

## Physique corpusculaire

M. Marcel FROISSART, professeur

### 1. Cours de 1990 : la simulation des expériences

La physique des particules est actuellement fondée sur un Modèle Standard théorique formulé en termes d'êtres mathématiques, les champs, qui sont totalement inaccessibles à l'expérience. Le fait que nous ne sachions pas résoudre mathématiquement le Modèle Standard entraîne que nous ne sommes pas capables en toute rigueur d'en déduire les conséquences observables, et par suite de le mettre formellement à l'épreuve de l'expérience.

Il existe néanmoins tout un discours et une algorithmique complexe qui sont censés pouvoir prédire, à partir de ce modèle théorique, ce qui va se passer dans une situation expérimentale concrète donnée. C'est ce discours de la simulation de l'expérience, intermédiaire obligé entre les concepts et les faits, que nous nous sommes attaché à analyser cette année. Bien que notre discipline soit tout particulièrement tributaire de ce discours, il est souvent occulté ou ignoré.

A chaque champ est censé correspondre un type de particule. Il est convenu de considérer que certaines de ces particules ont des interactions suffisamment faibles pour être en gros directement observables, directement ou sous forme de produits de désintégration. La réelle difficulté commence avec les partons, quarks et gluons, qui ont une interaction tellement forte qu'ils ne peuvent jamais être isolés. Il leur est nécessaire de s'associer à d'autres, en combinaisons telles que la *couleur* totale soit nulle. Cette association se fait au besoin par création de paires, jusqu'à ce que toute la couleur soit compensée. C'est ce processus complexe qu'on appelle *habillage*, ou plus souvent, mais de façon impropre *fragmentation*. Il en résulte un jet de particules observables, dont la relation avec le parton originel ne peut être que floue.

Inversement, la composition des particules observables en termes de partons est une notion qui n'est pas entièrement définie. A strictement parler, une particule observable est composée d'une infinité de partons. Il est néanmoins

pratique de distinguer parmi ceux-ci un petit nombre, qui transportent les nombres quantiques de la particule, notamment l'essentiel de son énergie, et que l'on nomme partons de *valence* ; le reste est rejeté dans une *mer* sans structure bien définie. Cette distinction néanmoins ne se fait pas sans quelque approximation, ce qui fait qu'elle dépend de l'échelle d'énergie à laquelle on a affaire : plus l'énergie est élevée, plus on doit prendre en compte d'éléments de structure significatifs. Ces variations sont néanmoins relativement lentes, de type logarithmique.

La comparaison des prédictions théoriques avec les résultats de l'expérience est évidemment plus fiable en ce qui concerne les grandeurs qui ne dépendent pas de façon critique de la modélisation du rhabillage : grandeurs globales et statistiques qui mettent en évidence la structure de l'événement en jets, sans toutefois dépendre de façon significative de la structure de ces derniers.

Les comparaisons mettant en jeu la structure des jets eux-mêmes sont basées sur des logiciels de simulation détaillée du processus de rhabillage. Sans réel fondement théorique, ces logiciels ne sont réellement justifiés que par leur aptitude à reproduire des événements ressemblant à l'observation, sous la contrainte que les particules finales soient toutes démunies de couleur. Trois grandes familles rivalisent, inspirées par des principes sensiblement différents. Les modèles des *clusters* à la Webber, procèdent par désintégrations successives d'entités dont la masse diminue de la masse totale du jet à celles des particules observées. Les structures détaillées sont mal reproduites par ce type de modèle. Les modèles de jets indépendants à la Feynman et Field suivent une démarche inverse : ils négligent en première approximation la masse, et le moment des particules transverse par rapport au jet. Les paires de partons successives sont créées le long de l'axe, et ce n'est qu'en dernier lieu qu'une masse et un moment transverse sont donnés aux particules finales. Enfin, les modèles de cordes à la Lund reproduisent au mieux le processus de rhabillage que l'on imagine : entre partons colorés qui se séparent, une zone de polarisation intense du vide s'étend, formant une *corde* de couleur. Cette corde acquiert de l'énergie aux dépens des partons initiaux, et finit par se fragmenter en particules observables. Dans un tel modèle, la conservation de tous les nombres quantiques, y compris l'énergie, est assurée par construction. De plus, ce modèle est susceptible de prendre en compte sans paramétrisation supplémentaire des gluons durs, qui apparaissent simplement comme des coudes de la corde.

Tous ces modèles ne peuvent en fait rendre compte convenablement des résultats expérimentaux que sous la réserve d'introduire des fonctions phénoménologiques décrivant pour chacun le détail des processus aléatoires caractérisant chaque étape. De plus, des entités supplémentaires doivent être introduites, qui ne trouvent de fondement ni dans le formalisme des champs, ni dans l'observation, comme les diquarks, qui doivent être pris en considération pour simuler la création de baryons.

En conclusion, et pour revenir à la question initiale : *la théorie prédit-elle les phénomènes observés ?* la réponse est probablement positive si l'on considère l'ensemble de la discipline. Il serait vain de vouloir trouver dans telle ou telle expérience isolée confirmation ou infirmation de telle ou telle assertion théorique : les paramètres des modèles d'interprétation sont probablement assez nombreux pour permettre l'ajustement d'une expérience avec une assertion théorique. Mais le nombre d'expériences qui ont été faites, le nombre de données numériques analysées, ont fini par surdéterminer les paramètres des modèles de rhabillage, par exemple. La possibilité que cet accord global soit purement fortuit peut être écartée, et nous avons donc dans les outils de simulation un instrument raisonnablement fiable de comparaison entre prédiction théorique et observation expérimentale.

M.F.

## 2. *Expérience DELPHI*

Comme prévu, le collisionneur LEP a démarré au CERN au cours de l'été 1989. Une première campagne de prises de données a duré d'octobre à décembre. Comme les trois autres expériences, l'expérience DELPHI à laquelle participe le Laboratoire a accumulé une grande quantité de données, et certains résultats sont déjà publiés.

Depuis mars 1990, LEP fonctionne à nouveau, et l'on espère observer quelques centaines de milliers de  $Z^0$ . L'équipe du Laboratoire, dirigée par M. Crozon, joue un rôle actif à tous les niveaux dans cette collaboration de plus de 300 physiciens : maintenance, acquisition et étude des données, analyse physique, perfectionnements techniques et conception de nouveaux dispositifs expérimentaux.

### 2.1. *Chambre à projection temporelle (TPC)*

#### 2.1.1. *Mise au point et fonctionnement*

Durant les mois de juin et juillet 1989, la TPC a été réglée sur les rayons cosmiques, et les rayons lasers. Dès les premiers déclenchements, elle a mesuré les trajectoires de particules chargées.

