
Sélection de résultats hiver 2009

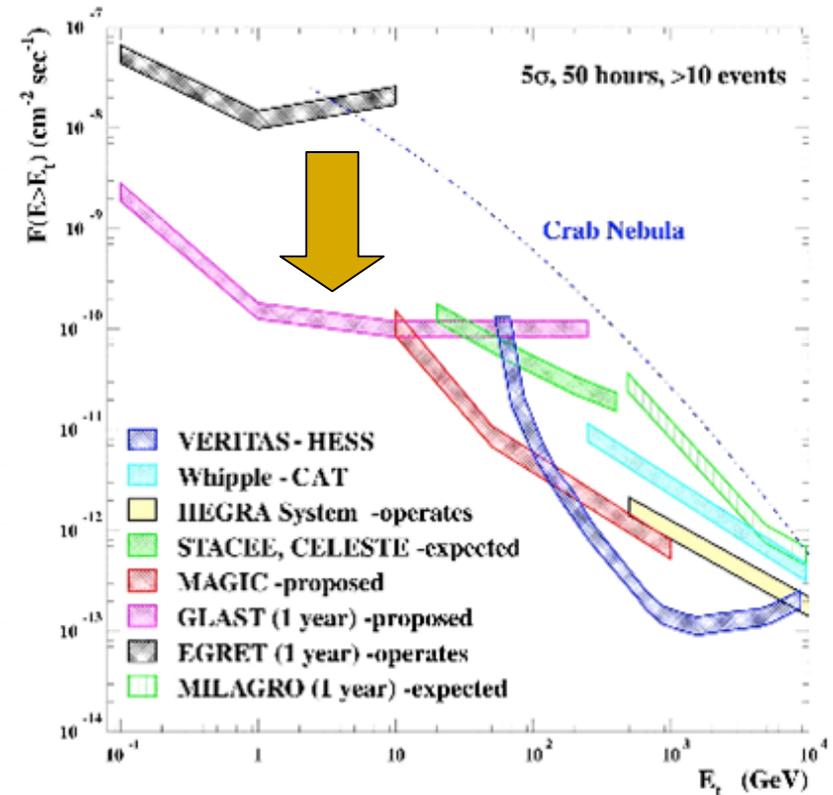
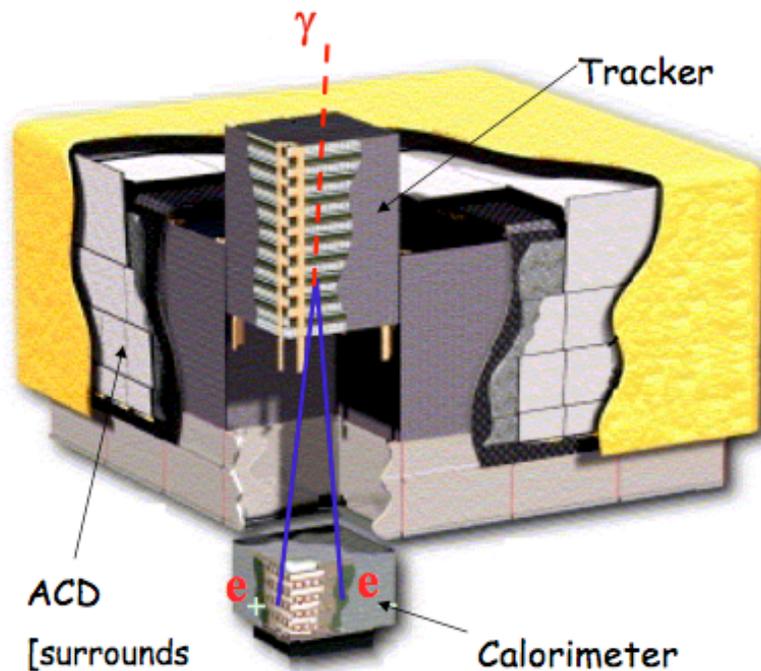
astroparticules (essentiellement Moriond)

