

# *Analyse de données du satellite Fermi autour de la nébuleuse du Crabe*



Tom Pena

université  
de **BORDEAUX**

Tuteur :

Thierry Reposeur

---

*I - Le satellite Fermi et le LAT*

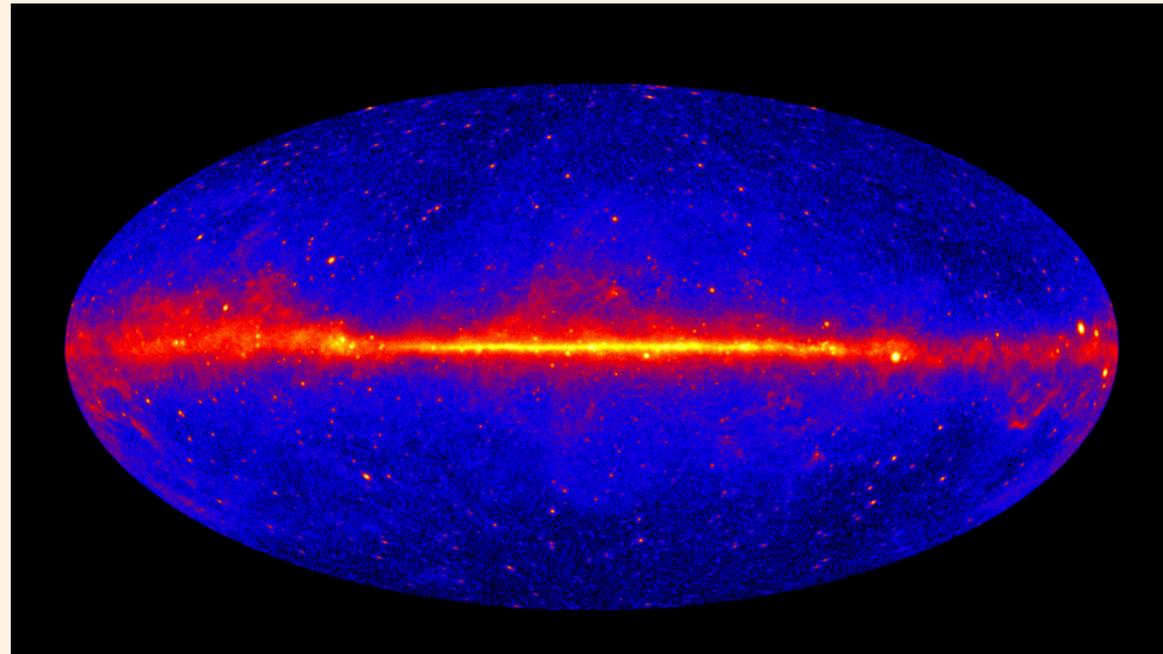
*II - L'émission en gamma du complexe du Crabe*

*III - Données et analyse*

---

# *I - Le satellite Fermi et le LAT*

- Lancement 2008
- Orbite :
  - 565 km d'altitude
  - 95 min
  - précession de période 55 jours
- Découverte des pulsars millisecondes en gamma

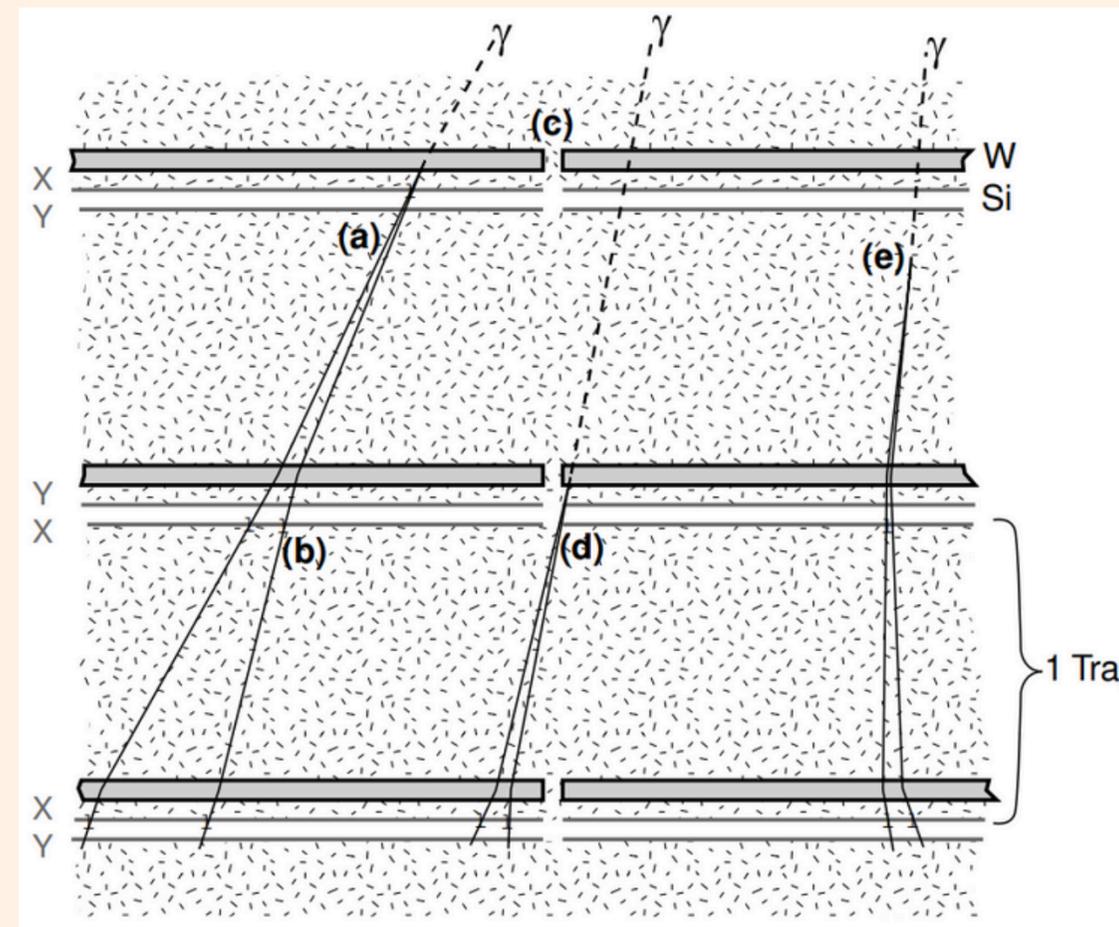


*Image du ciel vu par Fermi sur 5 ans de données, au dessus de 1 GeV,  
source : NASA/DOE/FermiLATcollaboration*



*Satellite Fermi avant le lancement,  
anciennement GLAST*

- Détecteur de photons gamma
- $E > 30 \text{ MeV}$
- Trajectographe :
  - 18 couches de
    - Tungstène
    - Silicium
    - Silicium
- Gamma  $\rightarrow$  cascade électromagnétique
- Reconstruction de la direction d'incidence
- Energie déposée dans le calorimètre

