

CERN LIBRARIES, GENEVA



CM-P00043258

PH III 70/41

3 septembre 1970

COMITE DE PHYSIQUE III

PROPOSITION D'EXPERIENCE

ETUDE DE LA PRODUCTION DE PROTONS ET DE FRAGMENTS LEGERS

DANS LES INTERACTIONS PROTON-NOYAU A 1,2 GeV/c

J.-P. Alard<sup>\*)</sup>, A. Cordaillat<sup>\*\*)</sup>, G. Roche<sup>\*)</sup> et A. Sicre<sup>\*\*\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup> Laboratoire de Physique Nucléaire, Faculté des Sciences Clermont-Ferrand.

<sup>\*\*)</sup> CERN/visiteur CNRS.

<sup>\*\*\*)</sup> Laboratoire de Physique Nucléaire, Faculté des Sciences, Bordeaux.

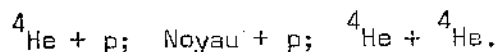
## 1. BUT DE L'EXPERIENCE

Les mesures récentes <sup>1,2,3,4,5)</sup> concernant l'abondance isotopique des nuclides légers dans le rayonnement cosmique primaire, ont permis de mettre en évidence la valeur élevée du rapport  $\frac{^3\text{He}}{^4\text{He}}$ , ce dernier étant de l'ordre de 15 à 20%. Une telle valeur est très supérieure à celle de l'abondance universelle ( $\sim 5 \times 10^{-3}$ ) ce qui exclut la possibilité de formation de l'isotope  $^3_2\text{He}$  par nucléosynthèse.

Un taux élevé de la composante  $^3_2\text{He}$  peut être attribué soit à l'existence de cet isotope à la source même des rayons cosmiques, soit à sa création lors du passage des noyaux cosmiques à travers la Galaxie <sup>6)</sup>.

La première hypothèse est éliminée par le fait que la plupart des rayons cosmiques sont injectés à partir des supernovae à l'intérieur desquelles l'isotope  $^3_2\text{He}$  ne peut exister en aussi forte quantité <sup>6)</sup>.

La deuxième hypothèse est celle qui est admise à l'heure actuelle. L'isotope  $^3_2\text{He}$  est créé lors des réactions de fragmentation de noyaux cosmiques dans leur interaction avec l'hydrogène et l'hélium interstellaires. Trois types de réactions sont importants:



La connaissance des rapports de production  $^3_2\text{He}/^4_2\text{He}$ , ainsi que des sections efficaces absolues, est alors fondamentale, ces dernières valeurs étant utilisées dans la description de la propagation du rayonnement cosmique galactique. Des informations peuvent alors être déduites, concernant notamment la masse de matière interstellaire traversée et la nature des sources de rayonnement cosmique.

Bien que la section efficace totale, soit seule importante, il est nécessaire de déterminer le spectre énergétique des nuclides légers. En effet les expériences récentes effectuées à une énergie incidente de 600 MeV sur des cibles de C et Al ont montré une valeur très élevée du rapport  $^3_2\text{He}/^4_2\text{He}$  dans

la partie à haute énergie des spectres, notamment vers l'avant<sup>7)</sup>. Le spectre énergétique des particules doit être déterminé à plusieurs angles, et une intégration des résultats expérimentaux fournit la section efficace totale.

La connaissance des rapports d/p et t/d dans les interactions à haute énergie est également intéressante. En effet des mesures récentes indiquent un rapport d/p de l'ordre de 10% dans le rayonnement cosmique, très supérieur à l'abondance universelle (0,014%) ce qui indique le rôle important joué par les réactions de fragmentation des noyaux cosmiques lors de leur interaction avec la matière inter-stellaire.

De plus la mesure de la concentration d' ${}^3_2\text{He}$  à l'intérieur des météorites permet la datation de ces dernières (mesure du rapport  $\frac{{}^3_2\text{He}}{{}^3_1\text{H}}$ ). Il est alors nécessaire d'évaluer avec précision la proportion d'ions  ${}^3_2\text{He}$  produits par fragmentation des noyaux météoritiques sous l'action des protons du rayonnement cosmique<sup>8)</sup>.

Pour toutes ces études, l'énergie de 600 MeV convient parfaitement, en raison de la forme du spectre énergétique des rayons cosmiques au voisinage de la Terre.

## II. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Il s'agit de mesurer la section efficace doublement différentielle  $d^2\sigma/d\Omega.dp$  de production de protons et de fragments légers ( ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^3_1\text{H}$ ,  ${}^3_2\text{He}$  et  ${}^4_2\text{He}$ ) dans les interactions proton-noyau à une énergie incidente de 600 MeV (impulsion 1,2 GeV/c).

Le dispositif expérimental a été mis au point au cours de 3 shifts accordés par le Comité de Physique III en janvier 1969, et ensuite au cours d'expériences effectuées au synchrocyclotron de Lyon puis en parasite sur SC 26 (fin 69 et 1<sup>er</sup> semestre 1970)<sup>7)</sup>.

