

Michel au Collège de France

1964-1970

- Dans les années soixante la physique des hautes énergies était dominée par L. Leprince Ringuet
Son laboratoire à l'école Polytechnique détectait et analysait dès les années 20 les rayons Cosmiques. Au cours des années 50-60, les photographies obtenues grâce aux chambres de Wilson situées en hautes montagnes (aiguille du Midi, pic du Midi de Bigorre) faisaient la base de cette analyse.
- A l'ère des accélérateurs, le laboratoire les a remplacées par des chambres à bulles installées au CERN.
- A. Lagarrigue est allé sur les chambres à liquides lourds (propane fréon) et a migré à Orsay.
- B. Gregory est resté à l'école Polytechnique et s'est concentré sur les chambres à hydrogène liquide et s'est associé au CEA à Saclay pour la construction de la chambre de 81 cm CBH81
- A. Astier a pris la direction du nouveau laboratoire Leprince Ringuet au Collège de France et s'est dévoué à l'analyse des photos des chambres à bulles à hydrogène.
- C. Peyrou aidé par R. Armenteros est parti diriger au CERN la division Chambres à Bulles (TC).

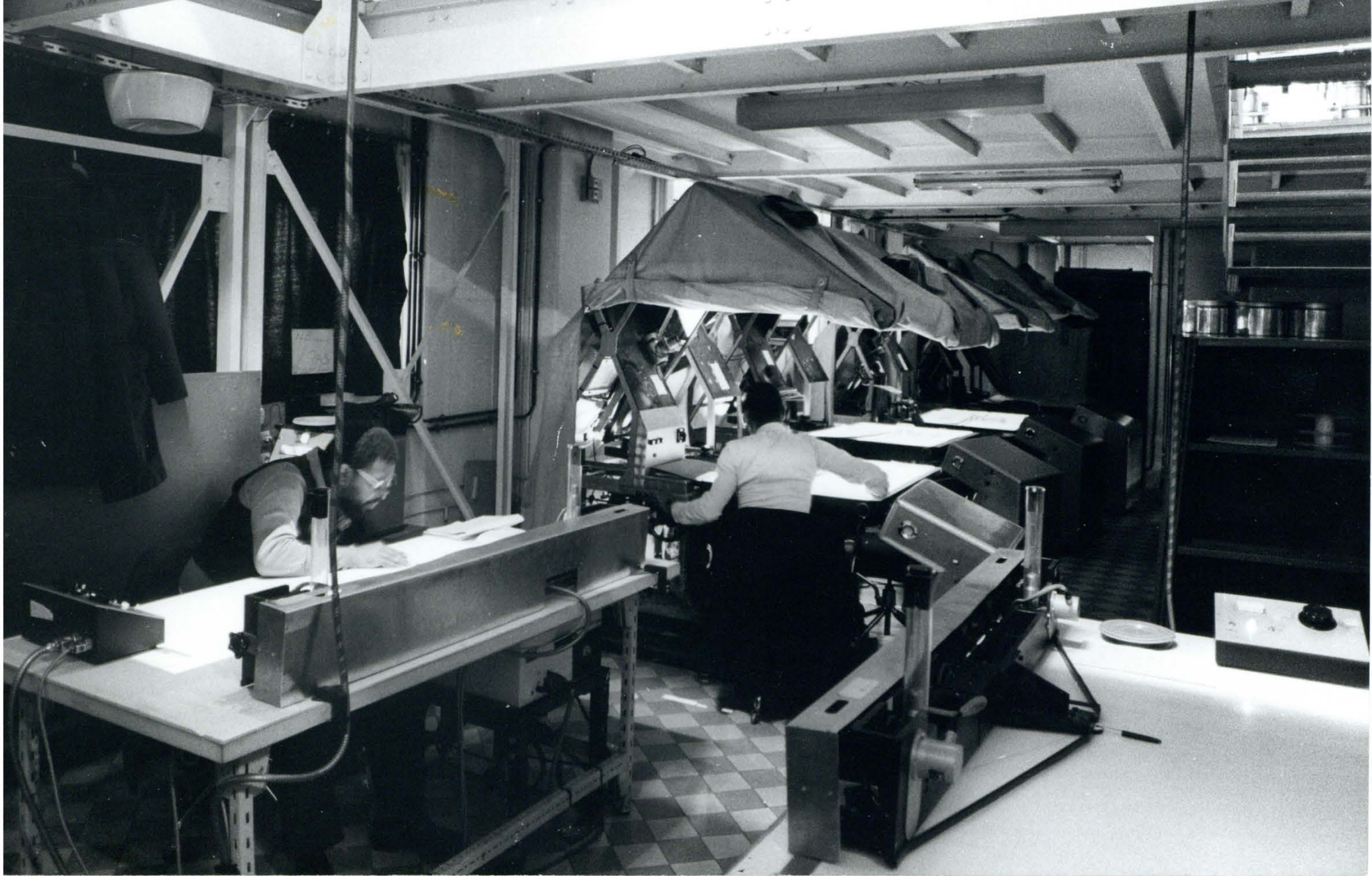
Avec L. Behr et J.J. Veillet, je rejoignis le laboratoire L. Leprince Ringuet en 1960 pour faire un DES. Je fus affecté à l'équipe de B. Gregory et donc au groupe des chambres à bulles à hydrogène. Après la construction de la CBH 81 et son démarrage au CERN, Gregory m'a demandé d'en exploiter les résultats avec A. Astier et son équipe au Collège de France. C'est là que Michel commença sa carrière de chercheur en 1963.

