

Physique corpusculaire

M. Marcel FROISSART, professeur

AU DELÀ DU MODÈLE STANDARD ?

Le cours de cette année a été une réflexion de fond sur l'état métastable que présente notre discipline actuellement. Sans prétendre à tout expliquer, elle a développé un discours suffisamment cohérent pour recueillir un consensus, baptisé « modèle standard ». Peut-on, doit-on se satisfaire de ce modèle, et essayer d'expliquer les phénomènes a priori déroutants à tout prix sans sortir du modèle standard, en en raffinant les interprétations, ou bien doit-on déjà viser à y voir une prémonition de ce que pourrait être la prochaine étape de notre discipline ?

Les avatars des dernières décennies, où se sont succédés au moins trois types de représentations de ce que sont les particules physiquement observables doit inciter à la prudence.

Le modèle standard est fondé sur le mécanisme de la théorie de jauge. Trois théories de ce type apparaissent. L'une, $SU(3)$ de couleur, n'est pas directement observable car elle développe un confinement. La deuxième, $SU(2)$ faible, est spontanément brisée, et la troisième, $U(1)$, abélienne, reste observable jusqu'en électromagnétisme classique et a servi de prototype.

A d'autres échelles, côtoyant le modèle standard sans qu'il soit vraiment possible d'établir un lien logique, une autre forme de théorie de jauge, utilisant le groupe de Lorentz, est la relativité généralisée, qui n'est, en raison de la faiblesse de son couplage, observable qu'avec des quantités astronomiques de particules, ou à des dimensions (longueur de Planck) échappant à toute investigation, et à toute prédiction théorique fiable.

Face à un succès spectaculaire, la prédiction exacte de la masse des bosons Z^0 et W^\pm , d'un ordre de grandeur bien supérieur à toutes les masses de particules connues, le modèle standard laisse ouvertes bien des questions. Tout d'abord celles liées aux générations de quarks ou de leptons. En particulier, pourquoi doublets de quarks selon $SU(2)$ faible sont-ils reliés de

façon aussi bizarre aux quarks ayant une saveur — c'est-à-dire une masse — bien définie ? Ceci n'indique-t-il pas quelque chose au sujet du mécanisme de la brisure de symétrie, qui pourrait être différent de ce mécanisme de Higgs dont on n'a toujours pas trouvé le méson ?

Les alternatives au modèle standard, que l'on a passées en revue, théories grandement unifiées, supersymétries, supergravité, ont toutes à leur actif un avantage sur le modèle standard, mais sur un autre plan, elles soulèvent telle ou telle autre difficulté. Il ne semble donc pas à l'heure actuelle que se dégage avec un poids suffisant une orientation pour aller au-delà du modèle standard.

M. F.

RAPPORT D'ACTIVITÉ DU LABORATOIRE

1. *Expérience DELPHI*

DELPHI est l'un des quatre dispositifs expérimentaux destinés à être implantés en 1989 autour des zones d'intersection du L.E.P., au C.E.R.N.. Il servira, dans une première étape, à l'étude de la production et de la désintégration du boson faible Z^0 . Une seconde étape, à plus haute énergie, est prévue quelques années plus tard. DELPHI a la structure habituelle des grands détecteurs où l'on cherche à déterminer, dans le plus grand angle solide possible, les caractéristiques de toutes les particules issues des interactions. Il se singularise toutefois par la présence du détecteur Cerenkov à image (RICH), qui doit permettre l'identification des particules chargées. Au sein d'une collaboration internationale d'une quarantaine de laboratoires, le laboratoire contribue à la construction de deux des détecteurs de DELPHI : la chambre à projection temporelle (TPC), et le compteur Cerenkov à image (RICH). Il participe aussi à divers travaux concernant l'utilisation de DELPHI (reconstitution des trajectoires) et à la reconnaissance des phénomènes physiques recherchés.

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

Cette chambre sera destinées à mesurer les trajectoires des particules chargées. Le laboratoire participe maintenant à plusieurs tâches pour sa réalisation :

- la construction de 14 plans de détection,
- un système de calibration de ces chambres,
- un système de monitoring du point de fonctionnement,
- un dispositif de déclenchement.

Construction des plans de détection : Ceux-ci sont au nombre de 14. Pour cette construction, le laboratoire collabore avec le C.E.R.N. et le L.A.L. d'Orsay. La contribution du L.P.C. comprend l'usinage, la construction et le collage des structures de base, le câblage et l'implantation des préamplificateurs, la fabrication de l'électronique de blocage des grilles, la mise au point et le montage du système de refroidissement. Toutes les opérations sont suivies des contrôles de respect des tolérances (planéité à ± 2 microns, dimension, amplitude électronique, stabilité de la température). Une première chambre, terminée, est en cours de test à Saclay. La fabrication des chambres doit s'échelonner jusqu'à l'automne de 1987, date de transport au C.E.R.N.

Calibration des chambres : Toutes les chambres doivent être calibrées, afin que la reconstruction des traces dans l'expérience DELPHI puisse prendre en compte d'éventuels défauts de construction. La calibration est effectuée avec des sources radioactives mobiles (30 mesures par fil) et avec un faisceau laser mobile. Ce travail de calibration, effectué à Saclay, est en grande partie à la charge du laboratoire. Cela nécessite un important dispositif expérimental : enceinte à vide et à gaz, systèmes d'acquisition, enregistrement et traitement des données.

Monitoring des conditions physiques de fonctionnement : La stabilité du fonctionnement des chambres est assurée grâce au contrôle périodique d'un certain nombre de facteurs :

- température à $0,3^\circ$ près (96 points),
- pression à 0,5 millibars près,
- tension électrique des différents plans de fils (144 points),
- tension et courant des préamplificateurs et des formeurs d'impulsions (1 800 points).

Toutes ces mesures sont effectuées à l'aide de microprocesseurs au standard G 64. Un prototype a été construit et le logiciel écrit. L'ensemble est utilisé pour les tests de calibration des chambres.

Dispositif de déclenchement : Pour sélectionner les événements à enregistrer par DELPHI, nous avons proposé une méthode simple de reconnaissance des traces provenant de la zone d'interaction. Elle utilise des routes types programmables conservées en mémoire, auxquelles sont comparés les enregistrements obtenus sur les fils de la TPC. Ce système est réalisé par des microprocesseurs intégrés dans le système d'acquisition FASTBUS. Un prototype a été construit, et testé avec succès au C.E.R.N. sur un faisceau de particules.

Participent à tous les travaux sur la TPC au laboratoire : P. Billoir, J.M. Brunet, P. Delpierre, D. Delikaris, A. Tilquin ainsi que M. Anquetil, P. Bonierbale, C. Boutonnet, P. Courty, G. Desplancques, A. Diaczek, J. Mas, J.P. Pencolé, G. Saget et J. Vergne.

