

## Physique atomique et moléculaire

M. Francis PERRIN,

membre de l'Institut (Académie des Sciences), professeur

*Les interactions faibles (suite).* — Ainsi qu'il a été exposé dans le cours de 1965-66, les interactions faibles, cause des radioactivités  $\beta$ , de la désintégration des muons ou de leur capture par les noyaux, ont pu être interprétées de façon satisfaisante comme un couplage entre deux courants associés chacun à la transformation d'un fermion en un autre fermion. On est conduit à considérer que deux fermions pouvant se transformer l'un en l'autre lors d'une telle interaction sont deux états de charge électrique (dont les charges diffèrent toujours d'une unité) d'une même particule. C'est ainsi que les radioactivités  $\beta$  résultent du couplage du courant associé à la transformation d'un nucléon de son état neutre (neutron) à son état chargé (proton) ou vice versa, et du courant associé à la transformation d'un lepton électronique de son état neutre (neutrino électronique) à son état chargé (électron) ou vice versa. De même, la désintégration du muon ou sa capture par un noyau atomique résulte du couplage d'un des courants intervenant dans les radioactivités  $\beta$  avec le courant associé à la transformation d'un lepton muonique de son état chargé (muon) à son état neutre (neutrino muonique).

Les transformations leptoniques pouvant être une des deux transformations associées dans une interaction faible font ainsi toujours intervenir un état (initial ou final) de charge nulle qui est un neutrino, particule de masse nulle et d'hélicité déterminée dont la fonction d'onde  $\psi_{\nu}$  est un semi-spineur n'ayant que deux composantes indépendantes et tel que

$$\psi_{\nu} = a \psi_{\nu}^{\prime}, \left[ a = \frac{1}{2} (1 + \gamma_5), \gamma_5 = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}_4 \right]$$

Il en résulte que dans l'expression du courant associé à une telle transformation

$$j_{\alpha}^{(l)} = \psi_{\nu}^{\dagger} \gamma_{\alpha} \gamma_l, \left[ \psi^{\dagger} = \widetilde{\psi}^* \gamma_4, \gamma_4 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}_4 \right]$$

on peut remplacer la fonction d'onde  $\psi_l$  du lepton chargé par sa composante semi-spinorielle  $a \psi_b$ , car

$$j_{\dot{a}}^{(l)} = (a \psi_v)^+ \gamma_{\dot{a}} \psi_l = \psi_v^+ \gamma_{\dot{a}} (a \psi_l)$$

L'hypothèse la plus simple pour obtenir un invariant (densité d'hamiltonien d'interaction) par produit scalaire entre ce courant leptonique (dénué de parité définie) et le courant nucléonique relatif à la transformation neutron  $\rightleftharpoons$  proton associée dans les radioactivités  $\beta$  ou les captures muoniques à une transformation leptonique, est d'admettre que le courant nucléonique, dénué également de parité définie, a une expression de la forme

$$j_{\dot{a}}^{(N)} = \psi_p^+ [g_V \gamma_{\dot{a}} + g_A \gamma_{\dot{a}} \gamma_5] \psi_n$$

Feynman et Gell Mann ont suggéré que ce courant nucléonique aurait la même expression que le courant leptonique si les nucléons n'avaient pas d'interactions fortes (avec les pions notamment), c'est-à-dire que pour des nucléons « nus » on aurait

$$j_{\dot{a}}^{(N^0)} = \psi_p^+ \gamma_{\dot{a}} a \psi_n = \psi_p^+ \gamma_{\dot{a}} \frac{1}{2} (1 + \gamma_5) \psi_n$$

et par suite  $g_V = g_A$ . Expérimentalement, on trouve que ces deux constantes ont en fait des valeurs peu différentes ( $g_A = 1,25 g_V$ ), ce qui rend plausible l'hypothèse de Feynman et Gell Mann. Mais les interactions fortes des nucléons peuvent modifier plus profondément l'expression du courant nucléonique. En se bornant au cas de particules libres dont les fonctions d'onde  $\psi$  sont des ondes planes de Dirac d'impulsion d'univers définie, on montre que l'expression générale du courant nucléonique est de la forme

$$j_{\dot{a}}^{(N)} = \psi_p^+ (k')^+ [g_V \gamma_{\dot{a}} + i a (\gamma_{\dot{a}} \gamma_{\beta} - \gamma_{\beta} \gamma_{\dot{a}}) Q_{\beta} + i A Q_{\dot{a}} + g_A \gamma_{\dot{a}} \gamma_5 + i B (\gamma_{\dot{a}} \gamma_{\beta} - \gamma_{\beta} \gamma_{\dot{a}}) \gamma_5 Q_{\beta} + i b \gamma_5 Q_{\dot{a}}] \psi_n(k)$$

où  $Q_{\dot{a}} = k'_{\dot{a}} - k_{\dot{a}}$

est le vecteur d'univers différence entre l'impulsion  $k$  du neutron initial et l'impulsion  $k'$  du proton final (transfert d'impulsion d'univers entre les deux transformations couplées par l'interaction faible). Les coefficients  $g_V, a, \dots$  peuvent dépendre de la grandeur  $Q^2$  de ce transfert d'impulsion.  $\nabla$

Des considérations de symétrie conduisent à penser que les coefficients  $A$  et  $B$  sont nuls, et que le coefficient  $a$  est relié au coefficient du terme analogue que les interactions fortes introduisent dans les interactions entre nucléons et électrons (moments magnétiques anormaux  $\mu_p$  et  $\mu_n$  du proton et du neutron), d'où le nom de « magnétisme faible » donné à ce terme du courant donnant les interactions faibles des nucléons avec les leptons. Cette interaction par

magnétisme faible ne peut prendre d'importance que pour les grands transferts  $Q^2$  (par exemple pour les interactions de neutrinos de très haute énergie avec des nucléons) ou pour certaines radioactivités  $\beta$  interdites.

Pour progresser plus loin dans la détermination des interactions faibles des baryons et des leptons qui sont à l'origine de la désintégration des particules étranges (hypérons et kaons), il faut considérer les lois de symétrie auxquelles obéissent les interactions fortes, et particulièrement les invariances vis-à-vis du groupe  $S U 3$  (groupe spécial unitaire à 3 variables complexes) qui permettent une classification remarquable des baryons et des mésons. C'est cette analyse qui sera le sujet du cours de 1967-68.

## TRAVAUX

### A. — COMPOSITION DU LABORATOIRE A LA DATE DU 1<sup>er</sup> JUILLET 1967

#### a) *Personnel scientifique*, dépendant :

##### 1) du Collège de France :

M. le Professeur Francis PERRIN (1), directeur du Laboratoire ;  
M. Raymond MOCH (2), sous-directeur du Laboratoire ;  
MM. Jean-Claude DUMAS et Jean KAHANE, assistants.

##### 2) de l'Université :

M. Paul SOLEILLET (2), professeur à la Faculté des Sciences de Paris ;  
MM. Jean-Marie ABILLON (3) et Charles CHANINE (3), M<sup>me</sup> Colette FAVARD-SERENO, MM. Pierre GRELLET et Jean-Claude HOUARD (2), maîtres-assistants ;  
M. Alexandre MALAMANT (3), M<sup>lle</sup> Ludmila OVTRACHT, M. Daniel SANDOZ, M<sup>me</sup> Noële THIBAUT, M. Henri TARRATS, assistants ;  
M. Bernard LEFIÈVRE, boursier de 3<sup>e</sup> cycle.

##### 3) du Centre national de la Recherche scientifique :

M. Bernard JOUVET (2), directeur scientifique ;  
M. Michel CROZON (2), et Paul KESSLER (2), maîtres de recherches ;  
MM. Théophile LERAY (2) et Philippe LERUSTE (2), M<sup>me</sup> Martha SPITZER (2), chargés de recherches ;  
MM. André BERTHON et Raymond LACHAUX, attachés de recherches agrégés ;

---

(1) Docteur ès-sciences physique et docteur ès-sciences mathématiques.

