale émise durant la phase «post-combinatoire» de l'histoire de l'Univers. Les résultats obtenus sont comparables et même

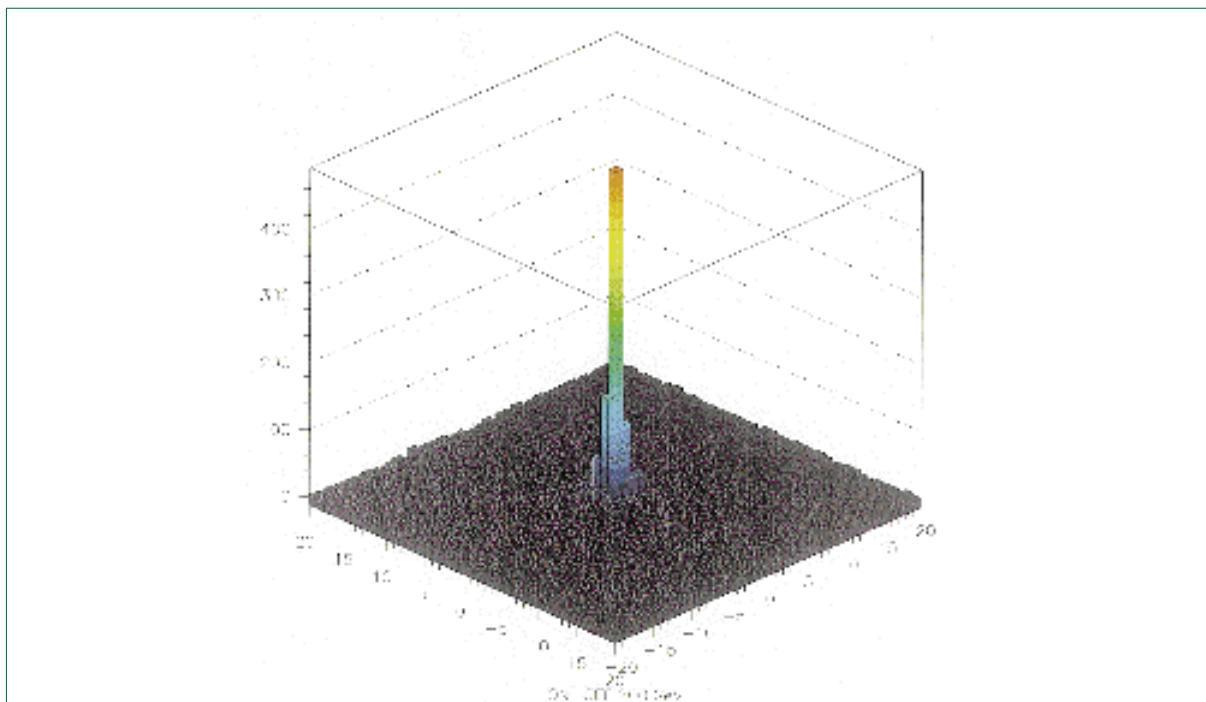


Fig. 4. Le graphique en coordonnées célestes (intensité dans le plan focal de l'imagueur) illustre la résolution angulaire de CAT qui atteint 0.1° . Signal en provenance de MrK 501 obtenu en 2h30 lors d'une phase d'activité intense.

meilleurs que les mesures directes en satellite (détecteur DIRBE embarqué sur COBE).

- Sur un plan plus «technique», la quantité colossale de photons γ détectés permet d'inter-étalonner l'instrument avec les expériences américaines et allemandes (WHIPPLE et HEGRA) ainsi qu'avec l'échantillonneur Thémistocle fonctionnant sur le même site. L'étude d'événements communs est une première dans ce domaine.

Dans l'avenir, il est prévu de continuer les campagnes d'observations d'autres noyaux actifs de galaxies et sur des restes de sources présumées de rayons cosmiques. L'imagueur CAT sera également pointé sur des émetteurs potentiels plus exotiques comme les «gamma-ray bursts». Le dispositif ASGAT, implanté aussi à Thémis, doit être prochainement intégré aux prises de données pour améliorer la réjection du bruit de fond et augmenter d'autant la sensibilité de l'expérience.

Le «phénomène MrK 501», sans précédent en astronomie γ et vis à vis duquel CAT a joué un rôle majeur, fonde de nouvelles perspectives pour cette physique. La technique «Cerenkov atmosphérique» est maintenant établie du point de vue de sa fiabilité et de nombreuses conséquences physiques restent à établir.

M. Rivoal

A. Barrau, A. Djannati Atai,
R. George, K. Schahmaneche,
Y. Pons, J-P. Tavernet.

Equipe technique : S. Acounis,
J-P. Denance, H. Delchini,
G. Descote, J-F. Huppert, L. Sérot,
F. Toussnel.

En décembre 1997, le conseil scientifique du LPNHE a approuvé la participation du laboratoire à un programme de «Cosmologie Observationnelle»: le «Supernova Cosmology Project» (SCP). Il s'agit d'une expérience de mesure de la densité de masse de l'Univers Ω_M et de la densité de constante cosmologique Ω_Λ , à l'aide de supernovæ de type I-a, appelées encore «SNe I-a».

Le «Supernova Cosmology Project» réunit une collaboration internationale de physiciens et

d'astronomes basés principalement au Lawrence Berkeley National Laboratory aux USA et à l'Institut of Astronomy de Cambridge en Angleterre. Un groupe français regroupant des physiciens du LPNHE, du DAPNIA/SPP et des astronomes des observatoires de Meudon et de Strasbourg, s'est constitué autour de l'idée d'utiliser le télescope du «Canada-France-Hawaii» pour détecter des supernovæ très lointaines et a choisi de rejoindre cette collaboration. Une campagne de prises de données devrait avoir lieu à l'automne 1998.

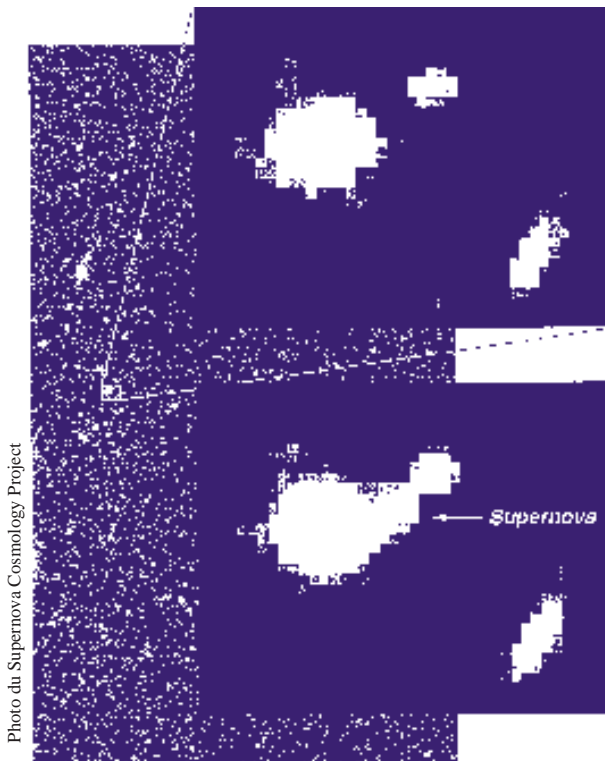
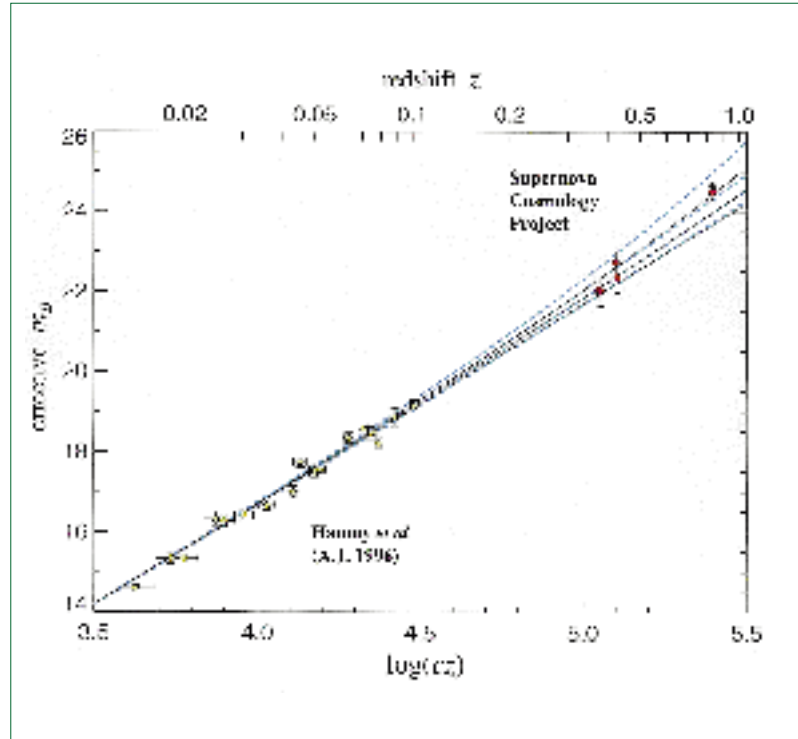


Photo du Supernova Cosmology Project

*Détection d'une supernova.
En haut : agrandissement de la région voisine avant l'apparition de la supernova. En bas : agrandissement de cette même région pendant l'explosion.*

Diagramme de Hubble des supernovæ.
 Les points représentent les données. En traits pleins, les modèles d'Univers pour $(\Omega_M, \Omega_\Lambda) = (0,0)$ en haut, $(1,0)$ au milieu et $(2,0)$ en bas. En traits pointillés, les modèles d'Univers pour $(\Omega_M, \Omega_\Lambda) = (0.5,0.5)$ en haut, $(1,0)$ au milieu et $(1.5,-0.5)$ en bas.



Le but de l'expérience est, en effet, de détecter une cinquantaine de supernovæ de type I-a avec des «délages vers le rouge» - ou redshift z - situés entre 0.5 et 1. Les «SNe I-a», qui sont les plus lumineuses parmi les supernovæ, peuvent être détectées à ces distances et constituent une classe très homogène d'objets astrophysiques. De plus, des techniques récentes permettent de les intercaler, rendant extrêmement prometteuse leur utilisation pour mesurer les paramètres cosmologiques.

La mesure des paramètres Ω_M et Ω_Λ est basée sur la relation entre la luminosité apparente et le redshift. Ceci est illustré sur la figure ci-contre qui montre le diagramme de Hubble des supernovæ de type I-a, c'est-à-dire la magnitude apparente de celles-ci en fonction du redshift, pour différentes valeurs des paramètres cosmologiques. Sont également reportées sur cette figure, les observations récentes réalisées par le «Supernova Cosmology Project» de cinq supernovæ à $z = 0.4$ et d'une supernova détectée en mars 1997 à $z = 0.83$.

R.Pain

P. Astier, S. Fabbro
 A. Letessier-Selvon,
 J. M. Levy.

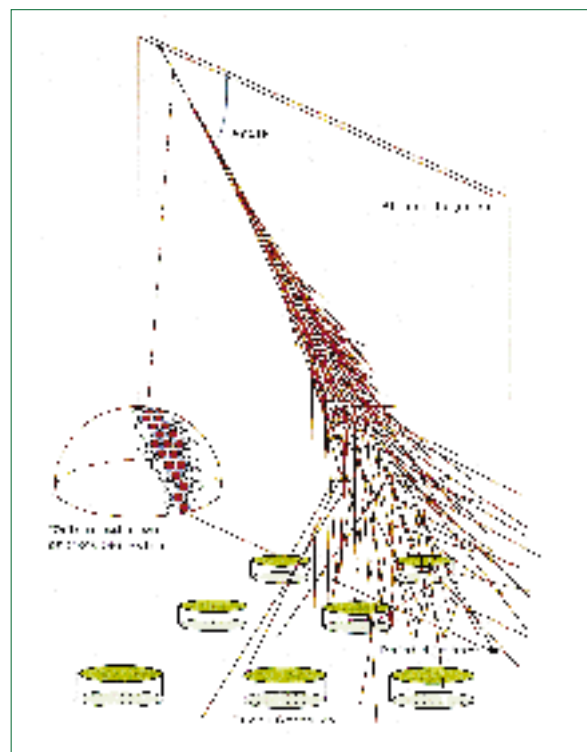
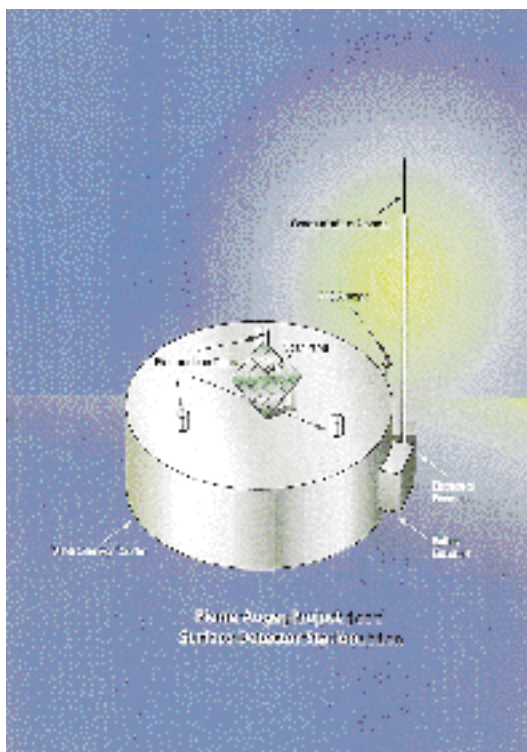
Projet de l'Observatoire "Auger"

Le projet d'Observatoire Auger est l'unique détecteur qui peut répondre, dans des délais raisonnables, à une énigme vieille d'un tiers de siècle dans le domaine de l'astrophysique: l'origine et la nature des particules les plus énergiques jamais observées par l'homme sous la forme de rayons cosmiques. De tels événements («grandes gerbes atmosphériques» créées par l'interaction des rayons cosmiques primaires avec l'atmosphère) ont été observés par plusieurs détecteurs au sol au cours des décennies écoulées. Les éner-

gies atteintes se mesurent en dizaines de joules et sont de plusieurs ordres de grandeur au-dessus des énergies accessibles à des machines fabriquées par l'homme. On a toutes les raisons de croire que leurs sources sont relativement proches (probablement à l'intérieur du super-amas local) mais aucune n'a pu être localisée par des méthodes astronomiques. Enfin, aucune théorie astrophysique raisonnable ne peut actuellement trouver un mécanisme susceptible de répondre à l'ensemble des critères contraints par les observations

A gauche, représentation schématique d'une «Cuve Cerenkov», l'un des 3200 compteurs destinés à échantillonner la gerbe atmosphérique. A droite, principe de détection d'une gerbe en mode hybride.

Document Fermilab



Revista Española de Física (E.)

faites. Le but de ce détecteur est donc de se donner les moyens de répondre à une question considérée comme une des plus brûlantes de l'astrophysique moderne : quelles sont ces «machines», probablement les plus puissantes de l'univers, à l'œuvre dans notre voisinage?

Pour répondre à cette question, l'Observatoire doit satisfaire à plusieurs exigences afin de représenter, par rapport aux expériences passées, un saut qualitatif aussi bien que quantitatif. Le premier critère est la statistique. Dans la partie extrême du spectre d'énergie, le flux de rayons cosmiques est très faible (environ un par km^2 et par siècle), d'où la nécessité de construire un détecteur de très grande surface. L'Observatoire aura une surface totale d'environ 6000 km^2 (approximativement la taille de l'Ile-de-France). Par ailleurs, dans l'ignorance totale de la nature et de la localisation des sources, il est nécessaire d'avoir une couverture aussi complète que possible du ciel: c'est la raison pour laquelle, il a été décidé que le détecteur serait divisé en deux moitiés et installé dans les deux hémisphères. Enfin, deux techniques complémentaires seront utilisées sur chaque site pour améliorer les performances du détecteur, aussi bien que pour réussir la très délicate tâche d'identification des rayons cosmiques primaires: un réseau de 1600 compteurs (cuves «Cerenkov») opérationnel en permanence ; un ensemble de «Télescopes à Fluorescence» basés sur le principe du «Fly's Eye» initialement développé à l'université de Salt Lake City (détection de la fluorescence atmosphérique provoquée par les particules ionisantes de la gerbe) ne pouvant opérer que 10% du temps (nuits claires et sans

lune). Des techniques peu conventionnelles dans le domaine des hautes énergies auprès des accélérateurs seront nécessaires pour le bon fonctionnement de l'Observatoire (télécommunications pour le transfert de données, énergie solaire pour l'alimentation des compteurs, les satellites GPS pour leur synchronisation, etc.)

Un certain nombre de domaines importants pourront également être explorés par cette expérience, même s'ils ne sont pas le but principal du projet. Citons la possibilité d'étudier les champs magnétiques extragalactiques (très mal connus) avec des rayons cosmiques chargés (dont la rigidité magnétique à ces énergies est telle que l'astronomie proton, par exemple, devient possible), ou de détecter des neutrinos d'ultra-haute énergie, si leur flux est accessible. Les résultats (30000 événements attendus en cinq ans au-dessus de 10^{19} eV, 300 au-dessus de 10^{20} eV) devraient permettre d'ouvrir de nouvelles fenêtres dans le domaine de l'astrophysique, de la cosmologie et peut être celui des interactions fondamentales (test des théories de Grande Unification).