1.2. *Compteur Cerenkov à image (RICH)*

Ce compteur est destiné à l'identification des particules chargées par la mesure de l'angle d'émission de la lumière Cerenkov à leur passage dans un milieu liquide puis dans un gaz. Le laboratoire participe aux études sur le fonctionnement du prototype, et à l'élaboration du système d'acquisition des données.

1.2.1. *Etudes sur le prototype*

L'équipe qui a réalisé le prototype, et qui a ainsi permis à la collaboration de choisir cet instrument termine un travail de longue haleine destiné à définir les conditions optimales de fonctionnement de l'appareil. Les photons Cerenkov sont bien détectés par un mélange éthane-TMAE (tétrakis-diméthylamine-éthylène) donnant naissance à des électrons libres. Ces électrons, moyennant des précautions de pureté, peuvent dériver sur plus de 10 m et être détectés par des fils proportionnels. L'usage de grilles de blocage permet d'éviter le retour des ions positifs dans le volume de dérive. Les défauts d'uniformité de la dérive provoqués par la proximité des parois ou par le champ magnétique sont contrôlables. Le nombre de photons ainsi détectés et la précision de la mesure de leur position correspondent aux prédictions, et donc aux attentes de la collaboration DELPHI. Ce travail important sera d'ailleurs sans doute utilisé pour de nombreuses autres applications.

A ce travail ont participé pour le laboratoire : H.J. Besch, J. Séguinot, J. Tocqueville et T. Ypsilantis, ainsi que J.P. Jobez et R. Saigne.

1.2.2. *Système d'acquisition de données du RICH*

L'acquisition des données du RICH, c'est numériser les temps d'arrivée des signaux sur 11 000 voies analogiques, les coder de façon compacte et les mettre en mémoire, afin qu'ils soient ensuite transférés au système principal d'acquisition des données de l'expérience. Le dispositif utilisé mettra en jeu une quarantaine de modules FASTBUS dont une dizaine de modules maîtres construits au laboratoire.

Pour tester ces modules un banc de test aux normes VME a été mis au point, piloté par un microprocesseur MC 68 000. Les développements en cours devraient aboutir à une définition précise du système complet dans un délai inférieur à un an.

Participent à ces travaux au laboratoire : J.M. Brunet, E. Herniou, G. Tristram ainsi que C. Aubret, A. Jecic, D. Poutot et P. Vergezac.

1.3. *Etudes diverses*

Plusieurs physiciens du laboratoire participent à l'écriture des programmes de reconstitution des trajectoires des particules, à partir des informations fournies par la TPC et les autres détecteurs. Diverses méthodes sont essayées : il faut en particulier mentionner une méthode pas à pas pour la mesure fine de traces permettant d'utiliser au mieux toutes les informations dont on dispose, ainsi qu'un procédé rapide, fondé sur les propriétés de l'inversion et qui permet de reconnaître rapidement les traces, qui apparaissent sous forme d'arcs de cercles en projection. Utilisant les méthodes d'analyse des données, une équipe du laboratoire a entrepris d'étudier la meilleure façon d'isoler l'événement $t\bar{t}$ dans le détecteur DELPHI. Les résultats sont prometteurs.

Une autre étude concerne la recherche d'une éventuelle nouvelle génération de leptons (ou de quarks) sur L.E.P. Ces travaux sont des contributions à des groupes d'études internationaux destinés à proposer des programmes à long terme aux physiciens européens.

P. Billoir, M. Crozon, D. Delikaris, P. Frenkiel, P. Lutz et J. Maillard participent à ces divers travaux ainsi que J. Lecigne et C. Poutot.

Signalons en outre que P. Delpierre a la charge de la standardisation de l'électronique pour l'ensemble de la collaboration DELPHI ; dans ce cadre, J.J. Jaeger participe à la conception d'un digitiseur de temps (LTD). P. Lutz coordonne les activités d'informatique générale des groupes français de la collaboration.

2. *Expérience UAI sur le collisionneur $p\bar{p}$ du C.E.R.N.*

2.1. *Prises de données*

Le collisionneur du C.E.R.N. opérant à une énergie totale de 630 GeV a permis au cours du dernier trimestre de 1985 d'atteindre une luminosité intégrée de 715 événements/nb, soit environ le double de ce qui existait auparavant.

2.2. *Résultats obtenus*

2.2.1. *Propriétés des bosons intermédiaires*

L'augmentation de la statistique a permis de poursuivre l'étude des propriétés des bosons intermédiaires W^\pm et Z^0 avec une meilleure précision ; ainsi ont été obtenus :

- une bonne mesure de la masse et de la largeur,
- la section efficace de production,

- les distributions du moment longitudinal et transverse,
- les propriétés des jets de hadrons produits en association avec les bosons intermédiaires. Cette dernière étude a permis de tester les prédictions de QCD et d'apprécier la validité de cette théorie,
- les distributions angulaires de désintégration et de production qui confirment le spin $j = 1$ de l'objet observé et le couplage V-A,
- mesure du paramètre de Weinberg.

2.2.2. Etude de réactions nouvelles

L'étude des événements à grande énergie transverse manquante a permis :

- la mise en évidence du mode de désintégration leptonique $W \rightarrow \tau\nu$ où le τ se désintègre hadroniquement. La mesure de la masse du W ainsi observé est en accord avec celle obtenue à partir des modes $W \rightarrow e\nu$ et $W \rightarrow \mu\nu$,
- de donner une limite supérieure du nombre de types de neutrinos existant dans l'univers ($N_\nu \leq 8$),
- de donner une limite inférieure pour la masse du lepton chargé de la 4^e génération, si celle-ci existe ($m > 55$ GeV),
- de donner une limite inférieure pour la masse des particules supersymétriques éventuelles.

2.2.3. Informations sur les quarks b

L'analyse des données avec observation d'un μ dans l'état final a permis de donner :

- les sections efficaces inclusives de production de un μ et de deux μ ,
- les sections efficaces de production d'un quark b dans les collisions $p\bar{p}$ à $\sqrt{s} = 630$ GeV,
- la mise en évidence des oscillations $B^0 - \bar{B}^0$ à partir de l'étude des événements avec production de dimuons de même signe et de signes opposés,
- les sections efficaces de production du $\gamma \rightarrow \mu^+\mu^-$,
- de montrer que la production du J/Ψ provenait essentiellement de la désintégration des particules ayant un quark b .

2.2.4. Analyse des événements présentant des jets de quarks légers

- section efficace inclusive de production de jets à $\sqrt{s} = 540$ GeV et $\sqrt{s} = 630$ GeV,
- propriétés de fragmentation des jets de quark et de gluon à partir de l'étude d'un échantillon d'événements à 2 jets,

— la comparaison des événements à 2 et 3 jets a permis la mesure de la constante de couplage des interactions fortes $\alpha_s = .16^{\pm}.02^{\pm}.03$ à $Q^2 \approx 4\ 000\ \text{GeV}^2$,

— l'étude des distributions angulaires des paires de jets de grandes masses a permis d'obtenir une limite inférieure pour l'échelle d'énergie Λ_c ($> 445\ \text{GeV}$ à 95 % C.L.) caractérisant une sous-structure pour les quarks.