(2) Docteur ès-sciences.

(3) Docteur de 3<sup>e</sup> cycle.

M<sup>lle</sup> Gisèle BORDES (3), MM. Gérard CLÉMENT (3), André COURAU (2), Michel HEYMAN (2), M<sup>lle</sup> Alix JACQUEMIN (3), MM. Jean-Louis NARJOUX (3), Raymond SENÉ (3), Jacques TOCQUEVILLE, attachés de recherches.

4) de la Direction générale des Enseignements supérieurs (ingénieurs contractuels des laboratoires de physique nucléaire) :

MM. Philippe CHAVANON, Pierre DELPIERRE, Michel RABANY, Jean VALENTIN et Pierre VERGEZAC.

5) de la Commission des Grands Accélérateurs :

MM. Maurice BENAYOUN (3), Victor P. HENRI (2), Marc KELLER (3), Philippe MARQUESTE et Philippe VAN SURELL.

6) de divers organismes :

M. Jacques POYEN (2), ingénieur-conseil (Laboratoire de Physique atomique et moléculaire) ;

M. L. Kasturi RANGAN (2), physicien invité (Commission des bourses Frédéric Joliot-Curie) ;

M. le D<sup>r</sup> Georges SMAGGHE, chef du service médical, et MM. Paul SOUVETON, ingénieur-conseil, et Gérard TRISTRAM (Association pour le développement des laboratoires et centres d'études du Collège de France).

b) *Personnel technique*, dépendant :

1) du Collège de France :

— titulaires : MM. Henri JOURDAIN, technicien, et Chabane AMRAOUI, garçon de laboratoire.

— auxiliaires : M<sup>me</sup> Annette DAMAIS, bibliothécaire à mi-temps, M. Bernard TIGHRINE, chargé des fonctions d'aide technique, et M<sup>me</sup> Purificacion TROYA-SANCHEZ, agent de service.

2) de la Direction générale des Enseignements supérieurs :

— à titre de collaborateurs contractuels des laboratoires de physique nucléaire :

M. Claude AUBERT et M<sup>lle</sup> Chantal SAINT-AMAND, techniciens principaux ;  
M. Jean-Pierre JOBEZ, chef de groupe de dessin ;

M<sup>me</sup> Maryse CLOATRE-CARUGATI, MM. Jean-Michel NICOL et Jean VERGNE, techniciens supérieurs.

— à titre de collaborateur contractuel de l'Enseignement supérieur :

M. Edouard CHAZELAS.

3) du Centre national de la Recherche scientifique :

MM. Roger MEURGEY et Gilbert SAGET, ingénieurs contractuels ;

MM. Pierre BENOIT, Henri BRISSAUD, Pierre COURTY, Serge HUBERT, M<sup>lle</sup> Jeanne MAS, MM. Henri MENOCHET, Antoine PATIOU, Alain QUENTIN, Daniel SOTIRAS, Jean-Pierre TURLOT, Henri VEY et Jean-Pierre VIBERT, techniciens contractuels.

4) de la Commission des Grands Accélérateurs :

MM. Patrick BONIERBALE, Roger BRUÈRE-DAWSON, Albert DIACZEK, Jean-Claude DUMONT, Guy FAVRE, M<sup>lles</sup> Danièle LEMAIRE et Danièle LEVAILLANT, MM. Jean-Pierre MENDIBURU, Pierre PADUSCHEK et M<sup>lle</sup> Marie-Claude TOUS-SAINT, techniciens contractuels.

M<sup>lles</sup> Catherine BENET, Claude BOULITREAU, MM. Edmundo CARVALHO, Lucien CHATENET, Roger HECQUET, Guy LAMBOI, Dominique PALLU, Jean-Pierre PAULME, Daniel POUTOT, M<sup>me</sup> Elisabeth SAMAIN, techniciens contractuels à mi-temps.

5) d'organismes divers :

M<sup>me</sup> Annick MANDIL-GOUBELLE, collaborateur technique (stagiaire extérieure).

M<sup>lle</sup> Michèle ROBERT, assistante d'ingénieur à mi-temps (Association pour le développement des laboratoires et centres d'études du Collège de France).

c) *Personnel d'administration de la recherche*, dépendant :

1) du Collège de France :

M<sup>me</sup> Chantal BRÉON et M<sup>lle</sup> Michèle SEVAUX, préparatrices temporaires, M<sup>me</sup> Marie-Odile TOCQUEVILLE (à mi-temps) ;

2) du Centre national de la Recherche scientifique :

M<sup>me</sup> Germaine MASSEI ;

3) de l'Association pour le développement des laboratoires et centres d'études du Collège de France (à mi-temps) :

M<sup>me</sup> Simone CHEVALLIER-MOCH, M<sup>lle</sup> Michèle ROBERT et M<sup>me</sup> Marie-Odile TOCQUEVILLE.

B. — PHYSIQUE NUCLÉAIRE (BASSES ÉNERGIES)

a) *Diffusion de neutrons polarisés (appareillage)* (1).

Le générateur de neutrons polarisés mis en exploitation à la fin de 1966 a été utilisé pour effectuer des mesures du pouvoir d'analyse du carbone.

Une première expérience d'une durée de 30 heures (octobre 1966) a conduit à vérifier la stabilité de fonctionnement de l'appareillage et à mettre en évi-

---

(1) Sous la responsabilité de M. Michel HEYMAN, le groupe comprend MM. DELPIERRE, KAHANE, NICOL, SAGET et SÉNÉ.

dence certains inconvénients pratiques. La mise en place d'un système de rotation des cibles a permis de remédier à la détérioration rapide des cibles par pulvérisation cathodique des ions de néon du gaz tampon. Par ailleurs, étant donnée la faiblesse du flux de neutrons produit par le générateur, l'emploi d'un diffuseur scintillant semblait être moins avantageux que celui d'un diffuseur de graphite. Un séparateur de masse est à l'étude pour les expériences postérieures.

Une seconde expérience a été faite pour comparer les temps nécessaires à une mesure d'asymétrie lorsque sont utilisés un diffuseur de graphite et un scintillateur hydrogéné. A la suite des modifications effectuées, une troisième expérience d'une durée de cent trente heures a permis d'obtenir des résultats concernant la courbe du pouvoir d'analyse du carbone.

D'autre part, la construction d'un polarimètre à hélium sous-pression permettra d'effectuer les mesures par référence à la polarisation des neutrons produits, et non plus par rapport à l'anisotropie de leur émission. Le taux de polarisation sera enfin augmenté en utilisant une transition plus favorable des atomes du faisceau, laquelle conduit à une émission isotrope.

b) *Diffusion de neutrons polarisés (dispositif expérimental).*

Le problème de la stabilité de l'électronique a été revu dans son ensemble pour corriger les dérives en température. La résolution du spectromètre à temps de vol a été améliorée et ses performances stabilisées. Toutefois, il a semblé plus raisonnable d'abandonner la recherche d'une stabilité parfaite, et d'introduire une possibilité de correction ultérieure des dérives résiduelles en cours d'expérience ; une gamme de tests effectués périodiquement permettra d'intervenir sur les résultats bruts enregistrés à des intervalles de temps réguliers. Un programme de calcul a été mis au point.

L'électronique associée à l'expérience a été reproduite à autant d'exemplaires qu'il en fallait pour assurer des mesures simultanées sous plusieurs angles de diffusion.

c) *Réaction  $D(n, 2n)p$ .*

L'étude engagée depuis deux ans par MM. KAHANE et SÉNÉ de la réaction  $D(n, 2n)p$  à l'aide de neutrons de 14 MeV et d'un diffuseur scintillant Ne 230 (benzène deutéré) a nécessité au préalable une série d'expériences annexes :

- étude des réponses du  $C_6D_6$  aux particules chargées ( $p$ ,  $d$ ,  $\alpha$ ) et aux  $\gamma$  ;
- diffusion élastique ( $n, D$ ) ;
- diffusions élastique et inélastique ( $n, C$ ) afin de connaître les réactions parasites sur les noyaux de carbone du diffuseur.

