



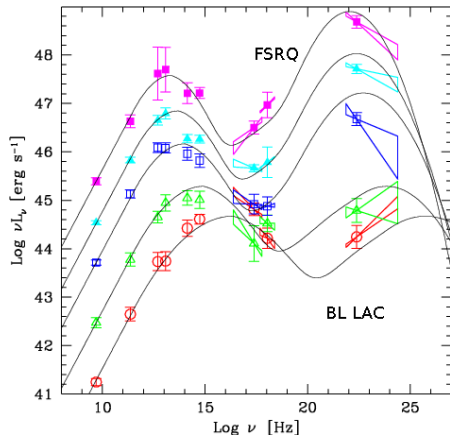
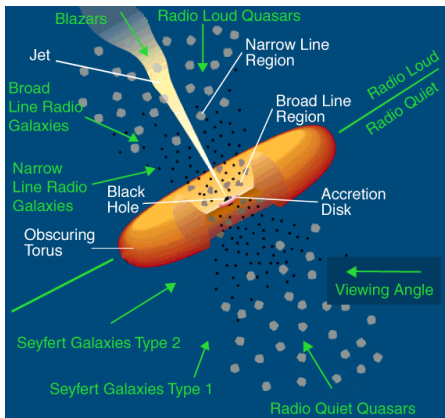
Observations conjointes par *Fermi* et les télescopes Tcherenkov des Noyaux actifs de Galaxie

David SANCHEZ

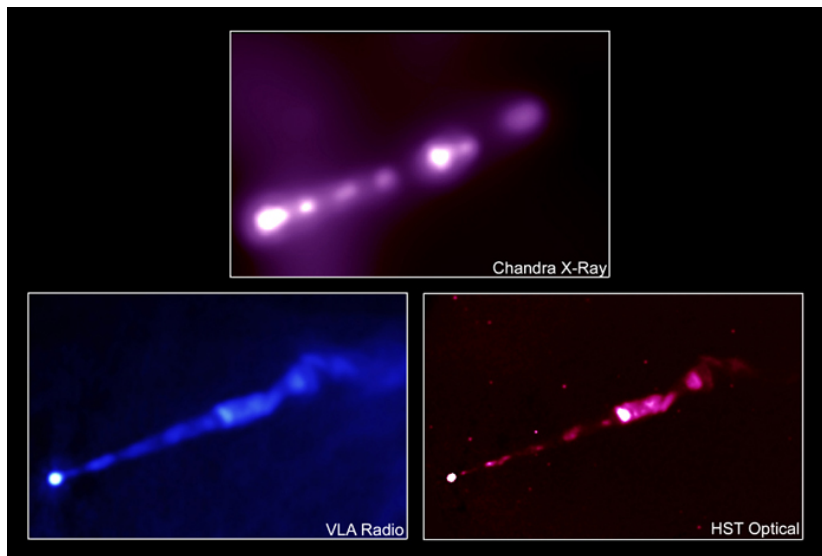
Laboratoire Leprince-Ringuet École polytechnique,
CNRS/IN2P3