6 avril 2009

- Gamma GeV / TeV
- Rayons cosmiques
- Neutrinos
- Matière noire

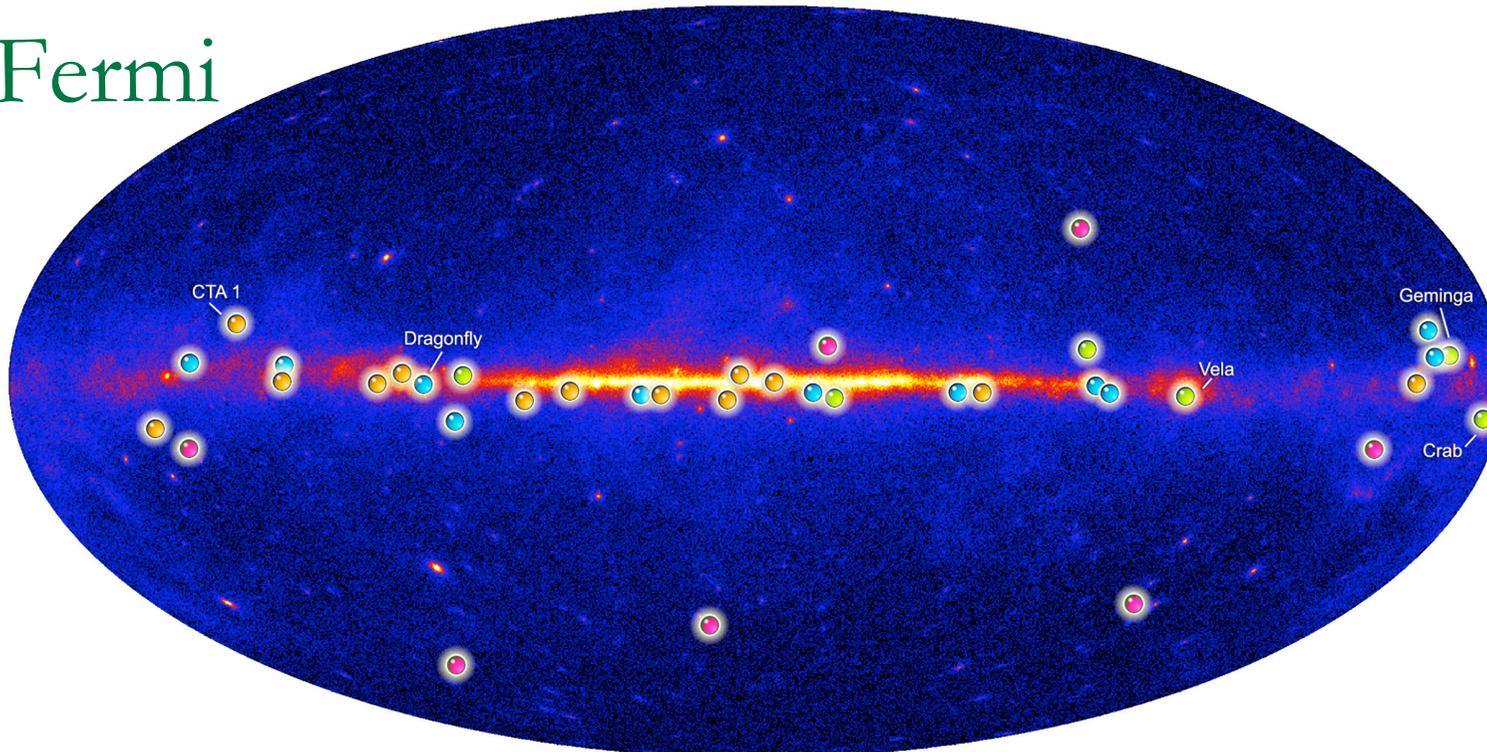
Fermi : les 6 premiers mois

Voir séminaires Jean Ballet
& Isabelle Grenier



- Lancé le 11 juin 2008
- PSF ~ 0.1 deg @ 10GeV
- Mode « survey » (non pointé)
 - couverture ciel total en 3h
 - variabilité des sources
- Complémentarité forte avec les télescopes Cerenkov