L'expérience principale a consisté à mesurer par temps de vol le spectre d'énergie de l'un des neutrons émis, en corrélation avec le proton. A défaut de connaître l'énergie et l'angle d'émission du proton de la réaction, on a divisé le

spectre des protons de recul en quatre bandes d'énergie distinctes. Les mesures ont été faites de 10 en 10°, de 10° à 160° et sont en cours d'exploitation.

A titre accessoire, l'étude de la diffusion élastique ( $n$ ,  $D$ ) a permis de préciser les valeurs de la section efficace élastique aux angles inférieurs à 20°. A ces faibles angles, le détecteur se trouve largement dans le faisceau incident, et seule la technique de détection en coïncidence du recul du noyau diffuseur permet de séparer les neutrons diffusés des neutrons directs. Les résultats bruts obtenus ont besoin de corrections de double diffusion et d'absorption, ce qui a nécessité un programme de calcul dont l'élaboration est en cours.

### C. — PHYSIQUE NUCLÉAIRE (HAUTES ÉNERGIES)

Deux groupes de physiciens continuent de travailler dans ce domaine. L'un est spécialisé dans l'étude des interactions leptoniques, l'autre dans celle des interactions fortes ; les techniques mises en jeu dans ces deux domaines demeurent notablement différentes.

a) *Expérience de lepto-production du  $\pi^0$*  [23] [24] [31] [33].

On a déjà indiqué l'intérêt théorique de l'électroproduction des résonances baryoniques, phénomène qui retient depuis plusieurs années l'attention des théoriciens du laboratoire, et qui a été choisi, après de longues délibérations, comme thème d'expérience par le groupe expérimental que dirige M. Jean-Claude DUMAS (1), assisté de M. André COURAU [7].

Deux conditions expérimentales doivent être réunies pour étudier la réaction  $e p \rightarrow e' N^*_{3/2, 3/2} \rightarrow e' p' \pi^0$  à haut transfert :

- disposer d'un faisceau intense d'électrons de haute énergie ;
- utiliser un système de détection assez rapide pour travailler dans un bruit de fond intense.

Seuls deux accélérateurs donnent, en Europe, des faisceaux assez intenses : NINA, en Grande-Bretagne, et DESY, à Hambourg. A la suite des négociations évoquées l'an dernier, le choix du groupe s'est en définitive porté sur DESY, où l'expérience doit se faire en collaboration avec une équipe allemande, dirigée par le D<sup>r</sup> BRASSE. La mise en place d'une expérience importante à grande distance du laboratoire et la collaboration bilatérale entre équipes de nationalités, de langues et de techniques différentes posent de nombreux problèmes, mais constituent d'excellents stimulants, surtout dans un domaine qui semble attirer de plus en plus les physiciens.

---

(1) Ce groupe comprend MM. AUBRET, BENOIT, BRISSAUD, CHAZELAS, DIACZEK, HUBERT, LACHAUX, QUENTIN, TRISTRAM, VALENTIN et VIBERT ; M. BOUTELOUP en a fait partie jusqu'à son décès prématuré ; MM. BERDAH, CHAREYRE, CHEMLA, OTMEZGUINE et SCHULMANN lui ont apporté leur collaboration jusqu'au début de l'année 1967.

L'expérience proprement dite commencera en 1968. Elle consiste à analyser en coïncidence les deux particules chargées issues de la réaction, et à explorer tout l'espace de phase du proton émergent.

La détection des électrons sera en définitive confiée à un spectromètre de type classique, fourni par l'équipe allemande (acceptance en impulsion : 10 % ; résolution : 0,5 % ; angle solide : 10 millistéradians ; poids 150 tonnes).

Mais mesurer les paramètres des protons diffusés exigeait un matériel nouveau, en raison du grand étalement de la distribution de ces particules en impulsions (0,7 à 2,0 GeV/c) et en angles (cône de 25° d'ouverture). Le dispositif retenu a été conçu et réalisé au Collège de France, avec la coopération du C.E.N. Saclay, des Ateliers de constructions électriques Pontier, et de l'Arsenal de Bourges. C'est pour l'essentiel un aimant analyseur à champ homogène (du type « sans fer ») derrière lequel sont placés deux grands réseaux scintillants codés (définition : 2 mm, résolution : 10<sup>-8</sup> seconde) ; l'ensemble est rendu mobile autour d'un axe vertical par emploi du chemin de roulement d'une tourelle de char d'assaut.

Un calculateur CAE C. 90-10 contrôle « en temps réel » la logique de l'expérience et assure le décodage, le tri et l'analyse cinématique des informations.

Les essais du système de détection des protons ont été faits à Saclay sur un faisceau de pions fourni par Saturne : ils se poursuivront à Hambourg où le matériel a commencé d'être installé à la fin de mai 1967.

Un temps considérable a encore été consacré à revoir les calculs théoriques, et à établir les programmes permettant la mise en ligne de l'ordinateur C. 90-10. Du fait de l'insertion du spectromètre à électrons, le nombre des photomultiplicateurs figurant dans le schéma de l'expérience a été ramené légèrement en-dessous de 200.

Enfin, la possibilité d'effectuer une expérience de diffusion inélastique sur le faisceau de muons en projet à Brookhaven a été à nouveau évoquée à l'occasion d'une récente visite du Professeur Léon M. LEDERMAN.

#### b) *Physique des interactions fortes.*

L'activité du second groupe expérimental de physique des hautes énergies a porté sur les points suivants :

##### 1) *Interaction $\pi$ - nucléon [29].*

a) Utilisant les résultats d'expériences précédentes du Laboratoire obtenus, tant à l'aide de compteurs que de clichés de chambres à bulles, M. Ph. CHAVANON poursuit, en collaboration avec M. VALLADAS, du Centre d'Etudes

---

(1) Sous la direction de M. Michel CROZON, ce groupe comprend MM. ABILLON, BERTHON, BRUÈRE-DAWSON, CHAVANON, DUMONT, LERAY, MARQUESTE, MENDIBURU, NARJOUX, RABANY, RANGAN, Mlle ROBERT, Mme SAMAIN, MM. TARRATS, TOCQUEVILLE et TURLOT.



nucléaires de Saclay, l'étude des interactions inélastiques dans la réaction  $\pi^\pm$  proton. Cette étude consiste en une tentative d'application de l'analyse en déphasage aux réactions à plus de deux corps. L'utilisation du formalisme de BIJTEBIER semble prometteuse, mais exige la mise au point de programmes de calcul très complexes.

b) Une expérience sur la diffusion élastique à  $180^\circ$  des pions négatifs par les protons est en cours de montage auprès de Saturne. Elle utilisera principalement des chambres à étincelles à détection par magnétostriction pour déterminer les trajectoires des particules.

On prévoit de relever la trajectoire du pion incident, la direction et l'impulsion du proton diffusé, la direction du pion diffusé. Un ajustement à trois contraintes permettra ainsi de séparer nettement les diffusions élastiques et inélastiques. Les mesures proprement dites devraient commencer en novembre 1967 et se poursuivre jusqu'en avril ou mai 1968.

### 2) Etude d'états résonnants [25] [26] [27].

L'an passé a été mise en évidence, dans la réaction  $p + p \rightarrow d + X^+$ , une structure, probablement résonnante, de masse 960 MeV.

Ce résultat est en accord avec ceux obtenus au C.E.R.N. par MAGLIC et ses collaborateurs. Cependant, une détermination, faite à Saclay, du spectre de masse manquante du proton dans la réaction  $\pi^- + p \rightarrow p + X^-$ , n'a pas confirmé l'existence de l'état de charge négatif de cette particule.

Aussi, a-t-on entrepris, en collaboration avec l'équipe de Saclay qui a obtenu ce résultat, une nouvelle mesure de la réaction  $p + p \rightarrow d + MM$ , à l'aide d'un faisceau de haute énergie qui permettra l'étude complète du spectre des deutons.

A cette expérience participent MM. CHAVANON, CROZON, RANGAN.