Je voudrais en quelques mots vous relater la vision que les physiciens débutants avaient de la physique des hautes énergies.

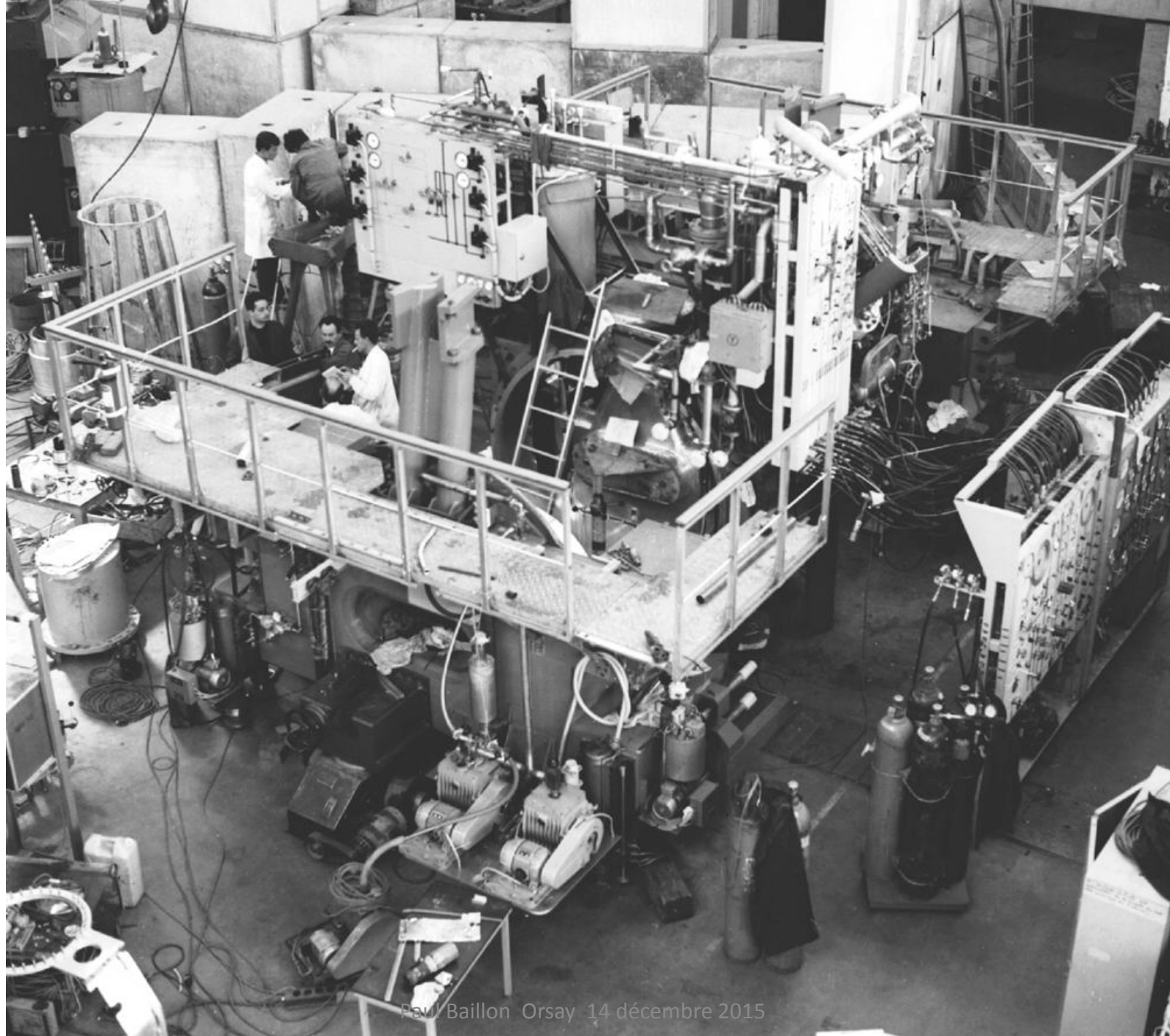
Les moyens engagés en physique des hautes énergies étaient certes très important à cette époque comparativement à d'autres secteurs mais ce qui nous surprenait était le caractère très classique des instruments. L'accélérateur lui même était compliqué bien sûr et nous n'y avons pas accès mais nous en comprenions les grandes lignes. Le reste: transport de faisceau, chambre à bulles appareils de dépouillement de photos étaient somme toute simples dans les principes.