#### 2.1.2. *Limitation des charges d'espace*

Pour empêcher les ions formés près des fils de mesure d'aller déformer le champ électrique dans la chambre, une grille de blocage a été disposée près de ces fils. Cette grille doit être maintenue sous haute tension, sauf au croisement des faisceaux. Ces variations brutales de tension ne manquent pas de provoquer des parasites. Néanmoins, avec le dispositif construit au Labora-

toire, les parasites n'atteignent un niveau gênant que dans 1 % des cas, et des améliorations sont encore en vue.

### 2.1.3. *Contrôle des conditions de fonctionnement*

Le système de surveillance et de réglage des quelque 2 500 paramètres de fonctionnement de la TPC : tensions, signaux et sources radioactives de calibration, ... a été développé au Laboratoire, et donne toute satisfaction, tant par sa fiabilité que par la commodité de son utilisation sur une console centrale en expérience.

### 2.1.4. *Déclenchement de 2<sup>e</sup> niveau*

Un deuxième niveau de sélection des événements (*trigger*) est réalisé dans la TPC. Il s'agit de s'assurer de la présence d'une trace cohérente issue de la zone d'interaction. Le Laboratoire avait en charge la partie consistant à s'assurer de la cohérence des mesures en  $r$  et en  $z$ . Cette partie fonctionnait dès le départ. En septembre, la logique de corrélation entre les données de la TPC et celles des détecteurs interne et externe était mise en œuvre.

Cependant, l'autre partie du déclenchement, celle qui corrélait  $r$  avec l'azimut  $\varphi$ , ne fonctionnait pas correctement, en raison d'une mauvaise conception du système de transmission, et le Laboratoire a dû réaliser cette partie en plus (125 cartes Fastbus, 40 cartes de réception et 200 câbles). Le système fonctionne maintenant depuis mai 1990, et fait gagner une efficacité importante à toute l'expérience, étant le premier dispositif de déclenchement de deuxième niveau à être mis en service.

### 2.1.5. *Déclenchement de 3<sup>e</sup> niveau*

Ce dispositif permet l'identification rapide des vrais événements  $Z^0$ . Basé sur l'emploi de processeurs rapides (FIP, MC68020), écrit en assembleur, et utilisant un algorithme simple, ce système permet l'identification d'un  $Z^0$  en moins de 20 ms. Il est en cours d'installation.

Une autre version de ce programme, dénommée  $Z^0$  *cruncher* est utilisée pour l'analyse hors-ligne. Elle est 10 fois plus rapide que la version habituelle, et sert au contrôle de la qualité des événements et à la constitution de lots d'événements sélectionnés.

Participent à ces travaux sur la TPC : C. Aubret, P. Billoir<sup>1</sup>, P. Bonierbale, C. Boutonnet, P. Courty, D. Delikaris, P. Delpierre, G. Desplancques, A. Guimard, J. Mas, L. Mathis, G. Saget, A. Tilquin, J.P. Turlot, P. Vergezac et J. Vergne.

---

1. A l'Université de Paris VI depuis le 1/1/90.

## 2.2. *Le détecteur RICH*

Le détecteur RICH (Cerenkov à image) de DELPHI doit permettre d'identifier les particules produites. Une moitié de ce détecteur est en place, l'autre sera installée fin 1990.

Le Laboratoire a réalisé le système d'acquisition, qui a fonctionné dès le démarrage de LEP. En raison du taux encore faible d'acquisition, les processeurs du système (4 pour l'acquisition et 1 pour le contrôle) permettent même de surveiller au fur et à mesure la qualité des données.

Le radiateur gazeux doit être mis en service au cours de l'été. Des particules ont déjà pu être identifiées par leur passage à travers le radiateur liquide.

Participent à l'acquisition du RICH : C. Aubret, J.M. Brunet, J. Dolbeau, L. Guglielmi, F. Ledroit, D. Poutot, G. Tristram et P. Vergezac.

## 2.3. *Reconstitution des événements*

Les événements enregistrés dans DELPHI sont analysés par un ensemble d'émulateurs rapides qui constituent un 4<sup>e</sup> niveau de sélection, et permettent le tri de certaines catégories d'événements, ainsi qu'une surveillance directe de la qualité des données mesurées.

La qualité de la reconstruction des traces est essentielle. Un bon test de cette qualité a été la reconstruction de  $K_s^0$  : leurs masses ont une faible dispersion autour de la valeur connue (P. Beillièvre, F. Ledroit, S. Lantz, P. Lutz, J. Maillard, R. Merzoug, C. Poutot, S. Szafran, R. Zukanovich).

## 2.4. *Analyses de physique*

### 2.4.1. *Recherche du boson de Higgs standard*

Au pic du  $Z^0$ , le boson de Higgs neutre du modèle standard doit être produit pour l'essentiel en association avec un  $Z^0$  virtuel, qui pourrait se désintégrer en paire de muons. La recherche de tels événements — négative — a permis de fournir une limite inférieure pour la masse du Higgs, résultat essentiellement limité par le manque actuel de statistique (J. Maillard, R. Zukanovich).

### 2.4.2. *Recherche de bosons de Higgs non standards*

Les bosons de Higgs prédits par des modèles non minimaux doivent être produits par paires. Chacun se désintégrant, ceci aboutit à des événements à 4 jets. Une recherche en variables discriminantes a conclu à l'absence de ce type d'objet dans un vaste domaine en masses (P. Lutz, A. Tilquin).

### 2.4.3. Etude des mésons $B$

La physique des mésons  $B$  est un des principaux objectifs de DELPHI, tant dans sa conception initiale que dans les perfectionnements envisagés : rétrécissement du tube à vide, nouveau micro-détecteur de vertex.

Le problème est de bien identifier les  $B^0$  et de mesurer leur temps de vie par leur trajet avant désintégration. Pour mettre en évidence une éventuelle oscillation  $B^0\bar{B}^0$ , il faut une précision de 0,1 ps, et un échantillon de quelques milliers de  $B_s^0$ . Une étude systématique de ce problème a été entreprise, prenant en compte les diverses chaînes de désintégration des  $B$ .

Un micro-détecteur à pixels permettrait de mesurer les temps de vie des  $B_u^\pm$ ,  $B_d^0$  et  $B_s^0$  et de déterminer plusieurs éléments de la matrice de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa (C. Defoix, F. Ledroit et L. Ramos).

### 2.5. Perfectionnements de DELPHI

Il est envisagé pour l'avenir d'accroître considérablement la luminosité de LEP. Ceci permettrait d'envisager l'étude fine des désintégrations des mésons  $B$ , de leur durée de vie, et surtout d'une éventuelle oscillation  $B^0\bar{B}^0$ .

La grille de blocage de la TPC doit permettre de supporter une telle luminosité. Par ailleurs, le détecteur de vertex actuel, composé de bandes, doit être remplacé par un détecteur à *pixels*, petits rectangles élémentaires ( $50 \times 200 \mu\text{m}^2$ ), dont un premier prototype est en fabrication. Le Laboratoire étudie un système de lecture rapide, sélectionnant les seuls pixels touchés. La logique, les schémas de principe et la simulation de ce circuit sont réalisés. Il faut maintenant passer à sa réalisation, en utilisant les techniques de circuits intégrés *full custom* (C. Boutonnet, P. Delpierre, J.J. Jaeger, A. Karar, J.P. Turlot).

