

Physique corpusculaire

M. Marcel FROISSART, professeur

Le titre du cours évoque cette année une branche tout à fait nouvelle de la physique des particules, son rapport avec la cosmologie. Le lien surprenant entre les dimensions les plus grandes explorées par les sciences de la nature et les plus petites est mis en valeur par le rapport de 40 ordres de grandeur qui les séparent, et par les quelque 20 supplémentaires, encore inexplorés, qui nous séparent de ces échelles encore plus petites — échelle de Planck — où la gravitation se manifeste à nouveau comme interaction prépondérante.

Il a fallu, pour introduire le sujet auprès d'un public plus accoutumé aux particules qu'aux propriétés globales de l'Univers observé, faire de sérieux rappels sur la relativité générale, et sur les propriétés étranges des espaces dans lesquels elle nous fait mouvoir. Tant dans la géométrie locale du trou noir que dans celle globale de l'espace de Friedmann-Robertson-Walker, on trouve des horizons délimitant des espaces à jamais inaccessibles, des définitions observationnelles de la distance qui deviennent distinctes, alors qu'elles sont identiques dans l'espace plat de la relativité restreinte.

Mais la structure la plus frappante est l'existence partout et toujours de singularités trahissant une instabilité fondamentale de l'attraction gravitationnelle. La plus fascinante, puisque c'est elle dont nous avons pour ainsi dire des fossiles, est celle que l'on trouve inévitablement en remontant le cours du temps, le « big bang ».

Justement, et c'est là que se nouent physique des particules et cosmologie, ces fossiles posent des problèmes : pourquoi, sous bien des aspects, l'Univers apparaît-il encore aussi lisse et homogène de nos jours, des milliards d'années après le big bang, malgré la tendance naturelle de la gravitation à fabriquer des points singuliers ? Pourquoi a-t-il eu cependant les quelques irrégularités nécessaires pour donner lieu à la formation des galaxies et des étoiles ? Est-ce qu'il y a place dans le zoo des particules pour accommoder les particules nécessaires pour remplir l'Univers à la densité qui lui permettrait d'être

encore juste en équilibre entre l'effondrement catastrophique et la dispersion irrémédiable ?

Toutes ces questions ont été passées soigneusement en revue. Puis le cours s'est terminé sur l'exposé des théories aussi séduisantes qu'audacieuses basées sur le processus que nous nommons « inflation », c'est-à-dire une explosion brutale de l'Univers à ses tout débuts, due à une transition de phase du vide. Cette inflation aurait été capable de lisser sa structure — quelle qu'elle eût été au début — par les facteurs nécessaires pour lui donner son homogénéité actuelle, comme on efface les défauts d'un ballon de caoutchouc en le gonflant.

Rapport d'activité 1993-1994

1. *Introduction*

L'année 93-94 a été marquée par les faits notables suivants : départs d'un certain nombre de chercheurs impliqués dans des expériences encore non terminées, démarrage brutal de l'expérience de Chooz, passionnante, mais soumise à des contraintes de temps draconiennes, baisse de nos budgets malgré la poursuite de tout un ensemble d'expériences dans lesquelles nous avons des responsabilités.

Compte tenu de ces conditions particulières d'évolution, le Comité Scientifique, organe suprême où nous rencontrons nos deux autorités de tutelle, s'est réuni à une fréquence supérieure à la normale, nous faisant ainsi bénéficier de ses conseils et de sa réflexion.

En ce qui concerne l'évolution des expériences en elles-mêmes, il en a reconnu la qualité, et fait un certain nombre de recommandations qui peuvent utilement orienter notre réflexion et notre action sur le devenir du Laboratoire. Nos tutelles nous apportent garantie et appui pour les restructurations inévitables à terme. Par un soutien solide, elles nous aideront à trouver un équilibre entre les responsabilités que nous avons sur le plan technique en raison d'engagements antérieurs, et la nécessité de nous maintenir à un haut niveau dans l'exploitation et l'interprétation physique des données acquises par les expériences.

Le renouvellement et le rajeunissement de nos chercheurs passe par un certain recrutement de jeunes. L'expérience de Chooz a déjà trouvé un jeune thésard, intéressé par cette expérience relativement légère pour notre discipline, et que chacun des participants peut dominer aisément.

Dans ce domaine, d'après nous, « le contrôle, la garantie et l'appui de l'IN2P3 » devraient pouvoir entretenir, avec un effort minimal de sa part, une

circulation raisonnable de sang neuf au Laboratoire, en provoquant une atmosphère de mobilité des thésards et post-doctorants, en avantageant par exemple ceux qui changent de laboratoires en début de carrière.

Par ailleurs, le poids technique des engagements pris par des équipes dont l'effectif a diminué est lourd. Heureusement, la qualité de nos équipes techniques a fait que les tâches de maintenance proprement dite sur les équipements expérimentaux réalisés au Laboratoire sont réduites à un strict minimum. Il faut néanmoins faire évoluer ces équipements pour les maintenir au niveau de la technologie existante, ou de l'ensemble de l'expérience.

C'est cette qualité qui nous permet d'exporter notre savoir-faire : c'est ainsi que les Japonais de KEK ont demandé à notre groupe d'instrumentation la conception de leurs détecteurs Fast RICH, et nous sommes en pourparlers pour la commercialisation d'un analyseur digital de signaux à très haute fréquence d'échantillonnage (200 MHz) conçu dans le cadre de l'expérience de Chooz.

Cela étant, il reste difficile de gérer la diminution de notre implication technologique, compte tenu des engagements pris et des responsabilités à assumer. Nous en venons à utiliser des palliatifs. Certains sont peu onéreux, mais fragilisent toute la structure, comme le recours extensif aux Contrats Emploi-Solidarité, dont la limitation actuelle à deux ans gêne la transmission du savoir-faire, et dont la suppression éventuelle risquerait un jour de désorganiser nos services.

Enfin, le Comité Scientifique a bien noté la situation financière tout à fait critique du Laboratoire. Il y a des seuils de coûts qui sont indépendants de la population et même de l'activité du Laboratoire : le plus typique est la bibliothèque et ses abonnements. D'autres types de dépenses sont un peu modulables, mais à peine, comme l'existence et la gestion de magasins d'électronique ou de mécanique, la maintenance du parc de machines diverses, en particulier informatiques. Une décroissance des budgets, inévitable à terme, ne peut être simplement proportionnelle à l'effectif de chercheurs.

2. *Expérience DELPHI au LEP*

Sur le collisionneur LEP au CERN, le Laboratoire participe à la collaboration DELPHI constituée de 500 physiciens provenant de 45 laboratoires européens, russes et américains. La 4^e année de fonctionnement du LEP a permis d'enregistrer plus de 750 000 désintégrations du boson Z^0 à 3 énergies, permettant de déterminer la masse et la largeur du Z^0 avec une précision de 5 MeV et 6 MeV respectivement. L'étape dite LEP200 permettant d'atteindre des énergies plus élevées dans l'anneau du LEP a été retardée du fait d'un

problème technique lié au couplage des cavités radiofréquence supra-conductrices destinées à fournir la puissance supplémentaire. Le démarrage de ce programme est maintenant prévu pour le début de 1996. Parmi les nombreux sujets abordés par DELPHI, notre activité s'est portée plus particulièrement sur les points suivants :

2.1. *Physique des particules de beauté*

Les performances du détecteur de vertex au silicium et du compteur Čerenkov RICH ont permis, grâce à une signature efficace de la réaction $Z^0 \rightarrow b\bar{b}$, une étude approfondie des propriétés des mésons B. Dans un premier temps, on a pu mesurer les temps de vie des différents types de mésons B (chargé, neutres et étrange) et déterminer avec précision les éléments de la matrice de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa faisant intervenir la beauté. Le nombre de Z^0 hadroniques obtenus depuis 1990 (1,9 million) permet, dès maintenant, l'observation et la mesure des oscillations du B_d durant son vol, mais une statistique encore plus importante (3 millions de Z^0 de plus en 1994-1995) sera nécessaire pour étudier les oscillations du B_s (P. Beillière, J.-M. Brunet, Ch. Defoix, J. Dolbeau, G. Tristram).

2.2. *Recherche de nouvelles particules*

A partir de 1996, le collisionneur LEP fonctionnera à une énergie d'environ 180 GeV, bien au-dessus du seuil de création de paires de bosons W, ouvrant un nouveau champ de mesures (détermination précise de la masse et largeur du W, afin de circonscrire plus étroitement les masses du quark t et du boson de Higgs, extensions possibles du modèle standard, étude directe du couplage à trois bosons) et de recherches de particules (Higgs, particules supersymétriques). Le groupe du Laboratoire entend bien participer à cette physique et a décidé de se focaliser sur la recherche du boson de Higgs, en privilégiant le canal $H^0 q\bar{q}$ où nous sommes d'ores et déjà bien placés. P. Lutz participe à un groupe de travail sur ce sujet.

2.3. *Les performances des détecteurs*

2.3.1. *Le RICH*

Le grand détecteur de rayonnement Čerenkov à imagerie annulaire (barrel RICH) a connu de graves problèmes durant l'été, des fuites sur le radiateur liquide (C_6F_{14}) perturbant le comportement du radiateur gazeux (C_3F_{12}). Après vidange du liquide, le radiateur gazeux étant redevenu opérationnel, un lot de 550 000 désintégrations hadroniques de Z^0 a pu être ainsi enregistré en 1993. Durant l'arrêt technique de début d'année, une étude des causes des fuites et une réparation des différents éléments incriminés ont été effectuées avec succès et le détecteur a pu être remis en service dans sa totalité au

redémarrage des prises de données au début de mai. Les méthodes d'analyse permettant maintenant d'utiliser l'information provenant du radiateur gazeux pour l'identification des particules peu de temps après la prise des données, nous avons pu constater la bonne qualité des données prises en mai 1994. Rappelons que le Laboratoire a réalisé le système d'acquisition de données de ce détecteur et le système de calibration automatique permettant d'obtenir en ligne et avec une grande précision (1 pour 1 000) les paramètres de fonctionnement (vitesse de dérive, temps de référence initial), et qu'il doit en assumer la responsabilité. (C. Aubret, J.-M. Brunet, J. Dolbeau, D. Poutot, G. Tristram).

2.3.2. *Le détecteur de vertex*

Le Laboratoire participe au perfectionnement du détecteur de vertex au silicium. Après l'installation d'une couche supplémentaire en 1992, les détecteurs unidirectionnels ont été remplacés par des détecteurs bidirectionnels (microbandes croisées à 90°), capables de mesurer simultanément deux coordonnées (Y. Dufour, A. Guimard, J.-P. Turlot). Parallèlement, la collaboration DELPHI a étudié les possibilités d'améliorer la reconnaissance des traces dans la zone angulaire de 15° à 25°. Le projet de détecteur à « pixels » (damiers de 330 μm \times 330 μm) proposé par le Laboratoire en collaboration avec le CPP de Marseille et l'Université de Milan a été accepté. Le groupe qui travaille sur ce développement a conçu et fabriqué le prototype d'un système de lecture sélective des canaux touchés, développé l'électronique de contrôle proche des détecteurs et construit les cartes FASTBUS d'acquisition. (C. Aubret, C. Boutonnet, L. Guglielmi, J.-J. Jaeger, G. Tristram, J.-P. Turlot, J.-P. Villain, J. Waisbard).

2.3.3. *La chambre à projection temporelle (TPC)*

La TPC de DELPHI, principal détecteur de traces chargées, donne toute satisfaction et les différents matériels sous la responsabilité du Laboratoire ne nécessitent que peu de maintenance. Toutefois, deux nouvelles études sont en cours :

— amélioration du système de contrôle des paramètres de fonctionnement (remplacement du processeur d'acquisition MC6809 et du système d'exploitation par un processeur MC68340 et le système OS9),

— modification de la sélection des traces vers l'avant, imposée par le nouveau mode de fonctionnement du LEP (trains de paquets).

(C. Boutonnet, P. Courty, J. Dolbeau, A. Guimard, J. Mas).

2.3.4. *Fonctionnement général de DEPHI*

P. Lutz a coordonné l'activité informatique hors-ligne du Laboratoire.

P. Frenkiel a la responsabilité de la gestion des réseaux informatiques de DELPHI (liaisons franco-françaises et CERN-laboratoires).

S. Lantz et C. Poutot assurent l'installation, la production et la gestion des simulations effectuées sur la ferme de stations de travail BASTA à Lyon, et la mise à jour de la base de données correspondant aux simulations effectuées par l'ensemble de la collaboration.

D. Levailant assure la diffusion de la documentation DELPHI au sein du Laboratoire.

3. Expériences sur le Spectromètre Oméga

3.1. Etude des Higher Twists

3.1.1. Expérience WA77

C'est une expérience de collisions πN avec observation d'une paire de hadrons produits à grande impulsion transverse. Son objectif originel était la mise en évidence du mécanisme de production directe de résonances mésoniques. L'analyse finale des données recueillies est faite en comparaison avec les résultats d'une simulation fondée sur le modèle de Lund. 5 publications ont déjà été faites : production directe du méson ρ , corrélations dans la production des paires (π, K, ρ, \bar{p}) dans la « fragmentation » des partons, mise en évidence d'un excès de protons (effet de diquarks), distribution en moment transverse des mésons ρ , f_2 (1270), K^* (892), \bar{K}^* (892), ϕ . Une étude vient d'être publiée, qui montre que le spectre de 5 résonances [f_2 , K^* (892), \bar{K}^* (892), K^* (1432), \bar{K}^* (1432)] est déformé quand elles sont produites à grand moment transverse.