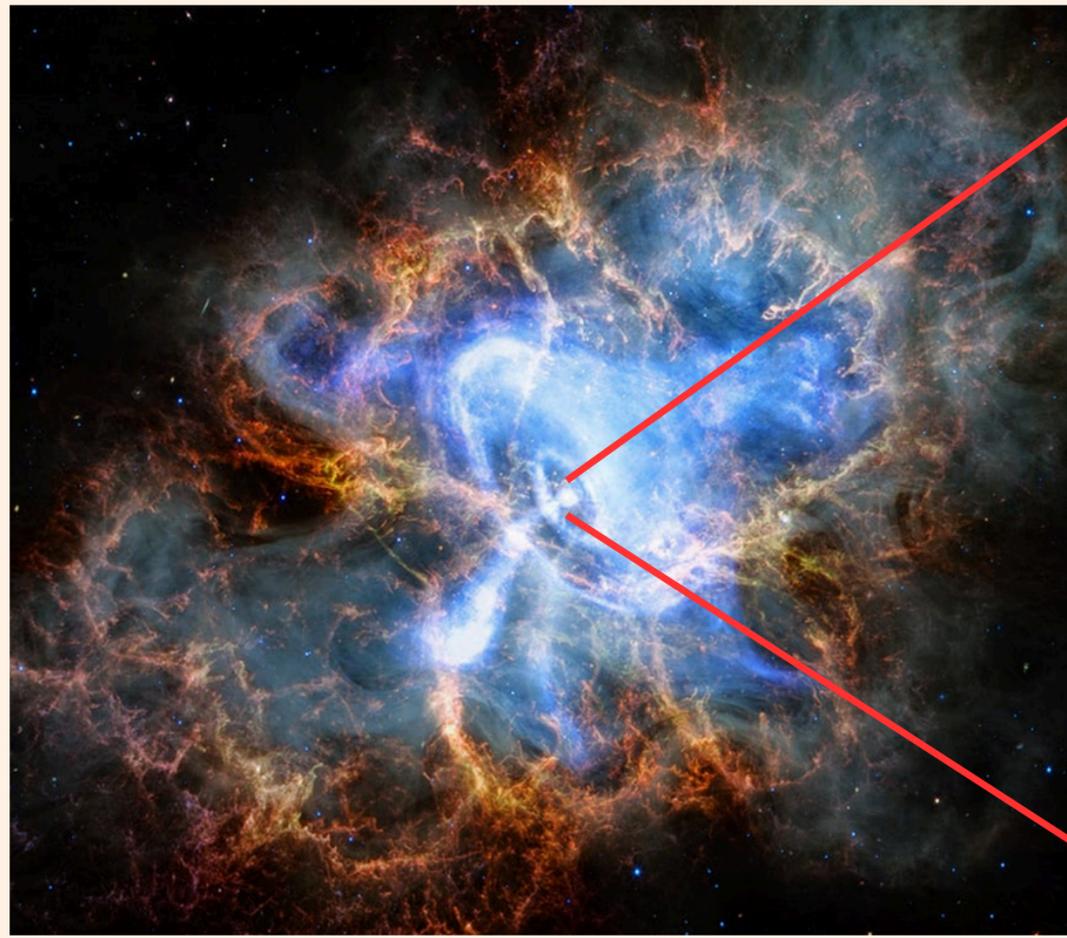


*Schéma du fonctionnement du trajectographe du LAT, source : Atwood et al., 2006*

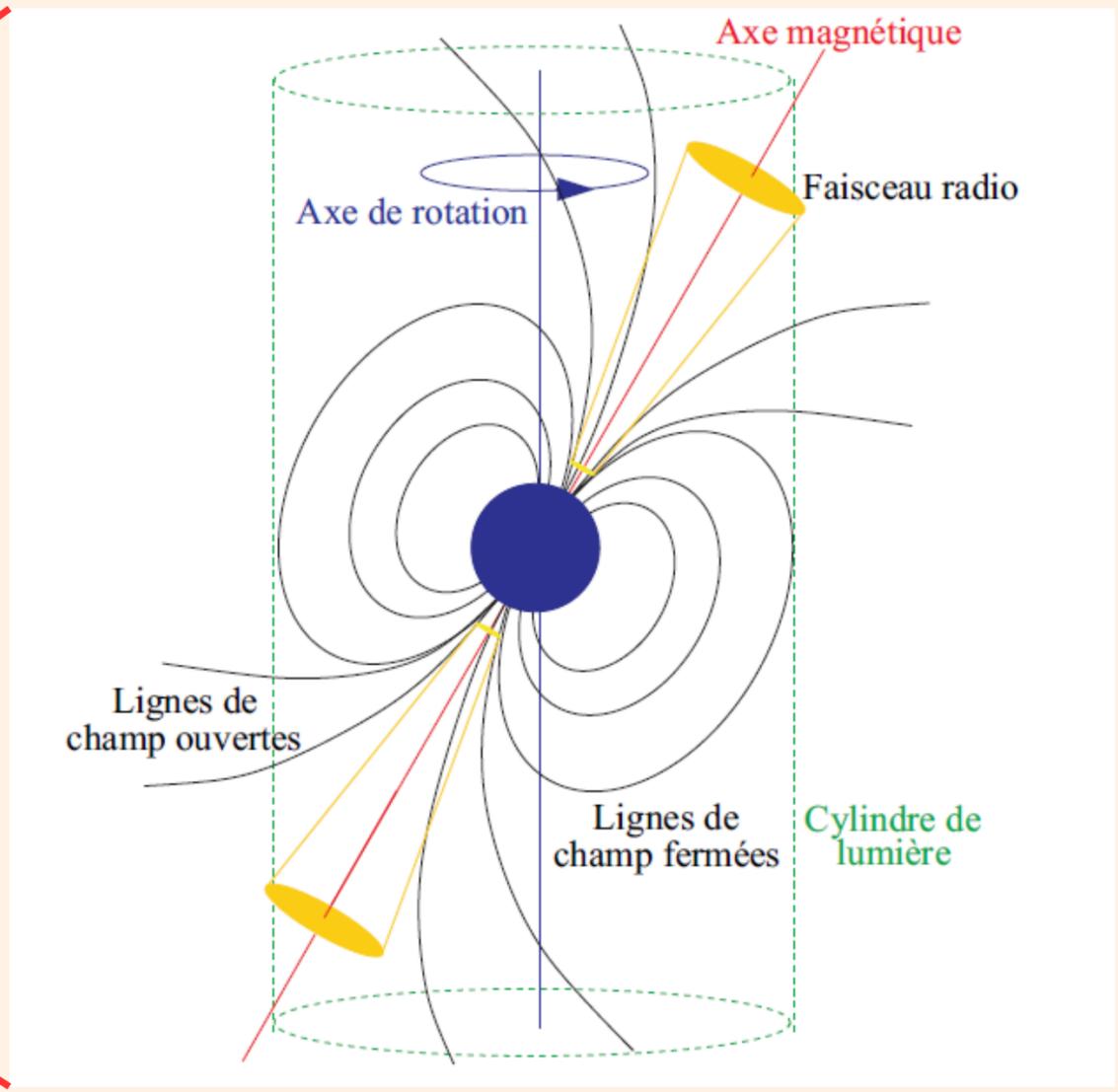
---

## *II - L'émission en gamma du complexe du Crabe*

- 2 processus :
  - Rayonnement synchrotron
  - Diffusion Compton inverse



*Nébuleuse du Crabe vue par JWST, et Chandra  
source : Chandra/NASA/CXC/SAO/JWST*