### 2.6. Mesure de la polarisation dans LEP

La mesure de la polarisation transverse spontanée des électrons de LEP, et de la fréquence de dépolarisation, doit donner une mesure très précise de l'énergie des faisceaux. Dans ce but, un dispositif a été mis au point (en collaboration avec l'expérience ALEPH), utilisant la rétrodiffusion par les électrons du faisceau d'un laser dont la lumière est polarisée circulairement. Ce dispositif a été installé sur LEP, et on espère obtenir une mesure fiable en août 1990. Ultérieurement, la rotation de la polarisation pourra fournir des informations cruciales sur les paramètres du modèle standard (M. Crozon).

### 2.7. Fonctionnement général de DELPHI

P. Delpierre est coordinateur du trigger de niveau 2 sur DELPHI ; il participe au groupe d'études du trigger pour LEP à haute intensité.

P. Lutz coordonne les activités en informatique hors-ligne des groupes français.

S. Szafran a la responsabilité de la gestion générale des données de DELPHI au Centre de Calcul de l'IN2P3.

P. Frenkiel a la responsabilité de plusieurs réseaux informatiques de DELPHI.

J. Lecigne et D. Levallant assurent la documentation et l'organisation des activités de DELPHI au Laboratoire.

### 3. *Le collisionneur $\bar{p}p$ au CERN (Collaboration UAI)*

#### 3.1. *Analyse des données*

Le Laboratoire a pris une part importante aux calculs de simulation Monte-Carlo nécessaires à l'interprétation des données prises en 1989 : plus de 3 000 heures de temps CP de l'IBM 3090 du Centre de Calcul de l'IN2P3 ont été consacrées à ce travail (M.G. Espigat, A.M. Dubourdeau).

La recherche du sixième quark prévu dans le Modèle Standard est un objectif majeur de la discipline. L'analyse développée par UAI, portant sur l'étude d'événements comportant un muon et deux jets a donné une limite inférieure sur la masse du *top* de  $60 \text{ GeV}/c^2$ , ce qui est tout à fait honorable face aux limites de  $90 \text{ GeV}/c^2$  données à FNAL, où l'on dispose de trois fois plus d'énergie.

Par ailleurs, l'analyse a permis d'apporter des informations utiles sur la production et la désintégration du  $W^\pm$ , sur la production de saveurs lourdes dans les événements avec muons et jets, sur les oscillations  $B^0 - \bar{B}^0$ , sur les sections efficaces de production de charme, sur la production de  $J/\Psi$  et de  $\Upsilon$ , et enfin sur l'*intermittence*, qui permet de remonter aux corrélations au sein des jets (L. Dobrzynski, D. Kryn, J.P. Mendiburu, P. Nédélec, G. Sajot, J. Vrana).

#### 3.2. *Construction du calorimètre à Uranium-TMP*

L'expérience UAI étant officiellement arrêtée, la construction du nouveau calorimètre a été limitée à la réalisation d'un sous-ensemble de test minimal (6 modules). Le groupe du Laboratoire impliqué par ailleurs dans le projet WALIC participe à ce développement, avec les groupes de UAI, afin d'extraire sur faisceau de test tous les enseignements concernant la mesure de l'énergie de hadrons et d'électrons par ce prototype.

Les contributions du Laboratoire à ce projet ont été fort diverses :

— Réalisation et automatisation de la station de purification du TMP au CERN (P. Nédélec).

— Etudes de bruit électronique, amélioration du câblage (D. Monnot).

— Câblage, tenue en tension des modules très à l'avant (J.P. Mendiburu, S. Selmane).

— Implantation des circuits HT et des préamplificateurs pour les super-bouchons (S. Selmane).

— Réalisation d'une maquette en vraie grandeur d'un ensemble super-bouchon en vue de l'étude du câblage (D. Marchand, J.P. Rény).

— Réalisation au CERN d'un ensemble de faux modules de super-gondoles pour des tests d'encombrement et de mise en place (D. Marchand, D. Sotiras).

— Réalisation de l'ensemble des câbles pour une super-gondole (sous-traité, suivi par D. Monnot, D. Marchand).

— Test de câblage d'une super-gondole (Etudié en DAO par D. Marchand et réalisé au CERN par D. Sotiras).

L'ensemble des études et du suivi de la mécanique du projet a été coordonné par D. Marchand.

#### 4. Expériences sur le spectromètre Oméga du CERN

##### 4.1. WA77 et WA77'

Ce sont deux phases d'une même expérience effectuées, l'une à 300 GeV/c, l'autre à 150 GeV/c.

Le travail actuel est une analyse globale des données des années précédentes. L'analyse à 300 GeV/c avait conclu à l'existence d'effets de production directe (*higher twist*) de  $\rho^0$  à moyen transfert, effet prévu par la théorie.

L'analyse actuelle prend en compte les mesures à 150 GeV/c, et ainsi que la production de  $\phi$ , où les effets de *higher twist* doivent être négligeables, et qui peut donc servir de référence pour préciser la production de  $\rho^0$  par le processus dominant (*leading twist*). Nous avons créé un générateur d'événements très rapide, qui permet de travailler rapidement avec une statistique importante. Les tests systématiques sont en cours pour en ajuster les paramètres. L'un des problèmes rencontrés est la présence d'un épaulement dans le spectre de masses de dipions mesuré. Plusieurs hypothèses explicatives sont en cours d'examen.

M. Benayoun, Ph. Leruste, J.-L. Narjoux, K. Šafařík, M. Tamazouzt participent à ce travail.

#### 4.2. WA85

Le plasma de quarks et de gluons est étudié par la production de particules étranges :

- Des données ont été prises à l'automne 89 en proton-tungstène.
- Les  $\Lambda^0$ , leurs vertex et leurs impulsions transverses ont été étudiés. Les résultats les plus importants de trois périodes de prise de données sont :
  - a) La production de  $\Lambda^0$  et de  $\bar{\Lambda}^0$  est proportionnelle à la multiplicité de particules chargées, c'est-à-dire à la centralité de l'événement, ceci dans les réactions  $p - W$  et  $S - W$ .
  - b) En termes de section efficace, la production de  $\Lambda^0$  et de  $\bar{\Lambda}^0$  est 1.7 fois plus importante en  $S - W$  qu'en  $p - W$ .
  - c) Sur un échantillon réduit, cette dernière conclusion semble pouvoir être étendue à la production  $\Xi^-$  et de  $\bar{\Xi}^-$ . Le travail se poursuit dans ce domaine. L'ensemble de ces résultats a été présenté à la conférence européenne de Madrid (sept. 1989) et à la conférence QM90 à Menton (7-11 mai 1990).
- Afin de poursuivre ces études, en particulier dans l'attente d'un faisceau de plomb au CERN (vers 1993 ou 1994), le groupe a entrepris la fabrication de chambres à damiers : petit prototype d'étude puis chambre en vraie grandeur qui fonctionnera dans l'Oméga en 1991. Ultérieurement seront construites sept chambres.
- La simulation de l'expérience a été développée : simulation des chambres à damiers, étude de la précision de reconstruction des  $\Lambda^0$ , étude de la possibilité de mesures d'interférométrie de pions.
- Enfin, le programme de reconstruction des  $\Lambda^0$  est en cours d'amélioration.