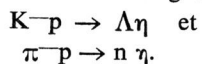
### 3) Physique des kaons.

Le groupe a poursuivi sa collaboration avec le service de M. MEYER du C.E.N. Saclay sur des expériences de chambres à bulles portant sur la physique des kaons.

#### 1) Interaction $K^-D$

Les résultats de l'expérience sur les interactions  $K^-D$  entre 700 et 1200 MeV/c, dont les événements ont été mesurés pendant l'année 1965-1966, font l'objet d'une exploitation systématique. Un premier résultat important a été obtenu : la réaction  $K^-n \rightarrow \Sigma^-\eta$  présente, au seuil, une section efficace importante, qui décroît à plus haute énergie.

Cet effet est analogue à ce qu'on a déjà constaté dans les voies



Il fait l'objet d'une étude serrée pour déterminer si on peut l'attribuer à une résonance. Malheureusement, la statistique, assez faible, ne permettra peut-être pas de trancher.

Les autres types d'événements sont en cours d'analyse. En particulier, on a comparé les répartitions angulaires des diffusions élastiques  $K^0p$  sur proton libre et sur proton lié dans le deutérium. Les bons résultats obtenus vont permettre une étude précise des réactions élastiques  $K^-n$ . Celle-ci aboutira à une analyse en déphasages. Ce travail doit faire l'objet de la thèse de M. Jean-Louis NARJOUX.

II) En collaboration avec Saclay et le Rutherford Laboratory, l'interaction  $K^-p$  a été étudiée de 1 200 à 1 900 MeV/c. Des photographies, au nombre de 1 400 000, ont été prises près de Nimrod, accélérateur du Rutherford Laboratory, et sont maintenant en cours d'exploitation. Environ 7 000 événements ont été jusqu'à présent mesurés et entièrement analysés au laboratoire. Cette expérience doit se poursuivre pendant encore une année au moins.

Sur les événements déjà mesurés, on étudie la cohérence des résultats et l'importance des biais expérimentaux. Les réactions étudiées en premier lieu sont les suivantes :

$$K^-p \rightarrow K^0 n \quad (m\pi^0)$$

$$K^-p \rightarrow \Lambda \pi^0 \quad (m\pi^0)$$

$$K^-p \rightarrow \Lambda \eta$$

$$K^-p \rightarrow \Sigma^- \pi^+ \quad (m\pi^0)$$

$$K^-p \rightarrow \Sigma^+ \pi^- \quad (m\pi^0)$$

MM. BERTHON, CROZON, NARJOUX et RANGAN ont participé avec le concours de M. COURTY (Groupe de mesures) à la prise des clichés.

#### c) *Physique des kaons* [9].

M. Victor P. HENRI a poursuivi sa participation à l'étude de l'interaction des mésons  $K^+$  de 3, 3,5 et 5 GeV/c avec des protons, de même qu'à l'étude de l'interaction  $K^+p$  avec des mésons  $K^+$  de 780 MeV/c. Les interactions ont lieu soit dans la chambre à bulles à hydrogène de 81 cm de Saclay, soit dans la chambre de 2 m du C.E.R.N., toutes deux exposées au C.E.R.N. à des faisceaux séparés de mésons  $K^+$ .

### D. — PHYSIQUE THÉORIQUE

#### a) *Physique des particules élémentaires.*

Le groupe (1) a poursuivi ses travaux sur la théorie des champs composés [14] [32]. Les problèmes suivants ont été abordés.

---

(1) Ce groupe rassemble sous la direction de M. Bernard JOUVET : Mlle BORDES, MM. CHAHINE, CLÉMENT et HOUARD, Mlle JACQUEMIN et Mme THIBAUT.

1) *Modification des constantes dites fondamentales (masse et charge) lorsque les particules sont considérées comme composées.*

Dans une note [5] [16], M. B. JOUVET a montré qu'une manifestation possible de la variation de la charge électrique dans un champ externe pourrait être observée dans les étoiles de neutrons. Une estimation grossière de cet effet indique que le déplacement vers le rouge des fréquences d'émissions des rares atomes existants pourrait être de l'ordre de grandeur de celui qu'on observe sur les quasars.

2) *Calcul des constantes de renormalisation et étude des champs composés.*

— M<sup>lle</sup> ASTAUD (Institut H. Poincaré) et M. JOUVET ont obtenu une méthode d'extension du groupe de renormalisation [10].

— MM. JOUVET et TIRAPGUI (Institut H. Poincaré) ont étudié une classe très générale de théorie des champs à une dimension dont les solutions s'expriment à l'aide de fractions continues.

— MM. CLÉMENT et JOUVET ont étudié les problèmes liés à l'évolution dynamique des champs autocomposés. Une connexion entre la construction simultanée de la matière et de l'espace-temps a été établie.

— M<sup>lle</sup> BORDES a poursuivi son travail sur la détermination des constantes de couplage habillées des deux mésons  $\omega$  et  $\rho$ .

— M. CHAHINE a poursuivi le calcul et l'analyse des divergences de la self-énergie d'une particule composée ; il a, en particulier, étudié le modèle simple de ZACHARIASEN à l'approximation de la masse nulle.

— M. HOUARD en collaboration avec M. F. HAYOT (Institut H. Poincaré) a étudié un test général des conditions d'éléментарité appliqué à l'onde  $P_{11}$  de la diffusion pion-nucléon. Un premier calcul est en accord raisonnable avec les analyses de ROPER. Les valeurs des constantes de couplages qu'on en déduit ne sont pas incompatibles avec l'hypothèse du caractère composé de la résonance de ROPER [2].

3) *Problèmes annexes.*

— M<sup>lle</sup> JACQUEMIN et M. CLÉMENT ont généralisé à une certaine classe de potentiels singuliers les modèles de particules composées. Les équations résultantes du type N/D ont la particularité de présenter une infinité de solutions [1] [2] [8] [15].

— M<sup>me</sup> THIBAUT a poursuivi ses travaux sur l'analyse de la diffusion pion-nucléon vers l'arrière à l'aide du formalisme de REGGE. L'analyse des premiers résultats expérimentaux lui a permis de faire des prévisions sur la forme des trajectoires de REGGE au voisinage des énergies nulles [13].

b) *Physique des réactions entre particules élémentaires.*

1) *Méthodes de factorisation des diagrammes de Feynman.*

M. P. KESSLER a continué, en collaboration avec MM. BENAYOUN et A. MALAMANT, à développer la nouvelle méthode de calcul des diagrammes de Feynman qu'il avait proposée l'année dernière. Cette méthode, fondée sur la factorisation en amplitudes de vertex, et sur l'utilisation explicite des lois de conservation physiques à chaque vertex individuel, fournit habituellement une grande simplification de la structure du calcul et du résultat.

I) M. M. BENAYOUN a, dans sa thèse de 3<sup>e</sup> cycle, appliqué la nouvelle méthode de calcul à un diagramme du 4<sup>e</sup> ordre, et défini d'intéressants tests physiques dans le cadre de projets d'expériences de collision  $e^- e^+$  à haute énergie.

II) M. A. MALAMANT, dans sa thèse de 3<sup>e</sup> cycle, a étendu aux interactions faibles la nouvelle méthode de calcul, et il a pu proposer une série de tests concernant différentes lois physiques : interaction courant-courant ;  $\Delta T = 1$  ; invariance par rapport au renversement du temps, etc. Il a, d'autre part, obtenu des résultats numériques, en assez bon accord avec les données expérimentales, pour le processus :  $\nu + N \rightarrow \mu + N^*_{33}$

III) M. P. KESSLER a étendu la nouvelle méthode aux problèmes faisant intervenir des particules polarisées. Il a, d'autre part, entrepris une étude approfondie concernant les problèmes de facteurs de forme [4] [6] [21] [28].

2) *Etude des réactions à plusieurs voies* [12] [17] [18] [19] [22].

L'étude théorique de ce domaine a été abordée à l'aide du formalisme de Le Couteur-Newton, tandis que les applications numériques utilisaient également le formalisme des potentiels de Bargman.