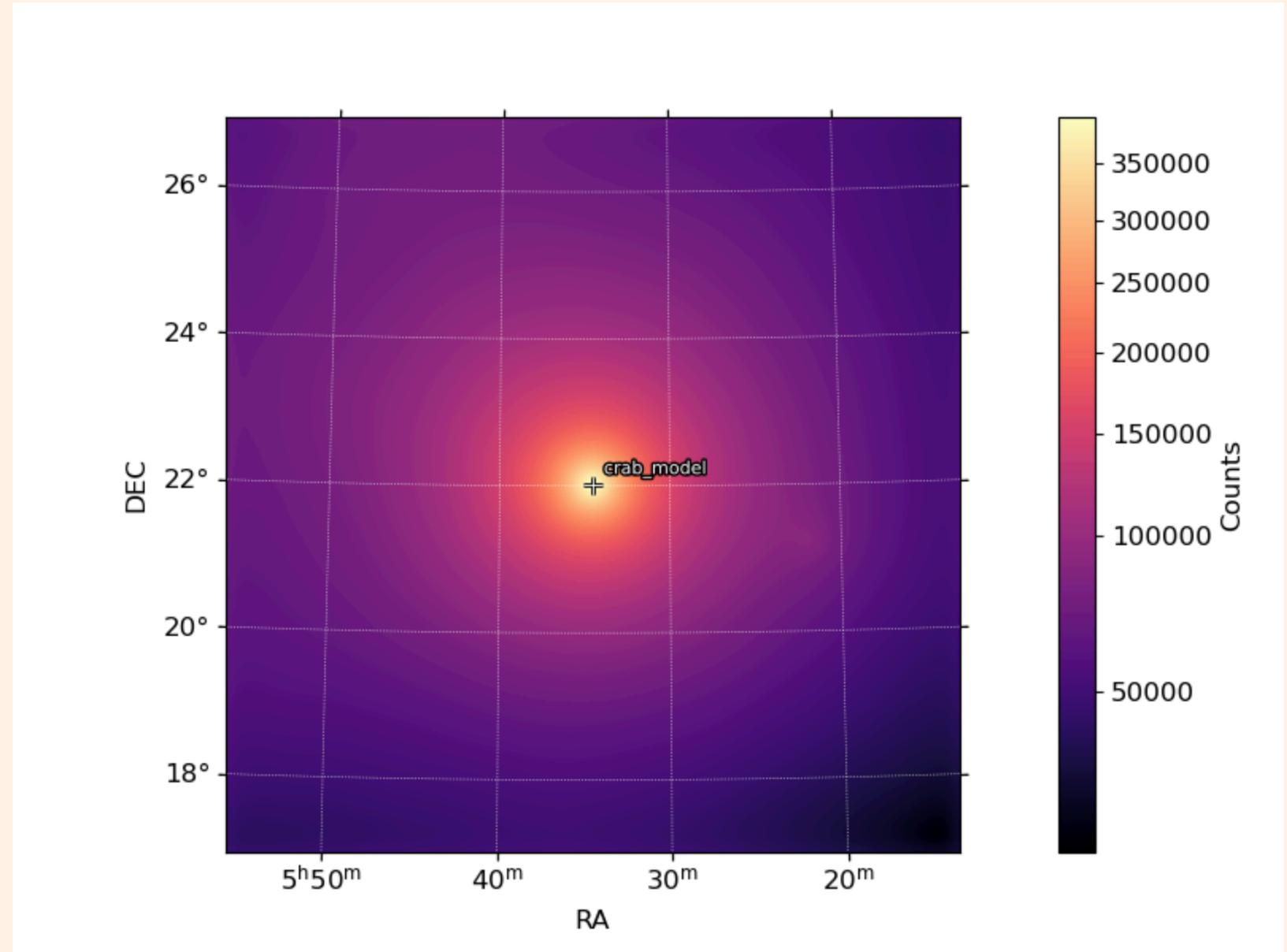


*Schéma du fonctionnement d'un pulsar  
source : Handbook of Pulsar Astronomy , D.R. Lorimer*

---

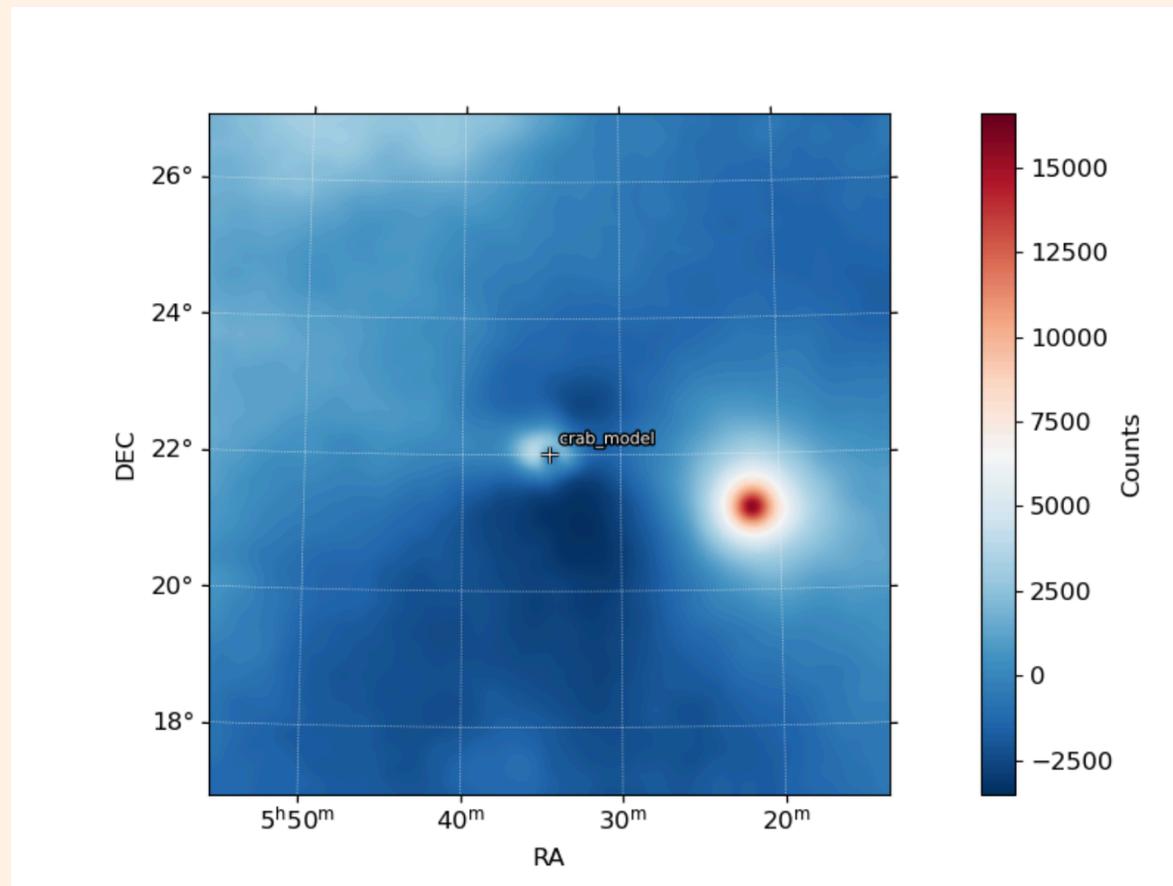
# *III - Données et analyse*

- Données en libre accès
- 14 ans de données
- 100 MeV - 317 GeV
- Fermipy
- Etallement de la source : PSF