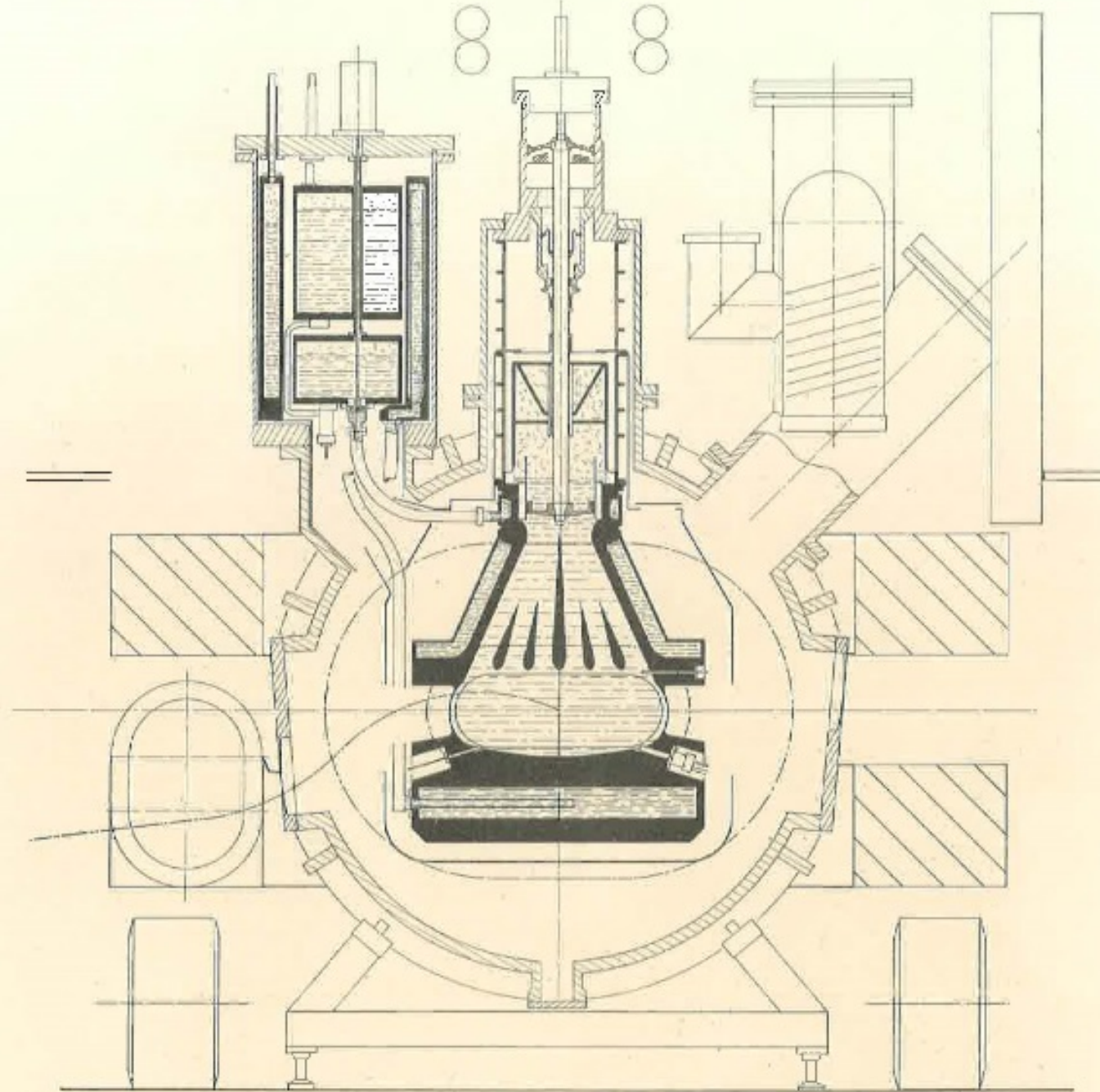
Paul Baillon Orsay 14 décembre 2015



Paul Baillon Orsay 14 décembre 2015



Paul Baillon Orsay 14 décembre 2015



Paul Baillon Orsay 14 décembre 2015

Fig. I-3 Plan coupé de la C.B.H. 81 parallèlement au plan de référence