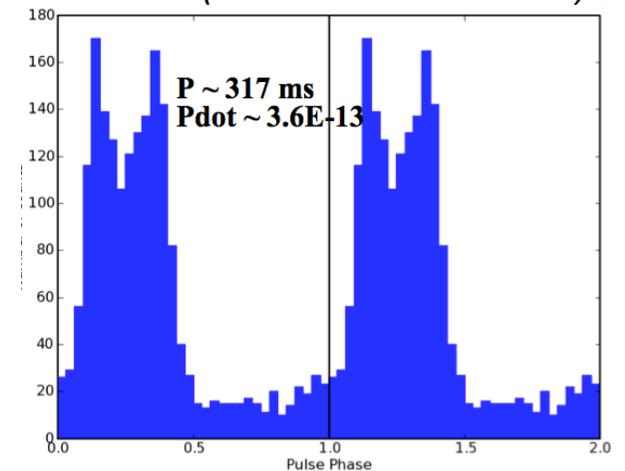
Fermi



Fermi Pulsar Detections

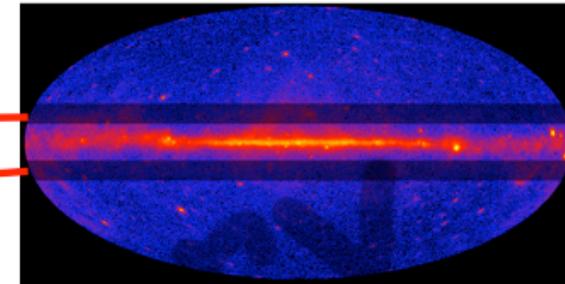
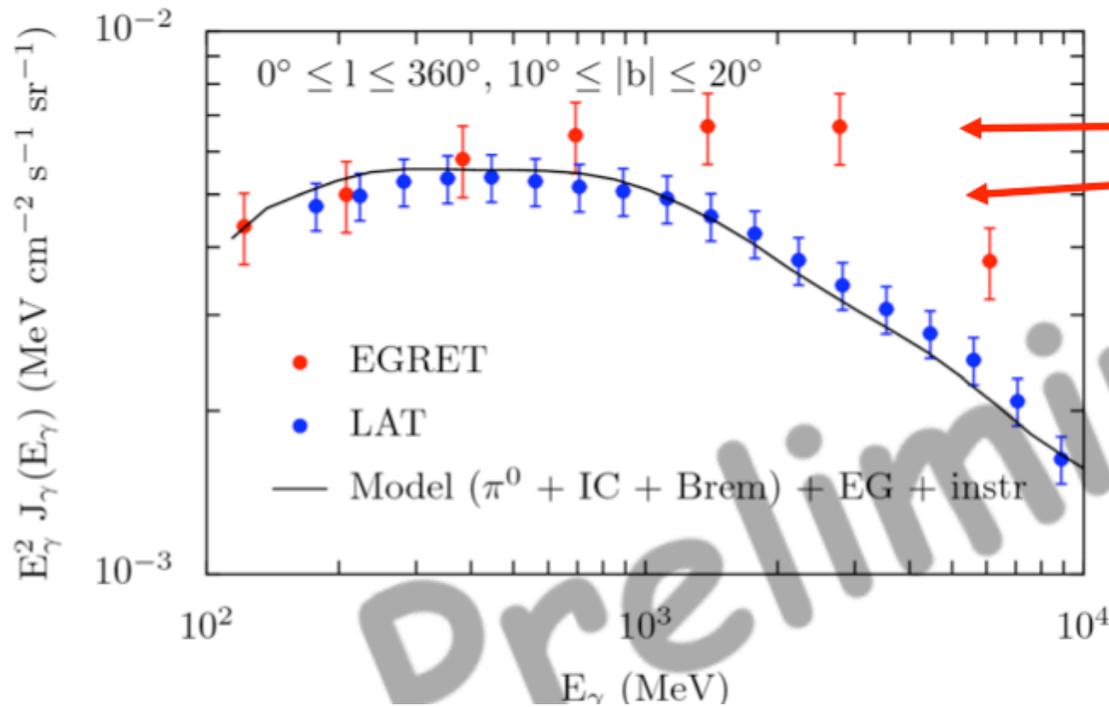
- New pulsars discovered in a blind search
- Millisecond radio pulsars
- Young radio pulsars
- Pulsars seen by Compton Observatory EGRET instrument

Pulsar dans CTA1 (détection Fermi seul)