2.2.5. Recherche du quark top

L'étude des événements avec lepton (électron ou muon) et un ou plusieurs jets se poursuit toujours, avec comme objectif l'observation du quark top.

2.3. Développements instrumentaux

Le laboratoire participe activement aux études préliminaires sur le nouveau calorimètre qui va remplacer le calorimètre électromagnétique actuel en 1987, date à laquelle un nouvel anneau de stockage d'antiprotons (ACOL) devrait permettre de décupler la luminosité du collisionneur.

Le projet actuel prévoit que ce calorimètre sera un feuilletage d'uranium (2 mm pour la partie électromagnétique et 5 mm pour la partie hadronique) et de petites chambres d'ionisation (3 mm d'épaisseur) remplies de TMP (Tétra Méthyl Pentane). La propriété essentielle visée est d'obtenir une réponse en énergie égale pour les gerbes électromagnétiques et hadroniques, afin d'affranchir la mesure d'énergie des fluctuations dues à l'amorçage de la gerbe hadronique dans le calorimètre électromagnétique.

Le laboratoire a eu la responsabilité de l'étude de la structure mécanique des supports de cet ensemble de 300 tonnes. Par ailleurs un certain nombre de prototypes ont été réalisés (détecteur de position) ou sont en cours de réalisation (chambres d'ionisation à TMP).

Ce dernier travail implique plusieurs techniques de pointe :

— techniques de l'ultravide : les chambres doivent être parfaitement étanches (taux de fuite inférieur à 10^{-9} l/sec) afin d'éviter une contamination du TMP par l'environnement ;

— techniques de chimie : les chambres doivent être parfaitement propres. Les impuretés, en particulier carbone, chlore, fluor doivent être au niveau du p.p.m. ;

— techniques de soudure : le laser permet de réaliser des chambres étanches et non polluées ;

— remplissage parfait des chambres : nous avons réalisé dans ce but une station permettant de remplir ces chambres après qu'un vide poussé y a été réalisé.

Cette expérience est réalisée par une collaboration européenne de 17 laboratoires.

Participent à l'expérience UA1 au laboratoire :

Chercheurs : L. Dobrzynski, G. Fontaine, C. Ghesquière, Y. Giraud-Héraud, D. Kryn, J.P. Mendiburu, P. Nédelec, G. Sajot, C. Tao, J. Vrana.

Mécaniciens : D. Marchand, C. Robert, R. Saïgne, P. Salin.

Electroniciers : R. Bruère-Dawson, J. Da Piédade, D. Monnot, P. Reinhardt, S. Selmane, P. Tardy, J. Waisbard.

Informaticiens : A.M. Dubourdeau, M.G. Espigat, L. Guglielmi.

3. *Expérience NA14 : photoproduction à haute énergie*

NA14 est une expérience exploratoire installée sur un faisceau intense de photons de haute énergie au C.E.R.N. Son principal but est l'étude des protons cibles au moyen d'un faisceau intense de photons de haute énergie.

En collaboration avec l'Ecole Polytechnique, notre groupe s'est particulièrement intéressé aux événements hadroniques à grande impulsion transverse. Pour sélectionner ces événements, nous avons étudié et réalisé au Collège de France une logique de déclenchement comprenant :

— une chambre à « damiers » à lecture cathodique de 125×240 cm² utiles, à 500 voies et son électronique d'acquisition associée,

— une logique électronique rapide effectuant une matrice de coïncidence entre les damiers, deux hodoscopes situés en amont et en aval dans l'appareillage et donnant une réponse en moins de 90 ns, ainsi qu'avec une chambre à fils proportionnels. Cette matrice peut à volonté être modifiée, via CAMAC, par un microprocesseur (CAB) fourni par l'Ecole Polytechnique et dont tout le logiciel a été écrit par notre groupe.

Ce système contrôle aussi entièrement, de façon autonome, tout l'appareillage entrant dans cette logique de déclenchement.

Tous nos événements ont été traités par un programme de filtrage permettant de rejeter rapidement une grande partie des événements de fond, puis par un programme de cinématique.

L'analyse des configurations inclusives fait apparaître, dans les distributions en impulsions transverses et longitudinales, un excès au-dessus de la contribution VDM. Cet excès est en excellent accord avec les calculs au second ordre de QCD sur tout le domaine cinématique couvert par cette expérience. La photoproduction des particules Ψ et Ψ' a également été mesurée.

Nous participons d'autre part à la nouvelle phase de l'expérience, axée sur l'étude des particules charmées et la recherche de la beauté. Notre groupe s'intéresse particulièrement à l'étude des réactions contenant un Λ_c . Une première prise de données a eu lieu en 1985 et sera complétée entre juin et octobre 1986.

Cette expérience est entreprise en collaboration avec les laboratoires suivants : Athènes, C.E.R.N., Londres, Orsay, Saclay, Southampton, Strasbourg, Varsovie et Ecole Polytechnique.

Y participent au laboratoire : J.M. Brunet, B. Lefièvre, D. Poutot, P. Triscos, G. Tristram, A. Volte, avec le concours de C. Aubret, C. Fritsch, D. Levailant et P. Vergezac.

4. Recherche de Gluonium

L'activité du groupe a été dominée par l'analyse de l'expérience WA77 et la mise en œuvre de l'expérience WA76 (prime) au C.E.R.N. Ces deux expériences ont en commun leur appareillage — qui est le spectromètre Omega —, les équipes qui y participent et, pour partie, les recherches entreprises — principalement la recherche de gluonium.

4.1. Expérience WA77

Dans le cadre de WA77, qui en est à la phase d'analyse, nous avons principalement étudié la production de mésons classiques et gluoniums à grande impulsion transverse. Ce travail, en cours de publication, a consisté à calculer des effets de higher twist déduits de la chromodynamique quantique par la méthode de Brodsky-Lepage. Précisément, nous avons calculé les sections efficaces de production de mésons produits directement dans les collisions entre partons.

Nous avons introduit ensuite ces formules dans la simulation classique de Lund. Notre collaboration a été ainsi en mesure, à l'aide de cette simulation, d'analyser les résultats de WA77 en utilisant :

- la théorie classique (minimum twist),
- la théorie évoquée ci-dessus (higher twist),

et de comprendre les résultats de NA14, qui semblaient contredire ceux de WA77.