*Carte des données centrées autour de la nébuleuse du Crabe*

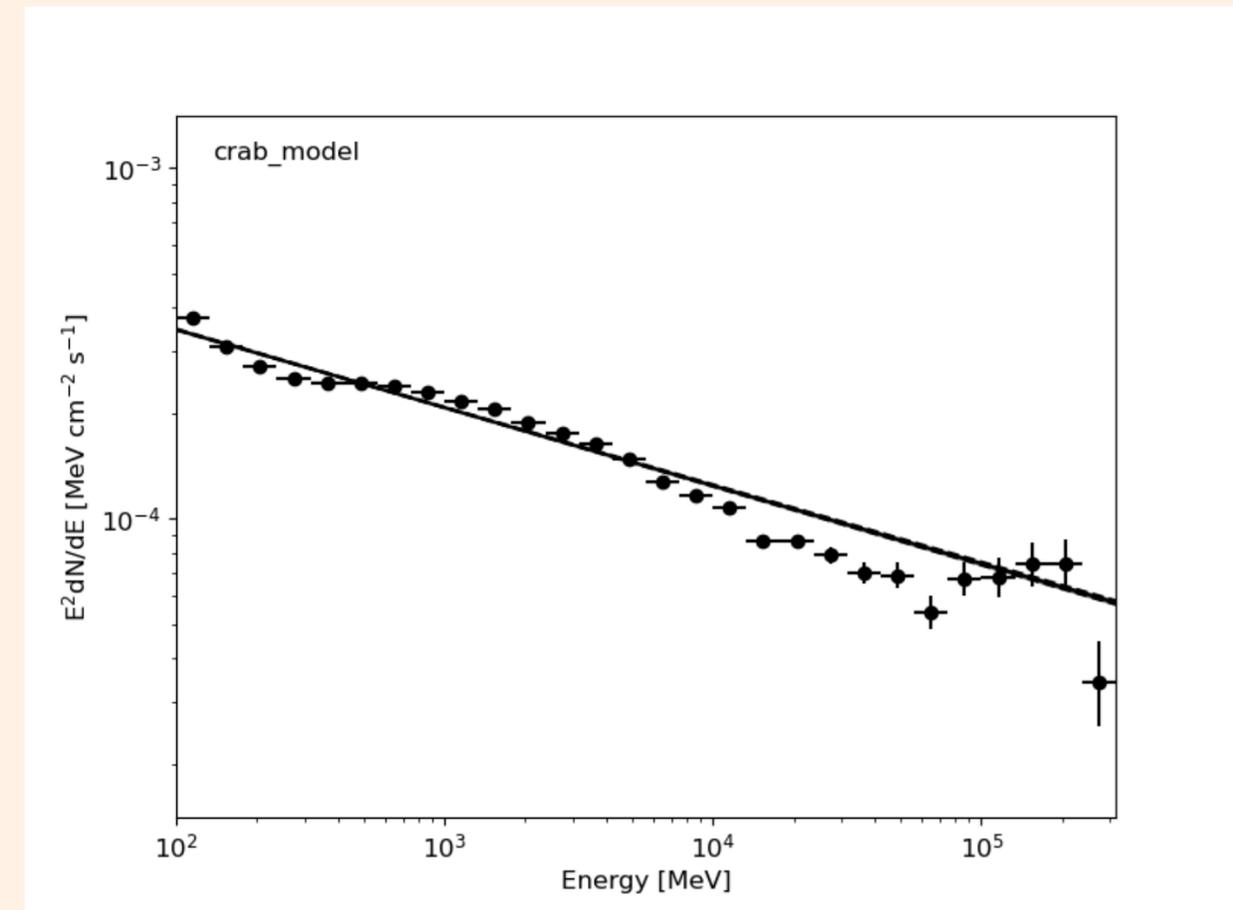
- Modèle 1 :
  - source ponctuelle
  - diffus
- chi2 : 72