— Une représentation de l'onde  $P_{33}$  de la diffusion pion-nucléon a été établie comme test de la méthode par M. P. LERUSTE.

— Une étude de M. P. LERUSTE utilisant l'équation de Schrödinger pour deux canaux couplés a ensuite contribué à expliquer le phénomène d'apparition de plusieurs pôles à des énergies complexes différentes sur les feuillets de Riemann de la représentation de l'amplitude de diffusion.

— MM. P. LERUSTE et A. MALAMANT ont pu établir la validité du formalisme de Le Couteur-Newton pour deux voies de réaction à partir de la seule hypothèse de l'unitarité étendue.

— MM. M. KELLER et P. LERUSTE ont généralisé les formules précédentes aux cas présentant des phénomènes inélastiques autres que ceux décrits par les deux voies de réactions.

— Enfin M. LEFÈVRE utilise l'ensemble du formalisme pour représenter simultanément l'onde S de la diffusion pion-nucléon et la pion-production du  $\eta$  au seuil.

E. — PHYSIQUE ATOMIQUE

M<sup>me</sup> Martha SPITZER et M. Paul SOLEILLET ont continué leurs recherches sur la résonance optique de la raie 2 288 Å de la vapeur de cadmium. La polarisation de la radiation émise par résonance est liée à la structure fine de la raie excitatrice, et dépend par suite de l'isotope qui est en jeu. Après avoir réussi à fixer des conditions pour que le phénomène soit reproductible, beaucoup plus difficiles à réaliser qu'avec la raie 3 261 Å, ils ont étudié l'isotope pair 114, et se préparent à étudier l'isotope impair 111 sans doute plus intéressant.

F. — BIOPHYSIQUE

Les sujets suivants ont été étudiés [11] [35] :

— Etude en microscopie électronique de la formation du chorion de l'ovocyte de *Gryllus bimaculatus* (M<sup>me</sup> FAVARD-SERENO).

— Fonctionnement du nucléole au cours de l'ovogénèse chez les Gryllides (M<sup>me</sup> FAVARD-SERENO).

— Physiologie du développement embryonnaire des Gryllides ; pression osmotique de l'œuf et absorption d'eau au cours du développement, variations de la structure des membranes de l'œuf (microscopie électronique) (M. GRELLET).

— Embryologie expérimentale en culture *in vitro* chez les Gryllides ; Organogénèse du tube digestif en culture organotypique, phénomènes d'induction (M. GRELLET).

G. — ELECTRONIQUE ET INSTRUMENTATION

a) *Activité du service d'électronique* (1).

Le service d'électronique a assuré l'approvisionnement en pièces détachées, la prospection de la documentation, la maintenance du matériel et les essais de réception technique (M. MENOCHET).

Il a, par ailleurs, participé à la réalisation de nombreux matériels destinés aux groupes expérimentaux principalement en vue de l'expérience de leptoproduction des  $\pi^0$  :

— panneau synoptique de contrôle de l'ensemble des appareillages (M. VERGNE) ;

— mise en ligne du calculateur CAE C 90-10, et adaptation du calculateur FRIDEN 60-10 à la surveillance automatique du déroulement séquentiel de l'expérience (M. SOUVETON) ;

---

(1) Service central du Laboratoire, placé sous la responsabilité de M. VERGEZAC, ce groupe comprend MM. MENOCHET et VERGNE. M. SOUVETON, lui, apporte ses conseils en matière de traitement d'informations.

Signalons à ce propos que tout le matériel en étude énuméré l'an dernier a été réalisé, et sera mis en fonctionnement dans cette expérience.

b) *Electronique associée à la physique des neutrons.*

Les circuits antérieurement élaborés et mis au point par MM. KAHANE et SÉNÉ ont été reproduits en version définitive par M. NICOL. Par ailleurs, les discriminateurs ont vu améliorer leur linéarité et la définition de leurs seuils, tandis que le pouvoir de résolution de l'ensemble de l'appareillage était accru. Tout en conservant une bonne stabilité dans le temps, la résolution des dispositifs de mesure du temps de vol des neutrons détectés a été portée de 2 nanosecondes à 1,2 nanoseconde.

c) *Chambres à étincelles* [30] [34].

Plusieurs chambres à étincelles à détection par magnétostriction sont maintenant en service. Elles sont destinées à l'expérience de diffusion élastique des pions à 180°. Elles ont été essayées sur un faisceau de Saturne, et les performances sont très satisfaisantes. Une précision de l'ordre de 1/2 mm a été obtenue pour une efficacité des chambres de 99 %.

Le dispositif électronique permettant la mesure de la position des étincelles marche sans heurts. La mémoire tampon et le dispositif d'envoi des informations à l'ordinateur fonctionnent également.

L'effort est maintenant porté, avec la collaboration du Département du synchrotron Saturne du C.E.N.-Saclay, sur l'acquisition des données par le calculateur. Les programmes de traitement de ces données sont prêts.

A ces travaux participent MM. ABILLON, BRUÈRE-DAWSON, CROZON, DUMONT, LERAY, MARQUESTE, PATIOU, RABANY, TURLLOT, TOCQUEVILLE.

d) *Instruments divers.*

Des retards dans la livraison de l'amplificateur de lumière ont empêché la mise au point de l'appareil d'étude des faisceaux déjà décrit ; elle devrait être effectuée à bref délai (M. BRUÈRE-DAWSON) [20].

Par ailleurs, M. MARQUESTE a entrepris l'étude de la détermination de la position d'une trajectoire à l'intérieur d'un scintillateur, par l'utilisation de 2 photomultiplicateurs, ce dispositif étant destiné à la détection et à la localisation des neutrons de haute énergie.

#### H. — GROUPE DE DÉPOUILLEMENT DES CLICHÉS DE CHAMBRE A BULLES (1)

Constitué comme un service général du Laboratoire, ce groupe s'est, depuis juin 1966, employé à exploiter les clichés de l'expérience de diffusion de K-

---

(1) Placé sous la responsabilité de M. André BERTHON, ce groupe comprenait, à la date du 1<sup>er</sup> juillet 1967 :

— à plein temps : M. COURTY, Mlles LEMAIRE, LEVAILLANT et MAS ;

— à mi-temps : Mlles BENET et BOULITREAU, MM. CARVALHO, CHATENET, HECQUET, PALLU, PAULME et POUTOT.

dans l'hydrogène, dans une bande d'énergie comprise entre 1 et 2 GeV. Sur 1,6 million de clichés pris dans la chambre à bulles de 180 litres de Saclay, en collaboration avec les services de physique des hautes énergies des centres nucléaires de Saclay (D. Ph. P. E.) et Harwell (Rutherford Laboratory), 300 000 environ étaient destinés au Collège de France, sur lesquels 250 000 avaient été examinés à la fin de mai 1967 ; 10 000 mesures ont été effectuées, ce qui correspond à quelque 7 000 événements exploitables. Leur étude se poursuit en liaison étroite avec le D. Ph. P. E.

L'exploitation et la mesure sur les deux machines Medor et Azor occupent deux personnes à plein temps et huit personnes à mi-temps. Le contrôle des opérations est assuré par M<sup>me</sup> MAS, MM. BERTHON, COURTY, RANGAN et TARRATS.

Les premiers résultats, portant sur une partie des énergies étudiées, pourront sans doute être publiés dans le courant de l'automne.

## I. — GROUPE DE CALCUL (1)

L'année écoulée a été marquée pour ce groupe par la mise en service d'équipements importants et par l'accomplissement de toutes les tâches annexes que cela entraîne.

### a) *Mise en service et exploitation de l'ordinateur CAE. C. 9080.*

En liaison avec l'équipe technique du constructeur, le groupe a procédé à l'installation et à la mise en marche de cet ensemble de moyenne puissance, qui a été livré au mois de février 1967, avec un retard sur les prévisions un peu supérieur à trois mois, retard provoqué essentiellement par des difficultés touchant à l'importation des périphériques ; l'unité centrale, qui est l'une des premières fabriquées sous licence en France, s'est montrée tout à fait satisfaisante.