Dans ce domaine, les conclusions auxquelles nous avons abouti sont que à partir des résultats de WA77 il est plausible que les effets de higher twist existent sous la forme que nous avons calculée. A cet égard, la répétition, l'an prochain, de cette expérience à une énergie plus basse devrait apporter une confirmation ou infirmation claire de ces effets sur la base des prédictions que nous pouvons faire partir de notre analyse actuelle.

Les résultats de NA14 sur la symétrie de charge sont compatibles avec la présence ou l'absence des effets de higher twist. La production de iota et theta est expérimentalement compatible avec zéro. Si ces états sont des gluoniums, cela implique que la fonction d'onde représentant le gluonium est bien différente de celle représentant les quarkoniums.

Secondairement, nous avons participé à la calibration et à l'étude des appareils de mesure utilisés dans l'expérience, notamment les chambres à dérive.

4.2. *Expérience WA76 (prime)*

La collaboration WA76 a pris dans le passé des données très propres de production centrale de mésons neutres dans des conditions cinématiques qui sont celles de la diffusion pomeron-pomeron ; parmi les mésons observés : le iota, le theta et autres candidats gluoniums. L'expérience de l'été prochain renouvelle l'expérience à une énergie plus élevée. Une signature, partielle, des gluoniums devrait émerger de la comparaison des sections efficaces aux deux impulsions de faisceau mesurées.

Dans le cadre de la nouvelle prise de données, nous avons :

- remis en état certains appareils (hodoscopes, cerenkov) à l'aide d'un programme de recalibration semi-automatique résidant sur microprocesseur CAC développé au laboratoire ;

- adapté sur la mécanique de trois anciens hodoscopes de NA3, des scintillateurs devant définir le faisceau à 0,33 mm près ;

- entrepris la construction d'un petit hodoscope de faisceau complémentaire (guides en fibres optiques) ;

- élaboré un programme d'acquisition en trois versions : processeur VME, micro-ordinateur standard, et VAX de l'Omega. Ces trois ordinateurs sont utilisés, en test ou en prise de données, selon les besoins ;

- abordé l'étude de la physique proprement dite liée à cette expérience, en particulier celle liée à la diffusion pomeron-pomeron.

Ce groupe est constitué de M. Benayoun, J. Kahane, Ph. Leruste, A. Malamant, J.L. Narjoux, M. Sené (du L.P.N.H.E. de Paris VI, collaborant à cette expérience à titre individuel), R. Sené, avec la collaboration de M. Sitruk. Les expériences sont menés en collaboration avec le C.E.R.N., les universités d'Athènes, Bari et Birmingham.

5. *Etude des oscillations de neutrinos*

Un groupe s'est formé au Collège de France au début de l'année 1985, pour participer aux recherches d'oscillations de neutrinos auprès du réacteur nucléaire de l'E.D.F. au Bugey. A la suite d'une première expérience, réalisée par une collaboration L.A.P.P. (Annecy) - I.S.N. (Grenoble), une indication d'existence de telles oscillations a en effet été trouvée.

Pour confirmer ce résultat, il a été décidé d'étendre l'expérience. Dans un premier temps, une nouvelle campagne de mesure est en cours, en variant les conditions de mesure. De plus, le blindage a été modifié et un nouveau veto

extérieur (ombrelle) a été installé. Le groupe du laboratoire a assuré la mise en œuvre de ce détecteur veto, qui a permis une étude du bruit de fond en localisant les μ . La qualité médiocre de scintillateurs un peu trop âgés a toutefois empêché d'atteindre l'efficacité souhaitée.

Parallèlement, la collaboration a élaboré et proposé un nouveau détecteur, environ dix fois plus performant. Le groupe du laboratoire a contribué particulièrement aux études de simulation de particules dans le détecteur, à la conception de l'électronique et à la réalisation du prototype de lecture. Une cuve de test a également été construite au laboratoire, pour étudier les problèmes de multiplicité et de dépôt d'énergie des gammas dans le détecteur.

Ces travaux réalisés en collaboration avec : le L.A.P.P. (Annecy), I.S.N. (Grenoble), I.R.F. (Saclay), C.P.P.M. (Marseille) est poursuivi au laboratoire par H. de Kerret, M. Obolensky, J.P. Wuthrick (Ecole Polytechnique, collaborant à titre individuel) avec M. Abbès et J. Boucher. Il bénéficie également d'une aide à temps partiel de R. Sené.

6. *Etude des particules charmées (NA27)*

L'étude de la désintégration des particules charmées s'est poursuivie avec une petite chambre à bulles placée en cible devant le spectromètre EHS du C.E.R.N.

L'analyse des 200 événements observés sur un million d'interactions π -proton à 360 GeV est terminée. Il semble que le mécanisme dominant soit la production centrale de mésons D^* , la production directe de mésons D étant relativement faible. Moyennant cette hypothèse, les observations sont en accord avec la chromodynamique quantique.

L'analyse des 500 événements observés et mesurés parmi 2,5 millions d'interactions proton-proton à 400 GeV se termine. La comparaison avec le lot précédent, qui ne correspond pas aux mêmes quarks dans l'état initial, permettra de préciser l'importance du rôle de ces derniers.

En particulier, la production du baryon charmé Λ_c , qui doit être sensiblement renforcée dans ce deuxième lot, est difficile à établir clairement à cause de son temps de vie très bref ($2 \cdot 10^{-13}$ sec), et de ses modes de désintégration, difficilement observables. Notre groupe joue un rôle important dans la recherche des modes de désintégration impliquant des hadrons neutres.

P. Beillièvre, C. Defoix, J. Dolbeau et M. Laloum participent à cette expérience, avec la collaboration de L. Ramos.

7. *Etude d'un observatoire à rayons γ de hautes énergies*

La montée en énergie a permis des progrès décisifs en Physique des Particules et des axes de recherche prometteurs : supersymétries, sous-struc-

ture des quarks nécessitent de disposer d'énergies supérieures de plusieurs ordres de grandeur à celles des accélérateurs actuels.

Ces énergies, difficiles à obtenir dans un avenir proche et avec les techniques actuelles d'accélération, sont disponibles dans les rayons cosmiques jusqu'à des énergies voisines de 10^8 TeV, bien qu'en flux très faibles.

Ces dernières années ont été mises en évidence certaines sources ponctuelles de cosmiques de très haute énergie, donc associées à des particules neutres, car non déviées par les champs magnétiques intragalactiques, vraisemblablement des γ de haute énergie.

A la différence des gerbes hadroniques, les gerbes électromagnétiques sont pauvres en muons, sauf si des productions de particules nouvelles apparaissent au-delà d'un seuil d'énergie. La détection de tels phénomènes peut donc s'effectuer en mesurant la composante muonique accompagnant la gerbe au sol.

Le développement de la gerbe électromagnétique dans l'atmosphère produit un rayonnement Cerenkov dans la gamme UV et visible, dont la figure au sol a une répartition de densité caractéristique de diamètre moyen 250 m.