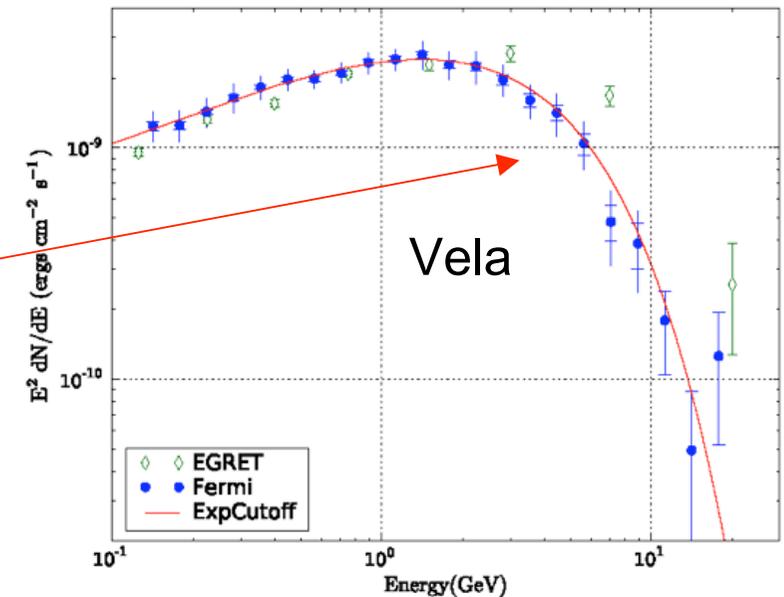
- « Liste » de 205 sources @ 10σ
- Fond diffus galactique contraignant
- ~ 40 pulsars détectés, nouvelles populations