*Carte des Résidus, modèle 1*

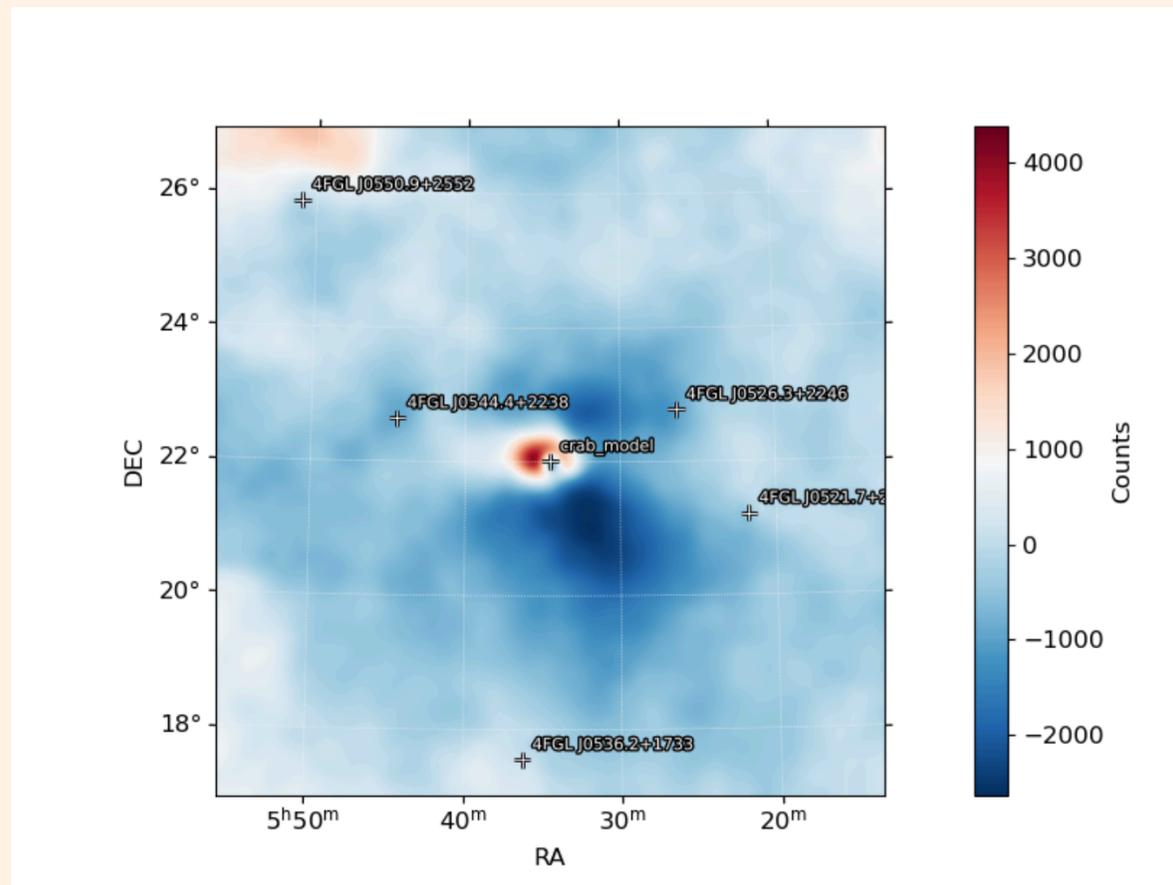
- SED : Power Law

$$\frac{dN}{dE} = N_0 \left( \frac{E}{E_0} \right)^\gamma$$



*Distribution Spectrale d'Énergie (SED), avec ajustement Power Law, modèle 1*

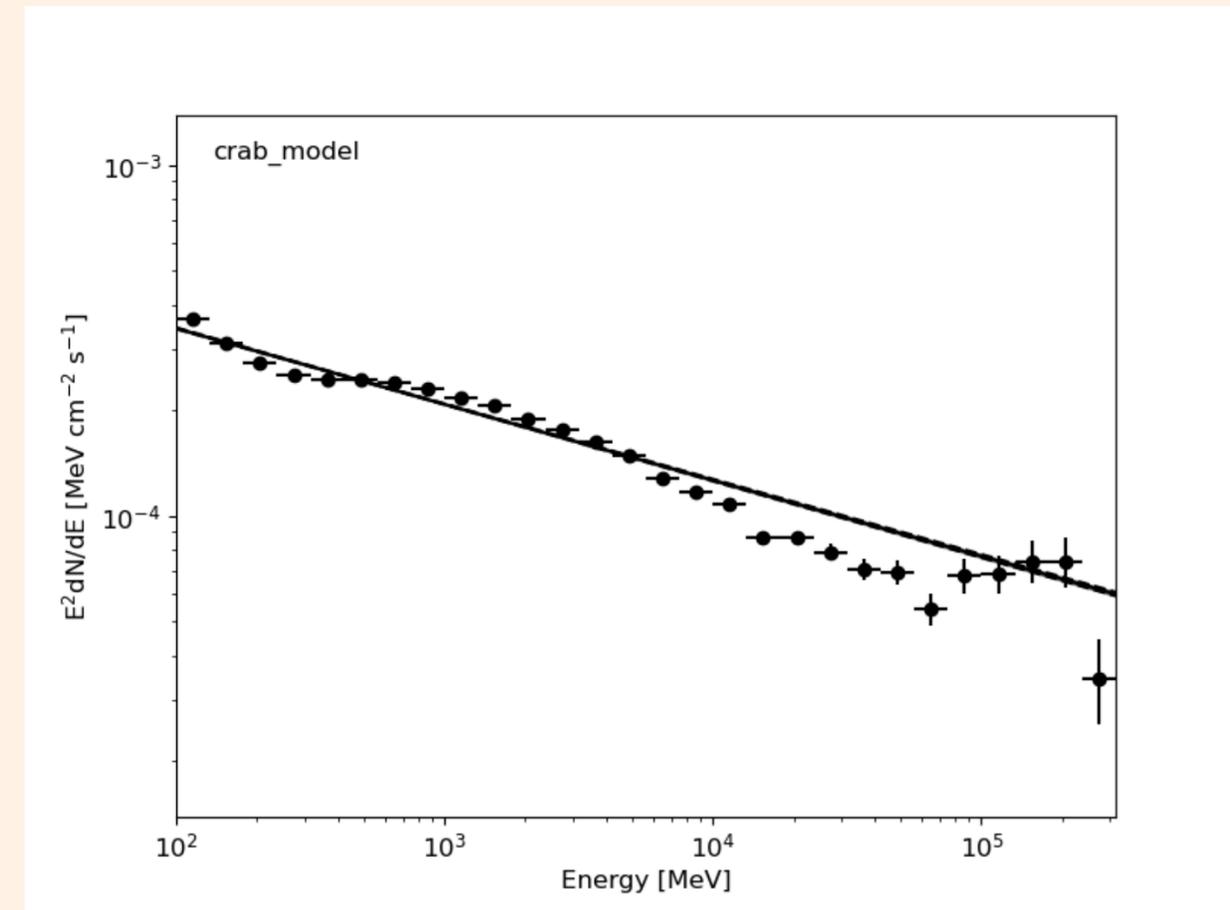
- Modèle 2 :
  - source ponctuelle
  - diffus
  - sources environnantes
- chi2 : 58