La détection de la gerbe peut donc s'effectuer en échantillonnant la tache Cerenkov au sol par un réseau de détecteurs directifs à réponse rapide. Nous étudions la constitution d'un tel réseau au sol, constitué de 300 télescopes de diamètre 800 mm, focale 400 mm, avec photo-multiplicateur au foyer — répartis sur un maillage au pas de 16 m.

Au centre de ce dispositif est placé un détecteur à muons de haute énergie d'environ 100 m^2 de surface, constitué d'un absorbeur calorimétrisé et d'un détecteur de traces chargées, détecteur pouvant être réalisé soit par un grand compteur Cerenkov de 500 m^3 , soit par un tore magnétisé et des tubes à dérive.

Un des éléments importants pour la détection des gerbes par lumière Cerenkov réside dans le site d'implantation qui doit présenter tout un ensemble de qualités : faible nébulosité, faible absorption atmosphérique, absence de sources lumineuses parasites proches, altitude moyenne... Nous effectuons une étude de la réutilisation du site de la centrale solaire THEMIS (Pyrénées Orientales) en vue de cette implantation.

Travaillent actuellement à temps partiel à ce projet :

G. Fontaine, C. Ghesquière, J. Valentin avec la collaboration de R. Bruère-Dawson, G. Descôte, J.J. Jaeger, A. Karar.

8. Travaux de théorie

8.1. Etude des collisions photon-photon et processus apparentés

Ce groupe continue à tenir un rôle important dans la physique des collisions photon-photon, comme il le fait depuis une quinzaine d'années. En particulier, il a organisé au Collège de France, le VII^e Colloque International sur les Collisions Photon-Photon (1-5 avril 1986). La diffusion Compton (électron + photon quasi-réel \rightarrow électron + photon) auprès des collisionneurs e^+e^- et ep de très haute énergie peut être utilisée pour l'étalonnage des détecteurs, la mesure de la luminosité de la machine, un test de l'électro-dynamique quantique, la recherche d'un éventuel électron excité [Travail en collaboration avec A. Courau (L.A.L.)].

L'étude de la production de jets à grand p_T dans les collisions entre un photon quasi-réel et un photon virtuel de moment Q a permis de comparer les prédictions théoriques aux résultats expérimentaux récents. L'accord avec l'expérience est satisfaisant, sauf dans une région limitée (petites valeurs de Q^2 et p_T). Des corrélations azimuthales devraient se manifester dans le processus, et devraient permettre de tester à la fois le modèle quark-parton et la méthode de détermination de l'axe des jets. La production de jets dans les collisions entre un photon quasi-réel et un poméron auprès d'un collisionneur ep de très haute énergie comme HERA a été calculée avec un modèle où le poméron est un multigluon.

Par ailleurs, la distribution angulaire des divers baryons émis par paires dans la désintégration du J/Ψ , a été calculée avec un modèle du type Brodsky-Lepage. Un assez bon accord a été obtenu avec des résultats expérimentaux récents. Ce travail est étendu au mode $\Psi \rightarrow p\bar{p}\gamma$, qui a fait l'objet de mesures récentes.

Ce groupe, étroitement articulé avec celui de l'Université de Picardie comprend : N. Artéaga-Roméro, C. Carimalo, G. Cochard, A. Ichola, P. Kessler, S. Ong, J. Parisi, J. Silva.

8.2. Applications de la chromodynamique quantique aux collisions proton-antiproton dans le collisionneur du C.E.R.N.

La contribution resommée des gluons mous ou colinéaires émis dans une collision hadronique dure est comparée aux distributions expérimentalement mesurables. L'accord est trouvé bon, notamment pour la distribution en moment transverse des bosons W , l'étalement radial des jets ou l'énergie transverse accompagnant des collisions dures.

Il a été montré qu'avec des statistiques importantes, il serait possible de dégager l'effet de violation de l'invariance d'échelle de celui du facteur de forme de Sudakov, permettant ainsi d'accéder à ce dernier.

Par ailleurs, un travail sur la structure du poméron en chromodynamique quantique a été entrepris.

Ces travaux sont menés au laboratoire par G. Bordes, en collaboration avec A. Nicolaidis et son groupe de l'Université de Salonique.

8.3. *Problèmes infrarouges en électrodynamique quantique*

La méthode conçue précédemment pour éliminer sans ambiguïté, et de façon invariante, les divergences infrarouges a conduit à des estimations numériques moins précises que souhaité. L'origine de cet écart a été retrouvé dans le fait que les approximations n'étaient pas invariantes de jauge ordre par ordre. Une modification a été apportée à la méthode qui donne maintenant des approximations invariantes de jauge, tout en préservant ses qualités originelles.

Ce travail est effectué par C. Chahine.

9. *Méthodes nouvelles et études diverses*

9.1. *Détecteurs à semi-conducteurs*

9.1.1. *Mosaïques de capacités MOS (Métal-Oxyde-Silicium)*

Ce travail, débuté en 1981, s'est achevé cette année. On a réalisé des mosaïques de capacités MOS de dimensions variables. De telles structures collectent efficacement la charge produite par des particules ionisantes, même en l'absence de polarisation dynamique, la collection se faisant alors par diffusion. Pour des particules très ionisantes on peut obtenir des rapports signal sur bruit analogues à ceux de bons détecteurs à jonction.

9.1.2. *Le silicium amorphe*

Pouvant être déposé en grandes surfaces, ce matériau offre un intérêt potentiel certain, mais il présente par ailleurs des caractéristiques complètement différentes des semiconducteurs habituels : faibles mobilités électroniques et grandes densités de pièges. Une première étude sur la réponse en protons et en alphas a été conduite auprès du Van de Graaf de l'I.N.S.T.N., Saclay, en utilisant des dispositifs de type p-i-n très minces (moins de 1 μm) fonctionnant sans polarisation. Dans ces conditions on a montré que la charge collectée n'est qu'une petite fraction de l'ionisation primaire et qu'elle décroît lorsque celle-ci augmente. L'étude se poursuit sur des dispositifs épais (de 4 à 10 μm), polarisables et plus sensibles.

Ces travaux sont réalisés par B. Equer et A. Karar, en collaboration avec des groupes de l'I.N.S.T.N. (Saclay), du L.P.N.H.E. de l'Ecole Polytechnique, et, pour la première partie, de l'E.S.I.E.E.

9.2. *Détection des neutrinos de basse énergie*

Le faible niveau de détection des neutrinos solaires pose des problèmes variés au physicien et à l'astrophysicien, et pourrait indiquer des phénomènes inattendus tels que l'oscillation entre divers types de neutrinos. Un groupe du laboratoire examine la possibilité d'utiliser un détecteur composé d'indium. Un tel détecteur doit dans son principe permettre de mesurer le spectre des neutrinos de basse énergie issus du cycle pp au cœur du Soleil par réaction bêta inverse, et donc mesurer des énergies de photon ou électrons entre 100 et 500 keV.