(M. Benayoun, Ph. Leruste, J.-L. Narjoux, A. Malamant, K. Šafařík).

Une dernière étude est en cours sur les taux relatifs de production des différents mésons observés (ρ , K^* , S^*/f_0 , f_2 , ϕ), utilisant la bonne statistique de ces données.

3.1.2. Collaboration avec DUBNA : expérience RISK

Le groupe est partie prenante dans une collaboration avec le groupe soviétique RISK (dans le cadre des accords JINR-IN2P3) pour l'analyse d'une expérience de production directe du méson ρ^0 . L'apport de Y. Merkov, qui avait séjourné au Laboratoire comme visiteur étranger au printemps de 93 a été fort précieux dans les comparaisons entre WA77 et RISK ; en particulier, il a étudié la polarisation du ϕ et du f_2 produits à grand p_T dans WA77. Ce travail fera prochainement l'objet d'une publication.

(M. Benayoun, Z. Krumstein, Ph. Leruste, Y. Merkov, J.-L. Narjoux, K. Šafařík)

3.2. Recherche du plasma de Quark-Gluons (QGP)

3.2.1. Expérience WA85

La collaboration WA85 dispose déjà d'un lot important d'événements produisant des particules étranges à grand p_T dans des collisions entre protons, ions soufre, tungstène ou plomb : 40 000 Λ et $\bar{\Lambda}$, 1 000 Ξ^- et $\bar{\Xi}^-$, 14 Ω et $\bar{\Omega}$. Les résultats les plus importants de l'étude de la production d'étrangeté dans la partie centrale ($2,3 < Y_{lab} < 3,0$ et $p_T > 0,9$ GeV/c) sont actuellement :

- Toutes corrections faites, le rapport $\bar{\Xi}^-/\Xi^-$ a pour valeur $0,53 \pm 0,04$ en S-W et $0,27 \pm 0,06$ en p-W, confirmant que, comme le montre $\bar{\Lambda}/\Lambda$, la production d'antibaryons est plus importante en S-W qu'en p-W. Les résultats préliminaires en S-S donnent une valeur encore plus élevée au rapport $\bar{\Xi}^-/\Xi^-$.

- La mesure de tous les rapports antiparticules/particules est faite, et donne $\bar{\Lambda}/\Lambda = 0,31 \pm 0,01$, $\bar{\Xi}^-/\Xi^- = 0,53 \pm 0,04$, et $\bar{\Omega}/\Omega = 0,57 \pm 0,41$, en bon accord avec les hypothèses dérivées de la QCD.

(M. Benayoun, A. Diaczek, J. Kahane, P. Leruste, A. Malamant, J.L. Narjoux, M. Pairat, S. Szafran, M. Sené, R. Sené, A. Volte).

3.2.2. Simulation

Notre groupe a assuré et assure la mise en place de simulations pour WA85 et WA94. Cette dernière expérience nous a conduit à demander la mise en œuvre de nouveaux moyens de calcul, à participer à la mise en route des fermes de stations de calcul « BASTA » autour de l'IBM du Centre de Calcul de l'IN2P3, etc. Actuellement la collaboration étudie l'implantation de l'expérience WA97. En relation avec cette expérience, nous avons également mis au point une simulation complète de chambre à damiers (modèle et reconstruction) basée sur des méthodes nouvelles.

(M. Benayoun, P. Leruste, J.L. Narjoux.)

3.3. Nouvelles expériences

3.3.1. Soufre-soufre et plomb-plomb

Les résultats prometteurs obtenus en S-W et p-W à 200 GeV/c par nucléon ont conduit la collaboration à proposer une expérience de collision plomb-plomb à 170 GeV/c par nucléon. Nous participons à l'élaboration de cette nouvelle expérience : en novembre 93, un run de test a permis de mettre au point les nouveaux détecteurs. La première prise de données aura lieu en novembre 94.

Afin d'avoir une comparaison avec ces futures données plomb-plomb (configuration cinématique symétrique) nous avons eu en octobre 1991 et en

avril 1992 des prises de données en S-S (WA94), qui ont permis beaucoup de tests (microstrips, chambre à damiers, RICH). Les premières analyses de physique sur ces données sont en cours, et les résultats préliminaires confirment ceux des expériences menées sur cible de tungstène.

(M. Benayoun, J. Kahane, P. Leruste, A. Malamant, J.L. Narjoux, M. Sené, R. Sené, A. Volte).

3.3.2. WA97

Notre groupe étudie des chambres à damiers : trois chambres sont nécessaires pour WA97 et sont en construction. Un prototype (taille 1 soit $800 \times 200 \text{ mm}^2$) a été testé depuis avril 1992. Nous avons pu tester tous les paramètres de la chambre en laboratoire, puis en faisceau pendant 1 semaine. Nous avons utilisé un système d'acquisition mis au point et en cours de réalisation au Laboratoire : cartes Amplex directement reliées aux damiers, contrôleur de lecture, mémoires-tampons lues par l'ordinateur. La chambre nous a fourni des corrélations damiers-fils, nous avons pu tester l'électronique d'acquisition.

Une comparaison précise des charges déposées sur damiers voisins donne une localisation bien meilleure que celle usuellement obtenue. Nous avons pu démontrer sur les résultats de ce run test la précision ainsi fournie par ces chambres : de 20 à 100 microns, suivant le point d'impact de la particule chargée sur le damier. Ceci illustre le fait que toute la chaîne a fonctionné de façon très satisfaisante.

Un run avec la première chambre a eu lieu en novembre 1993, pendant lequel on a pu affiner les paramètres de fonctionnement. Le prochain test aura lieu en novembre 1994, avec les 3 chambres équipées d'une nouvelle électronique (PADEX) et dotées d'un nouveau système de contrôle.

(M. Abbès, M. Benayoun, A. Diaczek, J. Kahane, Ph. Leruste, M. Pairat, S. Selmane, M. Sené, R. Sené, S. Szafran, P. Tardy, A. Volte).

4. *Astro-particules*

Le néologisme « Astro-particules » recouvre maintenant ce champ où astrophysique et physique des particules se rejoignent. Concepts et méthodes de ces deux disciplines s'y complètent et se fécondent mutuellement, et on peut réellement parler actuellement de l'émergence d'un champ nouveau de l'étude des phénomènes.

Les grands pôles d'activité dans ce domaine sont :

- Les rayons cosmiques de très haute énergie.

- La recherche de matière cachée, hadrons ou WIMPs, cette seconde s'accompagnant de développements sur de nouveaux détecteurs, en particulier bolométriques.

- Les théories concernant la structure du vide (inflation) de l'Univers primordial, mais le Laboratoire n'est pas actif dans ce genre de recherches.

4.1. *Etude des sources de rayons γ cosmiques*

Une première phase d'études visant à détecter et caractériser des sources dans la zone d'énergies au-dessus du TeV a débuté il y a 5 ans environ au Laboratoire par l'expérience THEMISTOCLE, installée sur le site de l'ancienne centrale solaire d'EDF, THEMIS, à Targassonne (Pyrénées-Orientales).

Cette expérience prototype a donné les résultats techniques espérés et la précision escomptée. Si la seule source détectée à ce jour est la nébuleuse du Crabe, le spectre en a été mesuré dans sa partie terminale (3 à 15 TeV).

Les prises de données et l'analyse se sont poursuivies cette année en collaboration avec le LAL (Orsay), le LPNHE (Paris 6 & 7), le LPNHE (X), l'Université de Perpignan et le CERN.

Deux sources sont actuellement à l'étude : la nébuleuse du Crabe, afin d'augmenter la statistique de mesure, et un noyau actif de galaxie, MKN421, observé par d'autres groupes à énergie plus basse, 0,4 TeV.

Ces observations se sont poursuivies à l'aide des 18 télescopes à lumière Čerenkov qui constituent l'ensemble de base de l'expérience, et de deux stations supplémentaires destinées à augmenter le rejet des gerbes cosmiques parasites : l'une des stations est équipée d'un analyseur de forme d'impulsion Čerenkov à pas fin (0,7 nsec), l'autre d'un photomultiplicateur à cathode segmentée produisant une imagerie rudimentaire de la gerbe (au pas de 0,35°). On espère ainsi augmenter le rapport signal γ /gerbes cosmiques par un facteur proche de 4.

La suite de THEMISTOCLE se fonde dans le projet CAT (Čerenkov Array at THEMIS) qui regroupe sur le site 3 développements expérimentaux : THEMISTOCLE, en état légèrement amélioré, ASGAT, expérience menée par le CEA depuis plusieurs années, et une grande parabole d'imagerie Čerenkov, acceptée par le Conseil Scientifique de l'IN2P3 en mars 1994, à la construction de laquelle nous sommes associés, et qui s'installera à la fin de 1995 sur le site. Nous y travaillerons alors sur un programme concerté couvrant la gamme d'énergies de 0,2 à 20 TeV.

Collaborent à ce programme au Laboratoire : A. Djannati-Ataï, M.-G. Espigat, P. Espigat, C. Ghesquière, C. Lamy, L. Martin, C. Robert, P. Tardy et J. Waisbard.

4.2. *Détection thermique de matière noire*

Dans le cadre général de la recherche de matière noire dans l'Univers, nous sommes, au Laboratoire, impliqués dans la détection de particules encore non identifiées (WIMPs), qui pourraient constituer une partie importante de cette matière.

Nous participons au Laboratoire Souterrain de Modane (LSM) à une expérience de détection directe utilisant des bolomètres fonctionnant à très basse température.

Ce programme est réalisé en collaboration entre le CNRS (INSU, IN2P3) et le CEA (DSM/DAPNIA, DSM/DRECAM) sous le nom d'EDELWEISS. Au laboratoire notre activité concerne plus particulièrement les points suivants :

— Implantation au LSM.

L'analyse de données prises en 1991 nous a permis de mieux appréhender les questions posées par l'environnement au LSM.

En conséquence nous avons réalisé une installation entièrement dédiée à la mise en place du cryostat construit par le CEA/DRECAM.

Cette installation est achevée et est désormais en attente du poste cryogénique qui doit être qualifié avant d'être expédié au LSM en fin juillet.

— Analyse et mesures.

Nous participons à l'analyse des mesures de flux de neutrons en cours au LSM et réalisées par l'équipe IN2P3 de l'IPN de Lyon.

Au cas où nous n'atteignons pas un niveau de bruit suffisamment bas avec le montage cryostat-bolomètre prévu (moins d'un événement par kg, par keV et par jour), nous entreprendrons une mesure avec un germanium semi-conducteur placé à l'endroit du bolomètre. Ceci nous fournira des renseignements précieux sur les impuretés radioactives encore présentes. Cette mesure, complémentaire de la mesure bolométrique, sera prise en charge par le Laboratoire.

Nous sommes aussi impliqués dans la simulation générale de l'expérience à l'aide du programme GEANT et d'un logiciel (MCNP) adapté aux neutrons.

Participent à ce programme : A. de Bellefon, D. Broszkiewicz, C. Fritsch, Y. Giraud-Héraud, F. Lelong, D. Marchand, M.-C. Perillo Isaac, J.-P. Rény.

4.3. *Recherche et développement sur les détecteurs à basse température*

La collaboration avec le Groupe de Physique du Solide de l'université de Paris 7, en vue de l'étude de la physique de base des bolomètres s'est poursuivie.

Le groupe participe à l'équipement du cryostat à dilution en fonctionnement sur le site de Jussieu : études de travaux de petite mécanique, acquisition de données, étude d'un système de lecture des températures et de leur contrôle permanent, permettant d'atténuer les bruits d'origine électromagnétique.

Dans le cadre du projet ULTIMATECH, le groupe travaille en relation avec un chercheur du L2M-CNRS de Bagnex, en vue de l'amélioration de transistors TEGFET (Twodimensional Electron Gas Field Effect Transistor) qui peuvent fonctionner à très basse température. Des résultats encourageants ont déjà été obtenus (à 4°K, bruit de l'ordre de $2nV/\sqrt{Hz}$ et transconductance de 70 mSiemens).

Un bolomètre de N. Coron équipé d'un senseur NTD a été testé. Commence un travail sur les senseurs, à la transition métal-isolant, en couche mince NbSi fabriqués par L. Dumoulin du CSNSM.

Participent à ces activités au Laboratoire : T. Bellinguer, R. Bruère-Dawson, P. Bonierbale, P. Espigat, C. Finetin, E. Lecherf et Ph. Tardy.

4.4. *Détection de matière noire par cristaux scintillants*

Un groupe du Laboratoire (Y. Giraud-Héraud, C. Tao) participe à un groupe d'études sur l'utilisation de cristaux scintillants pour la détection directe de particules lourdes produisant par interaction un noyau de recul de faible énergie (quelques keV), détectable par scintillations.