*Carte des Résidus, modèle 2*

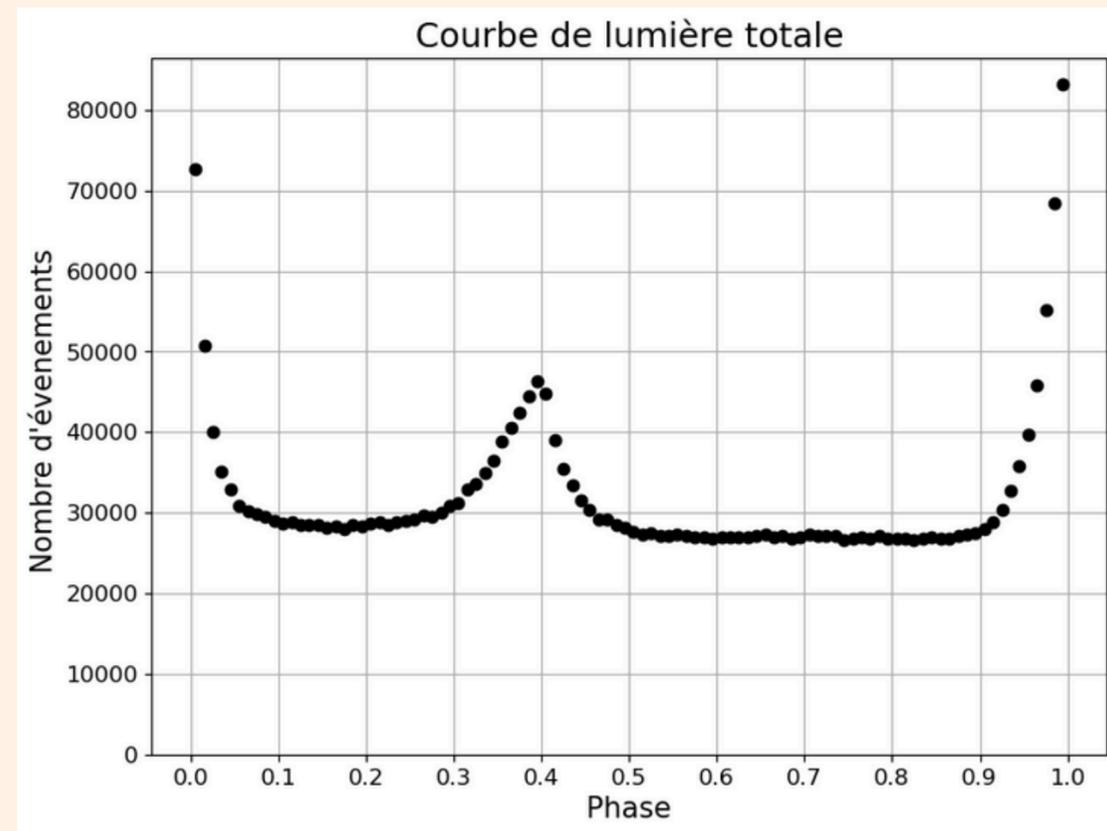
- SED : Power Law

$$\frac{dN}{dE} = N_0 \left( \frac{E}{E_0} \right)^\gamma$$

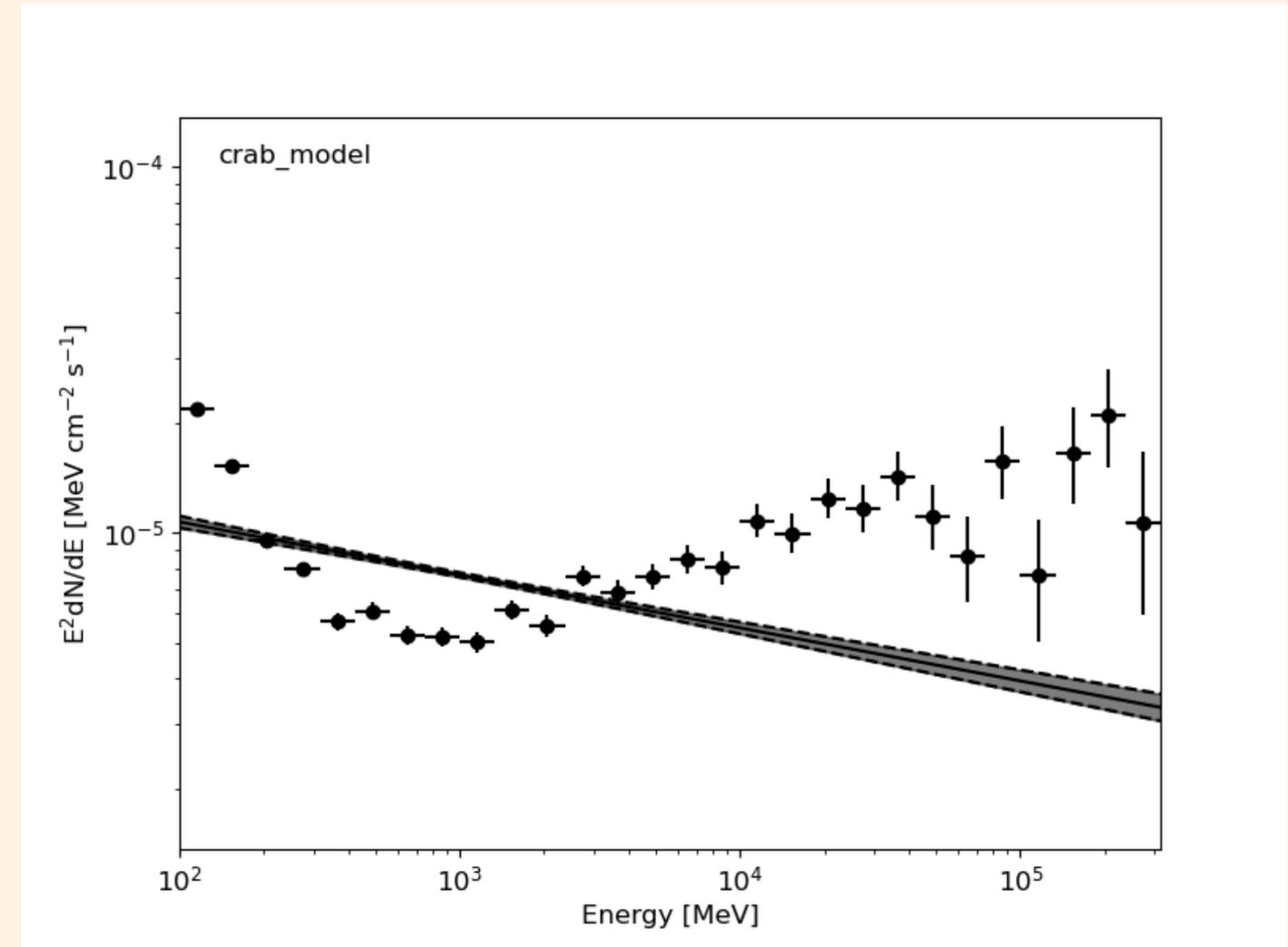


*Distribution Spectrale d'Énergie (SED), avec ajustement Power Law, modèle 2*

- Modèle 3 :
  - source ponctuelle
  - diffus
  - sources environnantes
  - pulsar OFF