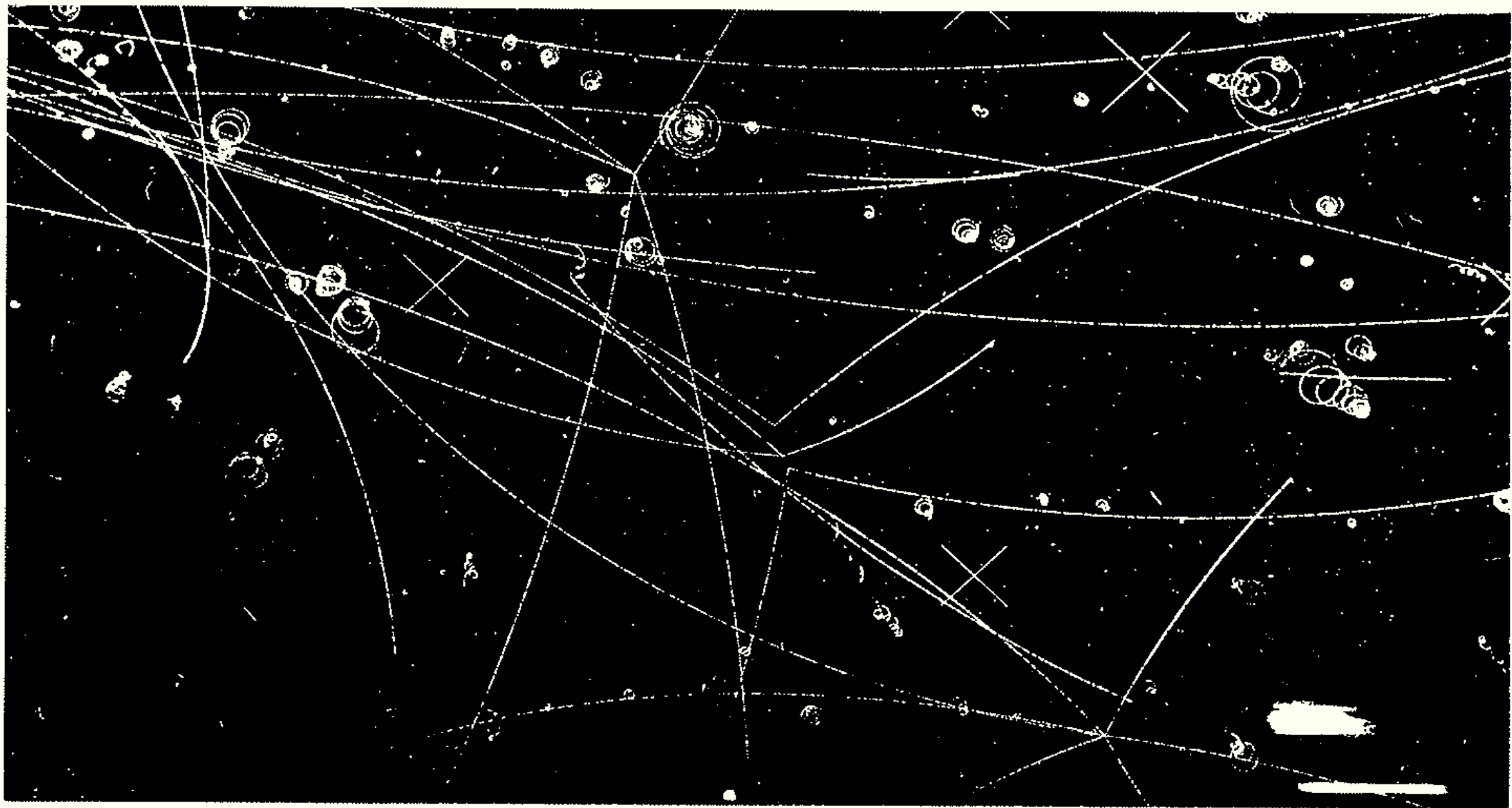
En tant que jeunes physiciens nous participions à la mise en place de tous les appareillages depuis la cible interne c'est-à-dire du faisceau de transport jusqu'à la chambre à bulles comprises.