Des mesures préliminaires ont été effectuées au LSM et au Gran Sasso, en collaboration avec le CEA (DAPNIA), l'Université de Rome et l'IHEP de Beijing, en utilisant des cristaux de NaI et de CaF₂ (Eu).

Les résultats obtenus avec des cristaux de NaI à faible taux de radioactivité donnent un bruit de fond de 2 evt/kg/keV/jour, dans la bande intéressante de 5 à 10 keV, permettant de mettre des limites intéressantes pour des particules à couplage cohérent.

Les mesures se poursuivront par l'installation au laboratoire du Gran-Sasso d'une expérience portant sur 100 kg de NaI, les recherches sur l'amélioration de la qualité des cristaux se poursuivant.

4.5. *Recherche de naines brunes par effet de microlentilles gravitationnelles sur M31*

A côté des WIMPs, la matière noire peut être hadronique, par exemple sous forme d'étoiles trop petites pour s'allumer (naines brunes). Deux physiciens (C. Ghesquière et Y. Giraud-Héraud) ont entrepris une étude de faisabilité sur une nouvelle méthode de recherche de ces naines brunes dans le halo des galaxies.

Si une naine brune passe près de la ligne de visée d'une étoile lointaine, elle peut donner par effet de lentille gravitationnelle un sursaut caractéristique de luminosité à cette étoile. En observant une galaxie — M31 (Andromède) — on peut ainsi espérer repérer des naines brunes appartenant au halo soit de M31, soit de notre Galaxie.

L'étude a porté sur l'exploitation d'observations effectuées sur des télescopes de 1 m (Pic du Midi), de 2 m (Pic du Midi, M^t Whipple), pour mettre au point les techniques de dépouillement et définir les meilleurs choix instrumentaux.

L'expérience se poursuivra par une campagne de 60 nuits de septembre à novembre 1994, effectuée sur le TBL (Télescope Bernard Lyot) au Pic du Midi.

Cette étude se poursuit en collaboration avec des physiciens du CERN, du CEA (DAPNIA), du LPHE (Paris 6 & 7 et SPM/CNRS), du LAL (Orsay), et de l'Observatoire Midi-Pyrénées.

Participent à cette activité : M.-G. Espigat, C. Fritsch, G. Ghesquière, Y. Giraud-Héraud, ainsi que 2 stagiaires F. Blondeau (Paris 7), et K. Kaplan (Paris 6).

5. *Etude des neutrinos de basse énergie auprès de réacteurs nucléaires*

5.1. *Recherches faites à la centrale du Bugey*

5.1.1. *Détermination de flux relatifs*

Une série d'expériences a eu lieu auprès du réacteur nucléaire d'EDF au Bugey, utilisant pour la première fois du scintillateur au lithium en grande quantité. Le flux d'antineutrinos a été mesuré à différentes distances du réacteur (15 m, 40 m, 90 m) pour étudier une éventuelle disparition. La prise des données s'est achevée à l'automne 1992 et les résultats de cette expérience ont été soumis à publication.

Cette expérience a été réalisée en collaboration avec le LAPP (Annecy), l'ISN (Grenoble), l'IRF (Saclay), le CPPM (Marseille).

Dans ce détecteur, le Laboratoire a pris en charge les points suivants :

— le déclenchement du détecteur (J.P. Wuthrick †), la base de données de l'expérience (J. Boucher, H. de Kerret), la gestion du liquide scintillant et sa sécurité (J.P. Jobez, M. Obolensky), l'électronique de contrôle d'acquisition des données (M. Abbès, C. Finetin, S. Selmane, P. Tardy).

— l'amélioration de la simulation des particules dans des conditions peu courantes en physique corpusculaire (Y. Dufour, H. de Kerret, B. Lefèvre).

5.1.2. *Mesure de section efficace totale*

Pour compléter les résultats précédents, une mesure absolue de la section efficace totale a eu lieu au Bugey.

A cette fin, un banc de test a été installé au Laboratoire par M. Abbès, et il nous a permis d'étudier la capture du neutron sur l' ^3He dans un compteur proportionnel suivant la réaction $n + ^3\text{He} \rightarrow ^3\text{H} + p$ avec une absorption d'énergie de 760 keV, le but étant de détecter le neutron de la réaction $\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+$ et de signer ainsi la capture du neutrino.

Un amplificateur de charge a été choisi et testé, et une électronique a été conçue au Laboratoire pour relier les tubes à la digitisation existant au Bugey (flash-ADC à 100 MHz). Le détecteur, fourni par la partie russe, a été installé en 1992, et la prise de données s'est achevée en septembre 1993. Les résultats en seront publiés en 1994.

Cette partie constitue une collaboration avec le LAPP (Annecy) et l'Institut Kourchatov (Moscou).

5.2. *Recherche d'oscillations sur 1 km (centrale de Chooz)*

Une collaboration s'est formée pour rechercher les oscillations sur une plus grande distance, malgré les difficultés que suscite l'affaiblissement corrélatif du flux d'antineutrinos. Elle réunit 3 universités américaines (Philadelphie, New-Mexico et Irvine), 2 universités italiennes (Pise et Trieste), l'Institut Kourchatov à Moscou et 2 laboratoires français (le LAPP à Annecy et le Collège de France).

Pour cela, le site franco-belge de Chooz (Ardennes) a été choisi, car il comporte un tunnel susceptible d'abriter l'expérience du rayonnement cosmique (300 m d'équivalent-eau). L'expérience devrait démarrer en 1994 pour mesurer le bruit de fond, avant le démarrage des réacteurs nucléaires ($2 \times 4 \text{ 200 MW}_{\text{th}}$) prévu pour la fin de l'année 1995.

Electricité de France a accepté de prendre en charge la construction du laboratoire sur les neutrinos, ce qui constitue la moitié du coût de l'expérience. Le financement de l'expérience est complètement défini, et la construction commence en juillet 1994.

Le détecteur comporte une cible de 6 T de scintillateur liquide dopé au Gd, entourée de 120 T de scintillateur liquide non dopé. La cible est regardée à distance par 160 photomultiplicateurs. Cette expérience sera un prototype pour une expérience encore plus ambitieuse prévue ensuite aux USA, à 13 km du réacteur de Perry, et à 500 m sous terre.

Dans cette expérience, le Laboratoire a pris en charge plusieurs responsabilités importantes :

— la supervision des bureaux d'études EDF et l'étude de la cuve principale du détecteur (D. Marchand, F. Vinchon). Une étude a été conduite pour définir le revêtement réfléchissant de cette cuve (P. Guillouet),

— le remplissage du détecteur et son contrôle (P. Salin, M. Ben Jaber, P. Guillouet). Un prototype du détecteur est en cours d'installation au Laboratoire, pour tester ces opérations, et pour vérifier l'immersion des photomultiplicateurs. Plusieurs paramètres de calibration seront également mesurés à cette occasion,

— en électronique, un projet important est également prévu : l'échantillonnage des signaux des P.M. à 200 MHz, pour mesurer à la fois la charge, le temps et la forme des impulsions (P. Courty, G. Desplancques, D. Kryn, S. Soukhotine, J. Vergne). Les tests du prototype sont en cours, et une commercialisation de cette carte est en discussion avec plusieurs fabricants.

Comme dans les expériences précédentes, la base de données (J. Boucher), la simulation (H. De Kerret, B. Lefièvre), et l'analyse des données (M. Obolensky) seront un des axes importants de l'activité du groupe. Un étudiant (D. Véron) commencera sa thèse sur cette expérience à la rentrée de 1994.

L'expérience de Chooz, puis celle de Perry, sont la réunion d'expériences actuellement existantes : Savannah River aux Etats-Unis, Rovno et Krasnoïarsk en Russie, Bugey en France. L'exécution de ce programme mènera à l'exploration des masses du neutrino jusqu'à 0,01 eV. En-dessous, seuls les neutrinos issus du Soleil seraient peut-être susceptibles de fournir des indications.

6. Travaux de Théorie

Les thèmes de recherche actuels du groupe de théoriciens sont principalement axés sur la phénoménologie des interactions fortes :

- désintégrations exclusives du J/Ψ , du Υ , des mésons B et D ;
- production de gluonia auprès des collisionneurs ;
- tests de la symétrie chirale dans la production de paires de mésons pseudoscalaires au seuil dans les collisions $\gamma\text{-}\gamma$ auprès de DAΦNE ;
- électroproduction de mésons vecteurs ϕ et J/Ψ dans le cadre du projet ELFE ;
- production de particules tensorielles dans les collisions $\gamma\text{-}\gamma$ auprès de LEP-200 ;
- étude de la production du top par interaction semi-faible ou hadronique.

La plupart de ces recherches font l'objet de collaborations des théoriciens avec des expérimentateurs du Laboratoire et de l'extérieur : DAΦNE, LEP-200, collisionneur Tau-Charme, ainsi qu'entre groupes de théoriciens :

avec Lulea, Turin, Cagliari, Salonique et Clermont-Ferrand — avec Khar-kov — avec Amsterdam.

Enfin, il apporte sa contribution à la formation à la recherche en encadrant 2 thésards et 2 chercheurs post-doctoraux.

6.1. *Application du modèle du diquark*

6.1.1. *Désintégration baryonique du J/Ψ*

Un calcul fondé sur le modèle du diquark a été achevé sur la désintégration du J/Ψ en une paire de baryons plus un méson (E.H. Kada, J. Parisi).

6.1.2. *Photoproduction et électroproduction sur proton de mésons ϕ et J/Ψ*

Les processus exclusifs $\gamma^{(*)} + p \rightarrow p + \{ \phi | J/\Psi \}$ de photoproduction réelle ou virtuelle sur proton à grande impulsion transversale devraient permettre de sonder la structure du proton. Ces processus sont actuellement étudiés dans le cadre de deux modèles de structure du proton : le modèle quark-diquark et le modèle usuel à trois quarks (N. Arteaga, C. Carimalo, S. Ong).

6.2. *Production de mésons tensoriels*

Des calculs sont en cours sur la production dans les collisions hadroniques d'une paire de mésons, tous deux tensoriels (f_2 , a , f_2'), ou tensoriel et pseudoscalaire (L. Houra-Yaou, P. Kessler, D. Miska, J. Parisi).

6.3. *Corrélations azimutales à DAΦNE*

Pour la réaction $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0$, des simulations Monte-Carlo sont effectuées pour tester les effets à deux boucles dans le cadre de la théorie chirale perturbative [S. Ong, en collaboration avec S. Bellucci (Frascati) et A. Cou-rau (LAL)].

6.4. *Production hadronique du top*

Le calcul des corrections QCD à la production hadronique d'un seul top a été mené à bien par G. Bordes en collaboration avec B. van Eijk (NIKHEF-H, Amsterdam). Il a été présenté à la réunion des phénoménologues français de Strasbourg en octobre 1993.

Un article aussi complet que possible sur ce sujet en est à la dernière mise au point (LPC 93-12).

Par ailleurs, suite aux indications présentées par l'expérience CDF à FNAL sur l'observation du quark top avec une masse de l'ordre de $170 \text{ GeV}/c^2$, les valeurs prévues pour la production d'un seul top ont été calculées et comparées à celles de la production hadronique en paires dans les conditions de l'expérience. Les résultats ont été présentés aux Rencontres de Moriond (mars 1994).

Tenant compte des méthodes utilisées pour la détection du top par l'expérience CDF, les calculs à partir du Monte-Carlo Eurojet sont en cours pour obtenir les distributions attendues pour ces processus — exploitant en particulier l'échange d'un objet sans couleur.

7. Calcul Parallèle

Le groupe dispose actuellement d'un système informatique performant, constitué de deux stations de travail Telmat, chacune étant hôte d'un calculateur parallèle T_Node, issu du projet Européen ESPRIT SUPERNODE, comprenant 66 transputers T800. Ce système peut fournir une puissance de plus de 150 Mflops.

Le travail du groupe concernant la physique des particules s'effectue essentiellement vers 3 directions :

7.1. Canalisation d'électrons par un cristal

Le travail de simulation pour la canalisation se fait dans le cadre de deux collaborations internationales :

— La première fait l'objet d'un PICS avec le LAL d'Orsay, l'IPN de Lyon, l'Institut Budker de Physique Nucléaire de Novosibirsk (Russie), le Max-Planck Institut à Darmstadt (Allemagne). Le groupe a participé non seulement à la simulation de l'expérience mais aussi à son analyse et à ses prises de données.

— La seconde fait l'objet d'un programme de collaboration bilatérale avec le KFTI de Kharkov.

7.2. Simulation de l'incinération des actinides mineurs à l'aide d'accélérateurs

Ce travail fait l'objet d'un contrat entre l'EDF (Direction des Etudes et Recherches de Clamart) et le Laboratoire. Le groupe participe au programme d'intercomparaison (« benchmark ») des programmes de simulation, lancé par l'Agence pour l'Energie Nucléaire (NEA) de l'OCDE. Il collabore sur ce sujet plus particulièrement avec la Direction des réacteurs nucléaires du

Centre d'Etudes Nucléaires de Cadarache et le Paul Scherrer Institut de Villigen (Suisse).

Nous étudions aussi un système d'incinération des déchets nucléaires à vie longue fondé sur un réacteur à eau pressurisée.