7 juillet 2009

Rapide description



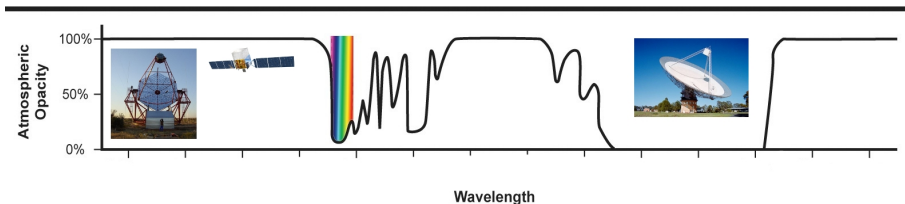
La radio galaxie M87



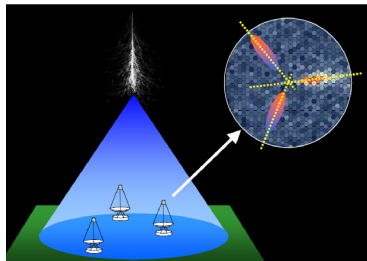


Lancement du satellite par
une Delta II, a Cap
Canaveral, le 11 juin 2008

Détection au sol



Atmosphère opaque aux rayons γ



- Calorimètre : Atmosphère
- Grande surface efficace
- Duty Cycle : 10%

Dernière génération de télescopes Tcherenkov

CANGAROO III : Australie



VERITAS : Arizona

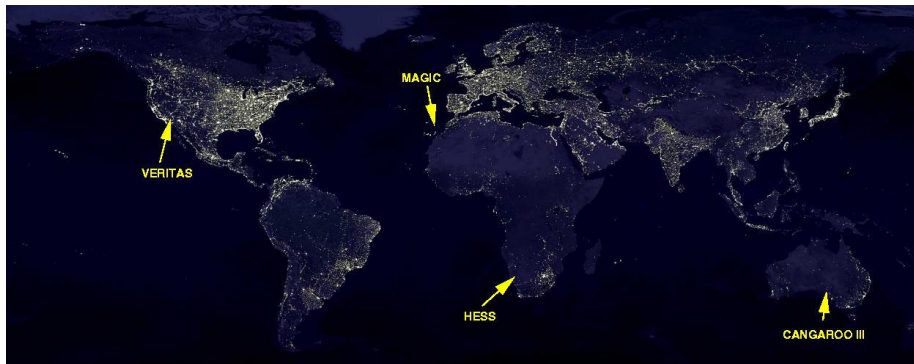


MAGIC I et II : Canaries

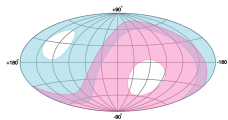


HESS : Namibie, LLR/École polytechnique



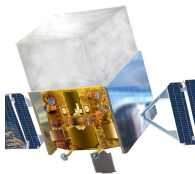


Visibilité de tout le ciel



Synergie Sol/Spatial

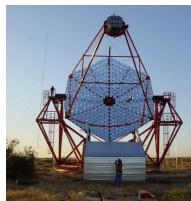
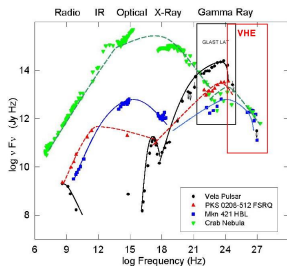
- Recouvrement en énergie
- Bonne sensibilité : pic HE bien contraint
- Inter-calibration



LAT

100 MeV - 300 GeV

24 heures - > 1 semaine

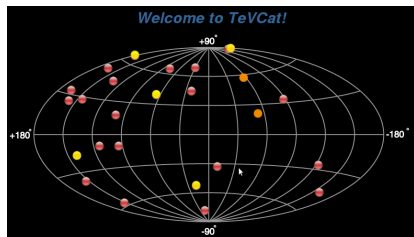


ACT

≈ 100 GeV - 10 TeV

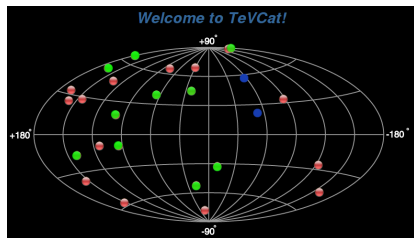
≈ minutes - 1 nuit

Le ciel TeV vu par *Fermi*



Sources détectées par EGRET entre 1991 et 2000

7 sources dont Cen A et 3C 279



LAT bright AGN source (LBAS)

Abdo et al, 2009

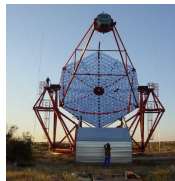
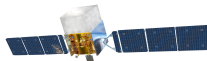
sources brillantes détectées à 10σ en 3 mois

12 sources en commun avec les catalogues TeV

<http://tevcat.uchicago.edu/>

Première campagne *Fermi-H.E.S.S*

4 instruments pour couvrir tout le spectre électromagnétique.
12 jours d'observation



ATOM
(BRV)
106
observations
(60-200 s)

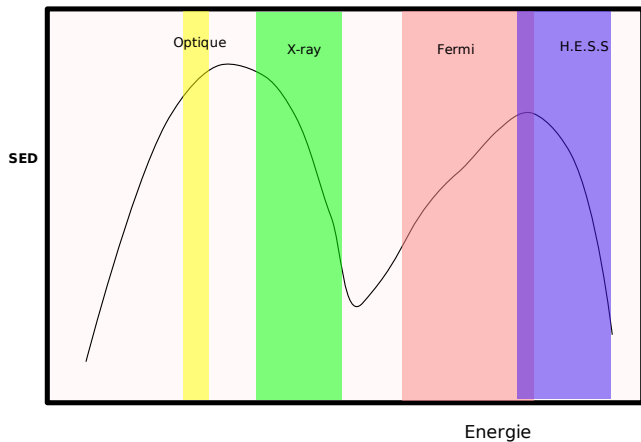
RXTE + Swift
(0.5 - 10 keV)
75 ks + 6.4 ks

Fermi
(0.2-300 GeV)
 $7.7 \times 10^8 \text{cm}^2\text{s}$

HESS
(0.2-10 TeV)
32.9 heures

Première observation **simultanée** en optique, rayon X et rayon γ HE

Première campagne *Fermi*-H.E.S.S.