Le projet est dans sa phase de financement dans plusieurs des 18 pays y participant. Les activités en France sont couvertes actuellement par quatre laboratoires, issus de trois départements du CNRS : IN2P3 (PCC-Collège de France et LPNHE Paris 6-7), INSU (Observatoire de Besançon) et SPI (École Supérieure des Télécommunications de Paris), ainsi que le GRPHE de l'Université de Mulhouse et des participations individuelles de l'Observatoire de Meudon (DARC) et du Service d'Astrophysique du CEA.

M. Boratav

P. Billoir, S. Dagoret-Campagne,
A. Letessier-Selvon,
Z. Strachman.

Activités et moyens techniques

L'électronique

La mécanique

L'informatique

Activités et moyens techniques

L'Électronique

Le LPNHE est impliqué dans différentes expériences de physique des particules auprès des accélérateurs (du CERN ou SLAC) ou hors accélérateurs (astrophysique).

Les efforts du service d'électronique se sont portés sur l'acquisition des données issues des capteurs et sur l'élaboration des logiques de déclenchement rapides (trigger), le contrôle lent des paramètres ou encore la métrologie. La chaîne du signal fait appel à différents types de capteurs : photomultiplicateurs (BABAR, CAT), chambres à fils (NOMAD) ou calorimètres à argon liquide (ATLAS, DØ). Grâce à ces expériences, le laboratoire a montré un savoir faire important dans l'électronique analogique bas bruit (préamplificateurs, amplificateurs de mise en forme), dans les mesures temporelles (TDC), dans l'électronique rapide (analogique et numérique) ou encore la métrologie (mesure précise des caractéristiques des composantes de détecteurs : capacités, résistances et épaisseurs). Les matériels construits doivent fréquemment travailler dans des environnements très sévères (bruits industriels, radiations, etc.). Pour ces raisons, les différentes réalisations suivent de stricts critères de qualité imposés par les collaborations afin d'assurer un fonctionnement correct des matériels dans le temps.

Moyens

Le service regroupe 17 ITA ingénieurs, techniciens et câbleurs. Il assure la conception, le suivi de réalisation et les tests d'objets destinés à fonctionner sur les sites d'expériences. Il dispose de moyens importants pour la conception de systèmes avec des parcs de stations de travail sous Unix. Celles-ci sont équipées des logiciels acquis par l'IN2P3 dans le cadre de sa politique globale d'investissement en CAO. Des moyens supplémentaires sont mis en oeuvre en fonction des besoins, en particulier pour la synthèse logique et le test.

Ces logiciels de conception de circuits intégrés ont été fortement mis à contribution en 1996 et 1997, notamment par les projets concernant les grandes expériences ATLAS et BABAR. De nombreuses réalisations mettent en oeuvre des techniques de pointes dans la réalisation de circuits intégrés spécifiques (ASIC). Généralement, ces circuits sont conçus à partir de langages descriptifs évolués comme VERILOG ou VHDL et fondus dans des technologies appropriées.

Réalisations

Les réalisations étant détaillées au niveau de chaque expérience, nous mettrons ici l'accent sur les partici-

pations à deux expériences en devenir, BABAR et ATLAS.

BABAR: Les performances requises pour l'électronique frontale du détecteur de photons Cerenkov DIRC sont brièvement décrites dans le chapitre BABAR. Le circuit numérique construit au laboratoire contient, pour 16 voies, des codeurs de temps avec une résolution de 500 picosecondes et une gamme dynamique de 32 microsecondes. Sur ce même circuit, une logique de lecture sélective trie, pendant une fenêtre temporelle réglable entre 0,5 et 2 microsecondes, les données compatibles avec un signal de déclenchement pouvant arriver avec un retard programmable entre 64 ns et 1,5 μ s. Cet algorithme réduit d'un ordre de grandeur le débit d'information «brut» du détecteur.

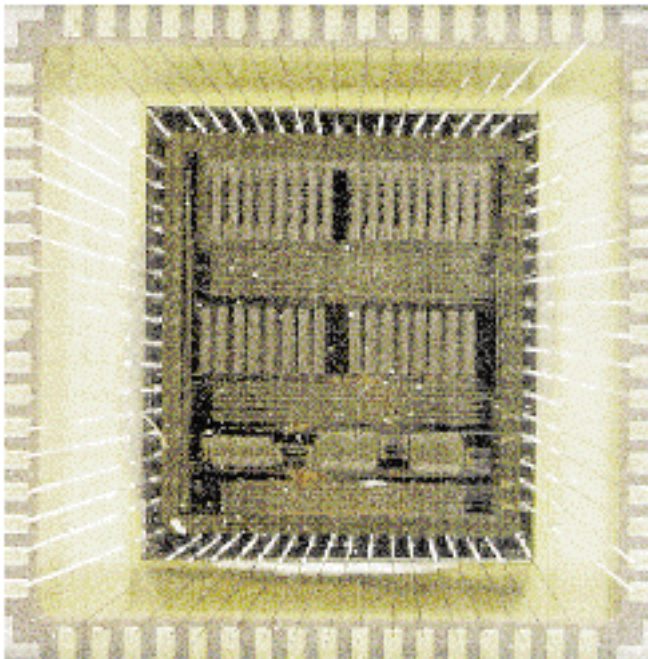
Ce circuit analogique et numérique, développé au LPNHE dès 1994, a bénéficié de l'expérience acquise dans ce domaine depuis 1984. Les outils informatiques allant du dessin de masques à la simulation comportementale rédigée en lan-

gage C ont été utilisés. Quatre prototypes ont été réalisés avant la production en série. Pour le prototype de pré-production, la synthèse logique a été effectuée avec l'aide du fondeur franco-américain ATMEL-ES2.

Le projet est entré dans sa phase de production en 1997. Le prototype de pré-production a satisfait l'ensemble du cahier des charges, il a été implanté sur des cartes électroniques réalisées par le LAL-Orsay, et son fonctionnement a été testé avec succès dans l'environnement du détecteur au DAPNIA-Saclay. Les 1250 circuits de la production en série ont été individuellement examinés au LPNHE. Le rendement s'établit à 95 %. La linéarité différentielle des circuits acceptés est meilleure que 100 picosecondes.

ATLAS : La période de «Recherche et Développement», durant laquelle le laboratoire avait participé au projet FERMI, est terminée. ATLAS est maintenant entré dans la phase de construction, qui, pour le LPNHE et plusieurs laboratoires de l'IN2P3, est celle du calorimètre central à Argon Liquide. Les électrodes de ce calorimètre (sandwichs de Kapton et de cuivre) constituent un élément déterminant de ce détecteur. La polarisation haute tension est effectuée par le biais de résistances déposées par sérigraphie. La capacité du sandwich kapton-cuivre et la bonne tenue en haute tension sont des paramètres déterminants de la qualité du détecteur. Il est fondamental de pouvoir mesurer ces grandeurs électriques avec une précision proche de un pour cent. Une modification anormale d'un de ces paramètres peut être révélateur d'un dysfonctionnement. Sept bancs de tests, contrôlés par LabView, sont en cours de

Puce du TDC du DIRC pour l'expérience BABAR



construction pour tester quatre types d'électrodes (2 pour le «barrel» et 2 pour les «end-cap»), avant et après pliage (4 bancs sont prévus chez les industriels). Chacune des 8000 électrodes est testée par 1500 pointes. Les résistances (environ 1MW par carré de Kapton) sont mesurées en courant continu. Les capacités (quelques centaines de picofarads) sont mesurées à 100 kHz. D'autre part le laboratoire s'intéresse aux tests de tenue au froid et à l'étude phénoménologique de la sérigraphie des résistances.

Au niveau de l'électronique «front-End», le laboratoire s'est investi dans les contrôleurs de châssis. Chaque contrôleur, doit recevoir les informations temporelles précises et les transmettre le plus fidèlement possible aux différentes cartes. L'environnement difficile, dû au niveau élevé de radiations, a contraint à étudier un «ASIC» bus de terrain pour le contrôle lent des paramètres des cartes d'acquisition. Cet ASIC, conforme à la norme WorldFip est complètement décrit dans un langage descriptif de haut niveau (VHDL). Pour des tests fonctionnels, le code est ciblé vers une technologie FPGA (Altera) de 20000 portes. La collaboration a finalement choisi un système différent, mais a confié la réalisation du nouveau dispositif au laboratoire en raison de la technicité acquise lors de l'étude.

Formation

Deux thèses d'électronique consacrées au codage du temps ont été soutenues au LPNHE-Paris. Ces travaux ont permis notamment de bénéficier du support des actions européennes EUROCHIP et EUROPRACTICE en ce qui concerne l'équipement de conception assistée électronique du laboratoire, la réalisation de prototypes

de circuits intégrés, et la formation. Des échanges ont eu lieu à cette occasion avec le Laboratoire d'Electronique Analogique Micro-Ondes de l'Université Pierre et Marie Curie (LEAM), et l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications (ENST).

Le service contribue à la formation d'électroniciens au niveau des premiers, second et troisième Cycles des Universités en accueillant des doctorants employés par l'industrie après avoir soutenu leur thèse. Des stagiaires lycéens sont également accueillis dans le cadre d'une mise en contact avec le monde du travail. Les développements d'Électronique entrepris au LPNHE conduisent à des contributions aux grandes conférences internationales ainsi qu'aux revues scientifiques telles que Nuclear Science and Method, IEEE Transactions on Nuclear Science.

Le savoir faire des électroniciens, parfois impliqués dans plusieurs projets d'expériences, s'est perfectionné. Le laboratoire pourra ainsi mieux répondre aux exigences de plus en plus sévères et variées des expériences à venir. Il se maintient ainsi dans un état de veille technologique face à des évolutions très rapides.

J.F. Genat, P. Nayman

Equipe technique :

S. Acounis, P. Bailly, F. Blouzon,
M.M. Cloarec, J. David,
J. P. Denance, C. Goffin,
A. Guimard, O. Le Dortz,
H. Lebbolo., F. Rossel, L. Sérot,
F. Toussanel, Y. Tréguier,
A. Vallereau.
CAO : D. Martin.

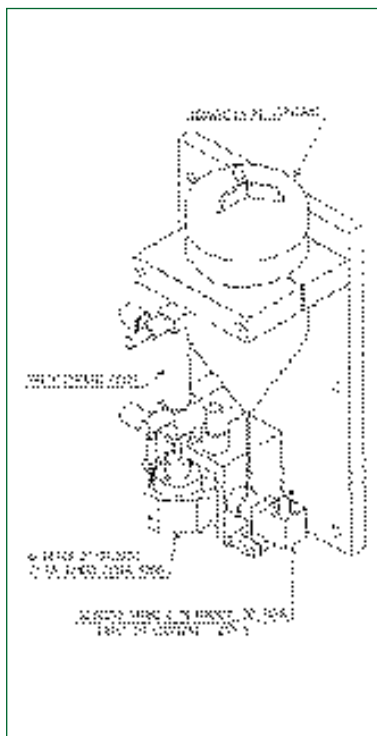


Fig. 1. Tête de mesure par ultrasons.

Fig. 2. Dispositif de mesure de la géométrie des absorbeurs.



La Mécanique

Le groupe de mécanique, constitué de neuf personnes - trois ingénieurs, un assistant ingénieur, quatre techniciens et un ATOS - a participé ces deux dernières années aux expériences ATLAS et BABAR. Il dispose de moyens de IAO importants (logiciels de CAO «Euclid», «Prelude», logiciels de calculs «Systus» et «Acord») qui permettent d'assurer conception et étude des projets.

ATLAS

Cette première expérience utilise 90% du potentiel du service. Le LPNHE est impliqué avec d'autres instituts de l'IN2P3 et le C.E.A. dans la construction du calorimètre central électromagnétique à argon liquide de ATLAS. Les modules de ce calorimètre de grande taille sont formés d'électrodes et d'absorbeurs immergés dans l'argon liquide. Le calorimètre comprend deux parties cylindriques de 2,6 m de diamètre, chacune étant constituée de 16 modules de longueur 3,2 m et de 0,50 m d'épaisseur.

Le laboratoire a la responsabilité de la métrologie à chaud et du tri des absorbeurs qui sont des sandwichs de plomb, de fibres de verre imprégnées de colle et d'inox, le tout plié en accordéon. Une bonne reproductibilité de la qualité des absorbeurs est fondamentale pour minimiser le terme constant qui intervient en calorimétrie dans la mesure de l'énergie de photons ou d'électrons. Le LPNHE a ainsi assuré la conception et la réalisation, en collaboration avec le C.E.A. de Saclay, d'un dispositif de mesure des épaisseurs des plaques de plomb qui entrent dans les absorbeurs. Ce dispositif comprend un générateur de rayons X et des photomultiplicateurs. Il est monté sur le laminoir de l'entreprise allemande qui procède à la fabrication. Le système permet d'obtenir une épaisseur avec une tolérance souvent inférieure à celle demandée dans le cahier des charges (± 0.03 mm), d'effectuer le marquage en ligne des plaques par jet d'encre et de rejeter les éventuelles parties hors tolérance. La production de la totalité des plaques de plomb est en cours ; elle se déroule avec succès.

Le groupe de mécanique a également conçu et mis au point une table automatisée de mesure des épaisseurs du plomb par ultrasons. Cette mesure est effectuée après l'usinage des plaques. La précision de mesure est de $2\mu\text{m}$; cette précision n'a été obtenue qu'après des tests ayant conduit à une modification complète de la tête de mesure achetée dans l'industrie. Un ensemble de cinq mille plaques sera à mesurer. La table de mesure automatisée est complétée par un ensemble de manipulation à ventouses qui évite de déformer les plaques lors du tri qui, en assurant une qualité constante, permet

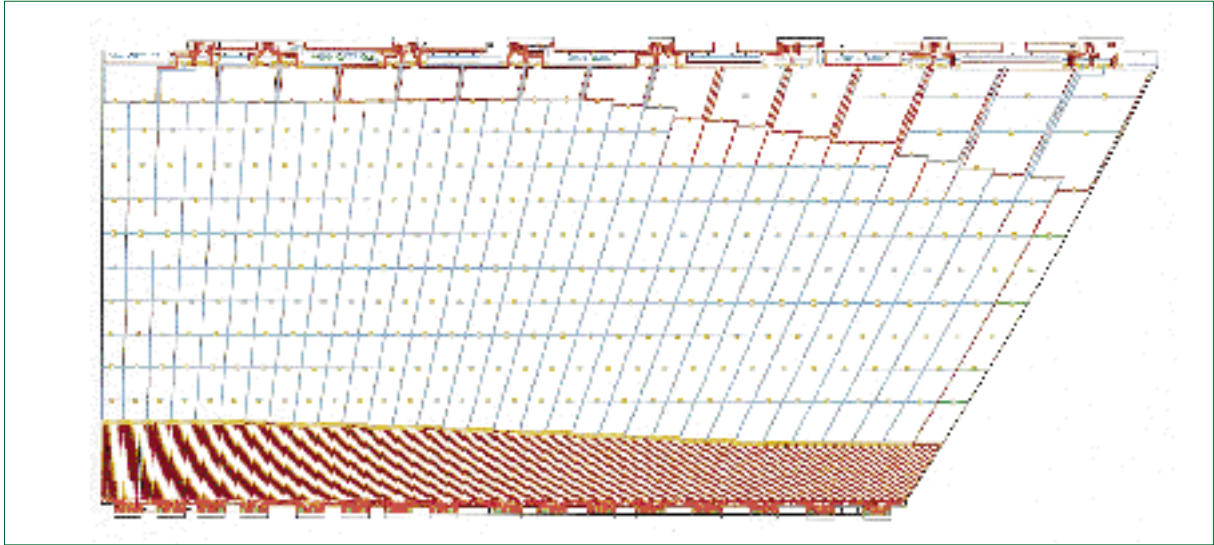


Fig. 3. Dessin d'une électrode du calorimètre à Argon Liquide de ATLAS

d'optimiser la réponse du calorimètre. Un premier lot de trois cents plaques a été mesuré et trié en 1997. Il a servi à tester et à mettre au point les outillages et machines de fabrication des absorbeurs. Cet ensemble de mesures a été un succès complet montrant la fiabilité de l'appareillage pour une fabrication en série. La production du module appelé «zéro» commence en Janvier 1998.

La géométrie des absorbeurs, réalisés à partir de ces plaques, est ensuite vérifiée sur une machine de mesure tridimensionnelle. Ces mesures permettent, dans un premier temps, de parfaire le réglage des presses. Elles permettront par la suite de s'assurer qu'il n'y aura pas de dérive de la géométrie lors de la fabrication en série qui sera réalisée dans le hall IN2P3 d'Orsay. Nous aurons ainsi en charge la mesure de plus de deux mille absorbeurs fabriqués par le LAL.