Les essais de réception, très stricts, se sont déroulés rapidement et sans difficulté particulière ; la réception provisoire a été prononcée le 17 mars pour la plus grande partie de l'équipement. L'imprimante rapide et le perforateur de cartes ont été mis en service quelques semaines plus tard, ainsi que deux perforatrices de cartes BULL-G.E. La configuration ainsi atteinte permet une exploitation normale, aussi bien pour le traitement de résultats d'expériences que pour le calcul scientifique à proprement parler. Il est cependant prévu d'adopter de nouveaux équipements à l'ordinateur, en vue de porter le plus rapidement possible sa capacité à son maximum.

---

(1) Placé sous la responsabilité de M. Philippe VAN SURELL, ce groupe constitue un service général du laboratoire et comprend Mme CLOATRE-CARUGATI, MM. FAVRE et PADUSCHEK, Mlles SAINT-AMAND et TOUSSAINT. M. POYEN le fait bénéficier de ses conseils.

Une période de démarrage, pendant laquelle la machine a fonctionné à un poste par jour, a suivi les essais de réception. Cette exploitation à faible cadence a permis de mettre au point et à l'épreuve l'ensemble des programmes, sous-programmes, dispositifs et routines nécessaires au fonctionnement normal. Il est prévu que l'exploitation passera à deux postes par jour au début de septembre 1967.

Dès son installation, l'ordinateur a permis de satisfaire tous les besoins du laboratoire correspondant à des programmes directement utilisables sur cette machine, et de rattraper progressivement le retard accumulé. Au fur et à mesure de la rédaction de nouveaux programmes, ou de l'adaptation à cette machine de programmes écrits pour des calculatrices de type différent, d'autres besoins sont couverts. Comme on s'y attendait, l'existence dans le laboratoire de cette installation modifie les réactions des physiciens devant de nombreux problèmes, et provoque l'apparition de nouveaux besoins. Jusqu'à présent, on a pu supprimer tout recours aux ordinateurs de plus grande puissance, mais il serait déraisonnable de penser qu'il en sera toujours ainsi.

Comme il avait été prévu, l'ordinateur a été mis à la disposition de l'ensemble des services du Collège de France. Une quinzaine d'entre eux ont fait connaître leur intention d'y avoir recours, et quelques-uns exploitent déjà, ou préparent, des programmes. On peut citer notamment les chaires de Physique nucléaire, Morphologie expérimentale et endocrinologie, Anthropologie sociale, Analyse des faits économiques et sociaux, Archéologie et histoire de la Gaule. Histoire de la civilisation moderne.

b) *Usage d'ordinateurs « en ligne » dans des dispositifs expérimentaux.*

Le groupe de calcul a apporté sa coopération et ses conseils pour la mise en ligne de la calculatrice CAE C. 9010 dans un dispositif expérimental de grande envergure (expérience de leptoproduction en cours d'implantation près du synchrotron Desy à Hambourg). Cette première tentative, déjà complétée par l'insertion (par une autre équipe, qui coopère avec un groupe du C.E.N. Saclay) d'une calculatrice CAE C. 9040 dans une expérience avec chambres à étincelles, prélude à l'emploi d'ordinateurs de moyenne puissance travaillant en « temps réel » sur le terrain ou par liaison à distance, technique qui est vraisemblablement appelée à modifier profondément les méthodes expérimentales actuelles.

c) *Problèmes de programmation.*

La mise en service de ces ordinateurs a provoqué un travail intense dans le domaine de la programmation, aussi bien en ce qui concerne les machines en ligne que l'ordinateur C. 9080. Les différents groupes de physiciens y ont participé directement, ainsi que le groupe de contacts interdisciplinaires, tandis que le groupe de calcul fournissait naturellement le plus gros de l'effort.



Parmi les nombreux sujets abordés, citons :

- résolution d'intégrales multiples (M. VAN SURELL) ;
- adaptation à la calculatrice C. 9080 du très important programme SUM X (M. PADUSCHEK) ;
- étude de trajectoire, en liaison avec l'expérience de diffusion ( $\pi$ , p) vers l'arrière (M<sup>lle</sup> SAINT-AMAND) ;
- programmes de physique théorique (M<sup>me</sup> CLOATRE-CARUGATI et M<sup>lle</sup> SAINT-AMAND) ;
- calcul du potentiel optique, en liaison avec les expériences de diffusion des neutrons polarisés (M<sup>me</sup> CLOATRE-CARUGATI).

Enfin, signalons que M. VAN SURELL a entrepris la rédaction des programmes indispensables pour utiliser l'ordinateur C. 9080 à la gestion du laboratoire.

## J. — DIVERS

### a) *Contacts interdisciplinaires.*

Les contacts interdisciplinaires dans le cadre du Collège de France sont venus au premier plan des préoccupations du Laboratoire, et un groupe a été constitué pour les assurer (MM. KELLER, LACHAUX et LERUSTE), qui a rencontré beaucoup d'intérêt de la part d'autres membres du Laboratoire. Des initiatives ont été prises dans deux directions, et les résultats de ces premières tentatives permettront de mieux évaluer l'avenir promis à ce genre de coopération.

1° Une collaboration avec le Laboratoire d'Anthropologie sociale, dirigé par M. le Professeur Claude LÉVI-STRAUSS, a déjà donné certains résultats ; elle porte sur la réalisation de modèles simples et d'algorithmes permettant la représentation des structures de parenté de certains types de sociétés, et sur le traitement d'informations ethnographiques suivant des modèles élaborés en commun.

2) Sur la suggestion de M. Paul-Marie DUVAL, professeur d'Archéologie et d'histoire de la Gaule, et en collaboration avec lui, des recherches ont été entreprises sur les problèmes que pose le calendrier gaulois de Coligny. Les informations contenues dans le calendrier ont été codées et transposées sur cartes perforées. Divers programmes de visualisation des paramètres mis en jeu et des programmes de recherche de régularités (séquences, périodicité) ont été rédigés.

### b) *Problèmes d'organisation de la recherche.*

Divers organismes ont progressivement été mis en place pour assurer la gestion et le fonctionnement du laboratoire ; on peut citer les comités des finances, d'électronique, de calcul, de sécurité, etc. Différentes responsabilités

d'intérêt collectif ont été confiées à des membres du Laboratoire (sécurité générale, sécurité radioactive, prospection des ouvrages scientifiques, échanges de publications avec l'extérieur, etc.).

Les problèmes de réception d'équipements ont pris une importance particulière, et M. CHAVANON en a très largement assumé la responsabilité.

#### K. — SERVICE MÉDICAL

N'ayant pas un objectif de recherche, mais de surveillance médicale, le service oriente son activité suivant deux modes :

— surveillance médicale simple du personnel non exposé à une irradiation ni à une contamination radioactive ;

— surveillance plus spécifique du personnel exposé, ou éventuellement exposé, à irradiation ou contamination radioactive.

L'examen médical clinique, annuel pour la première catégorie, semestriel pour la seconde, est complété par un examen radiologique des poumons, quand celui-ci n'a pas été récemment pratiqué.

Le personnel pouvant être exposé à des radiations est soumis à un examen hématologique répété trois fois par an. Les personnes travaillant à proximité d'accélérateurs de particules sont soumises à une surveillance ophtalmologique annuelle. Le service reçoit et conserve les résultats de la dosimétrie individuelle.

Le service médical continue d'être assuré par M. le D<sup>r</sup> Georges SMAGGHE, médecin inspecteur du travail. Son autorisation est obligatoire pour tout travail, au Collège de France ou à Saclay, en présence de rayonnements ionisants.