Lors de la première prise de donnée nous avons eu un choc émotionnel:

En regardant à travers le hublot de la chambre à bulle resté libre (sans camera) on voyait en direct les antiprotons s'annihiler.

Pour nous, jusqu'à ce moment les antiprotons étaient ésotériques: des particules qui venaient de l'équation de Dirac et de ses spineurs à quatre composantes. Puis tout d'un coup ils étaient là s'annihilant dans la lumière bleu des flashes, vus directement par nos yeux et aussi réels que la porte du hall. Ils le faisaient, par groupe d'environ cinq, en étoiles de particules et cela toutes les 1.8 sec voire 1.2 sec.

Chaque annihilation était très différente avec des conditions initiales identiques. Ce n'était plus de la physique classique, c'était un monde totalement nouveau: de la pure mécanique quantique à grande échelle. On était les nouveaux Christophe Colomb.



$\bar{p} + p \longrightarrow K^0 + K^0 + 2 \text{ branches chargées}$

L'analyse des photos se révéla très intéressante:

L'annihilation avait lieu dans deux états quantiques seuls (1S_0 3S_1), une situation rare en physique.

Elle nous permit d'être les premiers, bien avant A. Aspect quinze ans plus tard, à observer l'intrication et le paradoxe de l'EPR avec la réaction

$$p\bar{p} \rightarrow K^0 \bar{K}^0 \rightarrow K_1^0 K_2^0$$

Lorsque un K_1^0 d'énergie 938Mev est détecté, au même moment un observateur dans la direction opposée, à la même distance de l'interaction ne peut détecter qu'un K_2^0 de même énergie. Cela se fait maintenant couramment avec des photons pour le cryptage quantique.

Elle nous a permis aussi de faire des analyses d'un type nouveau car toutes les réactions possibles étaient en interférences. Tous les spins dans les réactions finales étaient entiers ou nuls comme les moments angulaires. Nous avons saisi Michel et moi l'occasion pour introduire une nouvelle méthode d'analyse des moments angulaires et des spins: Les tenseurs de Zemach. Elle avait l'avantage d'être très intuitive et plus simple à utiliser que les classiques fonctions $D_{m',m}^J(\alpha\beta\gamma)$. Elle introduisait en même temps les barrières centrifuges associées.