Pour la partie instrumentée du calorimètre, c'est à dire les électrodes, le dessin des kaptons, destinés à collecter les signaux, a été effectué au laboratoire, en collaboration avec le CERN et le LAPP

d'Annecy. Le suivi des réalisations est assuré chez les industriels. Les machines automatisées de mesure des résistances, capacités et de courant de fuite en haute tension sont en cours d'étude ou de réalisation. Ces mesures se font d'abord avec les électrodes à plat, puis après pliage. L'ensemble de ces bancs de mesure, qui sont de notre responsabilité, sera fourni aux industriels et à la collaboration tant pour le détecteur central que pour les bouchons. Un appareillage spécifique de manutention des électrodes a été étudié. Ces dernières réalisations sont effectuées en étroite liaison avec des ingénieurs électroniciens du laboratoire.

BABAR

Une étude de thermique a permis d'établir la faisabilité et de donner l'ordre de grandeur du coût du système de refroidissement de cartes d'électronique. Deux options ont été examinées: elles utilisaient de l'air ou de l'eau comme fluide d'échange. La solution du refroidissement par eau a finalement été retenue. Un technicien a participé aux montages à Saclay.

D.Imbault

Ph. Beauchet, W. Bertoli, B. Canton, A. Commerçon, Ph.Etienne, O. Herluison, Ph. Laloux, S. Lys, Ph. Repain.

L'informatique

Le groupe informatique du laboratoire a pour mission le bon fonctionnement du réseau local et des équipements qui y sont connectés (230 numéros IP attribués en Novembre 1997). L'IN2P3 disposant à Lyon d'une importante infrastructure informatique, il paraît naturel que, localement, les activités du groupe s'organisent de façon complémentaire. Sont effectuées sur les matériels du laboratoire les analyses fines, la production des documents graphiques, certains types de simulations. Le travail informatique de la discipline se répartit entre les lieux d'expériences, le Centre de Calcul de l'IN2P3 à Lyon et les moyens locaux. La répartition peut évoluer au gré du temps, des impératifs techniques ou financiers mais il est important de conserver au système la plus grande souplesse possible.

Le service est composé de sept personnes qui se répartissent les diverses tâches autour de quatre serveurs principaux Unix (voir schéma), d'une dizaine de stations de travail Sun (Sun OS et Solaris) utilisées pour la CAO Électronique, de cinq stations Digital (Unix et VMS) pour la CAO Mécanique. Les activités de l'informatique «en temps réel» ne seront pas décrites dans ce chapitre mais au niveau des expériences où elles interviennent.

Points remarquables de la période

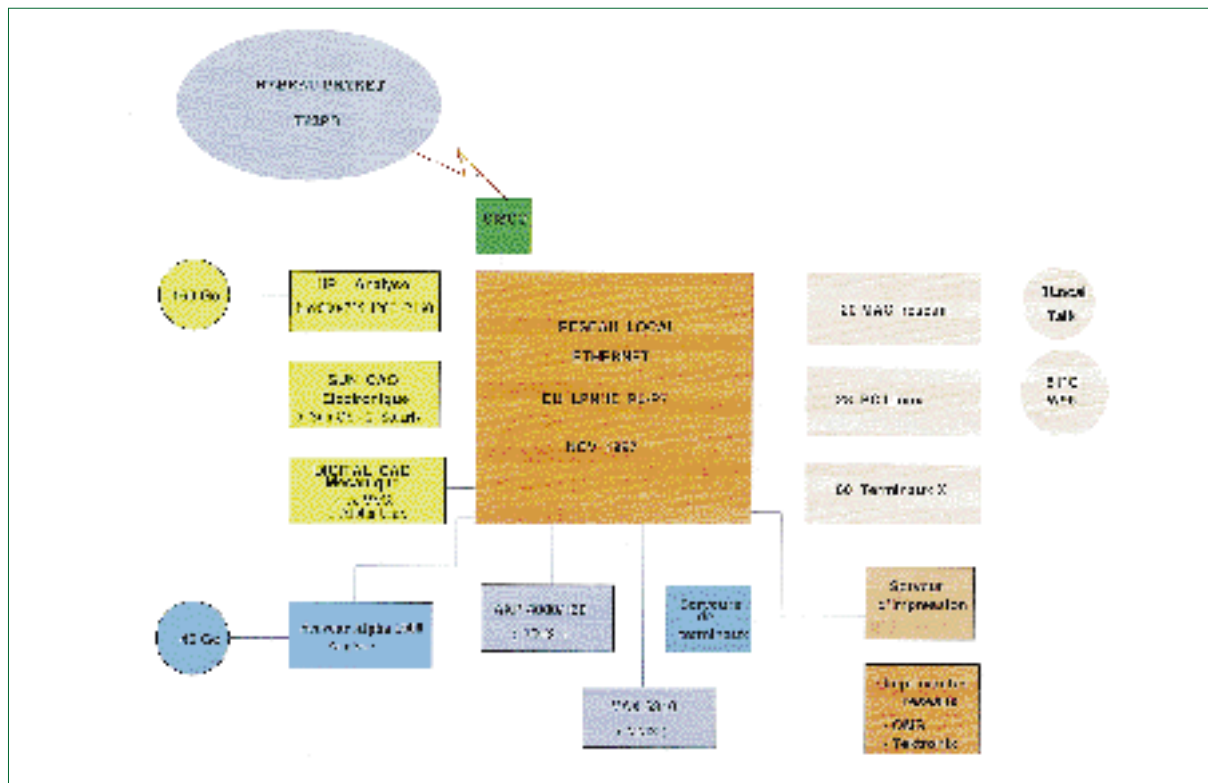
- Augmentation de l'espace de stockage et de la puissance de calcul. Le laboratoire dispose (Novembre 1997) de 200 Go de disques dont une faible partie est sauvegardée chaque nuit. Ce besoin

de stockage est relié avec l'augmentation de la puissance de calcul (achat d'un bi-processeurs HP 512 Mo RAM Processeur PA 7200, d'un monoprocesseur HP PA 8000 256 MO). Les difficultés rencontrées lors d'arrêts électriques intempestifs vont nécessiter l'usage d'un onduleur et des procédures adaptées à une telle masse de données.

- Acquisitions de nouveaux postes de travail. La diminution des prix des PC a conduit à leur utilisation en remplacement des terminaux X noir et blanc. Ces machines fonctionnent sous une distribution LINUX homogène et leur sécurité est aussi contrôlée que possible. Deux éléments apportent une certaine sécurité pour le futur proche : 1) l'avenir de Linux en tant qu'Unix fédérateur aussi bien pour Intel, Sparc, Alpha, Power-Pc que pour la gestion des multiprocesseurs; 2) l'introduction d'une façon ou d'une autre de Windows-NT dans les laboratoires. Notre choix permet de supporter ces deux évolutions possibles. La communauté de la physique des Hautes Energies s'est également engagée dans cette voie, avec l'accès à la CERNLIB pour Linux par exemple.

- Augmentation de puissance en CAO électronique et mécanique. Début du passage des logiciels de CAO électronique sous le nouvel «operating system» de SUN (Solaris), acquisition d'un serveur Entreprise Sun Ultra-Sparc (10 GO disque, 256 MO RAM) et d'une seconde station Ultra Sparc (128 Mo) sont les points marquants du domaine. Tout cela devrait être opérationnel début 1998.

Dans le cadre général de l'IN2P3, l'équipe Mécanique s'est vue attribuer deux stations Digital Alpha



Réseau du LPNHE

sous Digital Unix et une station Digital Alpha sous Windows NT. Le logiciel Euclid est désormais utilisable sous Unix et les systèmes VMS sont appelés à disparaître. Par ailleurs la Mécanique dispose désormais d'un traceur format A0 HP neuf en remplacement d'un équipement vieillissant.

- Support informatique aux étudiants de DEA. Les étudiants du DEA de «Modélisation et Instrumentation en Physique» ou MIP accèdent désormais à des comptes Unix sur une machine particulière séparée. Un serveur Samba permet de limiter leurs accès aux imprimantes du laboratoire. Ils continuent à utiliser par ailleurs des PC sous Windows 3.1 comme moyen d'accès au réseau. Des ressources supplémentaires sont ouvertes à la demande mais de façon temporaire et contrôlée.

- Diversification des moyens de sauvegardes. Le serveur bi-proces-

seurs HP dispose désormais d'un système de sauvegarde de très gros fichiers (15 Go natif, 30 Go potentiellement en compressé).

- Impression en réseau. Installation d'une imprimante couleur Tektronix Phaser et d'une imprimante réseau rapide à 25 pages/minutes directement sur le réseau.

- WEB. Le laboratoire dispose comme les autres laboratoires de l'IN2P3 de son serveur WEB et de son Webmaster associé. L'accès au WEB est utilisé non seulement comme vitrine mais aussi comme instrument de partage d'information dans les collaborations.

- Administration. Le réseau de l'Administration repose sur une machine DEC Ultrix en cours de remplacement par un serveur Mac Power-PC. La sauvegarde sera assurée par le système général du laboratoire.

Perspectives

Les années 1996 et 1997 ont été les dernières à utiliser le réseau Phynet propre à l'IN2P3 donnant un accès privilégié à Internet. Nous aurons à gérer la sortie de ce réseau. Toutefois les accès internationaux resteront gérés par le Centre de Calcul de Lyon, ce qui devrait ne pas trop pénaliser les accès à DESY, au CERN et au SLAC. D'autre part le monde VMS, très présent dans la communauté disparaîtra probablement en 1998-1999.

Par ailleurs une rénovation partielle des équipements actifs du réseau sera à effectuer en 1998 ainsi que l'introduction de la commutation éthernet à 100 Mbits/s entre les serveurs principaux. La diminution massive du prix du stockage magnétique va engendrer une augmentation importante du volume stocké et donc des flux et il est important de l'anticiper. (60 à 80 Go d'augmentation prévue en 1998)

La restructuration de la salle informatique devrait permettre le rapprochement physique des principaux serveurs, ce qui devrait améliorer la fiabilité de leur alimentation électrique et d'augmenter le débit d'information entre eux en passant au 100 Mb/s.

Enfin une demande importante de soutien au niveau du support logiciel se fait jour, il faudra d'une façon ou d'une autre dégager ou réorganiser des moyens humains pour y faire face.

J. Portès

Informatique générale :

N. Bouhaddad, J-L. Gorrand,
A. Paraiso, P. Warin-Charpentier.

Soutien aux expériences :

F. Astesan ,H. Delchini,
O. Durant, J-F. Huppert,
E. Lebreton, Z. Strachman.

Vie du laboratoire

Enseignement, formation scientifique et technique

Enseignement supérieur

Formation permanente

Stages au laboratoire

Visiteurs étrangers

Informations générales et administration

Services administratifs

Travaux d'aménagement

Hygiène et sécurité

Activités internes et externes

Réunions du vendredi

Biennale du LPNHE

Journées et manifestations diverses

Enseignement, formation scientifique et technique

Enseignement Supérieur

Implanté sur le campus de Jussieu, le LPNHE est un laboratoire universitaire qui participe à des degrés divers à des enseignements de 3ème cycle et accueille à temps partiel les étudiants des trois DEA qui sont tous trois cohabilités par Paris VI, Paris VII et Paris XI.

- DEA de «Physique et Technologie des Grands Instruments»
- DEA de «Champs Particules Matière»
- DEA de «Modélisation et Instrumentation en Physique».

Il contribue ainsi à la formation de jeunes physiciens dont une partie font ultérieurement une thèse, dans les laboratoires de l'IN2P3, au CEA et aussi dans l'Industrie. Ses 17 enseignants-chercheurs non seulement assurent 3000 heures d'enseignement et de travaux pratiques dans tous les cycles et sur 3 universités (Paris VI, Paris VII et Paris XI) mais ils ont également un grand nombre de responsabilités.

Le DEA de «Physique et technologie des grands instruments» dont Bernard Grossetête a été l'un des fondateurs, porte sur les technologies liées aux faisceaux de particules ou d'ions : accélérateurs mais aussi lasers de puissance, rayonnement synchrotron, tokamaks. Le DEA, habilité aussi par Versailles et l'Ecole Polytechnique a pour

objectif de former des physiciens ingénieurs trouvant leur place auprès des grands instruments. Une partie des cours est donnée dans les locaux du LPNHE.

Le DEA «Champs Particules Matière» forme les étudiants se destinant à la préparation d'une thèse en physique des particules, physique nucléaire et dans les domaines frontières de ces disciplines avec l'astrophysique, la physique de la matière condensée, etc. Certains enseignements du premier semestre sont dispensés au LPNHE. Le DEA est aussi cohabilité par le CEA (INSTN). Ses promotions ont des effectifs voisins de 30 étudiants chaque année dont une dizaine aboutit en thèse dans un laboratoire de physique corpusculaire.

Le DEA «Modélisation et Instrumentation en Physique» a été créé en 1995 par un groupe de physiciens des Universités Paris VI, Paris VII, Paris XI (Orsay) et du CEA de Saclay, sous la responsabilité d'un enseignant du LPNHE, professeur à Paris VI. Il a pour ambition de former ses étudiants à l'expérience dans les domaines des capteurs, des lasers et des détecteurs y compris ceux de physique nucléaire et des particules. Le LPNHE est le laboratoire pilote de ce dernier DEA et en est un des soutiens les plus actifs. Plusieurs de ses chercheurs et ingénieurs participent à l'enseignement et au déve-

veloppement des Travaux Pratiques. Le laboratoire met à la disposition des étudiants une salle équipée de microordinateurs PC reliés au réseau général. Cette liaison permet des activités pratiques d'acquisition et de détecteurs. Il permet aux étudiants de se mêler au milieu de la recherche, passant progressivement d'un cadre scolaire au cadre professionnel. Le LPNHE accueille enfin un séminaire d'intérêt général qui chaque semaine présente un aspect de la recherche fondamentale ou appliquée et auquel participent des intervenants physiciens et ingénieurs d'entreprises industrielles. Les promotions comportent environ une vingtaine d'étudiants.

Il convient de signaler qu'un chercheur CNRS et trois ingénieurs enseignent à l'Université. Des cours sont également donnés à l'extérieur. Un ingénieur de recherche enseigne à l'École Polytechnique et deux autres dans des écoles d'ingénieurs.

Enfin, le LPNHE accueille chaque année une trentaine de stagiaires de toutes catégories qui viennent s'intégrer pour un temps aux équipes de recherche, aux équipes techniques et s'initient au matériel de pointe qui y est mis en œuvre.

M. Baubillier

Formation permanente

Le laboratoire accorde une grande importance à la formation permanente. Indépendamment des bénéfices que chacun peut en retirer, elle s'avère une obligation pour que le personnel se maintienne à un bon niveau technologique, préservant ainsi l'avenir de la communauté. L'ensemble des formations suivies par les personnels durant les années 1996-1997 consiste en des stages, écoles ou cours organisés par les

Délégations du CNRS, l'IN2P3, les Universités ou d'autres organismes extérieurs. Elle peut se résumer ainsi :

- Écoles thématiques organisées par l'IN2P3 : 11 écoles ayant accueilli 16 personnes pendant 92 jours.

- Formations longues de remise à niveau ou de préparation de diplômes. Celles-ci se font principalement dans les Universités et au CNAM durant l'année scolaire : électronique - 1 personne; informatique - 1 personne.

- Stages :

Informatique (réseaux, systèmes, etc.), 13 personnes pour 64 jours.

Électronique (conception de circuits, CAO, etc.), 10 personnes pour 69 jours.

Mécanique (CAO, matériaux, etc.), 6 personnes pour 43 jours.

Administration (gestion, communication, management, préparation aux concours, etc.), 16 personnes pour 60 jours.

Anglais, 5 personnes pour 35 jours.

CES (bureautique, français, etc.), 6 personnes pour 110 jours.

Organisation d'écoles thématiques:

De plus 8 ingénieurs et physiciens ont pris en charge ou participé à des écoles et des stages organisés par l'IN2P3 ou d'autres organismes.

L'école de «technique des détecteurs», destinée aux techniciens de toutes les branches d'activités s'est déroulée la première fois en octobre 1996 à La Londe-les-Maures, puis à Cargèse en 1997. Le succès immédiat rencontré par l'école, qui aura lieu une troisième fois en 1998 en raison du nombre de candidats, réside dans son approche instrumentale des concepts de base nécessaires à la mise en œuvre des détecteurs en physique nucléaire et physique des particules. Les cours se déroulent sur une semaine et sont

axés sur la physique et la technique. La physique est abordée de trois façons différentes (3x4h). La technique électronique (6h), la compatibilité électromagnétique (2h), le vide, la cryogénie et la supraconductivité (6h) ne sont pas en reste. Le fil d'Ariane d'un dernier cours conduit les stagiaires à travers toutes les étapes d'une expérience (9h). De nombreuses démonstrations, expériences et films renforcent la convivialité de l'école. La mise en place de cette école est au crédit de notre laboratoire, un de nos ingénieurs, Patrick Nayman, en ayant la responsabilité. Il intervient dans les cours ainsi qu'un de nos physiciens (Ch. de la Vaissière).