#### L. — DISTINCTIONS

M. Francis PERRIN a été élevé à la dignité de Grand Croix de l'Ordre national du Mérite.

M. Paul KESSLER a été élu « Fellow of the Institute of Physics » (Grande-Bretagne) le 6 décembre 1966.

M. Raymond MOCH a été promu officier dans l'Ordre des Palmes académiques.

M. Antoine PATIOU a été nommé chevalier dans l'Ordre des Palmes académiques.

#### M. — SOUTENANCES DE THÈSE

Le 21 décembre 1966, M. Michel HEYMAN a soutenu une thèse de doctorat d'Etat intitulée : « Etude de la production des neutrons de 14 MeV polarisés ». (Deuxième sujet : « Le rayonnement de freinage dans les collisions nucléon-nucléon »).

Le 7 mars 1967, M. M. BENAYOUN a soutenu une thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle (spécialité : Physique théorique) intitulée : « Etude du processus  $e^+ e^- \rightarrow N^* \bar{N}^*$  et analyse dans l'espace du spin isotopique (étude en variance iso-tensorielle) ».

Le 20 juin 1967, M. A. MALAMANT a soutenu une thèse de doctorat 3<sup>e</sup> cycle (spécialité : Physique théorique) intitulée : « Diffusion neutrino-nucléon à haute énergie (sur l'analyse du processus et certains tests qui en résultent) ».

## N. — CONGRÈS ET MISSIONS

### a) Congrès, colloques, séminaires, etc.

Les membres du Laboratoire ont participé aux réunions suivantes :

Colloque sur les particules fondamentales, organisé par la Société française de Physique et la Faculté des Sciences de Dijon, du 22 au 25 juin 1966 (MM. J.-M. ABILLON, A. BERTHON, D. CHEMLA, G. CLÉMENT, A. COURAU, J.-C. DUMAS, J.-C. HOUARD, P. KESSLER, R. LACHAUX, Ph. LERUSTE, R. MOCH, S. OTMEZGUINE et F. PERRIN).

XIII<sup>e</sup> Conférence internationale sur la physique des hautes énergies, Berkeley, Etats-Unis, du 31 août au 7 septembre 1966 (M. M. CROZON).

Conférence internationale sur l'instrumentation pour la physique des hautes énergies, Stanford, 9 et 10 septembre 1966 (M. M. CROZON).

Conférence sur la physique nucléaire et les particules élémentaires, organisée par la Société britannique de Physique, à Glasgow (Grande-Bretagne), septembre 1966 (M. KESSLER).

Journées d'études organisées par la Société française des Electroniciens et Radioélectriciens à Saclay les 25 et 26 octobre 1966, et consacrées à l'emploi de calculateurs dans les dispositifs d'instrumentation nucléaire (MM. J.-M. ABILLON, C. AUBRET, P. BENOIT, R. BRUÈRE-DAWSON, R. CHAREYRE, D. CHEMLA, M. CROZON, P. DELPIERRE, J.-C. DUMAS, Th. LERAY, Ph. MARQUESTE, M. RABANY, D. SCHULMANN, P. SOUVETON, J. TOCQUEVILLE, J.-P. TURLLOT, Ph. VAN SURELL et P. VERGEZAC).

Séminaire de physique théorique, Marseille, novembre 1966 (M. B. JOUVET).

Conférence internationale sur les cibles et sources d'ions polarisés, Saclay, 5 au 9 décembre 1966 (MM. P. DELPIERRE et M. HEYMAN).

Journées d'études organisées à Toulouse les 7 et 8 décembre 1966 par la Délégation générale à la Recherche scientifique et technique, et consacrées à l'emploi d'ordinateurs dans l'enseignement programmé (MM. R. MOCH et Ph. VAN SURELL).

Session d'études sur les méthodes d'identification des particules en instrumentation nucléaire, organisée par la Société française des Electroniciens et

Radioélectriciens et le Centre de perfectionnement en Physique nucléaire de Lyon, à Lyon, du 19 au 21 janvier 1967 (MM. R. BRUÈRE-DAWSON, J. DELPIERRE, J. KAHANE, Ph. MARQUESTE, M. RABANY, D. SCHULMANN, R. SENÉ, J. TOCQUEVILLE et Ph. VAN SURELL).

Conférence sur les particules élémentaires, organisée par la Société britannique de Physique, à Londres (Grande-Bretagne), du 17 au 19 avril 1967 (MM. P. KESSLER et L. RANGAN).

b) *Missions.*

MM. J.-M. ABILLON, A. BERTHON, P. COURTY, M. CROZON, J.-L. NARJOUX et L. RANGAN ont effectué plusieurs missions au Rutherford Laboratory, à Didcot (Grande-Bretagne), pour y participer à une expérience poursuivie avec une chambre à bulles du C.E.N.-Saclay auprès de l'accélérateur de particules Nimrod.

MM. C. AUBRET, P. BENOIT, J. BRISSAUD, E. CHAZELAS, D. CHEMLA, A. COURAU, A. DIACZEK, J.-C. DUMAS, S. HUBERT, R. LACHAUX, R. MEURGEY, A. QUENTIN, D. SCHULMANN, J. VALENTIN et J.-P. VIBERT ont effectué plusieurs missions à Hambourg (République fédérale d'Allemagne) pour y préparer et y entreprendre l'implantation de l'expérience de leptoproduction projetée en collaboration avec une équipe allemande près du synchrotron à électrons Desy.

MM. J.-C. DUMAS, R. LACHAUX et D. SCHULMANN se sont rendus en juin 1966 au Laboratoire de Physique nucléaire de Daresbury (Grande-Bretagne), pour confronter le projet de l'expérience prévue à Hambourg et les recherches projetées par les équipes anglaises auprès du synchrotron à électrons Nina.

MM. J.-M. ABILLON, A. BERTHON, Ph. CHAVANON, P. COURTY, M. CROZON, J.-P. JOBEZ, Th. LERAY, A. MALAMANT, P. PADUSCHEK, J. TOCQUEVILLE et Ph. VAN SURELL ont effectué différentes missions de liaison et d'information au Centre européen de Recherche nucléaire, à Genève.

M. Th. LERAY s'est rendu, en juin et juillet 1966, à Varenna (Italie) pour participer à une suite de conférences et de séminaires organisés par la Société italienne de Physique.

M. B. JOUVET, M<sup>lle</sup> A. JACQUEMIN et M<sup>me</sup> N. THIBAUT se sont rendus à Strasbourg en décembre 1966, pour discuter de récents développements de la théorie de REGGE avec leurs collègues du département de physique théorique du Centre de Recherches nucléaires de Strasbourg.

MM. Ph. MARQUESTE, Michel RABANY et J.-P. TURLOT se sont rendus en janvier 1967 à Grenoble pour y échanger des informations avec leurs collègues du Centre d'études nucléaires sur les mémoires à films minces.

M. Raymond MOCH, sous-directeur du Laboratoire, a été chargé des fonctions de Secrétaire général de l'Association pour le développement des laboratoires et centres d'études du Collège de France, et désigné comme Président du Cercle des Utilisateurs de la Compagnie internationale pour l'Informatique.

M. Paul KESSLER a fait deux conférences au Laboratoire de physique nucléaire de Daresbury (Grande-Bretagne), les 20 et 21 avril 1967 sur les thèmes :

- Electroproduction de résonances ;
- Problèmes de polarisation en électrodynamique.

M. Paul KESSLER s'est rendu à Curitiba (Brésil) du 15 octobre au 13 novembre 1966 ; il y a fait une série de cours, à l'Institut de Physique, sur l'électrodynamique quantique. Il a également prononcé une conférence à l'Université de Sao-Paulo, le 14 novembre 1966, sur le thème « Structure et calcul des diagrammes de Feynman ».

M. Paul KESSLER a donné, du 3 au 31 mai 1967, une série de cours à l'Université de Tel-Aviv (Israël) sur les nouvelles méthodes de calcul des diagrammes de Feynman. Il a également prononcé deux conférences :

- à l'Université de Tel-Aviv, le 6 mai 1967, sur le sujet « Problèmes de diffusion des électrons » ;
- à l'Institut Weizmann, à Rehovoth, le 25 mai 1967 sur « Les interactions des neutrinos de haute énergie ».