7.3. La médecine nucléaire

Un gros travail de simulation d'un collimateur, simulations thérapeutiques, simulation de la scintillation, se fait en étroite coopération avec le Service de Médecine Nucléaire de l'Hôpital Saint-Antoine.

Le travail de validation expérimentale des simulations effectuées pour la médecine nucléaire a été poursuivi.

7.4. Collaborations diverses

Un jour par semaine, le groupe accueille aussi une équipe de physique du Conservatoire National des Arts et Métiers de Paris ; celle-ci étudie la parallélisation de programmes de diffusion neutronique.

Il participe à un groupe d'étude de l'IN2P3 sur la physique auprès d'un accélérateur dédié à la production de τ et de particules charmées.

Récemment une étude a commencé en collaboration avec l'IPN d'Orsay sur la simulation de l'effet faisceau-faisceau. Elle a fait l'objet d'une demande de soutien à l'INTAS.

Le groupe participe à un projet de la Communauté Européenne pour la mise en œuvre de la nouvelle machine dont le processeur est le Transputer T9000 (projet GPMIMD). Cette machine possèdera à la fois une puissance nettement supérieure et des fonctionnalités qui devraient y rendre beaucoup plus aisée l'installation des programmes de simulation ou d'analyse des grandes expériences du CERN (DELPHI pour le Laboratoire).

Dans le cadre de ce dernier projet, une comparaison poussée entre les différents ordinateurs du laboratoire, le VAX, l'ALPHA et le T_Node a été effectuée.

Le groupe est constitué par R. Eschylle, A. Jejcic, J. Maillard, G. Maurel, J. Silva, F. Tembely, F. Wolff-Bacha (boursière EDF), et a accueilli deux visiteurs étrangers : A. Kulakov (BINP de Novosibirsk) et S. Fomin (KFTI de Kharkov, Ukraine).

Deux thèses sont en cours, par F. Wolff-Bacha et G. Maurel.

Le groupe a de plus accueilli deux stagiaires de l'Ecole Navale : G. Arnoux et G. Dandrieux.

8. Développements en instrumentation

8.1. Développement de détecteur RICH rapide

Un prototype à l'échelle 1 de détecteur RICH rapide, avec lecture par damiers, destiné à l'identification des traces dans un environnement à haute luminosité a été construit. La partie d'électronique rapide a été acquise au bout de la troisième itération. Avec 20 000 voies d'électronique réalisées, des tests sur muons cosmiques ont été faits, et correspondent exactement aux attentes (8 photoélectrons par trace).

Le prototype a ensuite été testé au CERN dans un faisceau séparé en impulsion contenant des pions, des kaons et des protons. La séparation π/K a été obtenue à 3σ jusqu'à 2,86 GeV/c en utilisant un radiateur en LiF et la TEA comme photosenseur gazeux. Ce type de performance suffit à identifier les désintégrations hadroniques des B dans une usine à B symétrique, et ce détecteur sera probablement adopté pour la mise à niveau de CLEO (95-97). Nous avons également fourni des éléments pour la section RICH rapide de la proposition BABAR à SLAC. Des tests pour explorer l'utilisation d'une photocathode réfléchissante en CsI montrent qu'il est difficile d'obtenir un fonctionnement stable avec un couplage direct entre détecteur multifils et photocathode. D'autre part, il a été mis en évidence une perte d'efficacité quantique, par pollution de la photocathode résultant du dégazage de matériaux de construction. Des géométries plus complexes, isolant la photocathode des fils amplificateurs sont envisagées pour l'avenir.

8.2. *Un RICH de grande surface pour expériences de neutrinos à grande distance*

Un vaste radiateur ($\phi = 20$ m, $L = 50$ m) cylindrique rempli d'argon à 15 bar est susceptible de servir à la fois de cible de 400 T pour des neutrinos, et de goniomètre pour les particules sortantes. Plus encore, on montre que le taux de diffusion multiple est suffisant pour donner des indications sur l'énergie de celles-ci, d'une manière dépendant du type de la particule.

Des simulations avec GEANT ont montré l'efficacité de cette méthode.

8.3. *Calorimètre à liquide noble*

Dans des essais de laboratoire, on a déposé des MeV à des GeV d'énergie dans une cellule-test au xénon au moyen d'un accélérateur à électrons d'énergie limitée à 100 keV, avec moins de 10^6 électrons par impulsion, pour une durée d'impulsion inférieure à 30 ns. Une technique de purification en continu permet de détecter les électrons de dérive sur une grille d'anode, tout en

détectant le signal de scintillation par une photodiode au silicium immergée. Le signal de scintillation est rapide et anti-corrélé avec celui d'ionisation.

Les précisions intrinsèques dans le xénon liquide ont été mesurées à $\sigma_E/E = 0,07\%/\sqrt{E(\text{GeV})}$ pour l'ionisation et à $\sigma_E/E = 0,2\%/\sqrt{E(\text{GeV})}$ pour la scintillation. Ces chiffres peuvent être modulés par l'apport de méthane qui accroît la vitesse de dérive, par le manque d'uniformité de la collecte de lumière ou les matériaux inactifs du calorimètre.

On pourra utiliser le signal rapide de scintillation pour un déclenchement de premier niveau, puis le signal d'ionisation pour déterminer la direction de la gerbe, avec une erreur $\sigma_\theta = 5 \text{ mrad}/\sqrt{E(\text{GeV})}$.

Au LHC, avec environ 20 interactions par croisement de faisceaux, un tel calorimètre peut donner une erreur relative sur la masse du Higgs de 0,6 % dans le mode de désintégration à 2γ .

L'échantillonnage de l'ionisation en tête de gerbe permettrait de distinguer les échanges de charge de π^- et la détection des deux photons provenant de désintégrations de π^0 . Le problème essentiel est la quantité d'électronique nécessaire. Mais des détecteurs de courant intégrés, digitaux et bon marché ont déjà été développés pour le projet de RICH rapide.

Pour établir ce programme, tout un ensemble de constantes physiques ont été mesurées : sur le xénon liquide (facteur de Fano = 0,05 ; longueur de transmission optique en fonction de la longueur d'onde : 1 m à $\lambda = 175 \text{ nm}$, pic de la scintillation ; indice de réfraction : 1,8 à $\lambda = 175 \text{ nm}$) et sur le krypton liquide (longueur de transmission : 1,5 m à $\lambda = 150 \text{ nm}$) ; détection de la scintillation par photodiodes à CsI par réflexion, à faible capacité surfacique, étude des photodiodes à CsI par transmission.

8.4. HELLAZ, détecteur à neutrinos solaires à taux élevé, en temps réel et avec détermination de l'énergie du neutrino

L'étude de ce détecteur a démarré en 1992/1993. L'idée est d'observer la diffusion élastique νe . Une mesure de la direction et de l'énergie de l'électron de recul permet la détermination de l'énergie du neutrino compte tenu de la direction du soleil.

On peut ainsi observer la partie dominante du spectre de neutrinos solaires, due à la réaction $p + p \rightarrow e^+ + d + \nu$. Comme ce spectre est continu entre 0 et 420 keV, il faut une sensibilité à basse énergie qui ne peut être obtenue que dans un gaz de bas Z et à basse densité. L'obtention d'un taux élevé d'événements nécessite un grand volume de cible ; Dans le modèle solaire standard, on attend un taux total de 8 000 evts/T/an, dont on ne peut escompter qu'observer la moitié ($E > 100 \text{ keV}$) de façon réaliste.

L'appareillage envisagé consiste en un grand volume ($\approx 2\,000\text{ m}^3$) de gaz hélium pur, à 10 bars et 77° K , constituant l'espace de dérive d'une TPC de 20 m de long.

Pour des électrons d'énergie au-dessus de 100 keV, on peut mesurer la direction à 35 mrad près ainsi que l'énergie à 4 % près par la longueur de sa trace et son ionisation. Ceci donne une erreur relative meilleure que 8 % pour des neutrinos de 300 keV.

L'avantage de ce dispositif est qu'il permet d'identifier les diverses composantes du spectre de neutrinos, et de discriminer ainsi entre les divers modèles solaires, ou les effets d'oscillation de neutrinos. En outre, les flux des raies monoénergétiques de neutrinos du ${}^7\text{Be}$ ou de la réaction p-e-p donneront des contraintes supplémentaires. La détermination de l'énergie des neutrinos permettra en outre de corrélérer leur oscillation éventuelle avec leur énergie (effet MSW).

La calibration du détecteur se fera par des sources de neutrinos par conversion interne d'électrons. Elle sera susceptible également de fournir des limites sur le moment magnétique du neutrino.

Nous étudions actuellement une petite TPC avec 50 cm de dérive, pour déterminer si l'on peut obtenir la sensibilité à un seul électron dans un mélange d'hélium et de 10 % d'hydrogène à 10 bars et 77° K , selon les techniques développées pour le RICH rapide.

Un aspect critique du projet HELLAZ est le blindage destiné à absorber les γ et neutrons issus des parois de la caverne du Gran Sasso. On propose un blindage en blocs de CO_2 solide, à cause de sa très basse radioactivité spontanée, de sa haute densité, de son bas coût et de sa basse température (p. ex. le radon est immobilisé).

La basse radioactivité des matériaux de HELLAZ est un élément critique. On propose de tester la radioactivité de grands échantillons des matériaux les plus intéressants au moyen d'un compteur à γ en xénon liquide de grande masse et de haute précision.

Si tous ces tests et études sont positifs, nous pouvons entreprendre avec confiance la construction de la TPC définitive ($\phi = 12\text{ m}$, $L = 20\text{ m}$), dans son blindage d'environ 7 000 T ($\phi = 20,5\text{ m}$, $L = 32\text{ m}$). L'ensemble occuperait environ 1/3 de la caverne C du Laboratoire National du Gran Sasso — Assergi (Italie).

Les réalisations en sont actuellement à :

— Une petite cellule de dérive de 20 cm à 10 bars et 77° K pour tester l'électronique à basse température.

— Une cellule de 50 cm dans les mêmes conditions, avec une surface sensible de 10 cm.

— Etablissement d'une collaboration avec le groupe de Bologne du Gran Sasso pour la construction d'un prototype de 5 m^3 .

— Constatation de la sensibilité à l'électron unique dans un détecteur de test avec un mélange He + CH₄. Cette sensibilité n'a pu être atteinte dans le mélange He + H₂, mais le méthane convient pratiquement aussi bien.

— Etude de l'utilisation de graphite à réacteur comme écran. Il a la bonne pureté radiologique, mais peut être assemblé à la température ambiante, et a une plus haute densité.

— Détermination de l'erreur de 25 mrad sur la direction d'un électron de 100 keV dans le mélange He + CH₄. Ceci indique qu'on peut compter sur une erreur relative de 2-3 % sur l'énergie d'un neutrino de 300 keV.

— Dessin d'un prototype de 40 m^3 , que nous pourrions mettre au Gran Sasso dans quelques années. Il pourra mesurer le signal de neutrinos et le fond, ce qui est nécessaire avant de construire le HELLAZ de $2\,000 \text{ m}^3$. Ce prototype pourrait être utilisé pour détecter la matière noire par addition d'une tonne de néon ou de xénon. Un détecteur sensible à l'électron unique peut observer des dépôts d'énergie aussi faibles que 1 keV, et permet la soustraction du bruit de fond par cible vide.

J. Séguinot et T. Ypsilantis collaborent sur ce projet avec CERN/LAA et INFN/Bologna.

9. Informatique

En physique des particules, l'informatique est un outil indispensable à tous les stades d'avancement d'une expérience : simulation, conception et construction des détecteurs, acquisition et analyse des données. Une partie est fournie par les centres de l'IN2P3 et du CERN, mais tout un ensemble de fonctionnalités nouvelles a sa place au sein même du Laboratoire.

9.1. Evolution des infrastructures

9.1.1. Le réseau local

L'infrastructure de base est articulée autour d'un réseau local Ethernet, qui dessert maintenant tous les bureaux des utilisateurs, et d'un réseau Apple-Talk, qui relie les micro-ordinateurs MacIntosh. Ces réseaux assurent :

— les communications entre les machines, stations et micro-ordinateurs installés au Laboratoire,

— l'accès au réseau Phynet de l'IN2P3,

— la connexion des consoles, terminaux X ou alphanumériques.

Le protocole de communication TCP/IP s'est imposé comme standard de fait dans notre environnement informatique fortement inhomogène.

9.1.2. *Les matériels et leurs systèmes d'exploitation*

Sont actuellement connectés au réseau local Ethernet :

- un *cluster* général VAX/VMS (un VAX 6310, une Vs 4000-60 pour l'analyse des données et une Vs 3100 dédiée à la CAO mécanique sous logiciel EUCLID) muni d'un lecteur de cartouches magnétiques au standard IBM-3480.

Ce *cluster* assure les services généraux (infrastructure logicielle, bibliothèques générales, impressions diverses, sauvegarde des données et des programmes) ainsi que la mise au point des programmes d'analyse.

- un ALPHA/OSF1, qui vient d'être mis en service et va progressivement décharger le cluster VAX/VMS de ses tâches d'intérêt général.