Didier Imbault, ingénieur mécanicien du laboratoire, est responsable scientifique de l'école de technologie de l'IN2P3. Cette école a eu lieu en 1997, pour sa première année, à Aussois. Elle a été conçue afin d'élargir et d'actualiser les connaissances en technologie et en organisation de la conception et de la planification des ingénieurs et projeteurs de bureau d'étude. Les cours se déroulent sur une semaine et sont complétés par des travaux pratiques sur ordinateurs et par des exemples de réalisations. Les domaines suivants sont étudiés: matériaux et mécatronique, assemblages, productique, cryogénie et salles blanches.

A.M. Touchard

Stages

Le Laboratoire a accueilli en 1996 et 1997 de nombreux stagiaires (38 au total), d'origine diverse :

- six en stage de DEA : Champs, Particules, Matière; Physique Théorique ; Astrophysique ; Grands instruments ; Matière et Rayonnement (Grenoble). La plu-



École de «Technique des détecteurs» de Cargèse, octobre 1997.

part d'entre eux ont poursuivi, ou poursuivront, par une thèse au laboratoire.

- Douze en licence, Maîtrise, Magistère (essentiellement des Universités Paris VI et Paris VII) : il s'agissait d'un stage inclus dans leur scolarité, soit d'une démarche volontaire de leur part pour compléter leur formation et s'initier à la recherche. La demande pour ce type de stage est très forte : le laboratoire est de fait, limité par la capacité d'accueil de ses locaux et la disponibilité des chercheurs pour l'encadrement . La durée moyenne est de un mois à un mois et demi.

- Les autres venant d'École d'Ingénieurs ou de Techniciens, dans les services de Mécanique et d'Électronique du Laboratoire. Ces stagiaires fournissent en général un travail productif pour des projets en cours, tout en validant leurs acquis. L'ensemble des stagiaires contribue au dynamisme du Laboratoire et à son ouverture sur l'extérieur.

P. Billoir

Visiteurs étrangers

Le LPNHE possède une tradition d'accueil de visiteurs étrangers. Il a accueilli durant les années 1996-97

cinq visiteurs étrangers - trois russes, un vietnamien et un iranien - pour un total de 24 mois-chercheurs. Outre ces visiteurs étrangers, deux jeunes doctorants ont été également accueillis : l'un d'origine chinoise, qui a soutenu sa thèse en septembre 1997, et l'autre, d'origine pakistanaise, qui doit soutenir la sienne courant 1998.

Conventions d'échange avec des laboratoires étrangers

Le LPNHE a bénéficié de trois conventions d'échange avec des laboratoires étrangers, dans le cadre d'accords organisés par l'IN2P3.

- Dubna (NOMAD) : Cette convention implique du côté français le LAPP d'Annecy et le LPNHE. Elle a permis de recevoir en 1997 trois physiciens russes pour un total de cent jours, deux physiciens français passant 15 jours à Dubna. L'échange a permis de développer l'analyse des événements neutrino accumulés par NOMAD depuis 1995, en particulier l'identification des électrons à partir de traces. Deux chercheurs russes soutiendront leur thèse à l'Université Paris VII sur ces travaux. Le responsable au laboratoire est F. Vannucci.

- PICS-399 avec Dubna (DELPHI) : Dans le cadre de l'expérience DELPHI et de la physique $\gamma\gamma$ à LEP200, une convention de Programmes Internationaux de Coopération Scientifique (PICS) a permis à des physiciens russes de Dubna d'effectuer des séjours de plusieurs mois au laboratoire et donc de contribuer à l'analyse des événements simplement et doublement étiquetés par le VSAT. Le responsable au laboratoire est F. Kapusta.

- Cracovie et Varsovie(DELPHI) : Cette convention a couvert des séjours de physiciens français à Cracovie et Varsovie, et permis de recevoir deux physiciens polonais à Paris et Grenoble. Elle se déve-

loppe dans le cadre de LEP200 et de la physique $\gamma\gamma$. L'Université de Cracovie travaille sur les processus exclusifs et s'oriente vers l'analyse de la fonction de structure du photon. L'Université de Varsovie étudie la production de résonances.

Le responsable au laboratoire est F. Kapusta.

- Valencia (DELPHI) : Des échanges avec l'Université de Valencia se poursuivent depuis 1991. En 1996-97 ils ont porté sur 50 jours-chercheurs du côté espagnol et 25 du côté français. Après avoir permis le développement d'une technique d'étiquetage des quarks à l'énergie du Z^0 , la collaboration a abouti à une mesure très précise du taux de désintégration du Z^0 en quarks b. Cette mesure a fait l'objet d'une thèse soutenue en novembre 1997. Un second jeune doctorant valencien devrait passer une thèse au printemps 1998 portant sur le rapport de désintégrations semileptoniques des quarks b, mesure dont l'intérêt est d'être peu dépendante de simulations Monte-Carlo. Le responsable au laboratoire est Ch. de la Vaissière.

Pays en voie de développement

Un de nos ingénieurs, J-F Genat a donné une série de cours concernant le traitement électronique du signal au centre d'Informatique de l'Université de Saïgon (Viêt-nam) dans le cadre d'une école de technologies avancées qui s'est déroulée du 8 au 20 avril 1997. Cette école s'intitulait «Le silicium et ses applications au traitement du signal». Un physicien du laboratoire (A. Letessier-Selvon) a participé également à l'organisation d'une école sur les rayons cosmiques, dans le cadre des «rencontres du Viêt-nam», et donné un cours sur le passage des particules dans la matière.

Informations générales et administration

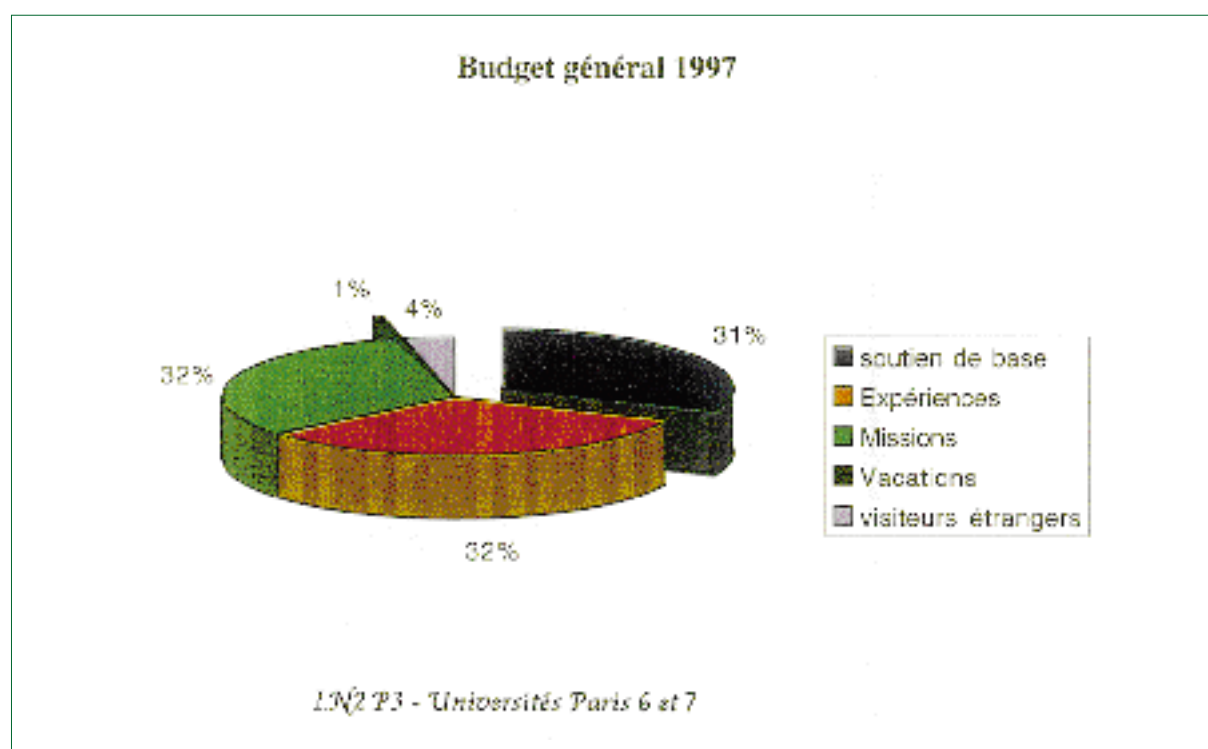
Le laboratoire comprend 27 chercheurs CNRS, 18 enseignants-chercheurs appartenant aux Universités Paris-VI et VII, 8 boursiers et 2 visiteurs étrangers, soit au total 55 personnes au 1er janvier 1998. L'administration et les services généraux sont composés de 20 personnes. Le service technique est formé de 17 ingénieurs et techniciens en électronique, 10 informaticiens et 8 mécaniciens, plus un ingénieur en instrumentation. Le directeur est assisté d'une secrétaire de direction qui assure également la gestion

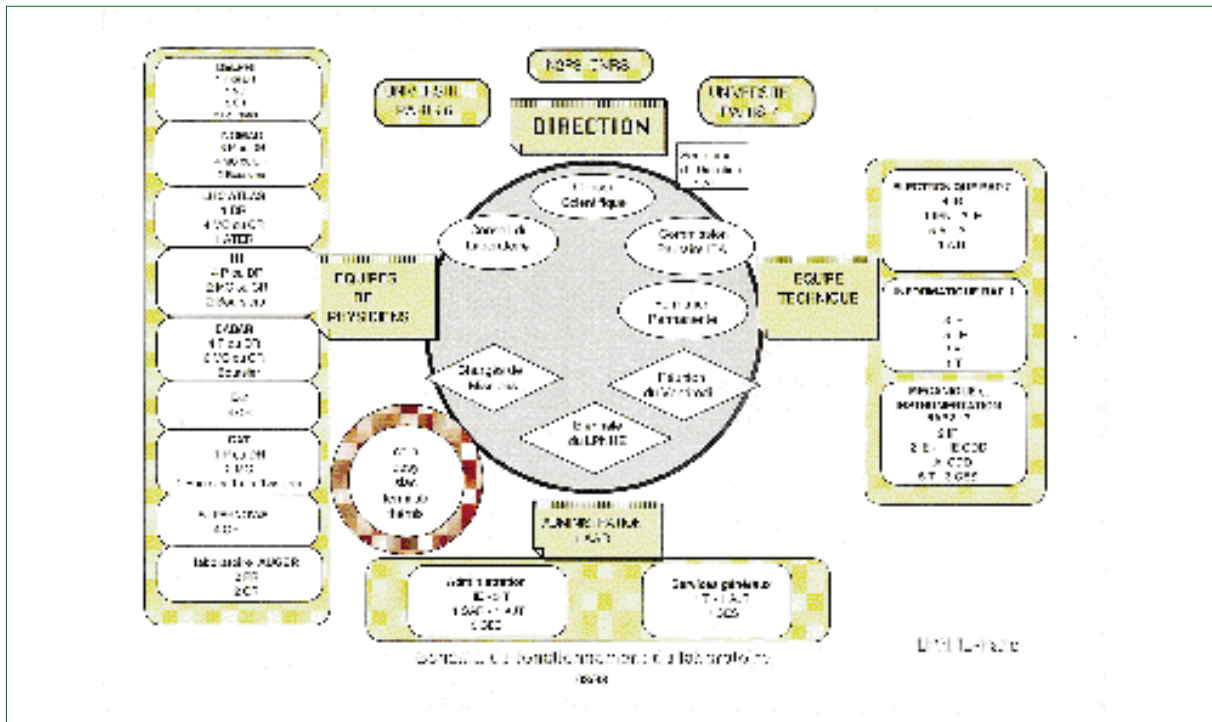
scientifique des chercheurs ainsi que la gestion administrative des visiteurs étrangers.

De 1996 à 1997, huit ITA ont quitté le laboratoire. Cinq ont fait valoir leur droit à la retraite et neuf ont été recrutés. Dans le corps des physiciens, un départ à la retraite, un changement de laboratoire ont été compensés, en sens inverse, par l'intégration d'un chercheur CNRS et de trois enseignants-chercheurs.

Durant cette période, six thèses ont été soutenues et actuellement, le laboratoire accueille huit doctorants. Les principaux postes budgétaires sont représentés ci dessous.

Répartition des principaux postes budgétaires





Organisation générale du laboratoire

On trouvera sur le schéma l'organigramme résumant le fonctionnement du laboratoire. Le laboratoire est doté depuis 1994 d'un conseil scientifique de six physiciens (3 nommés et 3 élus), d'un ingénieur nommé et d'un membre extérieur. Ce conseil scientifique a pour fonction d'examiner les nouveaux projets et d'assurer le suivi du programme scientifique.

M.Banner

Assistante : J. Jos

Services administratifs

L'administration, au service du laboratoire, se doit d'assurer les fonctions suivantes :

- la gestion des missions avec un responsable scientifique ;
- la gestion des commandes, factures, marchés, importation et exportation de matériel ;
- la gestion administrative des ITA et du personnel contractuel;
- la gestion de la bibliothèque sous la responsabilité d'un physicien;

- le soutien administratif au DEA de «Modélisation et Instrumentation en Physique».

Le service contribue au bon fonctionnement du laboratoire en assurant : le soutien logistique de l'organisation des séminaires et autres manifestations, l'édition de rapports internes et la reprographie de documents, une assistance aux relations extérieures et à la communication. Pour effectuer toutes ces tâches dans de bonnes conditions, chaque membre du personnel administratif est doté d'un micro-ordinateur relié au réseau ETHERNET du laboratoire.

Gestion du budget

L'interface avec les services centraux de l'IN2P3 a été réalisée et fonctionne maintenant de façon satisfaisante. Le progiciel de gestion comptable et financière XLAB (maintenant implanté dans 15 unités de l'IN2P3) est en interface avec la «Gestion Comptable et Financière» des services centraux de l'IN2P3, depuis le mois de janvier 1997.

L'ancienne application de gestion des missions (initialement implantée sur l'IBM de Lyon) ayant pu être basculée sur un ordinateur du laboratoire, il n'a pas été nécessaire de modifier le système de gestion.

Dans les années qui viennent, la «Nouvelle Approche BUDgétaire et COMptable» de gestion universitaire (système NABUCO) verra le jour. Le personnel devra s'y adapter, ce qui suppose un nouvel effort de formation. Le projet NABUCO a vocation à se substituer au système actuel de Gestion Financière et Comptable. Les unités sous tutelle des Universités devraient être appelées en 1999 à gérer leurs crédits avec NABUCO. En effet, une première session de sensibilisation a été organisée par l'Université Paris-VII au mois de février 1997 et l'organisation des stages de formation à l'utilisation dudit logiciel sont en cours d'élaboration pour se dérouler au cours de l'année 1998. Le problème de l'inexistence d'une passerelle entre XLAB et NABUCO, mérite d'être souligné. En effet, si aucune solution satisfaisante n'est trouvée et adoptée, les unités se trouveront dans l'obligation d'effectuer des doubles saisies : dans XLAB et NABUCO.

Services généraux

L'équipe d'entretien technique continue d'être renforcée par l'embauche de personnels sur contrat emploi solidarité. L'entretien domestique des locaux est maintenant assuré uniquement par des CES depuis le départ à la retraite de la dernière personne employée sur poste permanent de l'IN2P3. L'absence de personnel à plein temps pose des problèmes de continuité et de coordination.

P. Schuh

RÉPARTITION DU PERSONNEL

ADMINISTRATIF :

Missions : M. Brissard.

Commandes : S. Gorrard,
A. Depauw.

Factures : S. Gorrard

Bibliothèque : M. Foiret, Y. Sarkis.

DEAS : I. Cossin, A. Ouannès.

Relations extérieures et
Communication : I. Cossin,
A. Ouannès.

Colloques : I. Cossin.

Edition : N. Boniface.

Accueil : A. Frua-Bernard.

Secrétariat : C. Vinet.

Services généraux : N. Pavel,
S. Machecourt, M. Ghelfemboim.

Travaux d'aménagement

L'essentiel des locaux du LPNHE ont été réaménagés de 1991 à 1993, mais il restait une partie à moderniser. Des travaux ont donc été effectués au cours des années 1996 et 1997 pour les locaux restants les plus inadaptés. En particulier les fenêtres de l'atelier de mécanique et des deux bureaux ont dû être changées en raison de leur dégradation qui menaçait le personnel. Les bureaux proches de l'entrée du laboratoire ont été refaits. La réfection concerne l'électricité, le téléphone, le câblage électrique, la peinture et le revêtement de sol. Ces travaux ont été réalisés par le personnel du Laboratoire.

D'autres travaux d'aménagement ont fait l'objet d'une convention entre les Universités Pierre et Marie Curie (P6) et Denis Diderot (P7) et l'IN2P3.