Pour préparer l'étude d'un détecteur utilisant le retour à l'état normal de microsphères d'indium supraconducteur, les travaux suivants ont été effectués :

— Simulation par ordinateur de la propagation d'électrons et de photons de basse énergie < 1 MeV dans un milieu granulaire indium/paraffine.

— Essai d'une amplificateur à bas bruit de fond conçu au laboratoire et estimation du temps de transition d'une microsphère.

— Mise en place d'une expérience d'irradiation d'une boucle détectrice par des électrons à l'aide d'un accélérateur Van de Graaf qui délivre des électrons jusqu'à 3 MeV.

Ces travaux, conduits en collaboration avec des groupes du L.A.P.P. (Annecy), du C.R.N. (Strasbourg) et de l'E.N.S. (Paris), sont menés au laboratoire par A. de Bellefon et P. Espigat, avec la collaboration de D. Broszkiewicz et D. Sotiras.

9.3. *Etude des applications d'ordinateurs parallèles*

Le travail d'évaluation du calculateur parallèle OPSILA conçu par le L.A.S.S.Y. (Nice) se poursuit, d'une part en optimisant la parallélisation d'algorithmes de simulation et de reconstruction, d'autre part en évaluant ses possibilités avec un programme de théorie de jauge sur réseau.

Ce travail est mené par J. Maillard et J. Silva en collaboration avec M. Sitruk.

9.4. *Etude microscopique d'objets archéologiques*

L'étude des verres rouges au cuivre des vitraux de la cathédrale d'York (x^e s.) par plusieurs méthodes complémentaires (Microsonde électronique, microscope à balayage, micro-analyseur ionique) permet de conclure avec certitude à l'utilisation de laiton et de bronze comme apports de cuivre. La date correspond à un renouveau important de l'orfèvrerie en laiton, localisé dans le diocèse de Liège. Il y a donc tout lieu de supposer que ces précieux verres

ont été fabriqués dans la région de Liège, qui communique aisément par voies fluviales et à travers la Manche, avec la ville d'York.

Ces travaux sont poursuivis au laboratoire par M. Spitzer-Aronson et P. Soleillet.

10. *Activités en informatique*

L'année a été marquée par l'installation et la mise en route du VAX 11/785 partagé avec le L.P.N.H.E. Paris 6/7, avec implantation des bibliothèques du C.E.R.N. ainsi que des logiciels de simulation et d'analyse des expériences, en premier lieu UA1 et DELPHI. L'arrivée de ce matériel a rendu d'actualité la réalisation d'un plan de câblage de tout le laboratoire autour d'un autocommutateur. Ainsi, depuis chaque pièce, tout terminal peut être relié à l'un quelconque des équipements de traitement, local ou à distance. Le laboratoire a également participé à l'étude et à la mise en place du réseau I N2 P3 d'interconnexions entre ordinateurs, facilitant de fructueux échanges d'information entre laboratoires travaillant en collaboration.

Dans le courant de l'année, un écran graphique de hautes performances, doté d'un processeur de rotations à trois dimensions, est venu compléter le dispositif. En liaison avec le VAX, il constitue une puissante station d'analyse visuelle pour les événements complexes résultant des interactions à très haute énergie. Il est complété par une imprimante graphique à laser permettant de conserver sur papier les images observées.

Pour les microprocesseurs, le laboratoire s'est engagé dans l'utilisation du système OS9 permettant une gestion efficace des diverses tâches effectuées par des dispositifs dans notre discipline. Ce système a été adapté à diverses configurations utilisées en particulier pour UA1 et DELPHI.

Enfin, l'importance des nouveaux équipements a nécessité l'organisation de cours de formation destinés au personnel du laboratoire et préparés par les responsables de chacun des secteurs : 6 cours en 1985, 10 cours en 1986 ont porté sur le VAX et son utilisation, ainsi que sur les logiciels employés pour les micro-ordinateurs.

L'informatique est un outil puissant d'usage généralisé au laboratoire. Son organisation, complexe, repose au laboratoire sur un comité coordonné par G. Fontaine, et composé de J.M. Brunet, P. Espigat, A. Faye, P. Frenkiel, Y. Giraud-Héraud, L. Guglielmi, J.J. Jaeger, A. Jecic, J. Kahane, P. Lutz, R. Merzoug, Ph. Triscos et G. Tristram.

Les diverses tâches d'intérêt général sont effectuées avec le concours de R. Eschylle, J. Gilly, R. Guillao, C. Lamy, L. Martin, D. Monnot, F. Tembely, Ton That Binh, M. Touré et J.P. Villain.

11. *Activités en électronique*

A part les activités correspondant à des travaux de conception, de développement et de réalisation évoqués selon leurs buts dans les parties précédentes de ce rapport, nous devons citer le développement de la Conception Assistée par Ordinateur (C.A.O.) dans le laboratoire, qui a été rendue possible par l'arrivée du VAX 11/785 destiné à desservir le L.P.N.H.E. de Paris 6 et 7. L'installation de la C.A.O. s'est donc effectuée pour les deux laboratoires simultanément.

— Deux logiciels de simulation : logique (EPILOG) et électronique (SPICE 2G4), avec des bibliothèques, ont été mis en route et ont permis de mener à bien 3 études de circuits intégrés prédéfinis.

— 5 séminaires internes de formation à l'utilisation de ces logiciels ont été donnés par A. Karar et J.J. Jaeger.

— Le logiciel d'implantation et routage de circuits imprimés SECMAI a été installé en avril 1986, avec une première console implantée sur le site de Jussieu.

— Un stage d'initiation à l'utilisation de cet outil a été organisé par des collègues du L.A.L. (Orsay).

Les activités en électronique sont coordonnées par un « Conseil des électroniciens » élu. Elles sont assurées par :

M. Abbès, M.H. Andrade, M. Anquetil, C. Aubret, P. Benoit, C. Boutonnet, D. Broszkiewicz, R. Bruère-Dawson, P. Courty, J. Da Piédade, G. Desplancques, C. Finetin, P. Godefroy, J.J. Jaeger, A. Karar, S. Lantz, 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*

A part de nombreuses contributions de conception et réalisation qui ont été décrites dans les activités des divers groupes de physique, il faut mentionner ici les développements généraux réalisés par le groupe de mécanique.

Citons le démontage et le transfert des appareils de mesure de clichés de chambres à bulles : le L.S.D. (lecteur en Spirale Digitisée) au C.N.A.M. et le C.R.T. (Cathode Ray Tube) au Parc de la Villette, aux fins d'archivage muséographique.