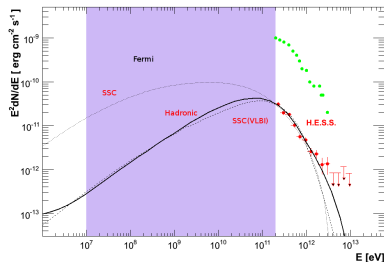
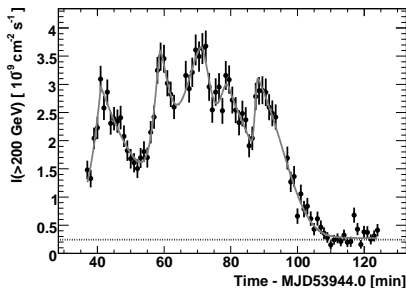
PKS 2155+304 avant *Fermi*

À très haute énergie :

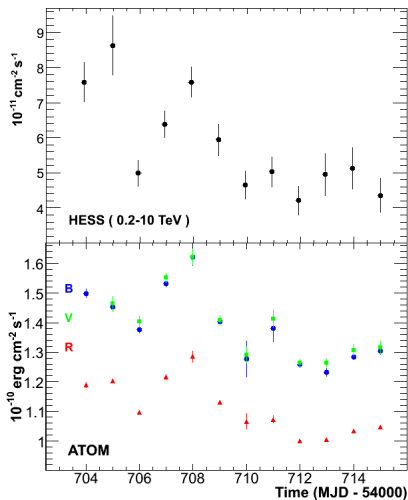
- Source brillante
- Variabilité très rapide (< 200 sec)
- Mais état bas bien connu
- facteur 50 entre les deux états

Au GeV :

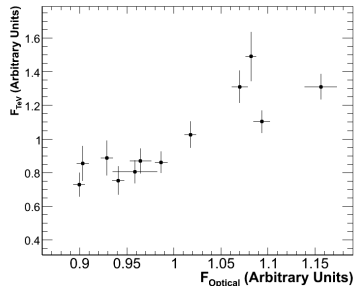
- Source faible pour EGRET
- Variable sur plusieurs années



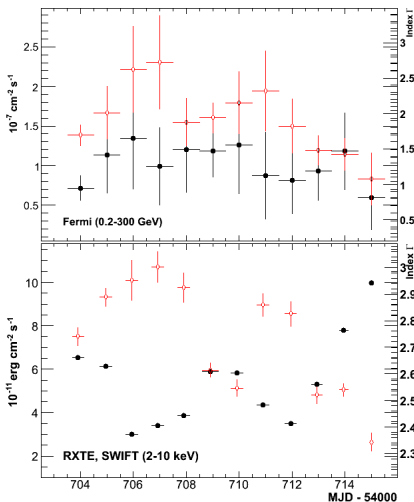
Courbes de lumière Optique/TeV



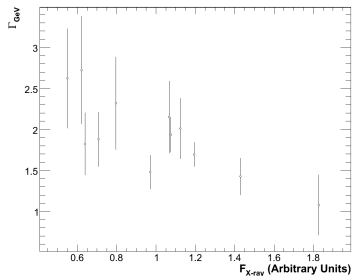
- Flux optique et THE :
 $r = (0.77 - 0.86) \pm 0.09$
- Même électrons ? Même photons ?



Courbes de lumière rayons X/GeV

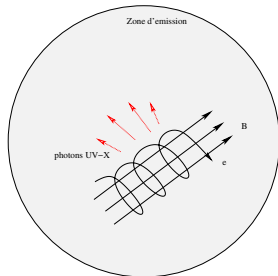


- flux X et indice *Fermi* :
 $r = -0.80 \pm 0.15$
- Inattendue



Une seule zone d'émission, sphérique, homogène (taille R) : $N_e(\gamma)$

- Plasma d'électron relativiste dans un champ B
- Émission synchrotron
- Le champ de photons synchrotron : diffusé par les e^-

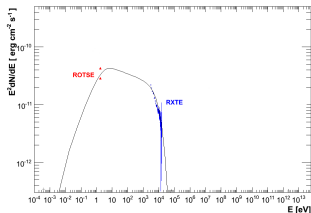


Les électrons de plus haute énergie sont responsables de l'émission au TeV.