Le fond diffus galactique au GeV

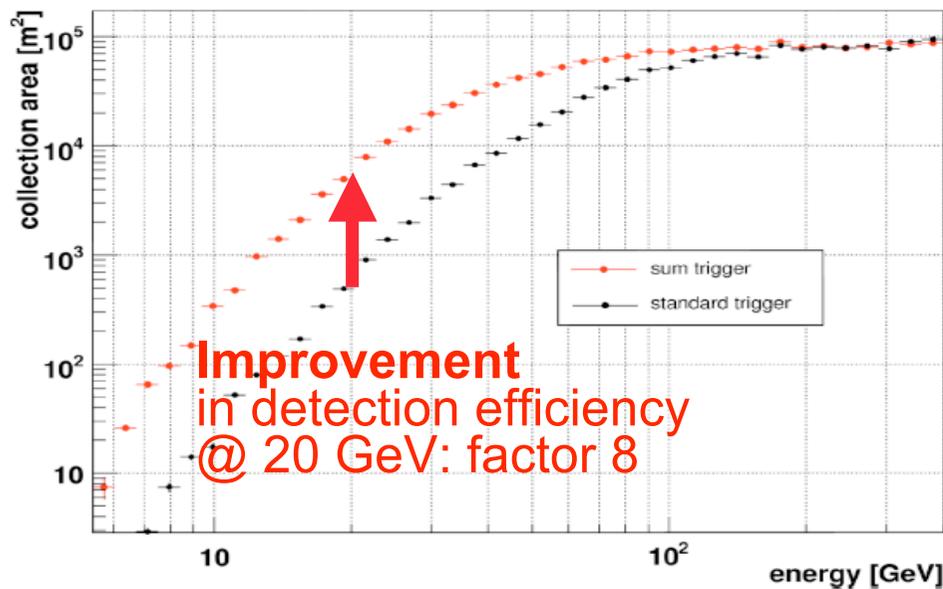
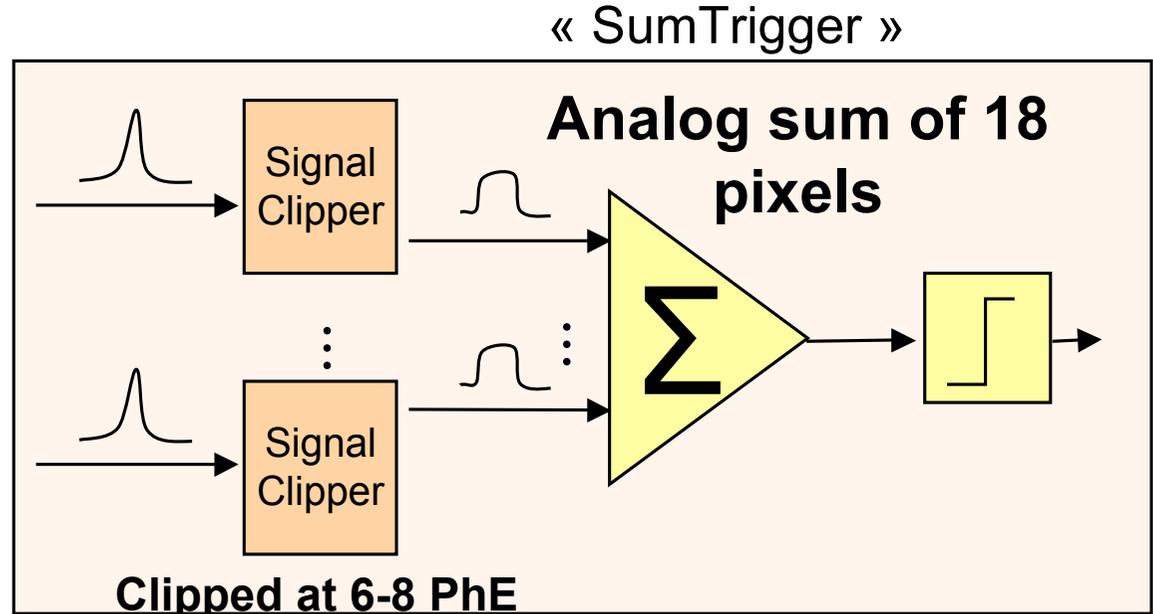
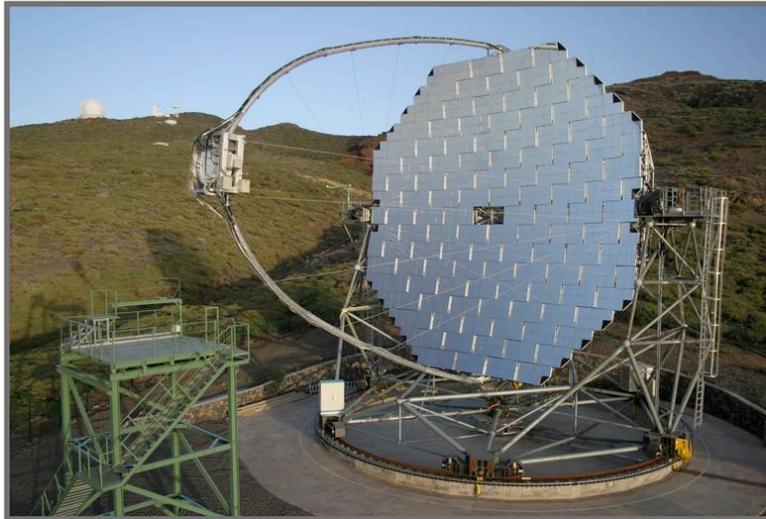