Indiquons également l'acquisition et la mise en œuvre d'une fraiseuse à commande numérique, dont la souplesse et la productivité ont apporté des gains considérables. En plus du fait qu'elle produit au moins autant que les 4 fraiseuses conventionnelles restant en fonction, il faut souligner l'identité

parfaite entre les pièces exécutées avec le même programme et la possibilité de réaliser sans pénalisation les formes les plus étroitement adaptées au but recherché.

Coordonnées par D. Marchand, les activités en mécanique sont assurées par B. Bonierbale, G. Descôte, A. Diaczek, F. Hrabina, J.P. Jobez, R.H. Le Bihan, M. Pairat, J.P. Pencolé, J.P. Rény, C. Robert, G. Saget, R. Saigne, P. Salin, R. Salomone et D. Sotiras.

13. *Services généraux*

Bien entendu, un laboratoire tel que le nôtre ne saurait fonctionner sans l'action efficace et souvent méconnue des services généraux :

Secrétariat : C. Bréon, E. Brochet, J. Brossaud, D. Cerverra, M. Manach, G. Masséi, V. Saïnz.

Bibliothèque : A. Damais, C. Dupart, R. Guillao, F. Ott.

Service intérieur : Y. Alger, G. Dubois, P. Godefroy, C. Martin, S. Néchal, D. Polard, J. Soligny, B. Tighrine et J. William.

Imprimerie et photo : G. Arbousse-Bastide, A. Ben Raïs, J.C. Couillard, Le Tan Xuan, J. Orillon et M. Soumana.

14. *Publications et Notes du laboratoire*

14.1. *DELPHI*

14.1.1.

LPC 86-12 : C. BRAND et al., P. BILLOIR, J.M. BRUNET, P. COURTY, D. DELIKARIS, P. DELPIERRE, A. DIACZEK, J. KENT, J.Y. ROUSSEAU, J.P. TURLLOT. Results on space measurement accuracy from test of a half-scale DELPHI TPC prototype.

14.1.2.

LPC 86-09 : R. ARNOLD, J. SÉGUINOT, J. TOCQUEVILLE, T. YPSILANTIS. Photosensitive gas detectors for the ring-imaging Cerenkov (RICH) technique and the DELPHI barrel rich prototype.

LPC 86-10 : J.M. BRUNET, E. HERNIOU, A. JEJCIC, G. TRISTRAM. Proposal for the data acquisition system of the Barrel Rich.

LPC 86-13 : R. ARNOLD, H.J. BESCH, J. SÉGUINOT, J. TOCQUEVILLE, T. YPSILANTIS. The DELPHI Barrel Rich prototype.

14.1.3.

LPC 85-19 : P. BILLOIR : Precise error propagation from detector measurements to charged track parameters in simulation studies.

LPC 85-23 : M. CROZON. L'expérience en physique des particules.

LPC 85-31 (Delphi-note 85-61 DAS 17) : D. DELIKARIS.

TPC r-z Trigger simulation results (2nd level).

14.2. UA1

LPC-T 85-02 : Th. MARTIN (Thèse 3^e cycle - nouveau régime). Production multiple de particules à l'avant dans l'expérience UA1.

LPC 85-15 : UA1 Collab. W^{\pm} and Z^0 production in the UA1 experiment at the C.E.R.N. proton-antiproton collider.

P.L. 158 B (85), 494 : G. ARNISON et al., UA1 Collab. Comparison of three-jet and two-jet cross sections in $\bar{p}p$ collisions at the C.E.R.N. SPS $\bar{p}p$ collider.

LPC 85-28 : G. ARNISON et al., UA1 Collab. W production properties at the C.E.R.N. SPS collider.

LPC 85-29 : G. ARNISON et al., UA1 Collab. Inclusive jet production at $\sqrt{s} = 546$ GeV.

LPC 85-33 : CHARLING TAO. Recent results from UA1.

LPC 85-34 : L. DOBRZYNSKI. Status report on the search for the top quark. Présenté à la 5^e Conférence Internationale de Physique à Autun 3/5-7-1985.

P.L. 166 B (86), 484 : G. ARNISON et al., UA1 Collab. Intermediate vector boson properties at the C.E.R.N. super proton synchrotron collider.

LPC 85-40 : UA1 Collab. Study of minimum bias trigger events at $\sqrt{s} = 0.2-0.9$ TeV with magnetic and calorimetric analysis at the C.E.R.N. proton-antiproton collider.

Europhysics Conference on High Energy Physics, Bari, 18/24-7-1985.

LPC 86-14 : G. ARNISON et al., UA1 Collab. Measurement of the inclusive jet cross section at the C.E.R.N. $\bar{p}p$ collider.

14.3. NA14

P.L. 125 B (85), 419 : P. ASTBURY et al., NA14 Collab. Measurement of deep inelastic compton scattering of high energy photons.

P.L. 168 B (86), 163 : C. AUGÉ et al., NA14 Collab. High energy photo-production of large transverse momentum π^0 mesons : a quantitative test of QCD.

LPC 86-11 ; R. BARATE et al., NA14 Collab. Photoproduction of charged hadrons at large transverse momenta.

14.4. WA77

Rho meson production at $p_T > 1$ GeV/c in 300 GeV π^- . Be collisions. Europhysics Conference on High Energy Physics, Bari, 18/24-7-1985.

Search for glueballs at high p_T in 300 GeV/c π^-N interactions et :

Evidence for higher-twist mechanism in prompt φ^0 meson production at $p_T > 2$ GeV/c in 300 GeV/c π^-N interactions.

Communications présentées à la XXIII^e Conférence Internationale de Physique des Hautes Energies (Berkeley, juillet 1986).

C.E.R.N./EP/3236R/EQ/ed : WA77 Collaboration. A fast on-line trigger for events with multiple high transverse momentum tracks.

LPC 86-02 : M. BENAYOUN, Ph. LERUSTE, J.L. NARJOUX et al. Prompt meson production at large p_T .

14.6. LEBC-EHS (NA27)

P.L. 156 B (85), 444 : M. AGUILAR-BENITEZ et al., LEBC-EHS Collab. A search for F production in 360 GeV/c π^-p interactions.

P.L. 161 B (85), 400 : M. AGUILAR-BENITEZ et al., LEBC-EHS Collab. Inclusive properties of D meson produced in 360 GeV/c π^-p interactions.

LPC 85-26 : M. AGUILAR-BENITEZ et al., LEBC-EHS Collab. Charm hadron properties in 360 GeV/c π^-p interactions.

P.L. 164 B (85), 404 : M. AGUILAR-BENITEZ et al., LEBC-EHS Collab. $D\bar{D}$ correlations in 360 GeV/c π^-p interactions.

P.L. 168 B (86), 170 : M. AGUILAR-BENITEZ et al., LEBC-EHS Collab. Measurement of D-meson branching ratios.

P.L. 169 B (86), 106 : M. AGUILAR-BENITEZ, LEBC-EHS Collab. Neutral and charged D^* production in 360 GeV/c π^-p interactions.