- 2 calculateurs parallèles T_Node de la S^{té} Telmat et leurs frontaux (stations UNIX STE30), délivrant une puissance de calcul importante destinée d'abord aux calculs de simulation (GEANT et DELSIM). Grâce à la mise en service du lecteur de cartouches 3480, cet ensemble peut être utilisé pour la production.

- 3 stations de travail Apollo utilisées à la fois comme : stations de développement UNIX, stations d'analyse des données, machines-hôtes des terminaux X, et serveurs d'impression. Malgré des efforts continus (augmentation de leur mémoire), ces stations sont au bord de la saturation, et devront être renforcées prochainement.

- 5 stations de travail SUN (sous UNIX) dédiées à la CAO électronique (logiciels CADENCE).

- 3 stations de travail HP, également sous le système UNIX, utilisées par certaines expériences pour des tâches spécifiques.

- 4 serveurs de terminaux permettant l'accès simultané, par TCP/IP, à plusieurs machines locales ou distantes. Ces serveurs ont remplacé l'auto-commutateur qui permettait ces dernières années la connexion des terminaux aux différentes machines, et dont la technologie est dépassée.

- 4 serveurs d'impression spécialisés. Les imprimantes connectées sur ces serveurs sont ainsi accessibles directement à partir de toutes les machines, locales ou distantes.

- plusieurs machines sous système OS9 pour le développement de logiciels d'acquisition de données.

9.1.3. *La politique d'équipement et les réalisations cette année*

L'installation du réseau local Ethernet, qui constitue l'épine dorsale de notre laboratoire, est achevée. Ce réseau supporte, en moyenne, une trentaine

d'utilisateurs simultanés. Nous poursuivons l'équipement en terminaux X-Window, solution confortable et efficace pour un coût nettement moindre que celle qui consisterait à affecter une station de travail à chaque utilisateur. Le grand nombre d'appareils connectés à ce réseau (calculateurs, imprimantes, terminaux X) rendant sa fiabilité cruciale, nous devons prochainement nous équiper d'un analyseur de réseau.

Nous conservons le cluster VAX/VMS car il est tout à fait nécessaire à certaines expériences, pour des raisons de compatibilité avec les laboratoires de leur collaboration. Pour tous les autres calculateurs du laboratoire (DEC/ALPHA, Apollo, SUN et HP), nous avons choisi le système UNIX car c'est le standard qui s'impose de plus en plus dans notre discipline, aussi bien pour les calculateurs des expériences que pour ceux des grands centres de calcul (CERN et CCIN2P3 notamment).

WWW (World Wide Web) est un ensemble de logiciels qui permet, au travers du réseau Internet, d'accéder à une base documentaire répartie dans un grand nombre d'instituts de par le monde. Nous installons actuellement cet ensemble de logiciels pour, à la fois, accéder et contribuer à cette base documentaire. Temporairement, et en attendant un équipement plus adéquat au niveau de l'ensemble du Collège de France, notre serveur va accueillir les pages d'information générale sur la maison et celles que souhaiteront les autres chaires pour leur propre compte.

9.2. *Support aux utilisateurs*

Plus de la moitié des informaticiens est affectée directement à une ou plusieurs expériences, où leur rôle est de développer les logiciels spécifiques à ces expériences : programmes de simulation et/ou d'analyse, acquisition et visualisation de données, mise en place et utilisation de bases de données et de programmes de service.

Les autres ont fort à faire pour maintenir les outils généraux, ce qui rend parfois difficile le développement d'applications originales d'usage commun. En outre, quelques informaticiens se sont portés volontaires pour donner, à l'intérieur du laboratoire, quelques cours d'initiation et/ou de perfectionnement à des logiciels largement utilisés dans notre discipline (UNIX, C, X11, réseaux, ...).

Les informaticiens du Laboratoire sont : J. Boucher, R. Eschylle, M.G. Espigat, A. Faye, C. Fritsch, L. Guglielmi, R. Guillaou, C. Lamy, S. Lantz, L. Martin, J. Mas, R. Merzoug, C. Poutot, D. Poutot, L. Ramos, S. Szafran, F. Tembely, M. Touré et J. Valentin.

10. Activités en électronique

Incorporées de façon très étroite aux divers groupes du Laboratoire selon les besoins, de petites équipes apportent leurs contributions à la plupart des activités.

Globalement, hélas, le nombre d'électroniciens diminue. Certains postes font défaut, des solutions palliatives (CES ou self-service) ne comblent que très approximativement les vides, et amènent à des surcoûts. Certaines compétences vont être perdues, en outre, si aucun recrutement n'a lieu à un niveau convenable.

10.1. Réalisations récentes ou en cours

DELPHI - VFT : Etude et réalisation de l'interface avec le détecteur à pixels. Etude du système d'acquisition de données FASTBUS correspondant. Réalisation d'un prototype de carte « répéteur » avec la CAO ALLEGRO.

Ions lourds (WA85) : Etude et réalisation d'un système de lecture et d'acquisition pour la chambre à damiers (lecture « pads » et lecture « fils »). Poursuite du développement de l'électronique de test de ces dernières.

Neutrinos à Chooz : Etude d'un système de digitisation des signaux à 200 MHz (« flash ADC »), et réalisation en circuit imprimé FASTBUS multicouche avec la CAO ALLEGRO.

Astroparticules :

- Maintenance de l'installation existante, sur le site de THEMISTOCLE.
- Etude d'amplificateurs de tension et de courant pour les signaux issus des bolomètres ; réalisation en diverses technologies, dont CMS, avec le système ORCAD.

10.2. Recherche et développement

Pour réaliser une deuxième génération de micro-détecteur de vertex pour DELPHI, ainsi qu'un télescope destiné à étudier les corrélations dans les expériences avec les ions lourds, le Laboratoire a étudié la partie logique d'un détecteur au silicium à *pixels* (points de détection de $85 \times 280 \mu\text{m}^2$, équipés chacun d'une électronique de lecture). Cette activité s'inscrit également dans le cadre d'un programme de recherche et développement pour le LHC approuvé par le DRDC du CERN (RD 19).

Après l'approbation du projet VFT (Very Forward Tracker) de DELPHI en novembre 1993, l'équipe du Laboratoire a réalisé un circuit intégré *full-custom* définitif, adapté à présent à des pixels plus grands, de $330 \mu\text{m} \times 330 \mu\text{m}$, parachevant ainsi le développement des prototypes précédents. Elle a participé

aux tests des circuits, à la recherche avec l'industrie de nouveaux procédés de *bonding* pour relier pixel par pixel le circuit détecteur au circuit logique que nous avons développé, ainsi qu'à la recherche d'architectures nouvelles, adaptées à LHC.

10.3. *Activités d'intérêt général*

Le service de l'électronique assure le fonctionnement au profit de l'ensemble du Laboratoire, en effectuant notamment le support logiciel, pour :

— Les postes d'IAO/CAO : implantation et routage de circuits imprimés (ALLEGRO) ; simulation logique et analogique ; PIC designer, etc. (CADENCE).

— La mise à jour des versions de ces logiciels.

— L'augmentation de 2 unités du parc de stations de travail UNIX.

— Le magasin : stock courant, commandes, maintenance, documentation.

Les électroniciens du Laboratoire sont : M. Abbès, C. Aubret, T. Bellinguier, B. Bounmy, C. Boutonnet, D. Broszkiewicz, R. Bruère-Dawson, P. Courty, J. Da Piédade, G. Desplancques, C. Finetin, A. Guimard, J.-J. Jaeger, D. Monnot, F. Pires, S. Selmane, P. Tardy, J.-P. Turlot, J. Vergne, J.-P. Villain et J. Waisbard.

11. *La mécanique : études et réalisations*

Le service de mécanique apporte son soutien à toutes les activités du Laboratoire, dans la mesure de moyens trop limités, malgré le recrutement d'un jeune IE, et, pour une durée strictement limitée à 1 an, d'un IR. Heureusement, nous avons bénéficié de l'aide supplémentaire apportée par deux techniciens mis à notre disposition par des laboratoires qui, temporairement, n'en avaient pas un besoin urgent. L'un d'entre eux a rejoint son laboratoire au 1/4/94. Nous pallions le reste des besoins par l'aide de 3 CES.

Citons les tâches actuelles, qui gardent pour l'essentiel une même orientation que dans les années passées :

- OMEGA / Ions lourds :

— Etudes, développements et réalisation de chambres à damiers, simples et doubles.

— Essais et mise au point des chambres.

— Etudes, calculs et réalisation d'un support et d'un système de positionnement des 4 chambres dans l'aimant.

— Réalisation de chariots de transport et de bâtis de test.

— Modification et adaptation de l'hodoscope de faisceau, réalisé au Laboratoire en fibres scintillantes.

— Assistance technique en runs.

● Chooz :

— Etudes et suivi technique de l'aménagement du hall dans la galerie souterraine de la centrale désaffectée de Chooz A.

— Etudes techniques et de coût — cahier des charges et calculs de structure de la cuve et de l'infrastructure du détecteur.

— Etudes techniques et de coût pour l'organe de régulation du remplissage en fluides scintillants des deux enceintes du détecteur.

— Recherche, développement et réalisation de prototypes sur le mode de remplissage et la détection.

— Etudes des traitements de surface du détecteur, mesures sur échantillons de la réflexion et de l'absorption des revêtements.

● Astroparticules :

— Réadaptation de 10 nouveaux miroirs à échanger sur les montures d'héliostats existantes à Thémis pour THEMISTOCLE.

— Mise au point et suivi de l'isolement acoustique et vibratoire, adaptations du cryostat du Laboratoire, réalisation des supports de bolomètres.

— Maintenance du cryostat pour les tests d'adaptation électroniques en environnement cryogénique.

— Au L.S. de Modane : Construction des enceintes d'isolement radioactif et antivibratoire, infrastructures, raccordements de fluides, accès et potence de manipulation.

● Instrumentation :

— Etudes et réalisations d'un banc de test et de calibration pour le RICH rapide.

Les mécaniciens du Laboratoire sont : M.-A. Aviron, P. Bonierbale, R. Cachi Mamani, G. Calvayrac, A. Diaczek, B. Didierjean, E. Duverney, P. Guillouet, J.-P. Jobez, F. Lelong, D. Marchand, M. Pairat, J.-P. Rény, C. Robert, P. Salin, F. Vinchon.

12. Services généraux

Sans l'action efficace et discrète des services généraux du Laboratoire, celui-ci serait dans l'incapacité de fonctionner. La direction, (M. Froissart et Ph. Chavanon), se fait un plaisir de citer :

Secrétariat administratif et scientifique : C. Bréon-Hussenot, E. Brochet, J. Brossaud, D. Cerverra, R.H. Le Bihan, G. Masséï, C. Masson, V. Saïnz.

Bibliothèque et Documentation : T. Baroudi, K. Benslama, J. Come-Garry, A. Damais, C. Dupart, D. Levailant, F. Ott, J. Weisz.

Service intérieur : T. Abdoulaye, H. Ahamada, Y. Alger, G. Duval, J. Le Fur, S. Néchal, Y. Ounich, D. Polard, C. Rodaro, B. Tahar.

Imprimerie et photo : G. Arbousse-Bastide, J.C. Couillard, X. Le Tan, M. Soumana.

13. Ouverture du Laboratoire

13.1. Participation à la vie d'organismes extérieurs

M. Abbès :

— est membre du Conseil d'Administration de l'Association des Chercheurs et Enseignants Tunisiens en France (ACETEF, association loi 1901).

A. de Bellefon :

— est membre du bureau de la Division de Physique des Particules de la Société Française de Physique,

— est correspondant de la Division au Laboratoire.

M. Crozon :

— est, depuis septembre 93, Directeur de la Mission de l'Information Scientifique et Technique du CNRS, qui comporte les cellules suivantes :

- diffusion éducative et culturelle,
- communication interne,
- presse et media
- information à usage de recherche.

Il exerce également la tutelle du CNRS sur CNRS-Audiovisuel, CNRS-Images-media, CNRS-périodiques.

Il participe aussi comme rapporteur aux conseils d'administration de l'INIST et de CNRS-Editions. Il anime divers réseaux d'information, de documentation et éditoriaux.

M. Froissart :

— participe en tant que membre élu au Bureau du groupe « Computational Physics » de la Société Européenne de Physique.

M. Sené :

— est vice-présidente de la Commission près l'Etablissement de La Hague,

— a participé à la commission d'enquête sur le site de S^t-Aubin, et à la rédaction du rapport final (j. octobre 1993),

— a participé à la commission d'enquête du site du Bouchet et aux réunions avec la préfecture (j. février 1994),

— participe aux auditions de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Technologiques (C. Birraux) :

- Radioactivité et santé.
- Etablissement des Plans particuliers d'Intervention.
- Stockage des déchets.
- Superphénix (novembre et décembre 1993).

— a participé à des émission de télévision : (Marche du Siècle sur FR3 (30/3/94), interview sur FR3 à propos des déchets radioactifs, sur Suisse Romande à propos de Superphénix), et de radio (France Culture, sur les problèmes techniques des réacteurs).

R. Sené :

— est membre du Comité Scientifique de l'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (IPSN),

— est membre du Conseil Supérieur de Sûreté et d'Information Nucléaire,

— a eu une mission de contre-expertise sur la sûreté, pour la Commission de Surveillance de la centrale de Fessenheim, à la demande du Conseil Général du Haut-Rhin,

— est intervenu dans des émissions de télévision (Soir 3).