- Réfection complète de l'installation électrique de l'éclairage de la coupole devenue dangereuse. La solution était complexe en raison de l'impossibilité de se fixer au faux plafond et de l'esthétique à conserver pour ce local de 200 m² aménagés en bureaux paysagers.
- Remplacement des tours de refroidissement: L'installation de climatisation des locaux avait été refaite à neuf en 1991 et 1992 à l'exception de deux tours aérorefrigérantes. Celles-ci étaient devenues des sources de pannes à répétition. Il a été procédé, dans un premier temps, à l'installation d'une alimentation de secours en eau glacée depuis le réseau du Campus et ensuite au remplacement des anciennes tours par une nouvelle.
- Mise en conformité des issues de secours : au fil des années ces dernières avaient subi des modifications qui entraînaient un risque pour l'évacuation rapide des

locaux. Les issues ont été refaites et reliées au système d'alarme incendie du Laboratoire.

Hygiène et sécurité

La charge d'ACMO (Agent de la Mise en Œuvre de l'Hygiène et la Sécurité) est assurée par un ingénieur d'études du laboratoire.

Au cours de ces deux années l'accent a été mis sur la mise en conformité des issues de secours et le développement du système d'alarme incendie. Lors de travaux touchant aux installations électriques, un contrôle de réception par un organisme agréé (APPAVE) a été réalisé. Pour la salle affectée aux travaux pratiques du DEA de Modélisation et Instrumentation en Physique, il a été installé une armoire ventilée, conforme aux normes de sécurité, dans laquelle sont stockées les bouteilles de gaz.

Les services de l'APPAVE ont procédé en 1996 au contrôle des machines-outils, de la mécanique et de l'électronique, de façon à respecter le Plan de Mise en Conformité. Les modifications à porter sur ces machines seront mises en œuvre, au cours de l'année 1998.

Enfin, la réfection de la distribution électrique de l'atelier de mécanique présente un problème de sécurité important. Cette réfection a fait l'objet d'une forte demande depuis 1996.

B. Canton

Activités internes et externes

Réunions du Vendredi

Chaque vendredi nous tenons une réunion hebdomadaire, ouverte à tout le personnel du LPNHE. Son but est de permettre la présentation de résultats obtenus et d'avoir un lieu d'échange et de discussion aussi bien entre les différentes expériences, qu'entre les chercheurs, les ITA et la direction.

Pour cela, chaque réunion commence par «les questions diverses», où les différents aspects de la vie interne sont discutés, par exemple le fonctionnement des services tels que la bibliothèque, l'informatique ou encore l'accueil des étudiants. Le désamiantage de Jussieu y est également discuté, notamment les questions de déménagement et relogement du laboratoire. Les questions diverses sont un des canaux qui permettent à la direction d'informer le personnel sur les décisions prises par l'IN2P3 ou les Universités, et aux membres des différents conseils de faire un bref compte-rendu des séances auxquelles ils ont assisté.

Dans sa seconde partie, la réunion donne lieu à un exposé soit sur un thème de physique abordé au laboratoire ou un compte-rendu d'une conférence, soit sur une réalisation d'une équipe technique ou sur le bilan d'activité d'un service. Finalement la réunion du vendredi

est aussi un forum pour les «jeunes», puisque les doctorants et stagiaires ont la possibilité d'exposer leur travail devant un public plus large en dehors de leur expérience. De même elle permet aux candidats extérieurs de se présenter au laboratoire.

U. Bassler

Biennale du laboratoire

La rencontre biennale du LPNHE est devenue une institution bien établie dans la vie du laboratoire. Elle rassemble, pendant trois jours, la quasi totalité des enseignants, chercheurs, ingénieurs et administratifs, en dehors de leur environnement habituel dans une atmosphère décontractée et studieuse pour débattre de leur travail et de leurs projets. La huitième édition de la biennale s'est tenue à Trouville du 17 au 20 Septembre 1996 avec plus de 60 participants et en présence de MM. J.P. Repellin et G. Fontaine, directeurs-adjoints scientifiques de l'IN2P3. En guise d'entrée, M. Baubillier, M. Benayoun, S. Dagoret-Campagne, participants à la Conférence de Varsovie, en ont rapporté les dernières nouvelles. Des exposés sur les possibles prochains collisionneurs linéaires électron-positron par F. Le Diberder, sur les



*Biennale du laboratoire de Trouville,
septembre 1996.*

options proposées pour l'avenir d'HERA (haute luminosité, polarisation, ions lourds) par W. Krasny et sur les perspectives futuristes des traitements des données en ligne (J-F. Génat) ont clos la séance introductive. Les séances suivantes ont porté sur l'état, les résultats et les développements envisagés des expériences en cours ou en préparation. Les tâches entreprises en «hard» et en «soft» par l'équipe BABAR du LPNHE ont été présentées (J. Chauveau, H. Lebbolo, M. Benayoun, F. Le Diberder). Il en a été de même pour les implications du laboratoire dans ATLAS (A. Savoy-Navarro, D. Lacour, Ph. Schwemling et P. Vincent). Du côté de H1, depuis la dernière biennale, SPACAL est installé, l'étude des fonctions de structure du proton s'est étendue avec comme complément la perspective de l'analyse de l'état final (G. Bernardi, P. Zini). Puis, R. Pain, W. da Silva, S. Fichet ont présenté les premiers travaux à LEP 200, la physique $\gamma\gamma$ et la recherche du Higgs. Les premiers événements du nouveau détecteur de gerbes de CAT ont été observés quelques jours avant le début de la biennale (A. Barrau). Outre l'exposé sur les

méthodes de l'expérience NOMAD et son état d'avancement (J. Dumarchez), une revue sur les perspectives en physique du neutrino est présentée par F. Vannucci. La rencontre a montré un intérêt grandissant dans le domaine des astroparticules, ce qui s'est traduit par la présentation de plusieurs projets par M. Boratav, M. Baubillier, et R. Pain. Les dernières séances ont été consacrées aux activités et problèmes dans les différents services généraux du laboratoire : P. Astier, E. Lebreton, S. Dagolet, D. Imbault, B. Canton, P. Schuh.

M. Goldberg

Journées et manifestations diverses

Implanté au sein du campus de deux Universités Parisiennes, le Laboratoire dispose de locaux rénovés, et en particulier d'un amphithéâtre confortable, qui porte le nom de «Bernard Grossetête», ancien directeur du LPNHE. Cette salle est utilisée pour de nombreuses manifestations.

Signalons parmi les manifestations récentes, la mise en place et l'accueil des «Journées Astroparticules et Cosmologie» de l'UFR de physique de l'Université Paris VII. M. Boratav, R. Pain et F. Vannucci sont membres du comité scientifique de ces journées. Celles-ci ont pour but de rassembler théoriciens, physiciens des particules et astronomes travaillant sur les thèmes : Cosmologie, Hautes Énergies et Neutrinos. Une première journée a eu lieu le 5 novembre 1997 sur le thème : «Mesure des paramètres cosmologiques». D'autres sont prévues en 1998.

Auparavant avait été organisée une «Journée de présentation de l'expérience CDF» (A.Savoy-Navarro) . Il s'agissait de définir la participation des laboratoires de l'IN2P3 aux expériences sur le Tévatron de FERMILAB. En janvier 1998, le LPNHE accueillera des journées réunissant expérimentateurs et théoriciens sur le thème de la Physique des Hautes Energies.

Diverses réunions de collaborations pour les expériences dans lesquelles le laboratoire est impliqué (H1, DELPHI, ATLAS, DØ, BABAR etc.) se sont tenues dans ses locaux. L'amphithéâtre a été également utilisé pour le Conseil Scientifique de l'IN2P3 et des réunions propres à cet organisme.

Au niveau des universités du campus Jussieu, le laboratoire a accueilli, en dehors de la discipline, des colloques consacrés à la physique du solide, aux «Praticiens de l'eau», à l'électronique, ainsi que des réunions d'information sur l'Hygiène et la Sécurité, etc.

De nombreuses soutenances de thèses et de rapports se sont tenues dans l'amphithéâtre «Bernard Grossetête». Enfin, le CNRS et l'IN2P3 ont demandé à plusieurs reprises les salles du laboratoire pour des jurys de concours.

Ch. de la Vaissière

Diffusion de l'information scientifique

Actions de diffusion des connaissances

Séminaires PCC/LPNHE

Séminaires donnés à l'extérieur

Communications faites à des conférences

Écoles

Thèses

Diffusion des connaissances

Diffuser les connaissances acquises grâce aux recherches effectuées dans les laboratoires est une tâche particulièrement difficile dans le cas d'une "discipline dure" comme la Physique des Particules. Il n'est pas possible de photographier l'atome, encore moins une particule. L'infiniment petit, contrairement à l'infiniment grand ou les Sciences de la vie, souffre d'un manque d'images. Malgré ce handicap, les physiciens du laboratoire ont toujours été actifs pour essayer de rendre accessible au plus grand nombre les avancées qui ont marqué l'exploration de l'infiniment petit depuis trois décennies : participation à des expositions et commémorations, articles dans des revues de vulgarisation, conférences, actions auprès de l'Éducation Nationale, films de Télévision.

Science en Fête

Le laboratoire a participé à la «Science en Fête» les 10 et 11 octobre 1997. Les 300 visiteurs qui ont été accueillis en deux jours ont pu approcher les idées de la physique des particules et ses outils : les panneaux explicatifs des différentes expériences, un logiciel éducatif ainsi que les visualisations graphiques de collisions de particules ou les éléments de détecteurs exposés (prototype SPACAL, TDC BABAR, chambre à étincelles) ont servi de support aux visites guidées conduites par les physiciens ou ingénieurs.

Deux postes audiovisuels ont projeté en continu des films ou extraits de films scientifiques rassemblés avec le concours du service audiovisuel de Paris VII. Enfin trois conférences ont attiré le public : «100 ans de particules élémentaires» par F. Vannucci, «Astrophysique de l'extrême et rayons cosmiques» par

A. Barrau, «Sur les traces du Big Bang» par J.M. Lévy .

Le succès de cette manifestation doit beaucoup au travail de préparation et d'information de Mme. I. Cossin, mais aussi à une participation importante de l'ensemble du laboratoire pour l'installation, l'accueil et la présentation pédagogique.

Actions dans les lycées et conférences

Vis à vis de l'enseignement secondaire, L'IN2P3 a récemment entrepris la mise en place d'un programme de conférences (appelé NEPAL) dans les grandes classes des lycées. Deux jeunes doctorants (X. Moreau et S.Fichet) ont participé à une première action dans un lycée parisien en novembre 1997. L'Université ParisVI organise depuis plusieurs années sur le campus de Jussieu des cycles de conférences qui rencontrent beaucoup de succès en particulier auprès de retraités. Dans le cadre du cycle «Sciences dans la cité», MM. Marcel Banner, directeur du LPNHE, et Michel Baubillier, professeur, ont donné trois conférences, sur la radioactivité, les recherches actuelles en physique des particules et les applications de la radioactivité.

La Science en Fête au LPNHE en octobre 1997 : accueil et visites guidées.



25 ans de l'IN2P3 au Palais de la Découverte

En novembre 1996, l'IN2P3 a célébré par une exposition au Palais de la Découverte, les vingt-cinq ans de son existence. Trois physiciens du LPNHE, dont deux jeunes docteurs (P.Zini et A.Barrau), ont réalisé des panneaux introduisant les corpuscules élémentaires que sont les quarks et les leptons, le phénomène de générations et l'antimatière. L'exposition est itinérante et s'est produite depuis à Bordeaux et Grenoble.

Centenaire de la Radioactivité

Diverses actions et manifestations ont commémoré la célébration en 1996 du centenaire de la découverte de la Radioactivité par Henri Becquerel. Le laboratoire s'y est trouvé impliqué. Mme J. Laberrigue-Frolow est intervenue dans une série télévisée sur la radioactivité. Cette série fait partie d'une émission hebdomadaire «Allô la Terre» de la «Cinquième», coproduite avec la VILLETTE, le CNRS Audiovisuel et Hachette.

Elle est également coauteur d'un film intitulé «Surprise de la matière», coproduit par la Cinquième, le CNRS Audiovisuel et Culture Productions. Un de nos jeunes chercheurs, A. Barrau, y apparaît cherchant à faire comprendre à l'auditeur la nature de ce phénomène qui fut si surprenant il y a cent ans.

Mme J. Laberrigue-Frolow a enfin participé à l'édition par le CNRS dans le cadre du centenaire d'un catalogue des films consacrés à la radioactivité. Ceci a nécessité le visionnement de 164 films.

Articles de vulgarisation

P. Billoir, professeur à Paris-VI, collabore régulièrement à la revue «La Recherche» où il tient la rubrique «neurologies» A.Barrau a

écrit également deux articles consacrés aux «Astroparticules» dans des revues de vulgarisation, «Fusion» et «Astronomie».

Logiciels éducatifs et images de synthèse

Les possibilités techniques offertes depuis peu par les images de synthèse et les logiciels graphiques d'animation permettent de surmonter l'obstacle du manque de représentation. La démarche dans ce sens entreprise par deux physiciens du laboratoire (Ch. de la Vaissière et Mme J. Laberrigue-Frolow), en collaboration avec Y. Sacquin du CEA a abouti à l'édition en 1997 par «Hachette Education» des deux premiers titres «Quarks» et «Forces élémentaires» d'une nouvelle collection «Matière et Energie». Chaque titre comprend une série de dessins animés, un livret d'explications imprimé et un lexique illustré accessibles informatiquement à partir des animations. Il est disponible actuellement sous forme de disquettes informatique pour PC et Macintosh.

La collection qui a pour but d'exposer les principes de la physique atomique, nucléaire et quantique est destinée dans un premier temps aux classes de Première et de Terminale. Il est actuellement prévu qu'elle puisse être disponible en dehors du monde éducatif en particulier dans des musées des Sciences comme «La Villette». Un troisième titre est en projet avec les mêmes auteurs et porterait sur la radioactivité. Le support serait cette fois un CD-ROM.

Ch. de la Vaissière

Séminaires PCC/LPNHE

Organisés conjointement par le PCC (Collège de France) et le LPNHE.

Année 1996

- 11 janvier 1996 - Philippe JETZER (Université de Zurich)
- «Is the galactic halo baryonic ?»
- 18 janvier 1996 - Denis PERRET-GALLIX (LAPP-Annecy)
- «Méthodes et techniques de l'intelligence artificielle en physique des hautes énergies ; le cas particulier du calcul des diagrammes de Feynman»
- 25 janvier 1996 - Valérie de LAPPARENT (IAP)
- «Les Grandes Structures de l'Univers : Cartographie et Contraintes Cosmologiques»
- 1er février 1996 - Yasushi MURAKI (STEL Nagoya)
- «The puzzle of the particle acceleration mechanism at the solar surface : neutrons, gammas, electrons»
- 8 février 1996 - Federico ANTINORI (CERN)
- «Détecteur à pixels de silicium : une nouvelle technique pour l'étude des ions lourds»
- 15 février 1996 - Xavier ARTRU (IPN-Lyon)
- «Rayonnements électromagnétiques divers émis par des électrons relativistes traversant un milieu périodique»
- 22 février 1996 - Heinigerd REBEL (IK3 Karlsruhe)
- «Chemical composition of the high energy cosmic rays approached by the Cascade experiment»
- 29 février 1996 - Philippe GORODETZY (CRN Strasbourg)
- «Calorimétrie à fibres en quartz : résultats de RD40 et applications»
- 7 mars 1996 - Kai ZUBER (Université Heidelberg)
- «A search for double beta decay and dark matter : the Heidelberg-Moscow experiment»
- 21 mars 1996 - C. de SAINT-JEAN (Saclay-Delphi)
- «La recherche du Boson de Higgs à LEP 200»
- 28 mars 1996 - H.U. MARTYN (Aix la Chapelle)
- «The search for quark substructure and leptoquarks»
- 4 avril 1996 - M. BENAYOUN (LPNHE-Paris 6 et 7)
- «Phénoménologie des anomalies»
- 11 avril 1996 - Georges AUDI (CSNSM-Orsay)
- «Les masses des noyaux et leur impact en physique»
- 18 avril 1996 - Michael PUNCH (LPNHE-École Polytechnique)
«CAT et les perspectives pour l'astronomie Gamma spatiale et au sol».
- 25 avril 1996 - Stefano FORTE (Université de Turin)
"Lois d'échelle de la chromodynamique quantique à petit x»
- 30 mai 1996 - Irena NIKOLIC (LAL-Orsay)
- «Tests de précision du modèle standard par la mesure de la polarisation du lepton τ »
- 6 juin 1996 - G. BORISOV (CEA-Saclay)
- «Where do we stand with R_b and R_c at LEP?»