Forte corrélation X-TeV attendue et observée

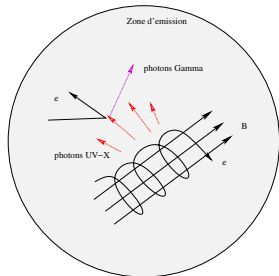
Attention

→ Effets Klein-nishina



Une seule zone d'émission, sphérique, homogène (taille R) : $N_e(\gamma)$

- Plasma d'électron relativiste dans un champ B
- Émission synchrotron
- Le champ de photons synchrotron : diffusé par les e^-

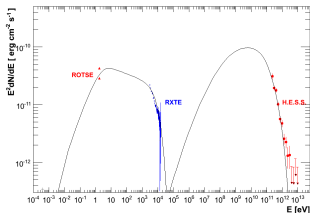


Les électrons de plus haute énergie sont responsables de l'émission au TeV.

Forte corrélation X-TeV attendue et observée

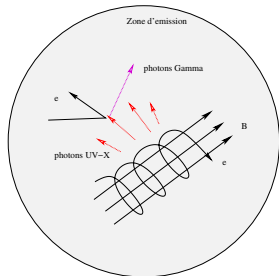
Attention

→ Effets Klein-nishina



Une seule zone d'émission, sphérique, homogène (taille R) : $N_e(\gamma)$

- Plasma d'électron relativiste dans un champ B
- Émission synchrotron
- Le champ de photons synchrotron : diffusé par les e^-

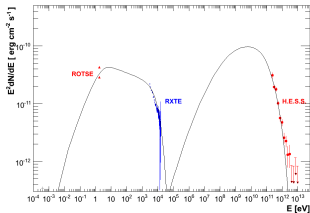


Les électrons de plus haute énergie sont responsables de l'émission au TeV.

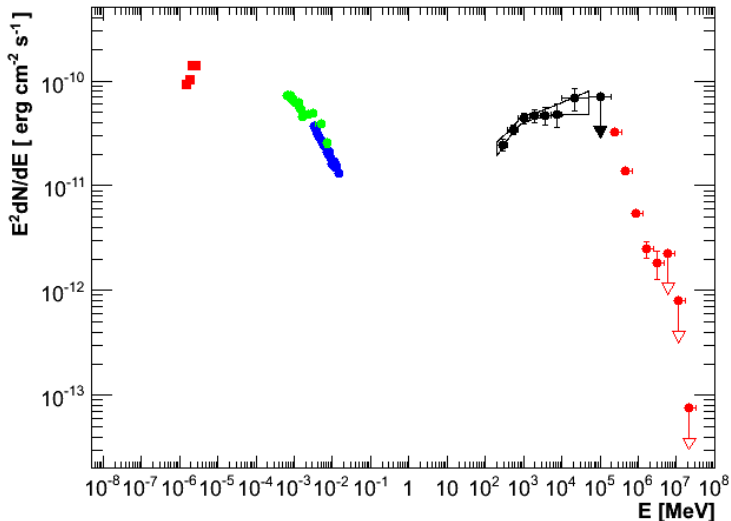
Forte corrélation X-TeV attendue et observée