Participent à ces travaux : M. Benayoun, A. Diaczek, J. Kahane, A. Jecic<sup>2</sup>, Ph. Leruste, L. Lima Francês, A. Malamant, J.-L. Narjoux, M. Pairat, M. Sené, R. Sené, M. Tamazouzt, A. Volte.

#### 5. Oscillations des neutrinos au Bugey

Les masses des neutrinos sont très faibles, et peut-être nulles. Leur mesure prend une importance croissante, à la fois en physique des particules (pour les théories d'unification des interactions) et en astrophysique (la valeur de la

2. En tant qu'initiateur à GEANT3.

masse totale de l'univers en dépend). La recherche d'oscillation entre divers types de neutrinos pourrait mettre en évidence des différences de masses entre ceux-ci.

Dans ce but, une série d'expériences est en cours auprès du réacteur nucléaire d'EDF au Bugey, utilisant pour la première fois du scintillateur au lithium en grande quantité. Une partie de ce détecteur fonctionne depuis un an, et l'ensemble sera complet fin 1990.

Cette expérience est 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) ;

La thèse d'Y. Dufour, en mai 89, a porté sur la comparaison entre la simulation et les premières données. Une autre thèse a commencé en 1990 (J.P. Cussonneau) ; elle comparera cette simulation avec les données prises à un rythme élevé par le nouveau détecteur (1 000 neutrinos par jour), et se conclura par les premières analyses en termes de présence éventuelle d'oscillations de neutrinos.

## 6. *Expérience THEMISTOCLE de photoproduction à très haute énergie*

Ces dernières années, les observations de rayons cosmiques ont donné des indications sur deux phénomènes remarquables :

— L'existence d'un rayonnement neutre (rayons gammas) dépassant largement le TeV, issu de sources déjà détectées dans les domaines des rayons X et des gammas de l'ordre du MeV.

— Une production anormale de muons dans les gerbes produites dans l'atmosphère par ces gammas.

Cette dernière observation pourrait révéler l'invalidité de l'électrodynamique quantique standard à haute énergie, c'est-à-dire à des énergies dépassant le TeV dans le système du centre de masse. Dans cette éventualité, le seul moyen d'étude directe serait l'utilisation des cosmiques, les accélérateurs étant loin d'atteindre les énergies suffisantes.

Un groupe de physiciens du Laboratoire a entrepris, en collaboration avec les universités de Paris 6/7 et de Paris XI (Orsay), une étude de ces

phénomènes. Tout d'abord, ils vont mesurer avec une grande précision le temps d'arrivée au sol de la lumière Cerenkov créée par gerbe se développant dans l'atmosphère, qui forme au sol une tache lumineuse de durée très brève (3 ns), et d'un diamètre moyen de 250 m.

La précision ultime nécessitera plusieurs centaines de télescopes répartis sur une surface de 10 ha environ. Une expérience préliminaire se base sur 18 télescopes installés sur les 4 ha du site de l'ancienne centrale solaire Thémis d'EDF. Les télescopes (80 cm de diamètre et 40 cm de focale) utilisent le système de pointage des anciens héliostats pour assurer le suivi des sources.

Les prototypes des télescopes et de l'acquisition ont été étudiés au Laboratoire ; l'exécution de l'ensemble des 18 est répartie entre les laboratoires participants. Le Laboratoire est maître d'œuvre de l'exécution et de la mise en place sur le site, et responsable des logiciels de simulation des gerbes, et de l'informatique de contrôle-commande et d'acquisition de données. L'intégralité du logiciel de temps réel multitâches est exécuté par un processeur MC 68020 intégré dans un châssis VME, sous contrôle du système d'exploitation OS9. L'absence d'un miniordinateur traditionnel constitue une innovation dans ce domaine.

Les 18 télescopes ont été installés en fin 1989 et ont effectué des mesures préliminaires en mars 1990. Actuellement, les mesures d'alignement et les calibrations en temps sont effectuées ; l'installation sera prête à suivre les sources en juillet 1990, quand deux sources potentielles importantes seront en bonne condition de visibilité au site : Hercules X1 et Cygnus X3.

La gamme d'énergie mesurée pendant cette phase préliminaire se situera au-delà de 4 TeV. Cette expérience préliminaire définira les potentialités des sources : flux, spectre en énergie, périodicité.

Apportent leur contribution à cette expérience au Laboratoire : G. Descôte, M.G. Espigat, P. Espigat, G. Fontaine, C. Ghesquière, J. Gilly, A. Karar, L. Martin, J. Da Piedade, P. Reinhardt, C. Robert, Ph. Schune, J. Valentin, J. Vrana et J. Waisbard.

### *7. Détection de neutrinos de basse énergie*

En fournissant la preuve qu'il était possible de détecter un seul électron avec un détecteur à grains d'étain supraconducteur, nous avons franchi une étape importante mais insuffisante sur la voie de la détection des neutrinos de basse énergie.

Avant de faire une pause dans ce domaine qui restera sans doute d'actualité encore longtemps, nous avons encore étudié s'il était possible de détecter les

neutrinos monoénergétiques de 862 keV issus du soleil, avec une cible de liquide scintillant chargé à l'indium. Cette étude a fourni le cadre et les contraintes d'une telle expérience, permettant de mieux appréhender les étapes ultérieures.

Enfin, et de manière à réaliser à plus court terme une expérience de physique des particules, tout en gardant la même philosophie et en utilisant les compétences acquises, nous préparons une expérience de recherche de cosmions à l'aide de bolomètres composites (silicium) refroidis, en collaboration avec l'IPN de Lyon, deux laboratoires de l'INSU et un groupe du CEA.

A. de Bellefon, P. Espigat, D. Broszkiewicz, R. Bruère-Dawson, C. Fine-tin, C. Fritsch avec la collaboration de P. Bonierbale et D. Marchand.

### 8. Travaux de théorie

Les théoriciens poursuivent leurs travaux, axés essentiellement sur la chromodynamique quantique, en liaison avec les projets d'expériences sur les accélérateurs récents ou en projet <sup>3</sup>, et en discussions avec les groupes d'expérimentateurs, au Laboratoire, ou ailleurs <sup>4</sup>.