- 13 juin 1996 - Cécile RENAUD (Dapnia-Saclay)
- «Recherche de naines brunes dans l'expérience EROS»
- 20 juin 1996 - Andréa VALASSI (École Polytechnique, Pise)
- «Mesure de la masse du W à LEP 200»

- 17 octobre 1996 - J.N. CAPDEVIELLE (Collège de France)
- «Compte-rendu du 15^{ème} Symposium Européen des Rayons Cosmiques de Perpignan»
- 24 octobre 1996 - Jean-Yves OLLITRAULT (Service de Physique Théorique CE-Saclay)
- «A-t-on vu le plasma de quarks et de gluons au CERN ?»
- 7 novembre 1996 - Hoang NGOC LONG (Institute of Theoretical Physics, Hanoi, Vietnam)
- «Experimental prospects in $SU(3)_{\text{color}} \times SU(3)_{\text{left}} \times U(1)_N$ models»
- 14 novembre 1996 - Paul COLAS (Dapnia-Saclay)
- «Nouvelles mesures de R_b et R_c dans ALEPH»
- 21 novembre 1996 - Robert MOCHKOVITCH (I.A.P)
- «Les explosions de supernovæ»
- 28 novembre 1996 - Pilar RUIZ-LAPUENTE (Barcelone & ESO/Munich)
- «Type Ia supernovæ : nature and cosmological uses»
- 12 décembre 1996 - Dimitri V. NANOPOULOS (Texas A & M University)
- «Radiative Decay Signatures of Supersymmetry : Enlightening Supergravity»

Année 1997

- 9 janvier 1997 - R.D. SCHAFFER (LAL Orsay)
- «Les développements de l'Orientation Objet en HEP»
- 16 janvier 1997 - Jean-Yves GROSSIORD (IPM Lyon)
- «Le surplus de suppression du J/ψ en réaction Pb-Pb à 158 GeV par nucléon»
- 23 janvier 1997 - Kerstin HOEPFNER (Technion-Haïfa)
- «Search for Neutrino Oscillations at Accelerators»
- 30 janvier 1997 - Adel BILAL (ENS)
- «Dualité en théories de jauge supersymétriques»
- 6 février 1997 - Didier VILANOVA (Dapnia-SPP)
- «Recherche de Bosons de Higgs au LEP dans l'expérience DELPHI»
- 13 février 1997 - Arache DJANNATI-ATAÏ (LPNHE)
- «Les premiers résultats de l'expérience CAT pour l'astronomie γ de très haute énergie»
- 20 février 1997 - Michael PUNCH (LPC Collège de France)
- «Compte -rendu de la XXXII^{ème} Rencontre de Moriond on Very High Energy Phenomena in Universe» .
- 6 mars 1997 - Thomas HENCKES (CRN Strasbourg)
- «Microstrips gas chambers : Present applications and the road towards building large detectors»
- 13 mars 1997 - Emmanuelle PEREZ (Dapnia-Saclay)
- «Observation des événements à grand Q^2 à HERA»
- 20 mars 1997 - Michel BOER (CESR-Toulouse)
- «Les sursauts gamma»

26 mars 1997 - Hugh MONTGOMERY (DØ-Fermilab USA)

- «Recent results and prospects for the DØ collaboration»

3 avril 1997 - Achille STOCCHI (LAL-Orsay)

- «Physique du B à LEP»

24 avril 1997 - Maria SAKELLARIADOU (Université de Genève)

- «Anisotropies du rayonnement cosmique de fond : Un laboratoire de la Physique des très Hautes Énergies»

15 mai 1997 - Serguei PETCOV - SISSA- Trieste, LPTH (Paris 7), Bulgarian Academy of sciences

- «The solar Neutrino Problem, Atmospheric Neutrino Anomaly, LSND Results and Oscillations of Neutrinos»

29 mai 1997 - Giulio D'AGOSTINI (universita di Roma)

- «Bayesian reasoning in physics»

5 juin 1997 - Pierre LUTZ (CMRS/DAPNIA-SACLAY)

- «Recherche de nouvelles particules au LEP»

6 septembre 1997 - I. DUNIETZ (FERMILAB)

- «CHARMLESS B decay»

18 septembre 1997 - J. DOLBEAU, T. PATZAK, et G. TRISTRAM (PCC Collège de France)

- «Compte-rendu des conférences de l'été (HEP 97 Jérusalem, WIN 97 Capri)»

25 septembre 1997 - Michael PUNCH (PCC Collège de France)

- «Compte rendu des conférences de l'été (suite) : ICRC Durban 97».

2 octobre 1997 - Pierre BILLOIR (LPNHE)

- «Le projet d'Observatoire Pierre Auger (rayons cosmiques d'ultra-haute énergie) : vue d'ensemble et intérêt particulier des gerbes horizontales».

16 octobre 1997 - Marc-Thierry JAEKEL (LPT-ENS)

- «Observables de localisation dans l'espace-temps»

23 octobre 1997 - Y. SIROIS (École Polytechnique-Palaiseau)

- «Événements à très grand Q^2 dans les collisions ep à HERA»

30 octobre 1997 - Guido ALTARELLI (CERN)

- «The HERA events : a theoretical perspective»

6 novembre 1997 - Marc BESANÇON (CEA-DAPNIA/SPP SACLAY)

- «A propos de Supersymétrie»

13 novembre 1997 - Michel BOER (CESR/CNRS)

- «Sursauts gamma cosmiques, où en est-on vraiment ?»

20 novembre 1997 - Sandra MALVEZZI (Istituto Nazionale Fisica Nucleare)

- «Status of the Borexino experiment»

21 novembre 1997 - Didier VÉRON (PCC / Collège de France)

- «Résultats préliminaires de l'expérience Chooz»

27 novembre 1997 - Marie-Hélène SCHUNE (LAL/Orsay)

- «Physique du méson B et matrice de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa»

4 décembre 1997 - Boris POPOV (LPNHE Paris VI et VII)

- «Preliminary Results from the NOMAD Experiment at CERN»

11 décembre 1997 - Georges CHARPAK

- «Les détecteurs peuvent mener à tout à condition de s'en sortir»

Séminaires donnés à l'extérieur

J. DUMARCHEZ

- «L'expérience NOMAD recherche d'oscillations de neutrinos», LAL Orsay, 11/4/1996.

F. VANNUCCI

- «Results from the NOMAD experiment», Université de Gênes, Avril 1996.

- «La physique du neutrino», Louvain la Neuve, Octobre 1996.

- «Neutrinos : to oscillate or not to oscillate?», Université de Santa Cruz, et Los Alamo, Février 1997.

- «Oscillations and decays of neutrinos», Lab. Naz. Gran Sasso, Avril 1997.

- «A life beyond Oscillations for neutrinos», Chicago University et Fermilab, Décembre 1997.

- «Les neutrinos», Journées d'astroparticules de Paris VII, Octobre 1997.

M.W. KRASNY

- «Future Physics at HERA», BNL, Brookhaven, 4/4 /1996.

- «Nuclear option for HERA», Oxford, Juin 1996.

- «Physics of the eA scattering», Madison, Wisconsin, Avril 1996.

- «The GSI and HERA programs», Darmstadt, Juillet 1996

M. BORATAV

- «Projet de l'observatoire Auger», Séminaire CEA-DAPNIA, Saclay, 7/10/1996 et Science en Fête, Université de Dijon, juin 1997

U. BASSLER

- «New H1 Results at High Q^2 », Fermilab Chicago, Août 1997.

F. KAPUSTA

- «La structure du photon 20 ans après», DAPNIA Saclay, 1/12/1997

R. PAIN

- Mesure du paramètre de décélération de l'Univers à l'aide de Supernovæ de Type Ia: LAPP Annecy, 08/3/1996 ; Institut de Physique Nucléaire Lyon, 26/4/1996.

- Mesure des paramètres cosmologiques à l'aide de Supernovæ de Type Ia : Observatoire de Strasbourg, 21/6/1996 ; LAL Orsay, 23/9/96, École des Houches en Cosmologie. 16/09/97. Bad Libenzell , 12/10/1997; Journées Astroparticules de l'Université Paris VII, 5/11:97.

- Mesure de la densité de l'Univers à l'aide de Supernovæ de Type Ia : Ecole Normale Supérieure de Lyon , 8/11/1996; DPHPE Saclay, 18/11/1996; Institut d'Astrophysique de Paris, 19/11/1996; Institut Cassendi pour la Recherche Astronomique en Provence

(Observatoire de Marseille), 10/1/1997; Département d'Astrophysique et de Cosmologie (Observatoire de Paris-Meudon), 3/2/1997, Département de Physique et d'Astronomie de l'Université de Barcelone, 29/4/97.

Communications faites à des conférences

P. ASTIER

- «Status report on the NOMAD experiment at CERN», American Physical Society, Indianapolis, 2-6 mai 1996.

U. BASSLER

- «F₂ Measurement and QCD Analysis on 94 H1 Data», DIS 96 IV, Workshop on Deep Inelastic Scattering and Related Phenomena. Rome, Italie, 2-4 avril 1996.

- «New H1 Results at high Q²», EPS97. International Europhysics Conference on High Energy Physics, Jérusalem, Août 1997.

- «Structure Function Measurements at HERA», ISMD 97, International Symposium on Multi-particle Dynamics, Frascati, Septembre 1997.

A. BARRAU

- «Cherenkov imaging camera for the gamma-ray astrophysics experiment CAT», First conference on new developments in photodetection, Beaune, Juin 1996.

- «Current status of the imaging telescope for the gamma-ray astrophysics experiment CAT», XV^{ème} symposium sur les rayons cosmiques, Perpignan, Août 1996.

- «CAT, un nouveau détecteur pour l'astronomie γ », Congrès de la Société française de Physique, Paris, Juillet 1997.

- «Detection of VHE gamma-rays from MrK501 with the CAT experiment», High Energy Astrophysics division meeting-American Astronomical Society, Estes Park Colorado, Novembre 1997.

P. BILLOIR

- «Ultra high energy cosmic rays: physics issues potentialities of Auger hybrid detector», Europhysics Conference on High Energy Physics, Jérusalem, Israel, 19-26 août 1997.

M. BORATAV

- «Extremely high energy cosmic-rays and the Auger Observatory», 7th International Workshop on Neutrino Telescopes. Venise, 27 février au 1er mars 1996.

- «Les sources astrophysiques d'énergies extrêmes», Observatoire de Besançon, 14 mars 1996.

- «Les Télécommunications au secours de l'Astrophysique», École Nationale Supérieure des Télécommunications de Paris, 12 juin 1996.

- «A la recherche des super LHC Cosmiques», LPC Clermont-Ferrand», 21 juin 1996.

- «Presentation du projet Auger», Journée «Astrophysique des Énergies Ultimes», observatoire de Paris Meudon. 24 septembre 1996 ; Atelier «Radiosources extragalactiques et noyaux actifs de galaxie, implications en cosmologie», Institut d'Astrophysique de Paris, 15 novembre 1996 ; École Nationale Supérieure de Télécommunications, Paris, 9 avril 1997 ; Conférence de la Société Française de Physique, Université de Metz. 17 juin 1997; 25th ICRC, Durban , South Africa. 28 juillet -8 août 1997 ; 4th European Conference on Radiation and their Effects on Components and systems, Cannes, France, 17 septembre 1997.

A. DJANNATI-ATAÏ

- «Spectrum and variability of MrK501 as observed by the CAT imaging telescope», Workshop «Towards a Major Atmospheric Cerenkov Detector», Kruger Park South Africa , Novembre 1997.

S. DAGORET

- «Reprocessing H1 Data on a CCIN2P3 computer farm», Chep 97, Berlin, Avril 1997.

W. da SILVA

- «La production de K⁰s dans les collisions $\gamma\gamma$ à DELPHI», PHOTON97, Egmond aan Zee, Hollande, 10-15 mai 1997.

L. DEL BUONO

- «The DIRC : beam test results and performances», 7th Pisa Meeting on Advanced Detectors, La Biodola, Isola d'Elbe, Italy. 25-31 mai 1997.

J. DUMARCHEZ

- «Status report on the NOMAD experiment», Neutrino 96, Helsinki, Finlande.13-19 juin 1996 (p. 43-151).

- «Very High Energy Phenomena in the Universe», Workshop Moriond 97, 18-25 janvier 1997.

J.-F.GENAT

- «The BABAR DIRC Front-End Electronics Chain», IEEE Real-Time 1997 Conference, Beaune, France. Sept 1997.

- «A 500 ps Resolution 32 microsecond Full-scale Digital TDC Chip», IEEE Nuclear Science Symposium, Anaheim, CA USA, Novembre 1996.

W. KRASNY

- «Scattering of real and virtual photons at HERA», talk given at the Cracow ephiphany Conference on Proton Structure, Cracovie, Janvier 1996.

- «Nuclear beams at HERA», invited talk at the HERA workshop, Février 1996.

- «Everything you're always wanted to know about nuclei at HERA but you were afraid to ask», Rapporteur talk at the «Future physics at HERA physics» workshop, Hambourg, Juin 1996.

-«Universality of Pomeron. Experimentalist's perspective», HERA Workshop. Durham, 10-13 juin 1996.

- «Electron-Nucleus collisions at HERA», Invited talk at the «ELFE»- workshop, St Malo, Septembre 1996.

- «Future Program at HERA», Invited talk at the «Deep Inelastic Structure of Nuclei» workshop, Jefferson Lab, Décembre 1996.

- «The nuclear experimental programm for HERA», Invited talk at the joined DESY/GSI/NUPECC workshop, Seeheim, Mars 1997.

- «Deep inelastic electron-nucleus collisions at small x», Invited talk at the conference on Electromagnetic interactions with nucleons and nuclei, Santorini, Octobre 1997.

H. LEBBOLO

- «A 500 Picosecond TDC for DIRC at BABAR», Conference on Electronics for High Energy Physics at LeCroy, Chestnut Ridge, NJ USA. May 1997 .

A. LETESSIER-SELVON

- «Status of the NOMAD experiment», 8th Rencontres de Blois on Neutrinos, dark matter and the Universe, Blois, 2-12 juin 1996 (p. 93-100).

- «The Pierre Auger Project», Les rencontres de physique de la Vallée d'Aoste on results and perspectives in particle physics, La Thuile Italie, 3-9 mars 1996; Advanced Technology in Particle Physics, Como 96, Villa Olmo, Italie, 7-11 septembre 1996.

- «Detection of the Very high neutrinos at the Pierre Auger observatory», Moriond Conference on High-Energy Phenomena in the Universe, Les Arcs, 18-25 janvier 1997.

M. RIVOAL

- «The CAT imaging telescope», 25th ICRC, Durban, Juillet 1997.

L. ROOS

- «First Results from the DELPHI Pixel detector», 7th Pisa Meeting on Advanced Detectors, La Biodola, Isola d'Elbe, Italy. 25-31 mai 1997.

R. PAIN

- «Measurements of q_0 with Type Ia Supernovæ», XXXIst Rencontres de Moriond : Dark Matter in Cosmology, Quantum Measurements and Experimental Gravitation, du 20 au 27 Janvier 1996, Les Arcs, Savoie

- «Preliminary results from the Supernova Cosmology Project», ESO Munich Workshop : The early Universe with the VLT, 1/4 Avril 1996.

- «Acoplanar Photons Background Generators», International Conference on High Energy Physics, HEP97, Jérusalem, Israel, 19-26 Aout 1997.

B. PINEIRO

- « F_2 measurements from H1», HERA Meeting, Durham, 19-21 juin 1996.

B. POPOV

- «First results from the NOMAD experiment at CERN on search for $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ oscillations», Proceedings of the XXXII nd Rencontres de Moriond on ElectroWeak interactions and Unified theories, Les Arcs, France 15-22 mars 1997 (p. 283-290).

A. SAVOY-NAVARRO

- «Realization and Test of a Fast Digital Readout for LHC Calorimetry: Present Performances», 6th International Conference on Calorimetry in High Energy Physics. Frascati, Italie, 8-15 juin 1996.

P. SCHWEMLING

- «Radiative decays of Solar neutrinos», 8th Rencontres de Blois, 2-12 juin 1996.

J. P. TAVERNET

- «Search for hadronic Lambda B decays with DELPHI», Production and decay of hyperons, charm and beauty hadrons, Strasbourg, 5 septembre 1996.

F. VANNUCCI

- «Physics of massive neutrinos», NATO Summer Virgin Island, Juillet 1996.

- «EM interactions of neutrinos», TAUP 97, Gran Sasso, Septembre 1997.

- «De la découverte de la radioactivité à l'astrophysique des neutrinos», Congrès SFP, Sorbonne, Juillet 1997.

- «Radiative decays massive neutrinos», 7th International Workshop on Neutrinos telescopes», Venise, 1er mars 1996 (p. 155-161).

- «Neutrino oscillations at accelerators», Trieste Workshop, Septembre 1996; Coral Gables Conf, Miami, Janvier 1997.

- «Neutrino oscillations experiments : are oscillations discovered?» Panic Conference. Williamsburg (USA), 20-24 mai 1996 (p. 206-216).

P. VINCENT

- «Search for charmless decays of B mesons with the DELPHI detector», 2rd International Conference on Hyperons CHARM and BEAUTY HADRONS, Concordia Univ. Montréal, Québec, Canada. 27-30 août 1996.

Écoles

J. F. GENAT

- «Le silicium et ses Applications au Traitement du Signal», École de Technologie Avancée, Hanoï (Janvier 1996) et Saïgon (Juin 1997), Viêt-Nam. Interventions: Microélectronique et Traitement du Signal; Traitement de la Parole; Traitement des Images.
- «Mesure de Temps», École d'Électronique pour les Détecteurs, La Londe les Maures.

W. KRASNY

- «Deep inelastic Lepton scattering», Lectures given at CERN for summer students, Juillet 1996 et Juillet 1997.
- «The electron-Proton and electron-nucleus scattering HERA», Lectures given at the «Jyvaskyla school of physics», Jyvaskyla, Août 1997.