Le faisceau de protons primaires interagit avec les noyaux de la cible C (figure 1). La détection des particules secondaires est obtenue à l'aide d'un télescope jonction-NaI.

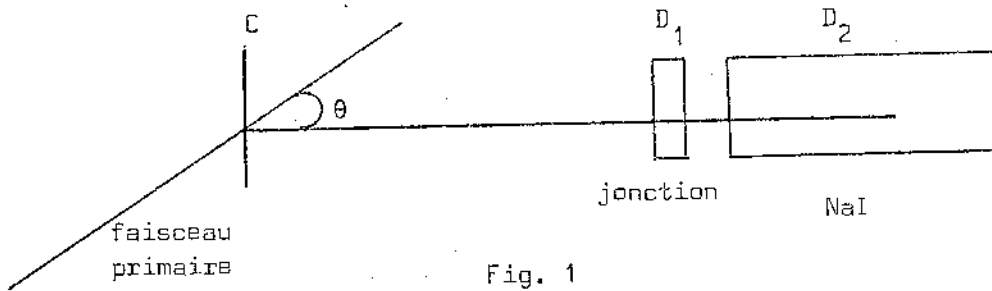


Fig. 1

Cibles: 15 à 50 mg/cm<sup>2</sup>. C, Al et Fe.

Télescope: D<sub>1</sub>: jonction Si à barrière de surface.  
épaisseur 700  $\mu$ .  
surface 1 cm<sup>2</sup>.

D<sub>2</sub>: scintillateur NaI(Tl) associé à un PM 153 AVP. Le scintillateur est un cylindre de 2 cm de diamètre et 10 cm de longueur placé dans un guide de lumière en verre. Epaisseur totale des fenêtre d'entrée dans les détecteurs:  $\leq 20$  mg/cm<sup>2</sup>.

D<sub>1</sub> fournit l'information  $\Delta E$  et D<sub>2</sub> l'information E. Le dispositif électronique de la figure 2 permet de stocker ces informations, lorsqu'il y a coïncidence, simultanément sur bandes perforées et sur analyseur multicanaux.

Dans le cas de l'analyseur multicanaux, on obtient le spectre N( $\Delta E$ ) pour un E fixé grâce à un sélecteur monocanal. Ceci est indispensable pour suivre le bon déroulement de l'expérience.

L'étalonnage de D<sub>1</sub> est réalisé à l'aide d'émetteur radioactifs  $\alpha$ . L'étalonnage de D<sub>1</sub> n'est pas critique; il suffit d'utiliser la discontinuité observée sur les spectres, discontinuité correspondant aux particules non totalement absorbées dans le NaI.

Le dépouillement des informations stockées sur bandes perforées est effectué sur ordinateur. Le programme est actuellement mis au point. Il identifie les particules en analysant N( $\Delta E$ ) pour E fixé. Il fournit ensuite les spectres N'(E) pour chaque particule.

### III. PROGRAMME DE TRAVAIL

Nous projetons d'étudier la production de particules à partir de 3 cibles (C, Al et Fe) pour trois valeurs de l'angle d'émission  $\theta$ . Ceci nécessite un temps machine total de 20 à 25 shifts en beam-sharing avec un faisceau de l'ordre de  $10^{11}$  p/s. (ISOLDE) en trois ou quatre périodes séparées de 15 jours au moins.

### IV. MOYENS

Les ensembles mécaniques et électroniques sont réalisés respectivement aux laboratoires de Bordeaux et de Clermont-Ferrand. La mise en place au CERN sera effectuée par des techniciens de ces deux laboratoires. Sept physiciens pourront participer à cette étude.

### V. REFERENCES

- 1) M.W. Friedlander et al., Phil. Mag., 8, 1691 (1963).
- 2) J.P. Meyer, D.E. Haage et F.B. McDonald, Can. J. Phys., 46, S 503 (1968).
- 3) J.P. Meyer, B.I.S.T., C.E.A., 131, novembre 1968.
- 4) ( 3 GeV) P.A. Piroué et al., Phys. Rev. 148, N° 4 (1966).  
(20 GeV)
- 5) (30 GeV) V.L. Fitch et al., Phys. Rev. 126, N° 5, 1849 (1962);  
A. Schwarzschild et al., Phys. Rev. 129, N° 2 (1963).
- 6) A. Ginzburg et al., "The origin of cosmic rays", Pergamon Press, 1965;  
Proc. 10th Conf. on Cosmic Rays, Galgany 1967.
- 7) J.P. Alerd et al., C.R. Acad. Sc. 270, 1438 (1970).
- 8) P. Eberhard et J. Geiss, Summer course on nuclear geology, Varenna,  
3, 38 (1968).

Figure 2