Attention

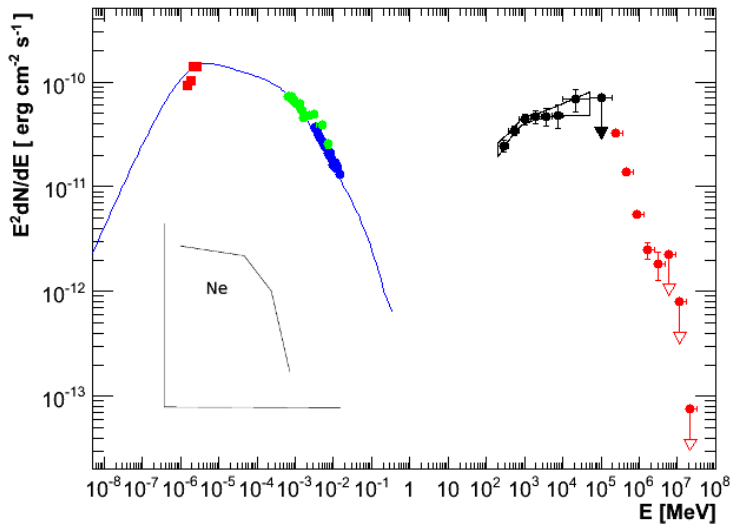
→ Effets Klein-nishina



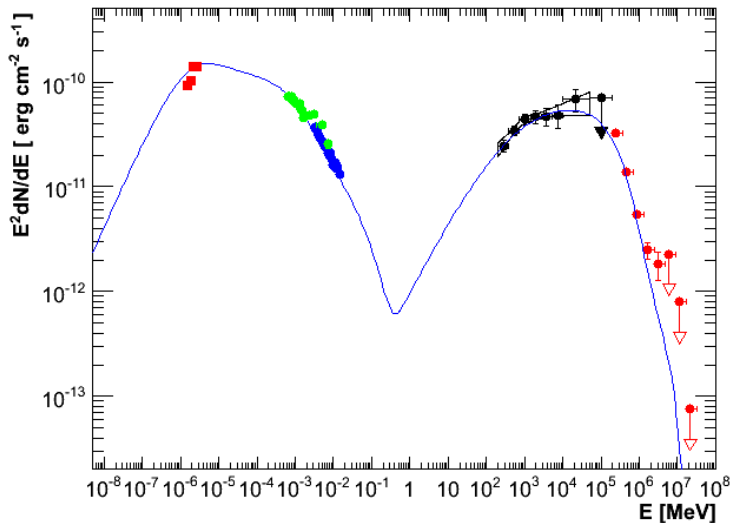
Distribution Spectrale d'énergie moyenne