A. LETESSIER-SELVON

- «Passage of particles through matter and fields», Ecole vietnamienne des rayons cosmiques, Hanoï (Décembre 1997)

P. NAYMAN

- «La compatibilité électromagnétique», École de technique des Détecteurs, La Londe les Maures (octobre 1996) et Cargèse (Octobre 1997).

R. PAIN

- Séminaire à l'École des Houches sur la Cosmologie, le 16 Septembre 1997.
- Measurement of cosmological parameters using Type Ia Supernovæ.

Ch. de la VAISSIERE

- «Introduction à la physique des particules», École de technique des Détecteurs, La Londe les Maures (Octobre 1996) et Cargèse (Octobre 1997).

Thèses

Beatriz GONZALEZ PINEIRO

- «Mesure de la Fonction de Structure du Proton $F_2(x, Q^2)$ à HERA», 20 mai 1996.

Jean-Paul TAVERNET

- «Recherche de désintégration hadroniques du Λ^0_b avec le détecteur DELPHI», 21 mai 1996.

Corina FOTA

- «Modélisation et étude de faisabilité d'un codeur de temps numérique à haute résolution en technologie intégrée sur Silicium et Arséniure de Gallium», 17 décembre 1996.

Emmanuel GANGLER

- «Recherche des oscillations de neutrinos $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ dans le canal de désintégration $\tau \rightarrow 3\pi$ auprès de l'expérience NOMAD du CERN», 29 avril 1997.

Kyan SCHAMANECHÉ

- «Étude de la production de particules neutres étranges et charmées dans les interactions de neutrinos de haute énergie. Premier résultats avec NOMAD», 30 avril 1997.

Zhang BO

- «Développement d'un circuit intégré VLSI assurant mesure de temps et lecture sélective dans l'électronique frontale du compteur DIRC de l'expérience BABAR à SLAC», 29 septembre 1997.

Liste des publications

ATLAS et physique au LHC

DELPHI et physique au LEP

NOMAD et oscillations de neutrinos

H1 et physique électron-proton

BABAR et violation de CP

Astronomie γ et Supernovæ

Autres publications

Audiovisuel et multimédia

ATLAS et physique au LHC

F. ASTESAN, B. CANTON, J. DAVID, F. FLEURET, J-F. GENAT, D. IMBAULT, D. LACOUR, B. LAFORGE, O. LE DORTZ, P. NAYMAN, F. ROSSEL, A. SAVOY-NAVARRO, P. SCHWEMLING, P. VINCENT et P. BEAUCHET, M-M. CLOAREC, A. COMMERCON, C. GOFFIN, A. GUIMARD, P. LALOUX, P. REPAIN, F. TOUSSENEL [+ ATLAS collab.]

- «Noise study with the present prototype of Fast Digital Readout system in the Liquid Argon Electromagnetic Calorimeter Test-beam setup in May-June 1996», ATLAS Internal Note LARG-45.
- «Analysis of the 1995 Liquid Argon test beam with a digital readout prototype», ATLAS Internal Note LARG-72.
- «Analysis and Results of the measurements of plate thickness, done at the factory, during the production of the lead for the module 0 of the barrel and ATLAS electromagnetic calorimeter», ATLAS Internal Note LARG-76.
- «A proposal of serial protocol for the LAr calorimeter of ATLAS», ATLAS Internal Note LARG-77.
- «Test beam results of a stereo preshower integrated in the Liquid Argon Calorimeter RD-3 collaboration», R.A. Davis et al. CERN-PPE-97-133, submitted to Nucl. Instrum. Methods Phys. Res.
- «FERMI : a digital front end readout Microsystem for high resolution calorimetry», S. Agnvall et al., in CERN-LHCC-96-39.
- «Performance of an endcap prototype of the ATLAS accordion electromagnetic calorimeter», RD-3 collab., D.M. Gingrich et al. CERN-PPE-96-175, submitted to Nucl. Instrum. Methods Phys. Res.
- «Construction and test of a fine-grained liquid argon preshower prototype. RD-3 collab», R.A. Davis et al., CERN-PPE-96-123, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 385 (1997) 47-57.
- «Performance of a large scale prototype of the ATLAS accordion electromagnetic calorimeter», D.M. Gingrich et al, RD-3 collab., CERN-PPE-95-35, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 364 (1995) 290-306.

DELPHI et physique au LEP

M. BAUBILLIER, P. BILLOIR, V. CHOROWICZ, W.DA SILVA, S. FICHET, J. FAYOT, F. KAPUSTA, X. MOREAU, R. PAIN, L. ROOS, P. SCHWEMLING, C. DE LA VAISSIERE, I.A. TYAPKIN, P. VINCENT [ABREU., et al., DELPHI COLL.]

- «A Precise Measurement of the τ Lepton Lifetime», Physics Letters 365B (1996) 448.
- «Measurement of inclusive π^0 Production in hadronic Z^0 Decays», Zeitschrift F Physics C69(1996) 561.
- «Search for Promptly Produced Heavy Quarkonium States

in Hadronic Z Decays», Zeitschrift F Physics C69(1996) 575.

- «Energy dependence of the differences between the Quark and Gluon Jet Fragmentation», Zeitschrift F Physics C70(1996) 179.
- «Charged Particle Multiplicity in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 130$ GeV», Physics Letters 372B (1996) 172.
- «Measurement of the B^0_d oscillation frequency using Kaons, leptons and jet charge», Zeitschrift F Physics C72(1996) 17.
- «Determination of $|V_{cb}|$ from the semileptonic decay $B^0 \rightarrow D^* l^+ \nu$ », Zeitschrift F Physics C71(1996) 539.
- «Production of Σ^0 and Ω^- in Z decays», Zeitschrift F Physics C70(1996) 371.
- «Updated Precision Measurement of the Average Lifetime of B Hadrons», Physics Letters 377B (1996) 195.
- «Measurement of the partial decay width $R^0_b = \Gamma_{bb}/\Gamma_{had}$ of the Z with the Delphi Detector at LEP», Zeitschrift F Physics C70(1996) 531.
- «Search for the exclusive decays of the Λ_b baryon and measurement of its mass», Physics Letters 374B (1996) 351
- «Determination of the average lifetime of b-baryons», Zeitschrift F Physics C71(1996) 199.
- «First measurement of $f^1_2(1525)$ production in Z^0 Hadronic Decays», Physics Letters 379B (1996) 309.
- «Mean Lifetime of the B^0_s meson», Zeitschrift F Physics C71(1996) 11.
- «First Study of the Interference between Initial and Final state Radiation at the Z Resonance», Zeitschrift F Physics C72(1996) 31.
- «Kaon Interference in the hadronic Decays of the Z», Physics Letters 379B (1996) 330.
- «Study of radiative leptonic events with hard photons and search for excited charged leptons at $\sqrt{s} = 130-136$ GeV», Physics Letters 380B (1996) 480.
- «Search for anomalous production of single photons at $\sqrt{s} = 130$ and 136 GeV», Physics Letters 380B (1996) 471.
- «Study of rare b decays with the DELPHI detector at LEP», Zeitschrift F Physics C72(1996) 207.
- «Search for the lightest chargino at $\sqrt{s} = 130$ and 136 GeV», Physics Letters 382B (1996) 323.
- «Search for high mass $\gamma\gamma$ resonances in $e^+e^- \rightarrow l^+l^-\gamma\gamma, \nu\nu\gamma\gamma$ and $q\bar{q}\gamma\gamma$ at LEP I», Zeitschrift F Physics C72(1996) 179.
- «Measurement of the K^{*0} (892), $\phi(1020)$ and K^{*0}_2 (1430) Production in Hadronic Z decays», Zeitschrift F Physics C73(1996) 61.
- «Search for neutralinos, scalar leptons and scalar quarks in e^+e^- interactions at $\sqrt{s} = 130$ and 136 GeV», Physics Letters 387B (1996) 651.
- «Search for pair Production of Heavy Objects in 4-Jet Events at $\sqrt{s} = 130-136$ GeV», Zeitschrift F Physics C73(1996) 1.
- «Tuning and Test of Fragmentation Models Based on Identified Particles and Precision Event Shape Data», Zeitschrift F Physics C73(1996) 11.
- «Search for lepton Flavour Number violating Z^0 Decays»,

Zeitschrift F Physics C73(1996) 243.

-«Measurement of event shape and inclusive distribution at $\sqrt{s}=130$ and 136 GeV», Zeitschrift F Physics C73(1996) 229.

-«An upper Limit for $\text{Br}(Z^0 \rightarrow \text{ggg})$ from Symmetric 3-jet hadronic Decays», Physics Letters 389B (1996) 405.

-«A precise measurement of the B^0_d meson lifetime using a new technique», Zeitschrift F Physics C74(1997) 19.

-«Search for excited leptons in e^+e^- collisions at $\sqrt{s}=161$ GeV», Physics Letters 393B (1997) 245.

-«Search for stable heavy charged particles in e^+e^- collisions at $\sqrt{s}=130-136, 161$ and 172 GeV», Physics Letters 396B (1997) 315.

-«Identified Particles in Quark and Gluon Jets», Physics Letters 401B (1997) 118.

-«Search for B_c Meson», Physics Letters 398B (1997) 207.

-«Search for Neutral Heavy Leptons produced in Z decays», Zeitschrift F Physics C74(1997) 57.

-«Measurement and interpretation of the W-pair cross-section in e^+e^- interactions at 161 GeV», Physics Letters 397B (1997) 158.

-«Measurement of Correlations between Pions from Different W's in $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ Events», Physics Letters 401B (1997) 181.

-«Measurement of the transverse spin correlation in $Z \rightarrow \tau^+\tau^-$ decays», Physics Letters 404B (1997) 194.

-«Measurement of the Multiplicity of Gluons Splitting to Bottom Quark Pairs in Hadronic Z^0 Decays», Physics Letters 405B (1997) 202.

-«A measurement of α_s from the Scaling Violation in e^+e^- Annihilation», Physics Letters 398B (1997) 194.

-«A study of the reaction $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^- \gamma_{\text{ISR}}$ at LEP and search for the new physics at annihilation energies near 80 GeV», Zeitschrift F Physics C75(1997) 581.

-«Measurement of the Spin Density Matrix for the $\rho^0, K^{*0}(892)$ and ϕ produced in Decays», Physics Letters 406B (1997) 271.

-«Observation of Charge-Ordering in Particle Production in Hadronic Z^0 Decay», Physics Letters 407B (1997) 174.

P.VINCENT

-«Search for charmless decays of B mesons with the DELPHI detector», Nuclear physics B 55A (1997) 69-73.

C.DE LA VAISSIERE [et F.Martinez-Vidal]

-«Description and Performances of the DELPHI multivariate b-tagging», Note interne DELPHI 97-134 PHYS 717, Genève(1997)

P. BAIN, R. PAIN

-«Acoplanar Photons Backgrounds Generators», LPNHE 97-04 DELPHI 97-89, à paraître dans les compte-rendus de HEP'97, Jerusalem, Aug 19-26, 1997.

NOMAD et oscillations neutrinos

P. ASTIER, M. BANNER, A. CASTERA, J. DUMARCHEZ, E. GANGLER, A. LETESSIER-SELVON, J-M LEVY, B. POPOV, K. SCHAHMANECHE, M-C. SERRANO, A-M. TOUCHARD, V. UROS, F.VANNUCCI [J.Altoeger et al , the NOMAD Coll.] .

-«The NOMAD experiment at CERN SPS», CERN-PPE/97-059, à paraître dans NIM.

P. ASTIER, M. BANNER, J. DUMARCHEZ, E. GANGLER, A. LETESSIER-SELVON, J-M. LEVY, B. POPOV, K.SCHAHMANECHE, A-M TOUCHARD, F. VANNUCCI [J.Altoeger et al , the NOMAD Coll.] .

-«Search for a new gauge boson in π^0 decays», à paraître dans Phys-Lett.B.

P. ASTIER, B. POPOV, E. GANGLER, A.LETESSIER-SELVON et al .

-«Subdetector matching package», NOMAD software note 96-001.

-«LIKE, a tool to evaluate likelihood ratios and other discriminators», NOMAD software note 97-001.

E. GANGLER, P. ASTIER, A. LETESSIER-SELVON .

-«Reconstruction of tracks with two vertices», NOMAD memo 97-017.

J-M. LEVY .

-«Neutrino-nucleon CC scattering with non-zero lepton masses», NOMAD memo 97-051.

-«Tuning your cuts with the Monte-Carlo : some rigorous results on background», NOMAD memo 97-054.

F. VANNUCCI

-«An alternative solution to the solar neutrino deficit», LPNHE-96-10.

M. BANNER, J. DUMARCHEZ, A. LETESSIER-SELVON, F. VANNUCCI [D. Autiero et al..]

-«A medium baseline search for ν_μ oscillations», CERN-SPSC/97-23.

H1 et physique électron-proton

M.I. AYYAZ, E. BARRELET, U. BASSLER, G. BERNARDI, S. DAGORET, M. GOLDBERG, B. GONZALEZ-PINEIRO, M.W. KRASNY, H.K. NGUYEN , A. ROSTOVTSSEV, P. ZINI[S.AID., et al., H1 COLL.]

-«Energy Flow in the Hadronic Final State of Diffractive and Non-Diffractive Deep-Inelastic Scattering at HERA», Z. Phys. C70 (1996) 609

-«Elastic Electroproduction of rho and J/psi Mesons at Large Q^2 at HERA », Nucl.Phys. B468 (1996)3

-«Elastic and Inelastic Photoproduction of J/psi Mesons at HERA», Nucl.Phys. B472(1996)3
 -«A Measurement and QCD Analysis of the Proton Structure Function $F_2(x, Q^2)$ at HERA», Nucl.Phys. B470 (1996) 3
 -«Measurement of the Q^2 dependence of the Charged and Neutral Current Cross Sections in ep Scattering at HERA», Phys.Lett. B379 (1996) 319
 -«Photoproduction of D^* Mesons in Electron-Proton Collisions at HERA», Nucl.Phys. B472(1996)32
 - «A Search of Squarks of Rp-Violating SUSY at HERA», Z.Phys. C71(1996)211
 -«A Search for Selectrons and Squarks at HERA», Phys.Lett. B380(1996)461
 - «Strangeness Production in Deep Inelastic Positron-Proton Scattering at HERA», Nucl.Phys. B480 (1996) 3
 - «Inclusive D^0 and $D^{+/-}$ Production in Deep-Inelastic ep Scattering at HERA», Z.Phys. C72(1996) 593
 -«Charged Particle Multiplicities in Deep-Inelastic Scattering at HERA. Z.Phys.C72(1996) 573
 -«Search for Excited Fermions with the H1 Detector», Nucl.Phys. B483 (1997) 44
 -«Measurement of Charged Particle Transverse Momentum Spectra in Deep Inelastic Scattering», Nucl. Phys. B485 (1997) 3
 -«Scale Influence on the Energy Dependence of Photon-Proton Cross Sections», Phys.Lett B392 (1997) 234
 -«Determination of the Longitudinal Proton Structure Function $F_L(x, Q^2)$ at Low x », Phys. Lett. 393B (1997) 452
 -«Diffractive Dissociation in Photoproduction at HERA», DESY-97-009 /Z.Phys. C74 (1997) 221
 -«Observation of Events at Very High Q^2 , in ep Collisions at HERA», DESY-97-024 / Z. Phys. C74(1997) 191
 -«A Measurement of the Proton Structure Function $F_2(x, Q^2)$ at low x and low Q^2 at HERA», DESY-97-042 / Nucl.Phys. B497 (1997) 3
 -«Bose-Einstein Correlations in Deep Inelastic ep Scattering at HERA», Z.Phys. C75 (1997) 437
 -«Proton Dissociative Rho and Elastic Phi Electroproduction at HERA», Z.Phys. C75 (1997) 607
 -«Photoproduction of K^0 and Lambda at HERA and a Comparison with Deep Inelastic Scattering», Z.Phys. C76 (1997) 213
 -«Measurement of Event Shape Variables in Deep Inelastic ep Scattering», Phys.Lett. B406 (1997) 256-270
 -«Evolution of ep Fragmentation and Multiplicity Distributions in the Breit Frame», Nucl. Phys. B 504 (1997) 3
 -«Inclusive Measurement of Diffractive Deep-Inelastic ep Scattering », Z.Phys. C76 (1997) 613
 -«Measurement of the Inclusive Di-Jet Cross Section in Photoproduction and Determination of an Effective Parton Distribution in the Photon», DESY-97-164 , submitted to Z.Phys. C.
 -«Low Q^2 Jet Production at HERA and Virtual Photon Structure», DESY-97-179, submitted to Phys.Lett.
 -«Thrust Jet Analysis of Deep-Inelastic Large-Rapidity-

Gap Events», DESY-97-210, submitted to Z.Phys. C.
 -«Photo-production of $\psi(2S)$ Mesons at HERA», DESY-97-228, submitted to Phys. Lett. B.

U. BASSLER, G. BERNARDI

-«Some Properties of the Very High Q^2 Event of HERA». Z.Phys L76, 223-230 1997.

