Série 9

1 Résonances baryoniques : la résonance $\Sigma(1385)$

En 1960, M. Alston *et al.* ont analysé les pions issus de la réaction $K^-+p \to \Lambda+\pi^++\pi^-$ obtenue en envoyant des kaons de 1.15 GeV/c sur des protons au repos. Ils ont obtenu le diagramme bi-dimensionnel de la figure 1 en mesurant les énergies cinétiques $T^*_{\pi^+}$ et $T^*_{\pi^-}$ des pions dans le centre de masse. Une telle représentation est appelée *diagramme de Dalitz.* Chaque événement est représenté dans le plan par un point de coordonnées $(T^*_{\pi^+}, T^*_{\pi^-})$ à l'intérieur d'une courbe fermée représentant les limites cinématiques. Sur les côtés on a représenté les projections de la distribution sous forme d'histogrammes.

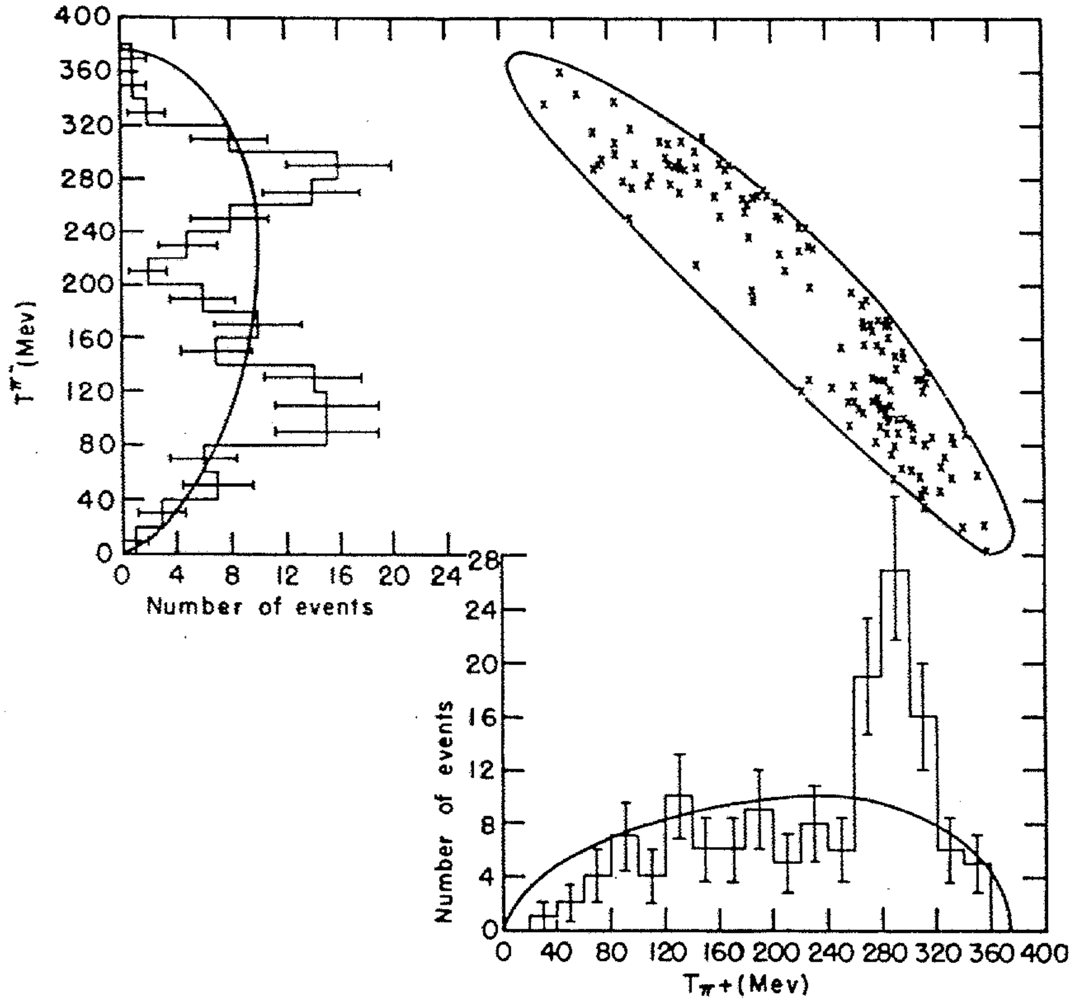

Figure 1: Diagramme de Dalitz de la réaction $K^- + p \to \Lambda + \pi^+ + \pi^-$ [Alston *et al.*, Phys. Rev. Lett. **5**, 520 (1960)].

A priori, l'énergie disponible $\sqrt{s}$ peut se répartir d'une infinité de manières entre les trois particules produites, et la distribution des points ne devrait pas présenter de structure. Elle suivrait alors les courbes superposées aux histogrammes (espace de phase).
L'accumulation de points pour certaines valeurs de $T^*_{\pi^+}$ et $T^*_{\pi^-}$ suggère l'existence de processus intermédiaires $K^- + p \to X^\mp + \pi^\pm$ avec des résonances $X^\mp$ se désintégrant selon $X^\mp \to \Lambda + \pi^\mp$.

1. Montrer que $T^*_{\pi^+}$ est linéaire en $m^2_{\Lambda\pi^-}c^4$, c'est-à-dire qu'il est équivalent de représenter l'énergie cinétique du π^+ ou le carré de la masse effective $\Lambda\pi^-$.

2. Calculer les valeurs maximales de $T^*_{\pi^+}$ et $T^*_{\pi^-}$.

3. Les résonances produites sont en fait des baryons $\Sigma(1385)^\mp$. Prédire l'énergie des pics correspondants dans les distributions de $T^*_{\pi^\pm}$.

4. Estimer le temps de vie des résonances $\Sigma(1385)^\mp$. On supposera négligeable la résolution expérimentale sur les énergies cinétiques.

5. Quelle est l'origine du pic à environ 100 MeV dans le spectre d'énergie du π^- ?

$$
\begin{aligned}
m_{K^-} &= 493.7 \text{ MeV}/c^2 \\
m_p &= 938.3 \text{ MeV}/c^2 \\
m_{\pi^+} = m_{\pi^-} &= 139.6 \text{ MeV}/c^2 \\
m_\Lambda &= 1115.7 \text{ MeV}/c^2 \\
m_{\Sigma(1385)^-} &= 1387.2 \text{ MeV}/c^2 \\
m_{\Sigma(1385)^+} &= 1382.8 \text{ MeV}/c^2 \\
\hbar &= 6.58211957 \cdot 10^{-22} \text{ MeV s}
\end{aligned}
$$

2 Conservation du moment cinétique et de la parité

Pour chacune des désintégrations suivantes,

a) $K^+ \to \pi^+\pi^0\,,$ $\quad \tau_{K^+} = 1.2 \times 10^{-8}$ s
b) $\phi \to K^+K^-\,,$ $\quad \Gamma_\phi = 4.2$ MeV
c) $B_s^0 \to \phi\phi\,,$ $\quad \Gamma_{B_s^0}/\hbar = 0.66\ \text{ps}^{-1}$
d) $\omega \to \pi^+\pi^-\pi^0\,,$ $\quad \Gamma_\omega = 8.7$ MeV

nommer l'interaction fondamentale en jeu puis examiner la conservation du moment cinétique et de la parité, sachant que les π, K et B_s^0 sont des mésons pseudoscalaires ($J^P = 0^-$) et que les ϕ et ω sont des mésons vecteurs ($J^P = 1^-$).