- Applications d'un modèle *diquark + quark* pour les baryons. Cas de  $J/\Psi \rightarrow p \bar{p} \gamma$  (C. Carimalo, S. Ong), et de  $J/\Psi \rightarrow p \bar{p} \pi^0$  (J. Parisi).

- Modèle dynamique de gluonium. Ce modèle original est actuellement appliqué aux réactions  $\gamma\gamma \rightarrow G + \pi^0$ ,  $e^+e^- \rightarrow G + V$ ,  $\gamma q \rightarrow G + q'$  et  $q\bar{q} \rightarrow G + \gamma$ , où  $G$  est un gluonium, et  $V$  un méson vecteur -  $\rho^0$ ,  $\omega$ ,  $\phi$ ,  $J/\Psi$ . (A. Ichola, P. Kessler, J. Parisi, L. Houra-Yaou).

- Production de paires de leptons, de photons et de jets à HERA. La mesure des processus de production inclusive de paires dans les collisions  $e p$  pourrait donner des indications sur la fonction de structure du photon, par exemple. (N. Arteaga, C. Carimalo, P. Kessler).

- Recherche du Higgs par interaction  $\gamma\gamma$  dans les collisions d'ions lourds. Cette interaction est favorisée par l'apparition en coefficient du carré du produit des charges. Une étude préliminaire de ce type de processus, portant sur la création de paires de leptons, est en cours. (N. Arteaga, C. Carimalo, P. Kessler, F. Vazeille <sup>5</sup>).

- Diffusion des particules chargées dans le champ externe créé par les

3. DCI, Doris, SPEAR, Petra, PEP, LEP, SpS, HERA...

4. Orsay, Clermont-Ferrand, Annecy, Lyon, CERN, SLAC.

5. Laboratoire de Physique Corpusculaire de Clermont-Ferrand.

cordes cosmiques, prévues par certains modèles de théories de jauge spontanément brisées (G. Bordes, A. Nicolaidis <sup>6</sup>).

- Dans le cadre d'études prospectives sur les collisionneurs hadroniques de 20 TeV, étude de la création d'une nouvelle génération de quarks lourds par fusion W-gluon, et simulation de ce processus dans des conditions expérimentales réalistes (G. Bordes).

- Etude de la désintégration du  $J/\Psi$  en  $\omega$  et  $\phi$  (M. Benayoun, V. Chernyak).

## 9. Développements sur les moyens

### 9.1. Collaboration WALIC sur les calorimètres à liquides chauds

#### 9.1.1. Un calorimètre d'étude

La collaboration <sup>7</sup> a monté à FNAL un calorimètre d'études totalement modulaire et modifiable. Il est destiné à étudier la possibilité d'ajuster une réponse équivalente pour particules hadroniques et électromagnétiques par une répartition adéquate des absorbeurs en plomb et des chambres d'ionisation, sans avoir besoin de recourir à l'absorbeur en uranium.

La taille de ce calorimètre ( $55 \times 55 \text{ cm}^2$  de section sur 290 cm de profondeur, dont 178 cm de plomb, soit 12.9 longueurs de radiation, assure le confinement des gerbes hadroniques les plus énergiques du faisceau (250 GeV).

Il a été installé sur le site, avec toutes ses plaques de plomb, en février 1990, malheureusement seulement 14 des 140 chambres d'ionisation sont actuellement installées et opérationnelles. Ces chambres d'ionisation, sans amplification interne, sont à Saclay en cours de remplissage en liquide diélectrique, le TMP (2244-tétraméthylpentane).

Les essais doivent se poursuivre jusqu'en août 1990, et une nouvelle suite de prises de données, de novembre 1990 à mars 1991, devrait aboutir à des résultats définitifs, que des données tout à fait préliminaires situent aux alentours de  $0,25/\sqrt{E}$  entre 5 et 150 GeV.

Le Laboratoire a la charge de la simulation par Monte-Carlo de ce calorimètre.

---

6. Université de Thessalonique.

7. CEN Saclay, Collège de France, FNAL, Harvard, LBL, LAPP.

### 9.1.2. *Compatibilité des matériaux*

Nous avons poursuivi au Laboratoire le programme d'études sur les matériaux susceptibles d'être utilisés dans ce type de calorimètres. Nous avons un protocole de mesures et de comparaisons, une chaîne complète de préparation, et une unité de mesure du temps de vie.

Nous avons ainsi démontré la compatibilité de certains métaux (cuivre, plomb, tungstène) ou plastiques récents (Peek, Vectra) avec le TMS (tétraméthylsilane), sans y altérer le temps de vie des électrons. Le problème réside plus dans la rigueur du traitement des matériaux, que dans le choix de ceux-ci. Nous pouvons sur cette base nous lancer dans des études sur de nouveaux types de problèmes : matériaux de nature différente, procédés d'assemblage et de connexion.

### 9.1.3. *Projet de calorimètre*

Notre équipe a commencé à étudier le dessin d'un calorimètre réaliste, sur la base des conclusions précédentes.

Les buts à atteindre sont la possibilité de fabrication industrielle, l'absence d'angles morts, l'optimisation de la précision. Les moyens sont la simplicité et la réduction des surfaces en contact avec le liquide, la séparation des absorbeurs et des connexions, la minimisation des points aveugles par le choix et l'agencement des matériaux, la lecture des électrodes en série pour diminuer le bruit.

Un module prototype de ce calorimètre devrait être construit à bref délai pour tester les principes et comparer les résultats avec les prédictions.

Les physiciens qui participent à la collaboration WALIC sont au Laboratoire : L. Dobrzynski, D. Kryn, J.P. Mendiburu et G. Sajot ; les électroniciens sont D. Broszkiewicz, P. Lebasque et S. Selmane ; F. Hrabina, P. Guillouet, D. Marchand et P. Salin assurent les études et réalisations en mécanique, ainsi que le fonctionnement de la station de purification du liquide.

## 9.2. *Etudes sur le calcul parallèle*

Les calculateurs parallèles peuvent apporter une solution aux graves problèmes de consommation en calcul de notre discipline, et tout particulièrement en ce qui concerne la simulation des expériences.

Ces ordinateurs semblent réunir les avantages du coût et de la possibilité de supporter de nouvelles structures de programmes mieux adaptées à nos problèmes.

Le groupe a poursuivi le travail amorcé sur la machine OPSILA, mais en s'orientant plus résolument vers des machines commerciales (Tnode) :

- Adaptation du grand logiciel de simulation d'appareillages GEANT sur le Tnode — en collaboration avec le CERN, et le constructeur Telmat.
- Coopération avec l'ONERA sur un programme de calcul d'accélérateurs.
- Contrat avec la DRET pour la parallélisation selon la géométrie des programmes de simulation DELSIM et GEANT, et leur installation sur un Tnode fourni au Laboratoire par la DRET.
- Installations concrètes des versions parallélisées pour les expériences Delphi, Oméga et Thémistocle.