G. BERNARDI

-«Structure function Measurement and kinematic reconstruction at HERA», DESY preprint 97-137, 1997.
 -«Structure function measurement at HERA», proceedings of the 2nd Vietnam conference in High Energy Physics, Saigon, Janvier 1996.
 -«H1 results in deep inelastic scattering». proceedings of the DIS and QCD workshops, Chicago, Mars 1997.

S. DAGORET-CAMPAGNE, E. LEBRETON et al.

-«Feasability study for reprocessing H1 Data on the IN2P3 Computer FARM», H1-09/96 -491.

W. KRASNY

-«Comments on electron-deuteron scattering AT HERA», «What can we gain by detecting nuclear fragments in electron-nucleus collisions at HERA ?», «Nuclear beams at HERA», Proceedings of the workshop of Future Physics at HERA, HAMBURG 1996, edited by G.Ingelman, A.DeRoeck, R.Klanner;
 -«Scattering of real and virtual photons at HERA». Acta Physica Polonica B27, 1225,1996.

BABAR et violation de CP

J.CHAUVEAU, L. DEL BUONO, J-F. GENAT, J. LORY [and DIRC calibration group]

-«Report on the DIRC LED Calibration System», DIRC note 25, février 1996.

P. BAILLY, J. CHAUVEAU, J-F. GENAT, H. LEBBOLO, B. ZHANG [and DIRC electronics group]

-«DIRC electronics requirements», DIRC note 29, février 1996.

-«DIRC electronics», BABAR note 324 (oct 1996).

J. CHAUVEAU, P. DAVID, P. LERUSTE.

-«Statistical tools for vertex reconstruction. Application to the determination of the tagging b vertex in lepton tagged CP events », BABAR, note 279 (mars 1996)

C. DE LA VAISSIERE, H. BRIAND.

-«An Alternative Method to Measure θ_c in the DIRC», DIRC note 41 (Juin 1996).

P. BAILLY, J. CHAUVEAU, J-F. GENAT, J-F. HUPPERT, H. LEBBOLO, L. ROOS, B. ZHANG [and DIRC electronics group] .

-«DIRC Digital Chip Preproduction Tests results», DIRC note 90 (août 1997).

-«The BaBar DIRC Front-End Electronics Chain», DIRC note 91(novembre 1997)

J. CHAUVEAU, L. DEL BUONO, O. HAMON [R. Aleksan et al.],

- «Test of a large scale prototype of the DIRC, a Cerenkov imaging detector based on total internal reflection for BABAR at PEP-II», NIM A397, (1997), 262-282.

P. BAILLY, M. BENAYOUN, H. BRIAND, J. CHAUVEAU, P.DAVID , L. DEL BUONO, J-F. GENAT, O. HAMON, H. LEBBOLO, P. LERUSTE, F. LEDIBERDER, J. LORY, J.L. NARJOUX, L. ROOS, C. DE LA VAISSIERE, S. VERSILLE, B. ZHANG.[and BABAR COLL.]

- «DIRC, the internally Reflecting Ring Imaging Cerenkov Detector for BABAR», SLAC-PUB-7706, Nov. 1997.

Astronomie γ

A. BARRAU, R. GEORGE, Y. PONS, M. RIVOAL et S. ACCOUNIS, J-P. DENANCE, H. DELCHINI, G. DESCOTE, J-F. HUPPERT, L. SEROT, F. TOUSSENEL.

-«La caméra de l'imageur de CAT. Présentation et étude des performances», LPNHE 96-02.

A. BARRAU, A. DJANNATI-ATAÏ, R. GEORGE, Y. PONS, M. RIVOAL [Barrau et al, CAT Coll.]

-«Cerenkov imaging camera for the gamma-ray astrophysics experiment CAT», NIM in Phys rev A, 387, 69, 1996.

-«The CAT imaging telescope» ; «Detection of VHE gamma-rays from MrK501 with the CAT imaging telescope» ; «Observation of the Crab Nebula gamma-ray emission above 220 GeV by the Crab Cerenkov imaging telescope», 25th ICRC, Durban, 1997.

A. BARRAU, A. DJANNATI-ATAÏ, R. GEORGE, Y. PONS, M. RIVOAL [et al , CAT Coll.] .

-«Spectrum and variability of MrK501 as observed by the CAT imaging telescope» ; «Performance of the CAT imaging telescope and some preliminary results on MrK180 and the Crab», Workshop «Towards a major Atmospheric Cerenkov Detector V», Kruger Park, south Africa, 1997.

A. BARRAU [et C.RENAULT] .

-«Contraintes sur le fond cosmologique infrarouge en utilisant les photons gammas de très haute énergie», LNHE-97-06.

Supernovæ

R.PAIN [and the Supernova Cosmology Project Collaboration]

- «The Type Ia Supernova Rate at $z=0.4$ », R.Pain et al, Astr. J.lett. 473 : 356-364.

- «Measurements of the Cosmological Parameters and from the First 7 Supernovæ at $z>0.35$ », S. Perlmutter et al., Astr. Journal(1997)483-565.

-«Implication for the Hubble Constant from the First seven Supernovæ at $z>0.35$ », A. Kim et al., Astr.J.Lett.476: L63-L66, 1997.

-«Central Bureau for Astronomical Telegrams», S. Perlmutter et al., IAUC 6540 6596, (1997).

R. PAIN, A. BLANCHARD, F. HAMMER.

-«Mesure des paramètres cosmologiques Ω_M et Ω_Λ à l'aide de Supernovæ de type Ia», LPNHE 97-05.

Autres publications

M. BENAYOUN [et S. Eidelman, V.Ivanchenko]

- «A search for anomalous contributions in $e^+e^- \rightarrow \pi^0 / \eta\gamma$ annihilations», Z.Phys. C

M. BENAYOUN [et S. Eidelman, K.Maltman, H.B.O'Connell, B.Shwartz, A.G.Williams].

- «New results about ρ^0 meson physics», LPNHE-97-02 à paraître Eur. Journ. of Phys. C.

M. BENAYOUN [et Abele et al, Crystal Barrel Coll.] .

- «Measurement of the decay distribution of $\eta' \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ and evidence for the box anomaly», Phys.Lett.B402, 195-206, 1997.

-«High-mass ρ meson states from pd - annihilation at rest into $\pi^+\pi^-\pi^0$ P_{spectator}», Phys.Lett.B 391, 191-196, 1997.

-«Search for a new light boson in π^0 , η and η' decays», Z.Phys. C70, 219-226. 1996.

- «Evidence for two isospin zero $J^{PC}=2^{-+}$ », Z.Phys. C71, 227-238. 1996.

P. BILLOIR

Rubrique «Neuro-Logies» de la Recherche

- «Les facéties de Fourier», Jan. 1996; «Il y a boules et boules», fév. 96; «Quelle énergie dans le sel ?», Mars et avril 96; «Comment changer un Stradivarius en casserole ?», mai 96; «Comme un ouragan... sur un tourne disque», Juin 96; «Foucault à «tournez manège», Juil. 96; «Le champ magnétique est-il paranormal ?», Sept. 96; «Avez-vous un bon pifomètre ?», Oct. 96; «Tombera, tomberas pas ?», Nov. 96; «L'inaccessibles idéal du couple», Déc. 96.

- «Quomodo fluctuat », Janv. 1997; «Changer une casserole en Stradivarius», Fév. 97; «Dur, dur d'être un géant», Avril

97; «Attention route mouillée », Mai 97; «Du vent d'éther dans les voiles des planètes ? », Juin 97; «Coriolis nous prend la tête », Juil. 97; «Le mythe de l'éternel retour», Sept. 97; «Par déraison de symétrie», Oct. 97; «Les aléas des probabilités», Nov. 97; «Le flux et le reflux me font marée (R. Devos)», Déc. 97;.

J-F. GENAT

-«Travaux Pratiques d'Électronique. Traitement des Images.», Polycopié à l'École Polytechnique, 1996-1997.

J. LABERRIGUE-FROLOW

-«Bruno Pontecorvo et Paris», in «B.Pontecorvo, selected scientific works and Recollection on B.Pontecorvo», edited by Societa Italiana de Physica(1997) 461

F. LEDIBERDER, P. JEANNOT.

-«Combining limits», to be published in NIM, LPNHE 97-01.

F.VANNUCCI.

-«Neutrinos du soleil, rendez-vous avec la lune», La Recherche, 283 (Janvier 1996) p 24.

Audiovisuel et multimédia

J. LABERRIGUE-FROLOW, M. CROZON.

-«La Radioactivité», film réalisé par F.Tisseire pour l'émission «Allo la Terre» et produit par «Les films d'ici», «Ecouter voir», Cité des Sciences et de l'Industrie, CNRS Audiovisuel, La Cinquième, Hachette, Edition Cité des Sciences et de l'Industrie 96-P-71.

J. LABERRIGUE-FROLOW, C. DE LA VAISSIERE
[et Y.SACQUIN]

-«Les quarks» et «Forces», Logiciels éducatifs avec animations, HACHETTE EDUCATION, collection «matière et énergie», mars 1997

J. LABERRIGUE-FROLOW, A. BARRAU

-«Surprises de la matière», film de 52' de J.Laberrigue-Frolow, F.Christophe et J.Druon, réalisé par F.Christophe et produit par «Culture Production», La Cinquième, CNRS Audiovisuel, Avril 1997.

Liste du personnel

Chercheurs CNRS

Enseignants chercheurs

Boursiers - Thésards

Visiteurs étrangers

Ingénieurs, Techniciens et Administratifs

CHERCHEURS- CNRS

Astier Pierre
Chargé de Recherche

Banner Marcel
Directeur du LPNHE

Barrelet Etienne
Directeur de Recherche

Bassler Ursula
Chargé de Recherche

Benayoun Maurice
Directeur de Recherche

Bernardi Grégorio
Chargé de Recherche

Chorowicz Valérie
Chargé de Recherche (intégration IPN de Lyon 01 97)

Crozon Michel
Directeur de Recherche

Dagoret-Campagne Sylvie
Chargé de Recherche

Del Buono Luigi
Chargé de Recherche

Duboc Jean
Directeur de Recherche

Dumarchez Jacques
Directeur de Recherche

Fleuret Frédéric
Chargé de Recherche

Fridman Alfred
Directeur de Recherche (décédé 24 03 96)

George Roger
Directeur de Recherche (retraite 10 97)

Goldberg Marcel
Directeur de Recherche

Kapusta Frédéric
Chargé de Recherche

Kovacs Francis
Chargé de Recherche (mis à disposition Centre de recherche de GRAMAT)

Krasny Mieczyslaw
Directeur de Recherche

Laberrigue-Frolow Jeanne
Directeur de Recherche Emérite

Lacour Didier
Chargé de Recherche

Letessier-Selvon Antoine
Chargé de Recherche

Lévy Jean-Michel
Chargé de Recherche

Narjoux Jean-Louis
Chargé de Recherche

Nguyen Huu-Khanh
Directeur de Recherche

Pain Reynald

Chargé de Recherche

Poggioli Luc

Chargé de Recherche (intégration LPNHE 10 03 97)

Roos Lydia

Chargé de Recherche

Rivoal Monique

Directeur de Recherche

Savoy-Navarro Aurore

Directeur de Recherche

Touchard Anne-Marie

Directeur de Recherche

de la Vaissière Christian

Directeur de Recherche

ENSEIGNANTS CHERCHEURS

Baubillier Michel

Professeur Paris VI

Billoir Pierre

Professeur Paris VI

Boratav Murat

Professeur Paris VI

Briand Hélène

Maître de Conférences Paris VI

Chauveau Jacques

Professeur Paris VI

Da Silva Wilfrid

Maître de Conférences Paris VI

David Pascal

Maître de Conférences Paris VII

Fatton Jacques

Maître de Conférences Paris VII

Hamon Odile

Maître de Conférences Paris VI

Laforge Bertrand

ATER Paris VI

Le Diberder François

Professeur Paris VII

Lory Jacqueline

Maître de Conférences Paris XI
(retraite 10 97)

Pons Yvette

Maître de Conférences Paris VII

Schwemling Philippe

Maître de Conférences Paris VII

Schune Denise

Maître de Conférences Paris VI

Tavernet Jean-Paul

Maître de Conférences Paris VI

Vannucci François

Professeur Paris VII

Vincent Pascal

Maître de Conférences Paris VI

BOURSIERS - THESARDS

Ayyaz Ijaz

Boursier Pakistan

Barrau Aurélien

MENESR

Fabro Sébastien

Co-tutelle

Fayot Jérôme

Allocataire de Recherche - MENESR

Fota Corina

Fichet Stéphane

MENESR

Gangler Emmanuel

ENS

Moreau Xavier

MENESR

Pineiro Béatriz

Allocataire de Recherche - Paris XI

Schamanesche Kyan

MENESR

Versillé Sophie

Allocataire de Recherche - MENESR

Zhang Bo

Boursier Chine

Zini Pascal

MENESR

VISITEURS ETRANGERS

Cronin James

Professeur Associé

Djannati Arache

Chercheur Associé

Fegan David

Professeur Associé

Popov Boris

Bousier CIES

Rostovtsev Andreï

Chercheur Associé

Tiapkin Igor

Chercheur Associé

Zimine Nicolai

Bousier CIES

Zintchenko Alexander

Chercheur Associé

INGÉNIEURS, TECHNICIENS ET ADMINISTRATIFS

Acounis Stéphane

ITA Assistant-Ingénieur

Adato Dahan Nathalie

CDD (départ 30 04 96)

Atesan Françoise

ITA Ingénieur d'Etudes

Bailly Philippe

ITA Technicien de la Recherche

Beauchet Philippe

ITA Technicien de la Recherche

Blouzon Frédéric

ITA Ingénieur d'Etudes

(départ le 05 97)

Boniface Nicole

ITA Technicien de la Recherche

Bouhaddad Nacéra

ITA Ingénieur d'Etudes

Brissard Monique

ITA Technicien de la Recherche

Canton Bernard

ITA Ingénieur d'Etudes

Castera Alain

ITA Ingénieur de Recherche

Cloarec Marie-Madeleine

ITA Adjoint Technique de la
Recherche

Commerçon Michel Arnauld

ITA Technicien de la Recherche

Cossin Isabelle

ITA Secrétaire d'Administration de la
Recherche

David Jacques

ITA Ingénieur d'Etudes

Delchini Hugo

ITA Ingénieur d'Etudes

Denance Jean-Pierre

TPN Ingénieur de Physique Nucléaire

Depauw Annie

ITA Technicien de la Recherche

Descote Guy

ITA Assistant Ingénieur

(décédé 18 08 96)

Doreste Sébastien

CDD (départ le 31 12 96)

Durant Olivier

ITA Assistant Ingénieur

Etienne Philippe

ITA Ingénieur d'Etudes

Foiret Martine

ITA Technicien de la Recherche

Frua-Bernard Anna

ITA Technicien de la recherche

Genat Jean-François

ITA Ingénieur de Recherche

Ghelfenboim Monique

ITA Agent Technique

(Retraite 01 08 97)

Goffin Colette

ITA Assistant Ingénieur

Gorrand Jean-Louis

ITA Assistant Ingénieur

Gorrand Sylviane

ITA Technicien de la Recherche

Guimard Andrée

ITA Technicien de la Recherche

Henry Isabelle

CDD (départ 30 04 96)

Herluison Odette

IATOS Technicien Paris VI

Huppert Jean-François

ITA Ingénieur d'Etudes

Imbault Didier

ITA Ingénieur de Recherche

Jos Jeanne

ITA Assistant Ingénieur

Laloux Philippe

ITA Technicien de la Recherche

Lebbolo Hervé

ITA Ingénieur de Recherche

Lebreton Evelyne

ITA Ingénieur de Recherche

Le Dortz Olivier

ITA Ingénieur de Recherche

Machecourt Simon

ITA Adjoint Technique de la Recherche

Martin David

ITA Ingénieur d'Etudes

Nayman Patrick

ITA Ingénieur de Recherche

Ouannès Alice

ITA Technicien de la Recherche

(Retraite 06 97)

Paraiso Adamou

ITA Technicien de la Recherche

Passeneau Jacques

TPN Ingénieur Principal de Physique

Nucléaire (Retraite 05 96)

Passeneau Monique

ITA Ingénieur d'Etudes

(Retraite 02 97)

Pavel Nicolas

ITA Technicien de la Recherche

Portès Jacques

ITA Ingénieur de Recherche

Rastrilla François

IATOS Technicien Paris VI

(Retraite 12 96)

Repain Philippe

ITA Technicien de la Recherche

Rossel François

ITA Ingénieur d'Etudes

Sarkis Yvette

ITA Adjoint Technique

(Retraite 09 96)

Schuh Patricia

ITA Attachée d'Administration de la
Recherche

Sérot Luc

ITA Technicien de la Recherche

Strachman Zacharia

ITA Ingénieur de Recherche

Toussenet François

ITA Assistant Ingénieur

Tréguier Yves

ITA Assistant Ingénieur

Vallereau Alain

ITA Assistant Ingénieur

Vinet Claudie

ITA Adjoint Technique

Warin-Charpentier Patricia

ITA Ingénieur d'Etudes