Utilisation des tenseurs de Zemach pour analyser les moments angulaires entiers.

Une nouvelle méthode pour modéliser les interactions en physiques des hautes énergies.

E^0 decay matrix elements for $K^*\bar{K}$ and $(K\bar{K})\pi$ modes

$$0^- \quad M^0(K^*) = P_{K_1\pi} \cdot P_{K_2} BW(K_1^*) + P_{K_2\pi} \cdot P_{K_1} BW(K_2^*),$$

$$M^0(K\bar{K}) = BW(K\bar{K});$$

$$1^+ \quad M^1(K^*) = P_{K_1\pi} BW(K_1^*) + P_{K_2\pi} BW(K_2^*),$$

$$M^1(K\bar{K}) = P_\pi BW(K\bar{K});$$

$$2^- \quad M^{ij}(K^*) = [P_{K_1\pi}^i P_{K_2}^j + P_{K_1\pi}^j P_{K_2}^i - \frac{2}{3} \delta^{ij} (P_{K_1\pi} \cdot P_{K_2})] BW(K_1^*) + \\ + [P_{K_2\pi}^i P_{K_1}^j + P_{K_2\pi}^j P_{K_1}^i - \frac{2}{3} \delta^{ij} (P_{K_2\pi} \cdot P_{K_1})] BW(K_2^*)$$

$$M^{ij}(K\bar{K}) = (P_\pi^i P_\pi^j - \frac{1}{3} \delta^{ij} P_\pi^2) BW(K\bar{K}),$$

$$BW(K^*) = \frac{1}{m_{K\pi}^2 - m^{*2} + im^* \Gamma}, \quad m^* = 890 \text{ MeV}, \\ \Gamma = 50 \text{ MeV};$$

$$BW(K\bar{K}) = \frac{1}{m_{K\bar{K}}^2 - m^{02} + im^0 \Gamma^0}, \quad m^0 = 2m_K, \\ \Gamma^0 \text{ is given by the fit (70 MeV)}$$

P_{K_1}, P_{K_2}, P_π are the vector parts of the three decaying particle 4-moment in E^0 c.m.,

$P_{K_{1,2}\pi}$ is the vector part of the 4-vector $P_\pi^\mu - P_{K_{1,2}}^\mu - \\ - (\langle m_\pi^2 - m_K^2 \rangle / m_{K_{1,2}\pi}^2) (P_\pi^\mu + P_{K_{1,2}}^\mu)$ in E^0 c.m.

Further Study of the E-Meson in Antiproton-Proton Annihilations at Rest.

P. BAILLON, D. EDWARDS (*), B. MARÉCHAL, L. MONTANET and M. TOMAS (**)
CERN - Geneva

C. D'ANDLAU, A. ASTIER, J. COHEN-GANOUNA,
M. DELLA-NEGRA and S. WOJCICKI

Laboratoire de Physique Nucléaire, Collège de France - Paris

M. BAUBILLIER, J. DUBOC, F. JAMES (***) and F. LÉVY

Institut de Physique Nucléaire - Paris

Résultats de l'expérience proton antiproton à l'arrêt avec production de K. Analyse au Collège de France.

- Première mise en évidence du paradoxe EPR et de l'intrication en mécanique quantique.
- Mesure de la masse, de la largeur et du spin du $K^*(892)$.
- Découverte d'une résonance ~ 1230 MeV $K(1275) \frac{1}{2}(1^+)$ analyse de ses nombres quantiques .
- Découverte du E/ η $\eta(1405) 0^+(0^- +)$ analyse de ses nombres quantiques .
- Masse et largeur de l' $\omega^0(782)$, étude de ses modes de désintégration confirmation de ses nombres quantiques.
- Effet $K\bar{K}$ au seuil.
- Confirmation de $J^P = 2^+$ pour le $A_2(1320)$

Physiciens du Laboratoire L. Leprince Ringuet Collège de France au temps de Michel

A. Astier C. d'Andlau P. Baillon H. Briand C. Defoix M. Della Negra L.
Dobrzynski B. Equer C. Fritsch J. Cohen-Ganouna C. Ghesquière P.
Rivet J. Siaud