#### O. — PUBLICATIONS

a) *Articles, communications, lettres, etc.*

1. A. JACQUEMIN, *Modèles non relativistes de particule composée stable* (*Nuovo Cimento*, 44, 1966, p. 390).
2. J.-C. HOUARD et J.-C. LE GUILLOU, *Éléментарité d'un doublet de particules et condition Dét  $Z = 0$*  (*Nuovo Cimento*, 44, 1966, p. 484).
3. G. CLÉMENT et A. JACQUEMIN, *Non uniqueness of  $N/D$  solutions for singular potentials* (*Nuovo Cimento*, 45, 1966, p. 52).
4. P. KESSLER, *On form factors and vertex amplitudes in elastic  $eN$  scattering* (Lettre au *Nuovo Cimento*, octobre 1966).
5. B. JOUVET, *Modification of the fine-structure constant in strong fields or very dense matter* (*Nuovo Cimento*, 46, 1966, p. 122).
6. P. KESSLER, *Sur les facteurs de forme électromagnétique I ou G* (*C. R. Acad. Sc.*, 262, 1966, p. 1473).
7. A. COURAU, *Résonances dans la voie S lors des réactions  $\pi N \rightarrow \pi \pi N$*  (*Nuovo Cimento*, 46, 1966, p. 291).
8. G. CLÉMENT et A. JACQUEMIN, *Potentiels singuliers et multiplicité des solutions  $N/D$*  (*Nuovo Cimento*, 47, 1967, p. 589).
9. T. A. FILIPPAS, Y. GOLDSCHMIDT-CLERMONT, V. P. HENRI, B. JONGEJANS, F. MULLER, J. M. PERREAU, A. PROKES, *Two body channels in the interaction of 3, 3,5 and 5 GeV/c positive kaons on hydrogen : Possibility of Regge pole exchange* (*Nuovo Cimento*, 46, 539, 1966).

— *Observation of the reaction  $K^+p \rightarrow pp \Lambda$*  (Nuovo Cimento, 46 A, 589, 1967).

— *Study of the reactions  $K^+p \rightarrow K^*N^*$  at 3,5 and 5 GeV/c* (Nuovo Cimento, 49 A, 9, 1967).

—  *$K \pi \pi$  systems in four body final states produced in hydrogen by 3, 3,5 and 5 GeV/c  $K^+$  mesons* (Nuovo Cimento, 49 A, 373, 1967).

— *Phase shift analysis of  $K^+p$  elastic scattering at 780 MeV/c* (Physics Letters, 24 B, 314, 1967).

— *Three body states in  $K^+p$  interactions at 3,5 GeV/c CERN/ Physics 67-5 (30-1-1967)* [à paraître dans Nuovo Cimento].

10. M. ASTAUD et B. JOUVET, *Extensions du « groupe » de renormalisation* (C. R. Acad. Sc., 1967, p. 2433).

11. C. FAVARD-SÉRÉNO, *Evolution nucléolaire et stockage d'ADN dans l'ovocyte des Grillons en cours d'accroissement cytoplasmique* (Journal de Microscopie, vol. 5, p. 47, 1966).

b) *Rapports du Laboratoire de Physique atomique et moléculaire du Collège de France.*

12. Ph. LERUSTE, *Utilisations des potentiels de Bargman — I — Une représentation de l'onde  $P_{ss}$  (diffusion  $\pi - N$ )* (P.A.M., 66-06, juin 1966).

13. N. THIBAUT, *Application de la théorie des pôles de Regge aux  $\pi \pm$  nucléon vers l'arrière à haute énergie* (P.A.M., 66-07, juillet 1966).

14. B. JOUVET et J.-C. LE GUILLOU, *Particules autocomposées* (P.A.M., 66-08, juillet 1966).

15. G. CLÉMENT et A. JACQUEMIN, *Potentiels singuliers et multiplicité des solutions  $N/D$*  (P.A.M., 66-09, juillet 1966).

16. B. JOUVET, *Modification of the fine structure constant in strong fields or very dense matter* (P.A.M., 66-10, septembre 1966).

17. Ph. LERUSTE, *Utilisation des potentiels de Bargman, II — Equation de Schrödinger et phénomènes inélastiques* (P.A.M., 66-11, septembre 1966).

18. Ph. LERUSTE, et A. MALAMANT, *Extension du formalisme de Le Couteur et Newton au cas relativiste — I* (P.A.M., 66-12, novembre 1966).

19. Ph. LERUSTE et M. KELLER, *Extension du formalisme de Le Couteur et Newton au cas relativiste — II* (P.A.M., 67-01, février 1967).

20. R. BRUERE-DAWSON, *Générateur d'impulsions lumineuses brèves* (P. A.M. 6702, mars 1967).

c) *Communications, exposés, etc.*

— *Colloque sur les particules fondamentales, Dijon, juin 1966 :*

21. P. KESSLER, *Sur les facteurs de forme électromagnétique F ou G.*

22. Ph. LERUSTE, *L'équation de Schrödinger à deux voies de réaction et la diffusion pion-nucléon.*

23. J.-C. DUMAS, C. AUBRET, S. OTMEZGUINE, *Chambres scintillantes codées.*

24. J.-C. DUMAS, R. LACHAUX, D. CHEMLA, *Leptoproduction du  $\pi^0$  et connaissance du vertex  $\gamma NN^*$ .*

25. Ph. CHAVANON, M. CROZON, J. TOCQUEVILLE (en collaboration avec J. OOSTENS), *Production de résonances dans la réaction  $p + p \rightarrow D +$  Masse manquante à 3,00 GeV.*

26. Ph. CHAVARON, *Recherche de dibaryons non étranges dans la réaction  $p + p + \pi^- +$  masse manquante à 3,00 GeV/.*

— *Conférence internationale sur la physique des hautes énergies, Berkeley, septembre 1966 :*

27. Ph. CHAVANON, M. CROZON, J. TOCQUEVILLE (en collaboration avec J. OOSTENS), *Production of isopin l resonances in the reaction  $p + p = D +$  (Missing Mass).*

— *Conférence sur la physique nucléaire et les particules élémentaires, Glasgow, septembre 1966 :*

28. P. KESSLER, *Facteurs de forme et amplitudes de vertex.*

— *Journées d'études sur l'emploi de calculateurs dans les dispositifs d'instrumentation nucléaire, Saclay, octobre 1966 :*

29. J. M. ABILLON, M. CROZON, Th. LERAY, M. RABANY et J. TOCQUEVILLE, *Projets d'expérience utilisant des chambres à magnétostriction en ligne.*

30. M. RABANY, *Mise en ligne d'un ensemble de chambres à fils à magnétostriction.*

31. J.-C. DUMAS, C. AUBRET, P. BENOIT, R. CHAREYRE, D. CHEMLA, S. OTMEZGUINE, et D. SCHULMANN, *Projet d'utilisation en temps réel d'un calculateur C. 9010 dans une expérience d'électroproduction en coïncidence.*

— *Séminaire de physique théorique, Marseille, novembre 1966.*

32. B. JOUVET, *Problèmes actuels sur les particules composées :*

*Session d'études sur les méthodes d'identification des particules en instrumentation nucléaire, Lyon, janvier 1967.*

33. J.-C. DUMAS, C. AUBRET, P. BENOIT, R. CHAREYRE, D. CHEMLA, S. OTMEZGUINE et D. SCHULMANN :

*Utilisation d'un ordinateur en ligne dans une expérience de leptoproduction du  $\pi^0$ .*

*Construction et réglage d'une chambre scintillante codée.*

34. R. BRUERE-DAWSON, Ph. MARQUESTE, M. RABANY, J. TOCQUEVILLE et J.-P. TURLOT, *Dépouillement automatique d'informations provenant de chambres à étincelles à magnétostriction.*

— *Colloque de microscopie électronique, Bordeaux, mai 1966.*

35. C. FAVARD-SÉRÉNO, *Evolution nucléolaire et stockage d'ADN dans l'ovocyte des Grillons en cours d'accroissement cytoplasmatique.*