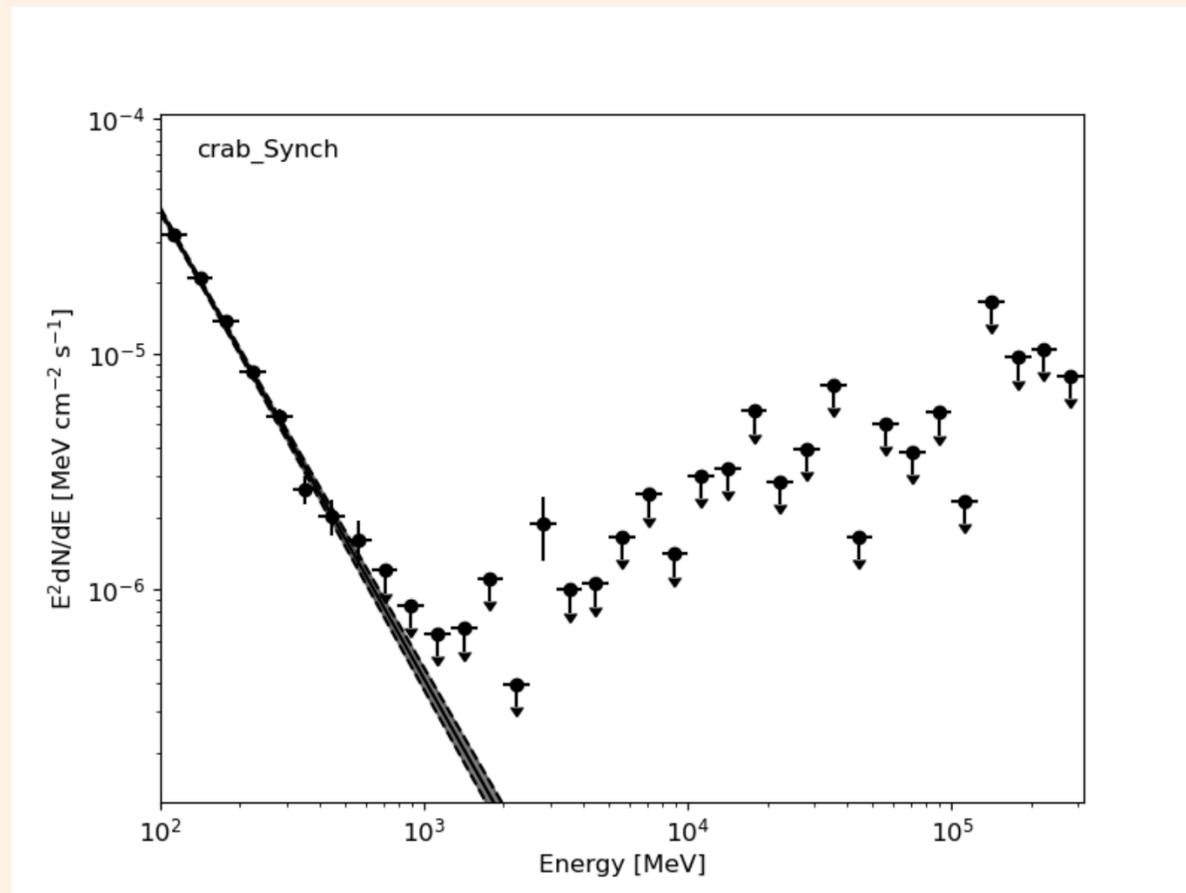
*Courbe de lumière du complexe du Crabe*



*Distribution Spectrale d'Énergie (SED), avec ajustement Power Law, modèle 1*

- Modèle 4 :
  - 2 sources ponctuelles
  - diffus
  - sources environnantes
  - pulsar OFF