14.8. Théorie

14.8.1.

LPC 85-16 : Ch. CARIMALO. Quark mass effects in $\Psi \rightarrow B\bar{B}$ decays.

Phys. Rev. D 33 (86), 2024 : A. COURAU et P. KESSLER. Luminosity monitoring and search for an e^* through $e\gamma$ scattering at e^+e^- colliders.

Phys. Rev. D 33 (86), 2028 : A. COURAU et P. KESSLER. Detector calibration, luminosity monitoring and search for an e^* at HERA.

LPC 86-03 : N. ARTÉAGA-ROMÉRO, C. CARIMALO, P. KESSLER, S. ONG, J. SILVA. p_T and Q^2 dependence of jets produced in $\gamma\gamma^*$ collisions.

LPC 86-08 : N. ARTÉAGA-ROMÉRO, P. KESSLER, J. SILVA. Probing the pomeron structure with quasi-real photons.

14.8.2.

Phys. Rev. D 33 (86), 2572 : A. NICOLAIDIS, G. BORDES. QCD at collider energies.

14.9. *Méthodes nouvelles et études diverses*

Conférence « Computing in High Energy Physics », Amsterdam (25/28-6-1985) : M. AUGUIN, W. JALBY, J. MAILLARD : Use fo SIMD-SPMD Machine for simulation in particle physics.

M. SPITZER-ARONSON, P. SOLEILLET : « Provenance Data on the York Minster stained glass ». Communication invitée au Symposium International d'Archéométrie, Athènes, mai 1986.

14.10. *Informatique*

LPC 85-35 : G. FONTAINE, L. GUGLIELMI. Use of OS9/68K - A Unix-like, real-time operating system in particle physics VME applications.

LPC 85-36 : G. FONTAINE, L. GUGLIELMI. Integration of VME modules in a SM90 mini computer running UNIX on a 68 000.

14.11. *Expériences terminées*

NA3

LPC/T-85-01 : A. TILQUIN. Thèse d'Etat (ancien régime). Production hadronique de plusieurs muons. Production de $\Psi\Psi$. Recherche de beauté.

P.L. 156 B (85), 85 : J. BADIER et al., NA3 Collab. $\Psi\Psi$ production and limits an Beauty meson production from 400 GeV/c protons.

P.L. 164 B (85), 184 : J. BADIER et al., NA3 Collab. Direct photon production from pions and protons at 200 GeV/c.

Z. f. Ph. C 30 (86), 45 : J. BADIER et al., NA3 Collab. Inclusive high p_T production from π^\pm and protons at 200 GeV/c.

N.I.M. A 243 (86), 140 : J. BOUROTTE et al., NA3 Collab. The NA3 multiprocessor acquisition system.

LPC 85-27 : J. BADIER et al., NA3 Collab. Search for long lived and penetrating view particles in 300 GeV/c π^- interactions.

LPC 86-06 : J. BADIER et al., NA3 Collab. Mass and lifetime limits on new long-lived particles in 300 GeV/c π^- interactions.

LPC 86-07 : J. BADIER et al., NA3 Collab. From a 200 cm long beam dump hit by a 300 GeV/c pion beam.

LPC 86-15 : J. BADIER et al. NA3 Collab. Measurement of punch-through particle fluctuations in a 200 cm beam dump hit by a 300 GeV/c pion beam.

WA13

N.P. B 263 (86), 458 : L. BACHMAN et al., WA13 Collab. Large angle Λ^0 production in exclusive reactions between 3 and 12 GeV/c.

SÉMINAIRES DU LABORATOIRE

(organisés conjointement avec ceux du L.P.N.H.E. de Paris VI et VII)

Le 19 février 1986 : *Production de photons directs et de paires de photons dans l'expérience NA3*, par Yannis KARYOTAKIS (Ecole Polytechnique).

Le 26 février 1986 : *Can elementary scalar particles exist ?*, par Roberto PETRONZIO (C.E.R.N.).

Le 5 mars 1986 : *Quelques recherches sur de nouveaux détecteurs*, par Georges CHARPAK (C.E.R.N.).

Le 12 mars 1986 : *Sélection des événements top au pôle du Z^0* , par Dimitri DELIKARIS (Collège de France).

Le 19 mars 1986 : *Derniers résultats de l'expérience du Fréjus*, par Bernard DEGRANGE (Ecole Polytechnique).

Le 9 avril 1986 : *Différents aspects de la production hadronique dans les interactions proton-proton à 400 GeV/c. Rôle des saveurs lourdes*, par Lucien MONTANET (C.E.R.N.).

Le 16 avril 1986 : *Recherche de gluinos et de particules supersymétriques dans l'expérience NA3*, par André TILQUIN (Collège de France).

Le 23 avril 1986 : *Production directe de mésons ρ à grand P_{\perp}* , par Emmanuele QUERCIGH (C.E.R.N.).

Le 30 avril 1986 : *Physique des particules élémentaires sans accélérateur*, par Michel SPIRO (DPhPE Saclay).

Le 7 mai 1986 : *Recherche de nouvelles particules dans les collisions e^+e^-* , par Jean-François GRIVAZ (L.A.L. Orsay).

Le 14 mai 1986 : *Transformations $\nu_e-\nu_\mu$ dans le soleil*, par Jim RICH (DPhPE Saclay).

Le 28 mai 1986 : *Le problème de la masse cachée : situation astrophysique* », par J. SCHNEIDER (Observatoire du Meudon).

Le 4 juin 1986 : *Les calculateurs parallèles*, par Jacques LENFANT (Professeur à l'Université de Rennes).

LISTE DES COURS DE FORMATION EN INFORMATIQUE ORGANISÉS
AU LABORATOIRE

1. *Le VAX et son utilisation*

- Généralités sur VAX et OS VMS, A. FAYE.
- Gestion de fichiers, R. MERZOUG.
- Editeur, J.J. JAEGER.
- Langage de commande DCL, J.M. BRUNET.
- Librairies, J.J. JAEGER.
- Fortran et bibliothèque C.E.R.N., J.M. BRUNET.
- Les réseaux,, P. FRENKIEL.
- Imprimante Laser et TEX, P. LUTZ.
- Traitement de texte LATEX, P. FRENKIEL.

2. *Systèmes UNIX et OS9*

● *UNIX*

- Une introduction, G. FONTAINE.
- Le langage Shell, J.M. BRUNET.
- Spécificités de Unity, SMX et OS9, L. GUGLIELMI.
- Langage C, présentation, A. JEJCIC.
- Langage C, structures, L. GUGLIELMI.

● *OS9*

- Introduction, L. GUGLIELMI.
- Système temps réel, P. NEDELLEC (CSNSM).
- Basic 09, J. GILLY.
- L'éditeur VI, P. FRENKIEL.