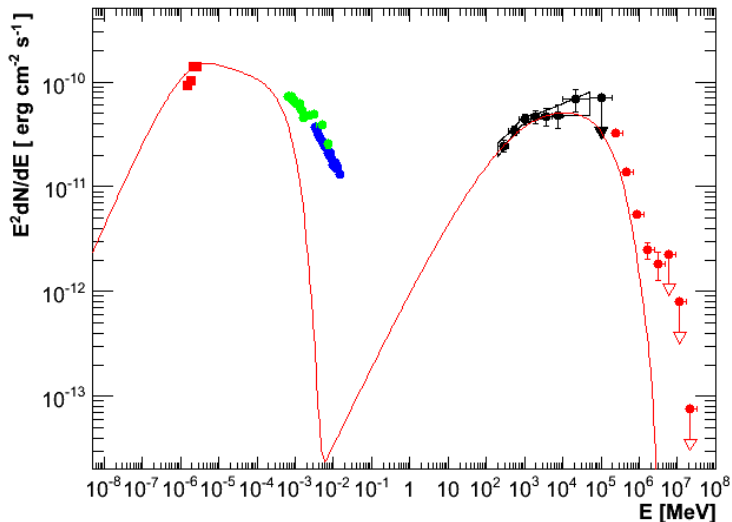
Détermination de $N_e(\gamma)$



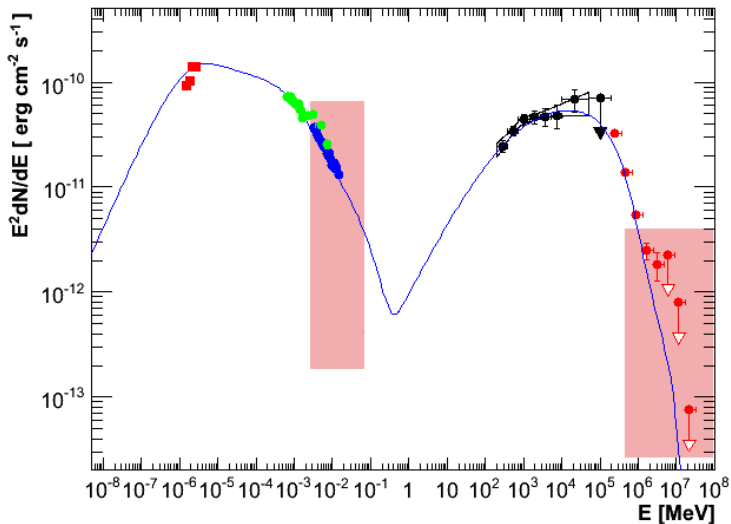
Détermination de B, R, δ



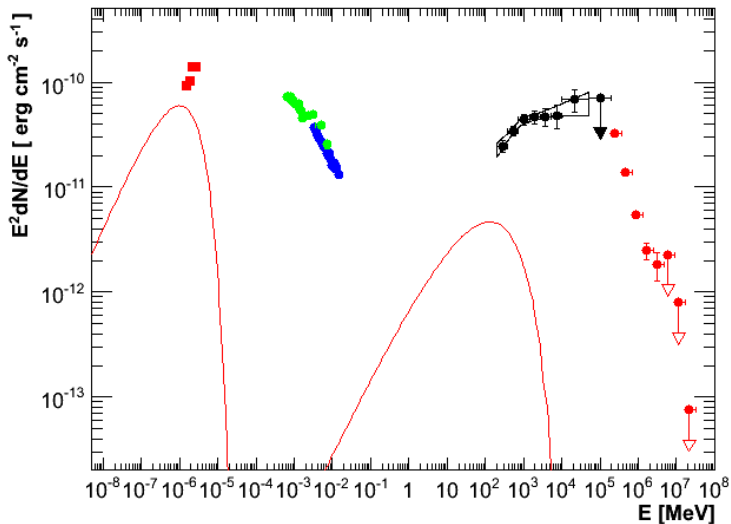
Sans les électrons émettant des rayons X



Sensibilité au TeV



Sans les électrons émettant des UV



Conclusions

Ère *Fermi* :

Observations des NAG les plus puissants

Utilisations conjointes *Fermi*/Sol

Campagne PKS 2155-304

- Corrélations X-GeV, optique-TeV
- Pas de corrélation X-TeV
- Début de compréhension de l'état bas des blazars
- SSC : électrons de très haute énergie ne sont visibles qu'en X

En cours : études des 96 objets ayant une limite supérieure au TeV
recherche de contrepartie *Fermi*

D'autres campagnes en cours (Mrk421, BL LAC)

Conclusions

Les nouvelles du ciel γ : <http://fermisky.blogspot.com/>

Fermi Symposium 2009

<http://fermi.gsfc.nasa.gov/science/symposium/2009/>



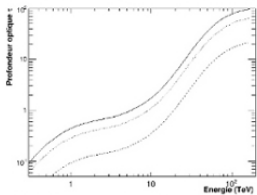
HESS phase II :

20 GeV en monotélescope

\approx 50 GeV en stéréoscopie avec HESS I

participation du LLR

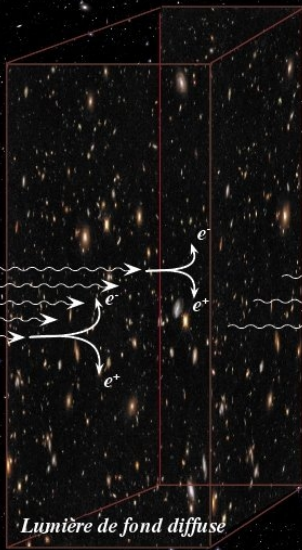
Backup slides



Rayons gamma issus
d'un jet de quasar



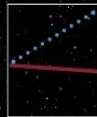
Spectre émis



Spectre Observé

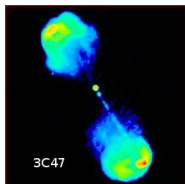


absorption forte



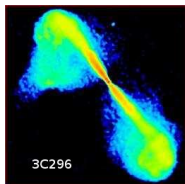
absorption faible

Fanaroff-Riley II \rightarrow FSRQ



jet collimaté et peu lumineux
choc terminaux "hot spot" grande
puissance : $L_{radio} > 10^{42}$ erg/s

Fanaroff-Riley I \rightarrow BL Lacs



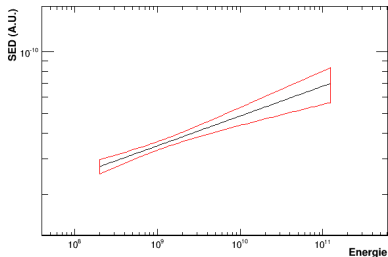
Jet peu collimaté
luminosité décroissante
pas de "hot spot"
faible puissance ($L_{radio} < 10^{42}$ erg/s)

Butterfly

Numerical results of the fit

$$F(E) = N_0 \left(\frac{E}{E_0} \right)^{-\Gamma}$$

- Prefactor $N_0 \pm \Delta N_0$
- Photon index $\Gamma \pm \Delta\Gamma$
- Covariance $\text{cov}(N_0, \Gamma)$



$$\Delta F^2 = \left(\frac{F}{N_0} \right)^2 \Delta^2 N_0 + F^2 \log^2(E/E_0) \Delta\Gamma^2 - 2\text{cov}(N_0, \Gamma) \frac{F}{N_0} F \log(E/E_0)$$