Ont participé à ces développements C. Fritsch, A. Jejcic, J. Maillard et J. Silva.

### 9.3. *RICH rapide*

Les détecteurs de type RICH (Cerenkov à image) permettent d'identifier individuellement la nature des particules au sein d'événements complexes.

Le Laboratoire participe au développement d'un nouveau type de RICH, plus rapide que les précédents, en vue notamment d'expériences auprès d'une éventuelle usine à mésons *B*.

Un prototype comportant 14 000 canaux de lecture électronique est en cours de construction, avec notamment des circuits intégrés permettant la détection et la lecture rapides (3  $\mu$ s).

L'étude de nouveaux matériaux photosensibles solides (CsI,...) ou gazeux se poursuit afin d'obtenir un seuil de photoionisation plus bas et une séparation  $\pi/K$  jusqu'à une énergie plus élevée que les 2,5 GeV visés par le prototype actuel.

Participent à ces travaux J. Séguinot, J. Tocqueville, T. Ypsilantis, avec la contribution de J.P. Jobez, en collaboration avec l'Université de Floride, PSI, RAL et le CERN.

### 9.4. *Calorimètre à xénon liquide*

Le xénon liquide serait a priori un milieu fort intéressant pour la réalisation d'un calorimètre électromagnétique, en raison de la compensation des effets de perte d'énergie par ionisation, et de l'émission de lumière par scintillation.

Une cellule expérimentale a été construite afin d'étudier systématiquement la scintillation, de mesurer son anticorrélation avec la perte d'énergie, et d'améliorer les techniques de nettoyage et de contrôle cryogénique du liquide.

Dans une étape ultérieure, il est envisagé de construire un prototype comportant 25 longueurs de radiation, d'un poids actif de 300 kg.

Participent à ce projet J. Séguinot et T. Ypsilantis, en collaboration avec le CERN.

## 10. *Informatique*

L'année écoulée a permis d'optimiser l'utilisation des matériels existants, pour assurer le démarrage de LEP dans un environnement stabilisé.

L'ordinateur local principal est toujours un VAX 6310 complété par une VAXstation VS 3100 supportant le logiciel EUCLID pour le Bureau d'Etudes. L'ensemble est exploité en groupe (*cluster*) par le système VMS 5.2.

L'analyse des données d'expériences fait un usage important du logiciel interactif PAW disponible sur l'IBM 3090 du centre de calcul de l'IN2P3 à Lyon, sur le VAX 6310 et sur les stations de travail du réseau Apollo du Laboratoire.

Pour en faciliter l'usage, une station MacII a été équipée d'un écran de taille A3, et émule un terminal graphique rapide pour l'IBM et le VAX.

Le réseau local Ethernet est maintenant largement utilisé tant sous le protocole DECNET que sous TCP/IP, ce qui permet, par le jeu de passerelles, des liaisons au sein de l'ensemble hétérogène des éléments suivants : stations Macintosh, stations Apollo, VAX et microVAX du Laboratoire, Centre de Calcul de l'IN2P3, et ordinateurs du CERN.

En ce qui concerne les périphériques courants, le problème est le vieillissement du parc d'une centaine de terminaux, entraînant de fréquentes pannes et un coût élevé de réparation ou de remplacement. Les imprimantes ont également subi des arrêts très gênants, soit en raison de leur vétusté, soit en raison de la complexité du réseau, qui multiplie les causes d'incident. L'installation d'une imprimante sur le réseau Apollo devrait pouvoir améliorer la fiabilité en multipliant les solutions de rechange.

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

## 11. *Activités en électronique*

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

### 11.1. Réalisations récentes ou en cours

- Delphi - TPC : Tests et installation de la TPC ; télécontrôle des conditions de fonctionnement ; pulseur de la grille d'arrêt des ions ; trigger de 2<sup>e</sup> niveau (cartes complexes en CAO).
- Delphi - RICH : Acquisition FASTBUS.
- Walic : Amplificateur en technique CMS.
- Neutrinos au Bugey : Contrôleur d'acquisition des données
- Themistocle : Construction et équipement des 18 premiers télescopes ; contrôles lents par automates programmables.

### 11.2. Recherche et développement

Pour réaliser une deuxième génération de micro-détecteur de vertex pour Delphi, ainsi qu'un télescope pour étudier les corrélations dans les expériences avec les ions lourds, le Laboratoire étudie la faisabilité d'un détecteur au silicium à *pixels* (points de détection de  $50 \times 200 \mu\text{m}^2$ , équipés chacun d'une électronique de lecture).

Le Laboratoire a déjà élaboré une technique de lecture sélective ultra-rapide (*sparse data scan*), qui serait incorporée dans le circuit intégré contenant les chaînes d'acquisition associées à chacun des pixels. Malheureusement, le Laboratoire n'a pu se voir attribuer à cette date les moyens (logiciel et station de travail) permettant aux ingénieurs de concrétiser leurs travaux, et ceux qui pourraient être menés selon cette ligne. Il risque ainsi de voir réduire à néant un effort important de réflexion et de conception (C. Boutonnet, P. Delpierre, J.J. Jaeger, J.P. Turlot).

### 11.3. Activités d'intérêt général

Le service de l'électronique maintient opérationnels pour l'ensemble du Laboratoire :

- les postes d'IAO/CAO : implantation et routage de circuits imprimés (SECMAI) ; simulation logique et analogique (VALID) ;
- le magasin : stock de composants courants, commandes, maintenance, documentation technique.

Les électroniciens du Laboratoire sont : M. Abbès, M.H. Andrade, C. Aubret, P. Benoit, C. Boutonnet, D. Broszkiewicz, R. Bruère-Dawson, P. Courty, J. Da Piedade, G. Desplancques, C. Finetin, P. Godefroy, A. Guimard, J.J. Jaeger, A. Karar, P. Lebasque, D. Monnot, P. Reinhardt, S. Selmane, A. Sokolsky, P. Tardy, J.P. Turlot, P. Vergezac, J. Vergne, J.P. Villain et J. Waisbard.

## 12. *Activités en Mécanique*

Cette année a vu se terminer deux activités importantes du service : Delphi et UA1'. La première est achevée, hormis un suivi qu'il est cependant essentiel d'assurer en priorité (P. Bonierbale, A. Diaczek). L'autre n'est pas achevée, mais, bien que l'IN2P3 se soit retiré de la collaboration, officiellement considérée comme terminée, il convient d'assurer une bonne fin aux études antérieures réalisées par le Laboratoire (D. Marchand).

Parallèlement à cette fin de réalisation prototype, le projet WALIC poursuit ses études de compatibilité de matériaux avec les liquides ultrapurs que l'on envisage d'utiliser pour la calorimétrie à température ambiante. Le service commence à participer à la conception d'éléments calorimétriques appropriés (P. Guillouet, F. Hrabina, D. Marchand, P. Salin).