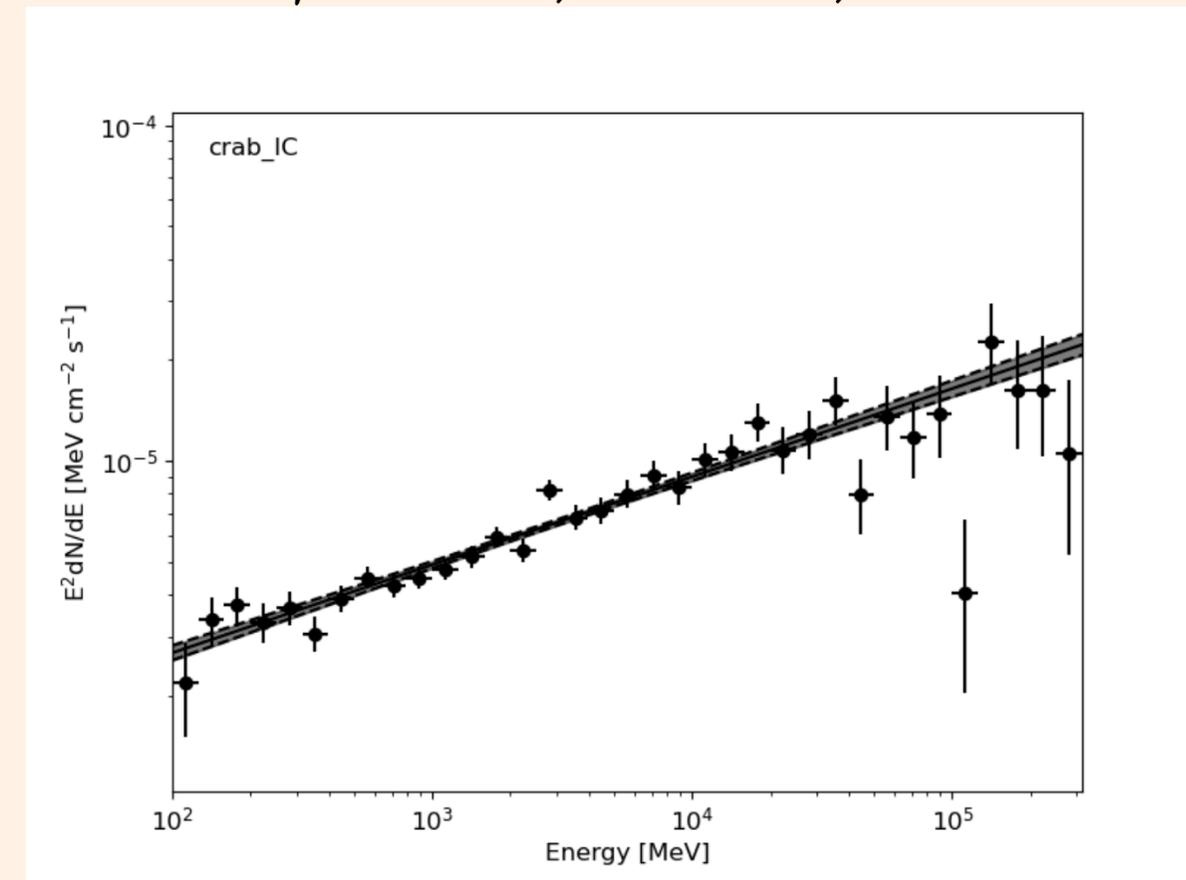
$$\gamma = -3,99 \pm 0,66$$



*SED pour la source du rayonnement synchrotron*

$$\text{SED : } \frac{dN}{dE} = N_0 \left( \frac{E}{E_0} \right)^\gamma$$

$$\gamma = -1,74 \pm 0,01$$

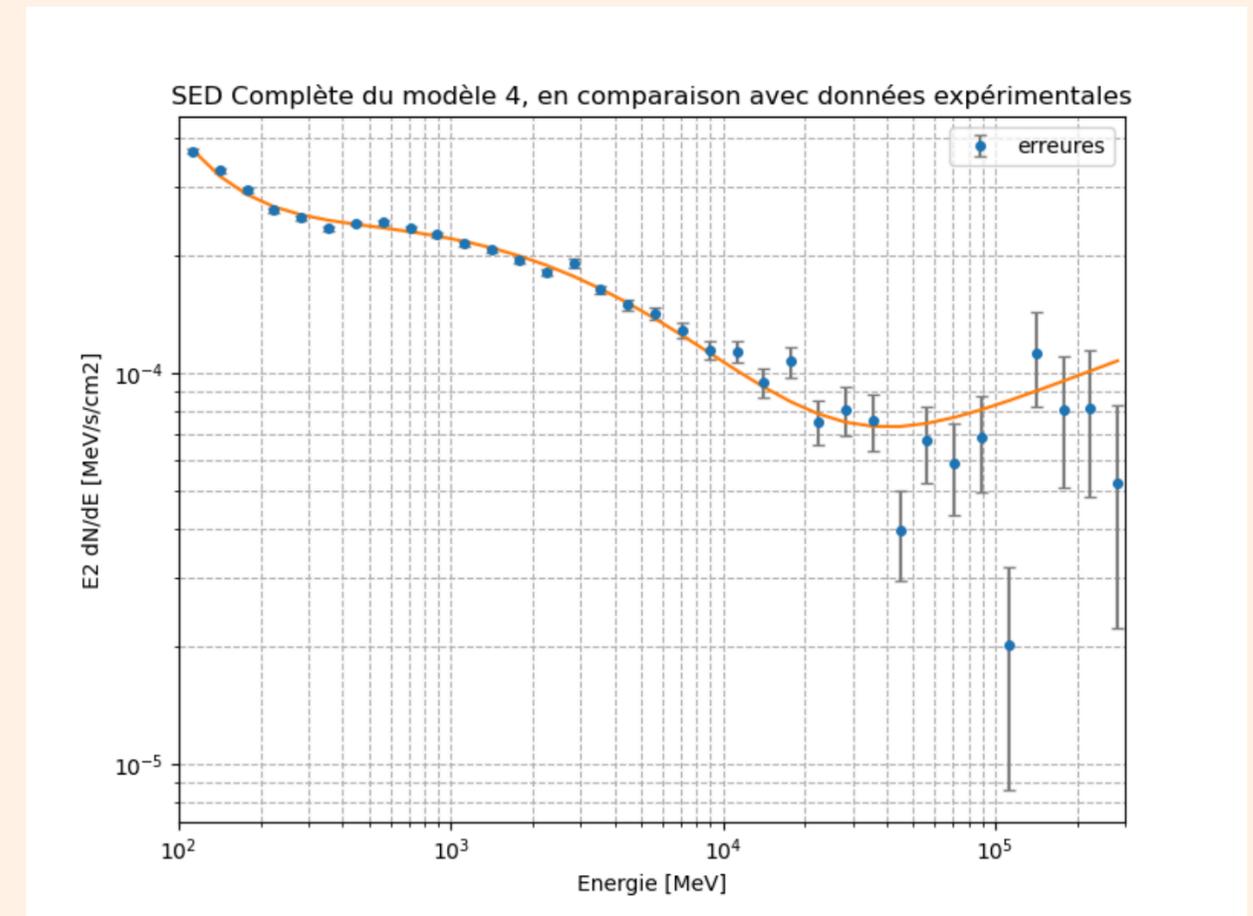
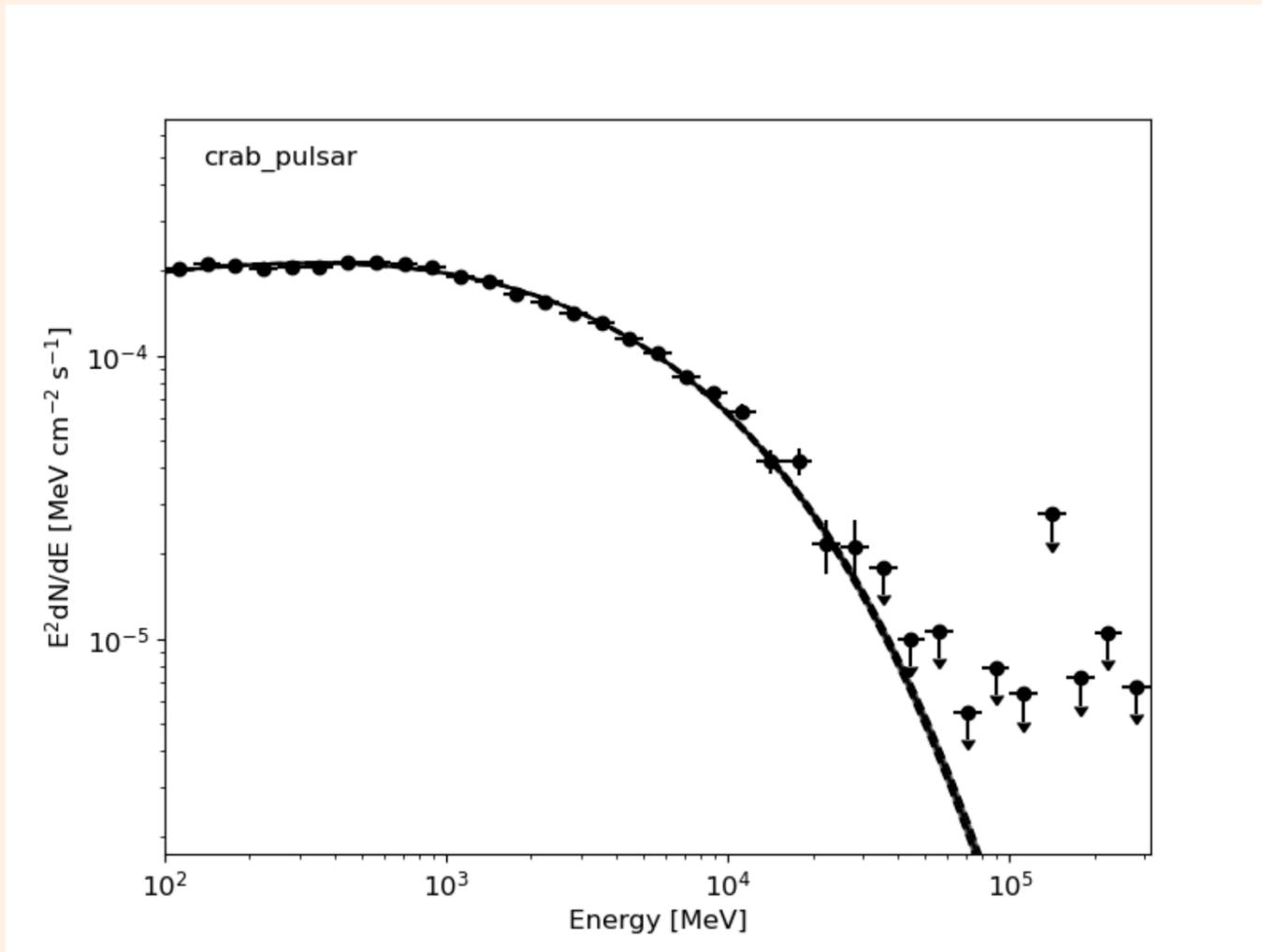


*SED pour la source de la diffusion Compton inverse*

- Modèle 4 (bis) :
  - source ponctuelle
  - diffus
  - sources environnantes + 2 sources

$$\text{SED} : \quad \frac{dN}{dE} = N_0 \left( \frac{E}{E_0} \right)^\gamma \exp \left( \left( -\frac{E}{E_C} \right)^b \right)$$

- chi2 : 4,1



---

# *Conclusion*

- Modèle pour la nébuleuse du Crabe en gamma
- Utilisation de la phase pour séparer la PWN
- Informatique et code : éléments centraux (environ 70% du temps du stage)
- Compétences acquises:
  - utilisation d'une machine virtuelle
  - Analyse de données
  - Fermipy

---

***Merci de votre attention***