13.2. *Organisation de manifestations scientifiques*

Le groupe d'instrumentation a pris une part active à l'organisation du 1^{er} atelier sur les détecteurs RIC — Bari (Italie), 2-5/6/93. T.J. Ypsilantis était président du Colloque qui a réuni 80 physiciens, et dont les comptes rendus remplissent les 326 pages du numéro A343 de NIM.

A. de Bellefon a organisé une journée de débats consacrés à la Consultation Nationale sur la Recherche. (Compte rendu dans le journal de la SFP de juillet 1994).

Y. Giraud-Héraud a fait partie du Comité d'Organisation des rencontres de Moriond, 22-29/1/94.

J.-J. Jaeger : Co-organisation du séminaire de l'IN2P3 sur l'IAO-CAO pour l'électronique, 1/2/94.

Le groupe de Théorie a inspiré et organisé (J. Parisi organisateur principal, et C. Carimalo) les « Journées d'Etudes sur les Interactions Photon-Photon, de DAΦNE à LEP-200 et au-delà », qui se sont tenues au M.E.S.R. — Paris, 2-4/2/94.

D. Levailant a participé :

- à l'organisation des journées « Science en Fête » au Collège de France les 4-5/6/93 et le 28/5/94,
- à l'organisation de la cérémonie du 10^e anniversaire du LSM le 4/3/94,
- à l'organisation de la visite du Laboratoire (association Math en jeans), le 10/3/94.

C. Ghesquière fait partie du Comité d'organisation de l'Ecole de Gif (IN2P3).

Y. Giraud-Héraud a fait partie du Comité d'Organisation de la Conférence Neutrinos 94 — Eilat (Israël), 30/5-4/6/94.

A. de Bellefon prépare l'animation de la session « Physique hors accélérateurs » de la Journée Jeunes Chercheurs 94 qui se tiendra à Marseille en décembre.

13.3. Enseignements à l'extérieur du Laboratoire

M. Abbès : Enseignement d'électronique (100 h) — Ecole Supérieure d'Informatique et Génie des Télécommunications (ESIGETEL).

C. Bréon : Animation de stages « Connaître le CNRS pour agir » et préparation aux concours dans diverses délégations régionales (90 h) — Direction des Ressources Humaines du CNRS.

— Participation en qualité de Conseiller-Relais de la DRH du CNRS aux opérations d'extension des entretiens annuels d'activité.

A. Djannati-Ataï : Travaux pratiques de Physique Nucléaire — Maîtrise de Physique, Université de Paris 7.

J.-J. Jaeger : Cours : Introduction aux ASIC (1 h 30) ; simulation en électronique analogique (3 h) ; Conception de 2 circuits intégrés analogiques (1 h). — Ecole d'électronique « détecteurs » de l'IN2P3 — Cargèse, mai 93.

A. Jejcic, J. Maillard : Simulations sur calculateurs parallèles T_Node, Cours en DEA, Analyse et Modélisation — Université Paris, 6, 11/1/94.

A. Jejcic, J. Maillard, J. Silva : Calcul parallèle pour la simulation en physique des particules (4 h) — LAL, Université de Paris-Sud.

P. Lutz : Cours de statistique expérimentale (30 h) — 3^e année, Ecole Supérieure d'Electricité.

M. Sené :

— « Les Déchets Nucléaires » (5 h) — DESS de Pollution Chimique et Environnement, (P^f Ramade) — Université de Paris Sud, mars 94.

— Animation d'un séminaire de 3 h au CRDP d'Amiens pour des élèves de Terminale — 5/4/94.

13.4. Séminaires ou présentations donnés à l'extérieur

P. Kessler et J. Parisi : Universités de Tel-Aviv (Israël) et Bir-Zeit — Cisjordanie, 1-13/9/93.

A. Jęjcic : *Simulation de sources de positrons sur calculateurs parallèles*, séminaires au KFTI de Kharkov et BINP de Novosibirsk — 9/93.

Y. Giraud-Héraud : a présenté le projet EDELWEISS aux journées de l'IN2P3 à Giens en sept. 93.

C. Ghesquière : *The Crab as a source of High-Energy γ rays* — Karlsruhe (Allemagne), 24/11/93.

3 contributions aux « Journées d'Etudes sur les Interactions Photon-Photon, de DAΦNE à LEP-200 et au-delà » — Paris, 2/2/94 :

- P. Kessler et S. Ong : *Checking perturbative QCD in pseudoscalar-meson production with off-shell photons.*

- L. Houra-Yaou, A. Ichola, P. Kessler et J. Parisi : *Production of mesons with any orbital angular momentum in exclusive hard processes* (LPC 94-25) et

- P. Kessler : *Conclusions.*

A. de Bellefon a présenté la situation de l'expérience EDELWEISS au Workshop on « Strategies for the detection of Dark Matter Particles » — Berkeley (USA), 20-24/2/94.

J. Maillard : *Problèmes, réflexions et propositions pour l'utilisation d'accélérateurs en matière de production d'énergie et d'incinération des déchets nucléaires.* Séminaire commun IPN, LPTHE, LAL — Orsay, 22/2/94.

P. Kessler : *L'Histoire de la Physique des Particules Élémentaires*, Universités de Erbil, Souleymanié, Dohok (Kurdistan irakien), 17/4-1/5/94.

P. Kessler : *Photon Fluxes and the Equivalent-Photon Approximation*, Workshop on Two-Photon Physics at LEP and HERA — Lund (Suède), 26-28/5/94.

13.5. Participation à des manifestations scientifiques

M. Crozon : XI Int. Colloquium « The status of Existence of "Hidden" Physical Entities » — Biel (Suisse) 11-12/6/93.

P. Lutz, C. Tao : Conf. Int. « Neutral Currents : 20 years after » — Paris, 6-9/7/93.

G. Bordes : 5th Int. Symposium on Heavy Flavour Physics — Montreal (Canada), 6-10/7/93

C. Ghesquière : Workshop « Towards a major atmospheric Čerenkov Detector » — Calgary (Canada), 17-18/7/1993.

C. Ghesquière : « 23rd International Cosmic Ray Conf. » — Calgary (Canada), 19-30/7/93.

M. Benayoun, J. Dolbeau, P. Espigat, P. Leruste, S. Ong, M. Sené : International Europhysics Conf. on HEP — Marseille, 22-28/7/93.

T. Ypsilantis : Workshop on current problems in particle theory — Budapest (Hongrie), 29/7-2/8/93.

J. Maillard : 2nd Gauss symposium — Munich (Allemagne), 1-4/8/93.

A. de Bellefon, J.-M. Brunet : XVI Int. Symposium on lepton-photon interactions — Ithaca (USA), 10-15/8/93.

P. Frenkiel : Conf. INET'93 — San-Francisco (USA), 17-20/8/93.

M. Laloum : Invité à la conf. Heavy Flavours — Pavia (Italie), 3-7/9/93.

M. Crozon : Int. Conf. on « Technological Change » — Oxford (GB), 8-11/9/93.

Y. Giraud-Héraud : 3rd Int. Workshop on Theory and Phenomenology in Astroparticle and Underground Physics, TAUP 93 — Gran-Sasso (Italie), 19-23/9/93.

A. Jejcic : Collaboration scientifique PICS/KFTI — Novosibirsk, Moscou, Kharkov (CEI), 10-26/9/93.

A. Djannati-Ataï : Ecole de Physique des Hautes Energies du CERN — Zakopane (Pologne), 12-25/9/93.

J. Dolbeau, P. Lutz, G. Tristram : Réunion de Collab. DELPHI — Amsterdam (Pays-Bas), 19-24/9/93.

C. Ghesquière, L. Martin : 3rd workshop on software engineering, artificial intelligence and expert systems for high-energy and nuclear physics — Oberammergau (Allemagne), 4-8/10/93.

14 membres du Laboratoire ont participé aux Journées de l'IN2P3 — Giens, 5-8/10/93.

M. Froissart : HEP Computational Physics Group — Lugano (Italie), 8-9/10/93.

P. Guillouet : 7^{es} Journées Francophones d'Etudes sur l'Adhérence et l'Adhésion, IADH'93 — Obernai, 12-15/10/93.

J.-J. Jaeger : IEEE 93, Nuclear Science symposium and Medical imaging conf. — San-Francisco (USA), 30/10-7/11/93.

M. Obolensky : Visite de l'exp. « Integral » — Moscou, Krasnoïarsk (CEI), 29/11-8/12/93.

G. Bordes : Rencontres de Physique des Particules, CRN, Strasbourg, 7-10/12/93.

A. de Bellefon, A. Djannati-Ataï : Journées Jeunes Chercheurs en Physique des Particules et Théorie des Champs — Super-Besse, 10-13/1/94.

A. Sokolsky : Stage de radioprotection « IIA Sources scellées » — Villeurbanne, 17-21/1/94 et 7-10/2/94.

G. Bordes, M. Sené : XXIX^{es} Rencontres de Moriond, « QCD and High-Energy hadronic interactions », Méribel, 19-26/3/94.

J.-J. Jaeger : Forum on Boundary Scan for digital and mixed-signal boards, Genève (Suisse), 20-21/1/94.

Y. Giraud-Héraud, M.-C. Perillo Isaac : XXIX^{es} Rencontres de Moriond, « Particle astrophysics, ... » — Villars s/Ollon, 22-29/1/94.

J.-M. Brunet : « Two-photon physics from DAΦNE to LEP200 and beyond » — Paris, 24/2/94.

A. de Bellefon : Int. Conf. on « Critique of the sources of Dark Matter in the Universe » — Santa Monica (USA), 16-18/2/94.

M. Froissart, D. Levaillant : 10^e anniversaire de la création du LSM — Modane, 4/3/94.

J.-P. Jobez : Journées des Utilisateurs EUCLID, Paris, 7-8/4/94.

S. Ong : Second Eurodaphne Collaboration Meeting — Frascati (Italie), 19-22/4/94.

L. Guglielmi, J. Silva : Conf. on Computing in HEP, CHEP'94 — San Francisco (USA), 21-27/4/94, et réunion HEPiX — Berkeley (USA), 28-29/4/94.

T. Ypsilantis : 2nd Int. Workshop on B physics at hadron machines, Beauty'94 — Mont-Saint-Michel, 25-29/4/94.

Le groupe de recherche de matière noire dans son ensemble : Rencontres « Astroparticules » (LPNHE - X), puis :

A. de Bellefon, A. Djannati-Ataï ; P. Espigat, C. Ghesquière, Y. Giraud-Héraud : Journées Astrophysique et particules — Toulouse, 10-11/5/94.

J. Séguinot, M. Sené, R. Sené, T. Ypsilantis : 6th Pisa Meeting on Advanced Detectors — La Biodola, (Ile d'Elbe, Italie), 22-28/5/94.

H. De Kerret, Y. Giraud-Héraud, M. Obolensky, S. Soukhotine : XVI Int. Conf. on Neutrino Physics and Astrophysics — Eilat (Israël), 29/5-3/6/94.

13.6. *Accueil de chercheurs*

13.6.1. *Stagiaires*

- G. Arnoux : Calcul parallèle, 14-25/6/93 et 30/8-8/10/93.
- T. Binguier : Astroparticules, 5/4-31/7/93.
- P. Bevillon : Bugey, 10/5-18/6/93.
- F. Blondeau : Astroparticules, 21/6-21/7/93.
- F. Costa : Delphi, 1/5-30/6/94.
- G. Dandrieux : Calcul parallèle, 14-25/6/93 et 30/8-8/10/93.
- F. Fleuret : Astroparticules, 1/3-30/6/93.
- N. Gillonnier : Mécanique, 21/2-18/3/94.
- D. Henzel : Oméga, 28/3-21/6/94.
- K.-M. Kaplan : Astroparticules, 15/12/93-15/6/94.
- T.-D. Le Tat : Astroparticules, 19/4-25/6/93.
- E. Lecherf : Astroparticules, 18/4-24/6/94.
- N. Mabrouki : Astroparticules, 2/5-31/8/94.
- C. Manouvrier : Astroparticules, 19/4-25/6/93.
- D. Mateu : Chooz, 19/4-25/6/93.
- M. Moutia : Oméga, 5/7-18/9/93.
- F. Murgia : Théorie, 4/6-13/7/93.
- O. Panella : Théorie, 30/3-31/7/94.
- O. Riera : Astroparticules, 5/4-30/9/94.
- J. Soudée : Astroparticules, 15/12/93-15/6/94.
- S. Tourki : DELPHI, 28/4-25/6/94.

13.6.2. *Thésards*

- A. Djannati-Ataï : THEMISTOCLE-CAT.
- E.H. Kada : « Applications du modèle du diquark aux désintégrations baryoniques du J/Φ » sous la direction de J. Parisi, soutenue à l'Université d'Oujda (Maroc), 7/2/94.
- G. Maurel : Calcul Parallèle.
- F. Wolff-Bacha : Calcul Parallèle.