Les activités sur la détection de la matière noire bénéficient pour leur démarrage de la disponibilité en études offerte par la fin de Delphi. En attendant un feu vert définitif, le service acquiert des compétences en matière de cryogénie, qui viennent compléter celles qu'il possède déjà en ultra-vide (P. Bonierbale).

Deux expériences qui se suivent logiquement sont en train de s'enchaîner dans les faits : WA85, qui passe en phase de réalisation, et le projet d'ions Pb, qui entre en élaboration (A. Diaczek, M. Pairat).

L'expérience Thémistocle en arrive à la phase de mise au point de sa phase préliminaire à 18 miroirs. Selon la suite envisagée, il pourrait y avoir libération plus ou moins complète des deux techniciens qui y sont actuellement affectés (G. Descôte, C. Robert).

Les activités d'instrumentation, notamment le Fast Rich, sont limitées pour l'essentiel à des études (J.P. Jobez, J.P. Rény). L'antenne au CERN assure des développements et certaines réalisations (R. Saigne).

Pour l'expérience des neutrinos au Bugey, actuellement en plein fonctionnement, seule une veille d'assistance est demandée (J.P. Jobez).

## 13. *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. Masséi, C. Masson, V. Saïnz.

*Bibliothèque et documentation* : A. Damais, C. Dupart, R. Guillaou, D. Levaillant, F. Ott.

*Service intérieur* : Y. Alger, G. Dubois, P. Godefroy, S. Néchal, D. Polard, B. Tighrine, J. William.

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

#### 14. Publications du Laboratoire

##### 14.1 Delphi

LPC 88-18 : Estimation of the lifetime of short-lived particles using their production characteristics : M. BEGALLI,... C. DEFOIX, J. DOLBEAU, *et al.* — N.I.M. A 276, 100 (1989).

LPC 90-08 : Conditions of observation of the  $B^0$  oscillations in DELPHI and with a higher luminosity LEP : Ch. DEFOIX.

LPC 90-20 : CERN-EP/89-134 : Measurement of the mass and width of the  $Z^0$  from multihadronic final states produced in  $e^+e^-$  annihilations. P. AARNIO *et al.* (DELPHI collab.) Phys. Lett. B 231, 539 (1989).

LPC 90-21 : CERN-EP/90-19 : Study of hadronic decays of the  $Z^0$  boson. P. AARNIO *et al.* (DELPHI collab.) Phys. Lett. B 240, 271 (1990).

LPC 90-22 : CERN-EP/90-31 : Study of leptonic decays of the  $Z^0$  boson. P. AARNIO *et al.* (DELPHI collab.) Phys. Lett. B 241, 425 (1990).

LPC 90-23 : CERN-EP/90-32 : A precise measurement of the  $Z$  resonance parameters through its hadronic decays. P. AARNIO *et al.* (DELPHI collab.) Phys. Lett. B 241, 435 (1990).

LPC 90-24 : CERN-EP/90-33 : Search for heavy charged scalars in  $Z^0$  decays. P. ABREU *et al.* (DELPHI collab.) Phys. Lett. B 241, 449 (1990).

LPC 90-25 : CERN-EP/90-44 : Search for light neutral Higgs particles produced in  $Z^0$  decays. P. ABREU *et al.* (DELPHI collab.) Soumis à Nucl. Phys. B.

LPC 90-26 : CERN-EP/90-46 : Search for the  $t$  and  $b'$  quarks in hadronic decays of the  $Z^0$  boson. P. ABREU *et al.* (DELPHI collab.) Soumis à Phys. Lett. B.

LPC 90-27 : CERN-EP/90-60 : Search for pair production of neutral Higgs bosons in  $Z^0$  decays. P. ABREU *et al.* (DELPHI collab.) Soumis à Phys. Lett. B.

##### 14.2. UAI

LPC 90-11 : Search for new heavy quarks in proton-antiproton collisions at  $\sqrt{s} = 0.63$  TeV — C. ALBAJAR *et al.* (Collab. UA1) — Soumis à Z. Phys. C.

LPC 90-12 — CERN-EP 90-56 : Intermittency studies in  $\bar{p} - p$  collisions at  $\sqrt{s} = 630$  GeV — C. ALBAJAR *et al.* (Collab. UA1) — Soumis à Nucl. Phys. Lett. B.

LPC 90-13 : CERN-EP 90-61 : A study of the D content of jets at the CERN  $\bar{p} - p$  collider — C. ALBAJAR *et al.* (Collab. UA1) — Soumis à Phys. Lett. B.

LPC 90-16 : Bose-Einstein Correlations in  $\bar{p} - p$  interactions at  $\sqrt{s} = .2$  to  $.9$  TeV. — C. ALBAJAR *et al.* (Collab. UA1) — Phys. Lett., B 226, 410 (1989).

LPC 90-17 : CERN-EP 90-53 : Performance of a semi-octogonal shape U/TMP calorimeter — C. BACCI *et al.* (Collab. UA1) — (Soumis à N.I.M.).

LPC 90-18 : Search for  $W^\pm \rightarrow \pi^\pm \gamma$  with UA1 — C. ALBAJAR *et al.* (Collab. UA1) (Soumis à Nucl. Phys. B).

LPC 90-19 : CERN-EP 89-160 : Influence of the Electric Field on compensation in a U/TMP hadronic calorimeter — C. BACCI *et al.* (Collab. UA1) — (Soumis à N.I.M.).

#### 14.3 Neutrinos au Bugey

LPC 89-17 : Fast neutron measurement ... (BUGEY) — LEFÈVRE *et al.*

#### 14.4. Ions lourds

LPC 89-29 : Multiparticle production by 200-GeV/c hadrons on gold, silver, and magnesium targets : D.H. BRICK ... P. BEILLIÈRE, P. LUTZ, J. L. NARJOUX *et al.* — Phys. Rev. D 39, 2484.

LPC 89-30 : Rapidities of produced particules in 200-GeV/c hadrons collisions on gold, silver, and magnesium. : D.H. BRICK ... P. BEILLIÈRE, P. LUTZ, J.L. NARJOUX — Phys. Rev. D 41, 765.

LPC 90-15 :  $\Lambda$  and  $\bar{\Lambda}$  production in S-W interactions at 200 GeV/c per nucleon. S. ABATZIS, ... M. BENAYOUN, J. KAHANE, L. LIMA FRANCES, Ph. LERUSTE, A. MALAMANT, J.L. NARJOUX, M. SENÉ, R. SENÉ, M. TAMAZOULT, A. VOLTE *et al.* (Soumis à Phys Lett. B).

#### 14.5. Themistocle

LPC 89-32 : Aims and status of the THEMISTOCLE physics experiments : G. FONTAINE — Commun. à San Miniato 1989 Topical Seminar on Astrophysics and particle physics (8-12 mai 1989) — Nucl. Phys. B 14,79 (1990).