13.6.3. *Savants visiteurs*

- A. Etenko : Chooz, 22/6-10/11/93.
- S. Fomin : Calcul Parallèle, 11/5-15/7/94.
- A. Kulakov : Calcul parallèle, 16/5-30/7/94.
- I. Matchouline : Chooz, 2/5-3/6/94.
- S. Nikolaev : Chooz, 7/6-31/8/94.
- M.-C. Perillo-Isaac : Astroparticules, 15/7/93-30/9/94.
- S. Riley : Bugey, 27/8/93-31/7/94.
- N. Shulga : Chooz, 21-29/3/94.
- M. Skorokhvatov : Chooz, 2/11/93-20/2/94.
- S. Sukhotine : Chooz, 6/8/93-1995.
- V. Vyrodov : Chooz, 7/2-31/7/93.

13.7. *L'effort de formation au Laboratoire*

13.7.1. *Les efforts généraux de formation*

L'objectif du Laboratoire étant de fournir de la bonne physique, appuyée sur des créneaux techniques porteurs, sans pour autant avoir recours à des recrutements dépassant le strict minimum, il lui est plus nécessaire que jamais de recourir à la formation professionnelle et à la reconversion de ses agents.

Il a déjà un actif tout à fait honorable dans ce domaine, étant, par exemple, sur Paris, une des formations associées au CNRS qui a le plus la pratique de la formation, pour progression professionnelle, pour reconversion ou pour relocalisation dans d'autres laboratoires par voie de concours.

La formation s'intègre naturellement dans la programmation scientifique du Laboratoire. La grande mutation qui concerne tous les ITA, quelle que soit leur spécialité, est évidemment le recours croissant à l'informatique, à tous les niveaux. On distinguera cependant la formation des utilisateurs de l'informatique et celle des informaticiens eux-mêmes, qui représentent des niveaux et des objectifs bien différents.

13.7.2. *Reconversions*

Il s'agit de formations assez lourdes, de plus de 100 heures, qui débouchent sur un diplôme : cette année, préparation à l'entrée à l'ENSEA et un examen d'entrée à l'Université pour 2 électroniciens très motivés.

13.7.3. *Ecoles thématiques de l'IN2P3 et du CNRS*

Elles ont concerné 7 personnes, qui ont participé à 5 écoles d'une dizaine de jours sur : les détecteurs de particules, l'électronique, l'informatique, la dynamique des faisceaux et les techniques du vide.

13.7.4. *Cours d'anglais*

Des stages extensifs à plusieurs niveaux ont été suivis par 7 chercheurs et ITA pour une durée totale de 325 heures.

13.7.5. *Formations individuelles*

Soutenant l'effort du CNRS et de l'IN2P3, le Collège de France adopte à son tour une politique volontariste de formation pour ses personnels. Pour l'ensemble du Laboratoire et de ses personnels, les formations se répartissent ainsi :

Informatique : En première ligne avec une dizaine de stages de 20 à 40 heures à tous niveaux, depuis l'initiation à un logiciel directement utilisable, jusqu'aux séminaires sur les systèmes experts ou les réseaux.

Electronique : Un effort important a été réalisé ces dernières années dans ce domaine en pleine évolution. Plus récemment le développement d'un micro-détecteur à pixels et la conception de circuits intégrés, utilisant largement la CAO (CADENCE), ont mobilisé ingénieurs et techniciens.

Mécanique : Les membres du service sont formés aux techniques nouvelles : CAO légère sur micro-informatique et lourde (EUCLID) sur VAXstations, ultra-purification, enceintes propres, technique des détecteurs, etc.

Administration : Pour suivre l'évolution des techniques de bureautique, des formations sont en cours sur les logiciels de gestion et les techniques financières.

Divers : Le Laboratoire encourage également des stages sans finalité professionnelle directe comme ceux destinés à la préparation aux concours, ou ceux destinés à une formation d'ouverture comme : « Les contrats Européens », ou « L'expression et la communication ».

Il est intéressant de souligner que presque tous les services sont concernés et que, en 1993, 52 agents dont 5 chercheurs ont suivi à l'extérieur 237 jours de stage ou école, pour un total de plus de 2 000 heures.

13.7.6. *La formation spécifique des informaticiens*

Il est très difficile pour les informaticiens de se maintenir à flot dans un domaine en évolution constante. On distinguera dans les formations celles qui sont directement utilisables : formation à tel système, à tel langage, et celles qui sont destinées à préparer l'avenir, en ouvrant l'esprit à de nouvelles problématiques, à de nouveaux types d'outils (génie logiciel, systèmes experts, par exemple).

A échéance de quelques années, la disparition des gros calculateurs universels de type IBM au profit de systèmes plus spécialisés, fermes de calcula-

teurs, ou de stations, utilisant le système UNIX, ainsi que la place grandissante prise par les réseaux, nécessitent un très important effort de remise à niveau des connaissances dans ces deux domaines, aussi bien pour les informaticiens que pour les utilisateurs.

Comme les informaticiens sont naturellement amenés à faire sans cesse de la formation, par des cours organisés, ou sur le tas, il leur est nécessaire de bénéficier de formations de fond par des professionnels bien expérimentés, ainsi que de suivre régulièrement l'évolution rapide de leur discipline en participant à des séminaires ou colloques, tels que *Computing in HEP*.

13.8. Valorisation de la Recherche

En marge des développements consacrés aux expériences, un certain nombre de recherches trouvent une application pour d'autres buts que les nôtres, et nous sommes heureux de citer le succès de ces efforts au-delà de nos besoins immédiats, car il témoigne de leur qualité. Citons notamment :

— Le dispositif d'analyse de signaux, à haute fréquence d'échantillonnage (200 MHz), qui a été mis au point par le groupe de Chooz, et dont la commercialisation est envisagée actuellement, en raison de ses qualités de fiabilité et de robustesse qui permettent d'envisager une production en série (voir section 5.2).

— La participation à des entreprises européennes destinées à développer le calcul intensif, notamment parallèle, notamment au programme ESPRIT SUPERNODE (cf. section 7), et au programme GPMIMD (cf. section 7.4).

— L'utilisation des calculateurs parallèles, qui permet au groupe engagé dans cette voie d'entreprendre des programmes de calcul intensif. Ils ont eu ainsi pour la simulation des procédés d'incinération d'actinides mineurs un contrat avec EDF, qui a notamment fourni une bourse de doctorat pour soutenir un thésard dans ce genre de recherche (cf. section 7.2).

— La contribution de notre groupe d'instrumentation (cf. section 8.1) à la conception de détecteurs Čerenkov à images rapides (« Fast RICH »), tant pour le collisionneur KEK au Japon que pour les usines à B CLEO et BABAR aux Etats-Unis.

14. Liste des publications

14.1. DELPHI

LPC 93-08 : Measurement of Λ_b production and lifetime in Z^0 hadronic decays. Collab. DELPHI ¹, Phys. Lett. B 311 (1993), 379-390.

1. Ont signé dans la collaboration DELPHI au Laboratoire : C. Aubret, P. Beillière, J.-M. Brunet, M. Crozon, C. Defoix, P. Delpierre, J. Dolbeau, P. Frenkiel, L. Guglielmi, P.-F. Honoré, P. Lutz, J. Maillard, D. Poutot, G. Tristram, P. Vergezac †, R. Zukanovich-Funchal.

LPC 93-09 : Measurement of the triple-gluon vertex from 4 jet events at LEP. Collab. DELPHI, CERN-PPE/93-29. Soumis à Zeit. f. Phys. C.

LPC 93-10 : Determination of α_s using the next-to-leading-log approximation of QCD. Collab. DELPHI, Zeit. f. Phys. C 59 (1993), 21-33.

LPC 93-11 : Determination of α_s for b quarks at the Z^0 resonance. Collab. DELPHI, Phys. Lett. B 307 (1993), 221-236.

LPC 93-14 : Measurement of the mass of the Z boson and the energy calibration of LEP. Collab. DELPHI, CERN-PPE/93-53, CERN-SL/93-17. Soumis à Phys. Lett. B.

LPC 93-22 : A Measurement of the mean Lifetimes of Charged and Neutral B Hadrons. Collab. DELPHI, Phys. Lett. B 312 (1993), 253-266.

LPC 93-23 : Search for Z^0 decays to two leptons and a charged particle-antiparticle pair. Collab. DELPHI, N.P. B403 (1993), 3-24.

LPC 93-24 : A measurement of D meson production in Z^0 hadronic decays. Collab. DELPHI, Zeit. f. Phys. C 59 (1993), 533-545.

LPC 93-30 : SUSY with DELPHI Collab. DELPHI, DELPHI 93-56 PHYS 284, Contribution à la Conf. SUSY 93, Boston, 29/3-1/4/93.

LPC 93-33 : Determination of α_s from the scaling violation in the fragmentation functions in e^+e^- annihilation. Collab. DELPHI, Phys. Lett. B 311 (1993), 408-424.

LPC 93-39 : Limits on the production of scalar leptoquarks from Z^0 decays at LEP. Collab. DELPHI, Phys. Lett. B 316 (1993), 620-630.

LPC 93-41 : Production of Λ , and $\Lambda-\bar{\Lambda}$ correlations in the hadronic decays of the Z^0 . Collab. DELPHI, Phys. Lett. B 318 (1993), 249-262.

LPC 93-42 : Production rate and decay lifetime measurements of B_s^0 mesons at LEP using D_s and ϕ mesons. Collab. DELPHI, CERN-PPE/93-176. Soumis à Zeit. f. Phys. C.

LPC 93-47 : Measurement of the $B^0-\bar{B}^0$ mixing using the average electric charge of hadron jets in Z^0 decays. Collab. DELPHI, CERN-PPE/93-220. A soumettre à Phys. Lett. B.

LPC 94-01 : Invariant mass dependence of particle correlations in hadronic final states from the decay of the Z^0 . Collab. DELPHI, CERN-PPE/94-02. A soumettre à Zeit. f. Phys. C.

LPC 94-02 : Interference of neutral kaons in the hadronic decays of the Z^0 . Collab. DELPHI, Phys. Lett. B 323 (1994) 242-252.

LPC 94-03 : Measurement of the lineshape of the Z^0 and determination of electroweak parameters from its hadronic and leptonic decays. Collab. DELPHI, CERN-PPE/94-08. A soumettre à N.P.B.

LPC 94-06 : A measurement of the B_s^0 meson mass. Collab. DELPHI, Phys. Lett. B 324 (1994) 500-508.

LPC 94-07 : Improved measurements of cross sections and asymmetries at the Z^0 resonance. Collab. DELPHI, CERN-PPE/94-31. A soumettre à N.P.B.

LPC 94-08 : Measurement of the $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma(\gamma)$ cross section at LEP. Collab. DELPHI, CERN-PPE/94-36. Soumis à Phys. Lett. B.

LPC 94-09 : Study of hard scattering processes in multihadron production from $\gamma\gamma$ collisions at LEP. Collab. DELPHI, CERN-PPE/94-04. A soumettre à Zeit. f. Phys. C.

LPC 94-10 : Performance of the barrel Ring Imaging Cherenkov counter of DELPHI. Collab. DELPHI, DELPHI 94-18 RICH 61. Soumis à IEEE-Ns 1993.

LPC 94-12 : Large scale pixel detectors for DELPHI at LEP 200 and ATLAS at LHC. P. Delpierre et al. (C. Boutonnet, J.-J. Jaeger, J. Waisbard) N.I.M. A 342 (1994), 233-239.

LPC 94-13 : Search for the standard model Higgs boson in Z^0 decays. Collab. DELPHI, CERN-PPE/94-46/Rev.

LPC 94-16 : The Ring Imaging Cherenkov detector of DELPHI. Collab. DELPHI, N.I.M. A343 (1994) 68-73.

14.2. Ions lourds

LPC 93-35 : Observation of $\Lambda-\bar{\Lambda}$ in sulphur-tungsten interactions at 200 GeV/c per nucleon. Collab. WA 85, (M. Benayoun, J. Kahane, Ph. Leruste, J.-L. Narjoux, M. Sené, R. Sené, A. Volte) CERN-PPE/93-160.

LPC 93-37 : Impact reconstruction in pad chambers. I. Simulation studies (M. Benayoun, Ph. Leruste, J.-L. Narjoux, M. Sené, R. Sené, A. Volte), à paraître dans N.I.M.

LPC 93-38 : Shape distortions of meson resonances produced in hadron interactions at $p_T \geq 2$ GeV/c. Collab. WA 77 (M. Benayoun, J. Kahane, Ph. Leruste, A. Malamant, J.-L. Narjoux, M. Sené, R. Sené, A. Volte). CERN/PPE-93-187.

LPC 93-40/Conf. : Anomaly physics at a τ factory. M. Benayoun, Ph. Leruste, J.-L. Narjoux, prés. au Third International Workshop on a τ -charm factory — Marbella, (Espagne), 1-6/6/93.

LPC 93-43 : Impact reconstruction in pad chambers. II. Tests with pad chamber data. M. Benayoun, M. Crasson, A. Diaczek, Ph. Leruste, M. Pairat, M. Sené, R. Sené, S. Szafran, A. Volte, N.I.M. A 345 (1994) 72-89.

LPC 94-14 : Study of ϕ and $f_2(1270)$ meson polarization at $p_T \geq 2$ GeV/c in $\pi - \text{Be}$ interactions at the CERN SPS. Collab. WA 77 (M. Benayoun, J. Kahane, Ph. Leruste, J.-L. Narjoux, M. Sené, R. Sené, A. Volte).

14.3. Astroparticules

LPC 93-19 : Towards a bolometric dark matter detection experiment : Underground radioactive background measurements in the 3 keV-5 MeV energy range with a massive bolometer at 55 mK. N. Coron, *et al.* (A. de Bellefon, Y. Giraud-Héraud, P. Goret). *Astron. Astrophys.* 278 (1993) L 31-L 34.

LPC 93-21/RI : Interaction de WIMPs dans un cristal : diagrammes d'exclusion, calibration d'un détecteur. F. Fleuret, rapport de stage sous la direction de Y. Giraud-Héraud.

LPC 93/Sémin. 1 : Detection of multi-TeV γ rays from the Crab source. Collab. THEMISTOCLE, prés. par P. Espigat à « 4^{es} Rencontres de Blois : Particle astrophysics », Château de Blois, 15-20/6/93.

LPC 93-T 2 : Développements de bolomètres pour la recherche de matière noire. P. Goret, Thèse soutenue le 25/6/93.

LPC 93-31/Conf. : Properties of NTD # 23 Ge sensors and RuO₂ films as thermal sensors for bolometers. J. Soudée, *et al.* (Y. Giraud-Héraud). Soumis à Fifth International Workshop on Low Temperature Detectors, 29/7-3/8/93, U.C. Berkeley, USA.

LPC 93-32/Conf. : Status report on THEMISTOCLE Experiment. Collab. THEMISTOCLE (A. Djannati-Ataï, P. Espigat, C. Ghesquière), prés. au Workshop « Towards a major atmospheric Čerenkov detector for TeV astroparticle physics », Calgary (Canada), 17-18/7/93.

LPC-93/Conf. 5 : Energy measurement in the THEMISTOCLE experiment. THEMISTOCLE, prés. par C. Ghesquière, 23rd Int. Cosmic Ray Conf., Calgary (Canada), 19-30/7/93.

LPC-93/Conf. 6 : Energy spectrum of the Crab nebula in the multi-TeV region. (*ibid.*).

LPC 93-34 : Gamma ray spectrum of the Crab nebula in the multi-TeV region. Collab. THEMISTOCLE (A. Djannati-Ataï, P. Espigat, C. Ghesquière). *Astroparticle Physics* 1 (1993) 341-355.

LPC 93-50/RI : Čerenkov Array at Themis (CAT) — Rapport de projet. LPC (Collège de France) — LPNHE (Paris 6 & 7) — LPNHE (X) — LPT (Bordeaux) — SAP/DAPNIA (Saclay) — CERN — University College (Dublin) — CNP — INFN (Turin), 1/7/93.

LPC 93-48 S : Détection de la matière sombre. F. Blondeau, rapport de stage effectué dans le cadre du programme JANUS de l'IN2P3 sous la direction de A. de Bellefon.

LPC 93-49/Conf. : Underground measurements at the Fréjus tunnel in the 3 keV-5 MeV energy range with a massive bolometer. N. Coron, *et al.* (A. de Bellefon, Y. Giraud-Héraud, P. Goret). *Comptes rendus de TAUP* 93.

LPC 94-Conf. 5 : Mesure du spectre d'émission du Crabe en rayons γ au-delà du TeV, par la technique Čerenkov atmosphérique. A. Djannati-Ataï ; Comptes rendus des Journées Jeunes Chercheurs, Super-Besse, 10-13/1/94.

LPC 94-04 : Dark matter search with CaF_2 crystals. Collab. BPRS, (Y. Giraud-Héraud, C. Tao). LNGS-94/88 — DAPNIA/SPP-94-02.

LPC 94-Sémin. 1 : Détection de matière noire. A. de Bellefon, Journées de Meudon, 9/2/94.

LPC 94-26/RI : Détection de naines brunes dans les halos de galaxies par effet de microlentille gravitationnelle sur les étoiles de M31. Y. Giraud-Héraud, *et al.* (C. Ghesquière). Projet déposé à l'INSU, février 1994.

LPC 94-05/RI : ULTIMATECH : Détection des faibles flux lumineux par réseaux de jonctions supraconductrices. Application aux bolomètres fluorescents. I. Berkes *et al.* (A. de Bellefon, D. Broszkiewicz, Y. Giraud-Héraud).

LPC 94-11 : GALLEX results from the first 30 solar neutrino runs. Collab. GALLEX, (C. Tao). LNGS-94/89.

LPC 94-Conf. 2 : New limits on axial coupled WIMPs with scintillators. Collab. BPRS, (Y. Giraud-Héraud, C. Tao). LNGS-94/94, à paraître dans les comptes rendus de Moriond Workshop 94.

14.4. *Etude des neutrinos de basse énergie auprès de réacteurs nucléaires*

LPC 93/Sémin. 2 : Transparents des présentations au Chooz Collaboration meeting. H. De Kerret, B. Lefèvre, P. Courty, D. Marchand. Charleville-Mézières, 7-9/9/93.

LPC 94-15 : Measurement of EMI and Hamamatsu photomultiplier characteristics for the Chooz experiment. P. Salin, S. Sukhotin.

LPC 94-18 : Measurement of the new Hamamatsu photomultiplier characteristics and the scintillator's decay time. P. Salin, S. Sukhotin.

LPC 94-19 : Evaluation de la réflexion des peintures destinées à être immergées dans les scintillateurs liquides organiques. P. Guillouet.

LPC 94-22 : Search for Neutrino Oscillations at 15, 40 and 95 meters from a nuclear power reactor at Bugey. Collab. Bugey, J.-P. Cussonneau, Y. Dufour, H. de Kerret, B. Lefèvre, M. Obolensky, J.-P. Wuthrick †.

14.5. *Travaux de Théorie*

LPC 93-15 : Pseudoscalar meson production in $\gamma\gamma$ collisions. P. Kessler, S. Ong, Phys. Rev. D 48 (1993), R2974.

LPC 93-46 : How far studying $B_0\bar{B}_0$ couplings with quite limited samples ? M. Laloum, NC 106A (1993), 1159.

LPC 94-17 : QCD corrections to single top production at the Fermilab Tevatron. G. Bordes, *et al.*, prés. aux XXIX^{es} Rencontres de Moriond « QCD and high-energy hadronic interactions », Méribel, 19-26/3/94.

LPC 94-25 : L. Houra-Yaou, A. Ichola, P. Kessler et J. Parisi : Production of mesons with any orbital angular momentum in exclusive hard processes. Contribution aux « Journées d'Etudes sur les Interactions Photon-Photon, de DAΦNE à LEP-200 et au-delà » — Paris, 2-4/2/94.

14.6. *Calcul parallèle*

LPC 92-69 RI : Simulation informatique de transmutation de déchets nucléaires à vie longue. F. Wolff-Bacha, rapport de stage sous la direction de J. Maillard (février-juin 1992).

LPC 93-26 S : Mise au point d'un serveur de particules sur un ordinateur parallèle. Thuc-Diem Le Tat, rapport de stage de DUT sous la direction de J. Silva.

LPC 93-Conf. 7 : Experimental results concerning a tungsten crystal radiator dedicated to positron production. X. Artru *et al.* A. Jecic, J. Maillard, J. Silva, Prés. Symposium Int. sur l'Electrodynamique dans des milieux périodiques — Tomsk (Russie), 6-10/9/92.

LPC 93-49 S : Transmutation des déchets nucléaires à vie longue par accélérateur, étude par simulation informatique. F. Wolff-Bacha, mémoire de stage de DEA sous la direction de J. Maillard (confidentiel).

LPC 94-23 : Specification for an International Code and Model Intercomparison for Intermediate Energy Reactions. J. Maillard, F. Wolff-Bacha, Int. code comparison for Intermediate Energy Nuclear Data, NEA OECD, Paris, (1994).

LPC 94-Conf. 3 : Remarks about the Reactor System driven by an Accelerator for Nuclear Waste Transmutation. B. Lefièvre, J. Maillard, J. Silva, F. Wolff-Bacha, 8^{es} Journées Saturne — Saclay, 5-6/5/94.

LPC 94-Conf. 4 : Analysis of benchmarks results. B. Lefièvre, J. Maillard, J. Silva, F. Wolff-Bacha, Specialist meeting on Intermediate Energy Nuclear Data, NSC-NEA OECD — Issy-les-Moulineaux, 30/5-1/6/94.

14.7. *Instrumentation*

LPC 93-Sémin. 3 : Status of the european fast RICH prototype. (Transparents). Collab. CERN-LAA/Collège de France/CRN Strasbourg/Karlsruhe Univ./PSI Villigen/Rutherford Lab./KEK Tsukuba/Syracuse Univ., prés. par T. Ypsilantis, à « Perspectives du projet : Usine à mésons B du SLAC », LPNHE — Paris 6 & 7, 1/2/93.

LPC 93-44 : A historical survey of Ring Imaging CHerenkov counters. J. Séguinot, T. Ypsilantis. N.I.M. A 343, (1994) 1-29.

LPC 93-45 —Theory of Ring Imaging CHerenkov counters. T. Ypsilantis, J. Séguinot. N.I.M. A 343 (1994) 30-51.

14.8. *Electronique*

LPC 93-25 S : Système de mesure automatique de courbes $I = f(V)$ pour l'exploitation de bolomètres utilisant des senseurs résistifs. Cl. Manouvrier, rapport de stage sous la direction de R. Bruère-Dawson.

LPC 93-27 S : Etude d'un convertisseur analogique-numérique flash. D. Mateu, rapport de stage de DUT sous la direction de P. Courty.

LPC 93-28 S : Analyse spectrale des vibrations sur un cryostat. Th. Bélinguier, rapport de stage de DEA d'électronique sous la direction de R. Bruère-Dawson.

LPC 93-36 S : Etude d'un amplificateur : application à la détection en physique des particules. M. Moutia, rapport de stage sous la direction de S. Selmane.

14.9. *Divers*

LPC 93-20 RI : Letter of intent for a large ion collider experiment at the CERN LHC. Collab. ALICE (M. Benayoun, Ph. Leruste, J.-L. Narjoux, K. Šafařík).

LPC 92-65 : Study of the centrally produced $\omega\rho^0$ and $\omega\omega$ systems in pp interactions at 300 GeV/c. Collab. WA76, (M. Benayoun, J. Kahane, P. Leruste, A. Malamant, J.-L. Narjoux, M. Sené, R. Sené). CERN-PPE/92-219, soumis à Zeit. f. Phys. C.

LPC 93-29 : Corrosion par le plomb sur les vitraux de la cathédrale d'Aumale. M. Spitzer-Aronson.

LPC 94-Conf. 6 : Rare lead corrosion on cathedral window glasses : physics and archive in investigation. M. Spitzer-Aronson, prés. au XXVIIIth International Symposium on Archeometry — Los Angeles, (USA), 23-27/3/92.

15. *Séminaires du Laboratoire*

Bernard FROIS (DAPNIA, Saclay) et Bernard PIRE (CPT, X) : Projet européen « ELFE » d'accélérateur à électrons de 15 GeV, 29 septembre 1993.

Marc MONIEZ (LAL, Orsay) : Premières observations d'effets de lentille gravitationnelle dues à des naines brunes dans l'expérience EROS (Expérience de Recherche d'Objets Sombres) ?, 13 octobre 1993.

Viktor NOVIKOV (ITEP/CERN) : Do present LEP data provide evidence for electroweak corrections ?, 27 octobre 1993.

Jose BUSTO (Institut de physique de Neuchâtel) : Expérience MUNU pour mesurer le moment magnétique du neutrino : le problème du bruit de fond, 3 novembre 1993.

Bernard ANDRIEU (LPNHE, X) : Résultats de l'expérience H1 sur la photoproduction, la diffusion inélastique profonde et la recherche d'exotiques, 10 novembre 1993.

Anne-Laure MELCHIOR (LPTHE, Paris 6 et 7) : Recherche de naines brunes dans la direction de la galaxie d'Andromède, 17 novembre 1993.

Guy COIGNET (LAPP, Annecy) : Recherche récente de nouvelles particules auprès des accélérateurs, 24 novembre 1993.

Leo RESVANIS (Université d'Athènes) : NESTOR : a neutrino particle astrophysics underwater laboratory for the Mediterranean, 1^{er} décembre 1993.

Walter GEIST (CRN, Strasbourg) : Production of multi strange (anti) baryons in pp, pA, AA' collisions, 8 décembre 1993.

Mikael BERGREN (LAL, Orsay) : Artificial neural network applied to beauty tagging at LEP, 15 décembre 1993.

Matthias FRANK (Max-Planck Institut, Munich) : Cryogenic Detectors for Dark Matter Search : the status of the Munich programme, 5 janvier 1994.

James LEQUEUX (Observatoire de Paris, Meudon) : La matière noire est-elle du gaz moléculaire ?, 12 janvier 1994.

Guy WORMSER (LAL, Orsay) : La physique auprès de l'usine à beauté PEP II à SLAC, 19 janvier 1994.

Carlos ESCOBAR (Université de São-Paulo) : Open problems in charmed baryon physics and experiment E781 at Fermilab, 2 février 1994.