LPCT 90-01 : Contribution à l'expérience THEMISTOCLE pour l'identification des rayons gamma cosmiques de très haute énergie : Ph. SCHUNE (Thèse de Doctorat, Université de Paris XI).

#### 14.6. *Neutrinos solaires et cosmions*

LPC 89-24 : DPhPE 89-17 : Progress report : Feasibility study of an indium scintillator solar neutrino experiment — A. de BELLEFON *et al.*

LPC 89-33 : DPhPE 89-14 : WIMPs and solar evolution code — Y. GIRAUD-HÉRAUD *et al.* — Poster à International Conference « INSIDE THE SUN » (Versailles, 22-26 Mai 1989).

LPC 89-35 : Superconducting superheated grains irradiated with an electron beam : A. de BELLEFON, D. BROSZKIEWICZ, P. ESPIGAT — Communic. à Third international workshop on Low Temperature Detectors for neutrinos and dark matter (Gran Sasso, 22-24 sept. 1989).

LPC 89-36 : Dynamics of the superconducting to normal phase transition in tin grains. Consequences for detector : P. ESPIGAT, A. de BELLEFON, D. BROSZKIEWICZ — *ibid.*

LPC 90-09 : LAPP-EXP 90-04 : A Bolometric approach to Cosmion searches A. de BELLEFON, P. ESPIGAT *et al.* — Exposé au Séminaire d'Astro-physique de MORIOND (Les Arcs, Mars 1990).

#### 14.7. *Théorie*

LPC 90-01 : B-meson exclusive decays into baryons : V. L. CHERNYAK *et al.*

LPC 90-02 : Charmonium decays into the  $\omega\phi$  final state : M. BENAYOUN, V.L. CHERNYAK *et al.*

#### 14.8. *Divers*

LPC 89-23 : Galilée au LEP : M. CROZON : Sciences et Avenir N° spécial.

LPC 90-14 : CERN-EP/90-66 : Photoproduction of the  $\Lambda_c$  charmed baryon : M.P. ALVAREZ, J.M. BRUNET, B. LEFIÈVRE, D. POUTOT, P. TRISCOS, G. TRISTRAM, A. VOLTE *et al.* — Soumis à Phys Lett. B.

#### 14.9. *Electronique et instrumentation*

LPC 89-07 : Compteur proportionnel multifils (à lecture par ligne à retard électromagnétique) : R. BRUÈRE-DAWSON — Séminaires donnés à l'Université Fédérale de Janeiro.

LPC 89-25 : CERN-EP 89-92 : Les compteurs Cerenkov : Application et limites pour l'identification des particules. Développements et perspectives — J. SÉGUINOT (Cours à l'Ecole Joliot-Curie, 1988).

LPC 89-26 : Influence de la forme des électrodes sur les distorsions de la localisation par plans résistifs : M. FROISSART — Rapport interne (sans diffusion).

LPC 89-38 : Saturation of ionization signal in TMP and TMS at different angles and electric fields : B. AUBERT ... L. DOBRZYNSKI, D. KRYN, J.P. MENDIBURU, P. SALIN *et al.* — N.I.M. A 286, 147 (1990).

LPC 90-05 : + 05 bis (dossier technique) : Le PAC : Processeur Auxiliaire Camac : M. ABBÈS (document interne).

LPC 90-06 : Localisation bidimensionnelle d'événements générateurs de courants à l'aide d'une surface résistive : R. BRUÈRE-DAWSON, M. FROISSART *et al.* — Note sur le brevet français N° 86 17 744 (Déc. 1986) extension Europe et USA (Déc. 1987) — sans diffusion.

LPC 90-07 : Reflective UV Photocathodes with gas phase electron extraction : solids, liquids and adsorbed thin films : J. SÉGUINOT, T. YPSILANTIS *et al.*

#### 14.10 *Informatique et algorithmique*

LPC 89-28 : Portage de GEANT sur une carte Transputer T800 : A. JEJCIC, J. MAILLARD, J. SILVA *et al.*

LPC 89-31 : Sur la recherche des trajectoires dans l'ensemble des nombres premiers. Simulation et recherche de trajectoires de particules : Ph. RANGHEARD. Rapport de stage de licence de physique fondamentale.

LPC 90-03 : VTERM : Système de communication avec des tâches temps réel L. MARTIN — (document interne).

LPC 90-04 : Running GEANT on T-NODE Parallel computer : A. JEJCIC, J. MAILLARD, J. SILVA *et al.* — Contributed report to the conference on Computing in High Energy Physics (Santa Fe, USA, 9-13 avril 1990).

#### 15. *Séminaires*

Le 7 mars 1990 : *Violation de la parité dans les atomes : test des théories électro-faibles à basse énergie*, par Marie-Anne BOUCHIAT (ENS).

Le 14 mars 1990 : *La lumière comprimée*, par Elisabeth GIACOBINO (LSH ENS).

Le 21 mars 1990 : *Thémistocle : premiers tests et perspectives*, par Philippe SCHUNE (CdF).

Le 28 mars 1990 : *Physique statistique de l'apprentissage dans les réseaux de neurones*, par Marc MÉZARD (LPT ENS).

Le 4 avril 1990 : *Augmentation du  $\phi$  : un signal pour le plasma de quarks et de gluons*, par Alberto BALDISSERI (LAPP Annecy).

Le 18 avril 1990 : *Oscillations des neutrinos dans la matière*, par Argyris NICOLAIDIS (Thessalonique).

Le 25 avril 1990 : *Premiers résultats du détecteur souterrain MACRO au Gran Sasso*, par Paolo LIPARI (INFN Roma).

Le 2 mai 1990 : *Présentation de quelques résultats obtenus avec le détecteur OPAL au LEP*, par Isabelle WINGERTER (CERN/LAPP).

Le 9 mai 1990 : *Neutrino(s) droit(s), nombre de neutrinos et largeur du  $Z^0$* , par Cecilia JARLSKOG (CERN/Stockholm).

Le 16 mai 1990 : *Résultats d'ALEPH avec les données de 1989*, par Patrick JANOT (LAL Orsay).

Le 23 mai 1990 : *Vides et Murs dans la distribution des Galaxies*, par Valérie de LAPPARENT (IAP).

Le 30 mai 1990 : *DELPHI : performances, résultats et perspectives*, par Pierre LUTZ (CdF).

Le 6 juin 1990 : *Recherche de photon unique dans L3*, par Jean FAY (IPN Lyon).

Le 13 juin 1990 : *Physique des particules et géométrie non commutative*, par Alain CONNES (Professeur au Collège de France).

Le 20 juin 1990 : *La matière noire est baryonique !*, par Joe SILK (U.C. Berkeley).

Le 27 juin 1990 : *Solar neutrino problem and matter-enhanced neutrino transitions*, par S.T. PETCOV (Acad. Sci. de Bulgarie et LPTHE/Orsay)