Excès EGRET par rapport à GALPROP:

- **effet instrumental** (acceptance, calibration)
- variation du flux de rayons cosmiques dans la galaxie par rapport au flux local : « GALPROP optimisé »
- sources non résolues
- annihilation de matière noire



Le trigger Magic



- Enjeu pour l'astro gamma Cerenkov : baisser le seuil (pulsars, AGN, SNRs...)
- Avantage Magic : grand miroir (seuil « standard » @ 60GeV)

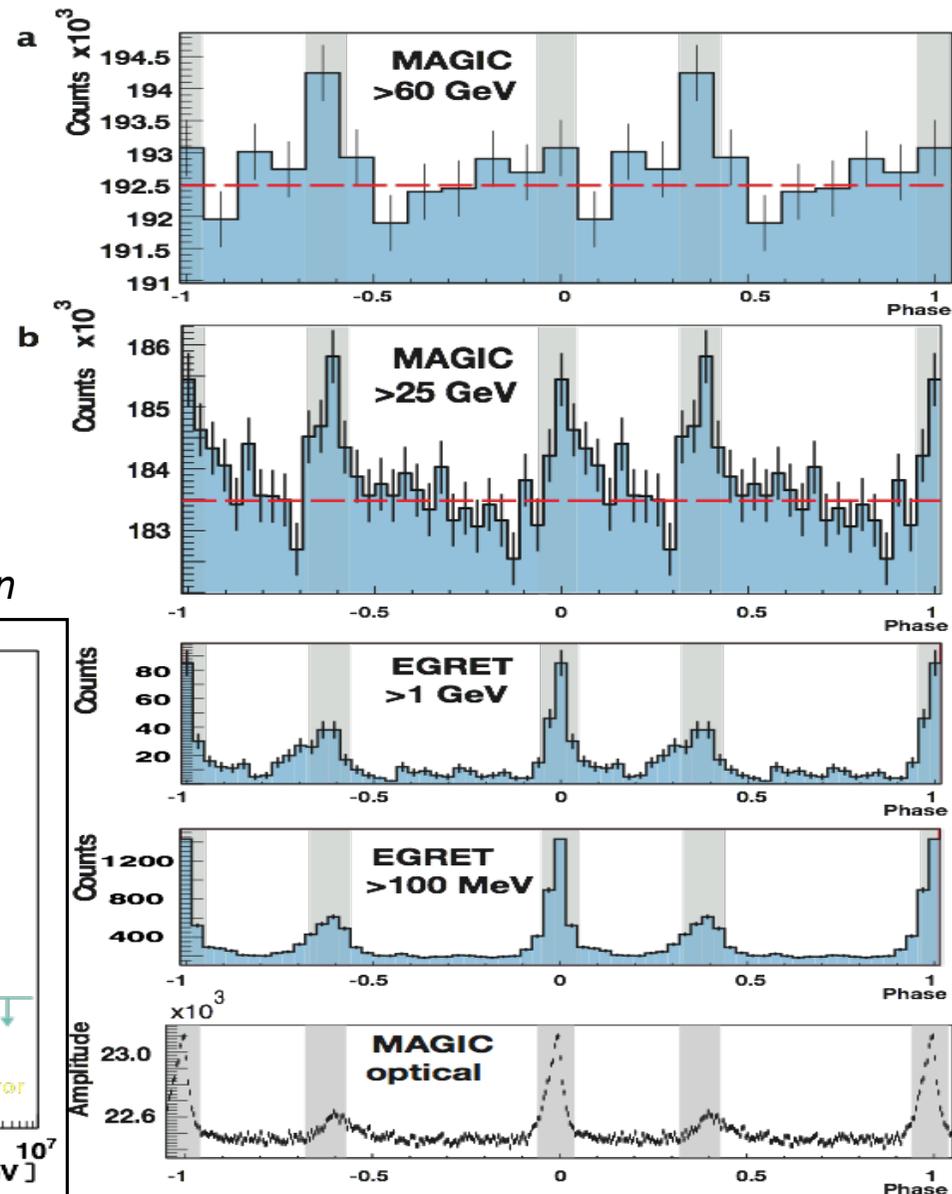
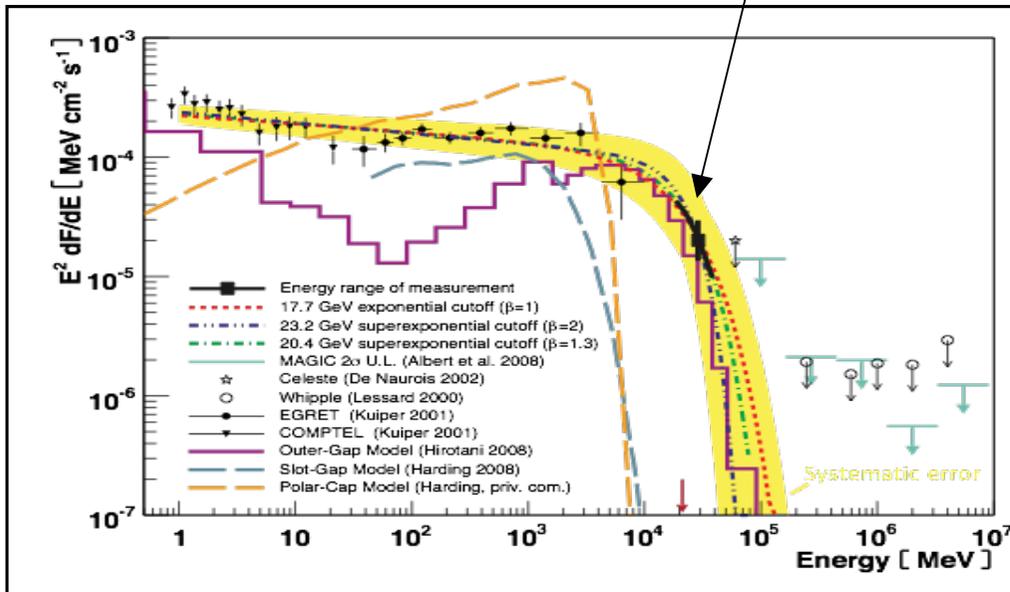
Nouveau seuil estimé à 25GeV !

→ Overlap avec Fermi

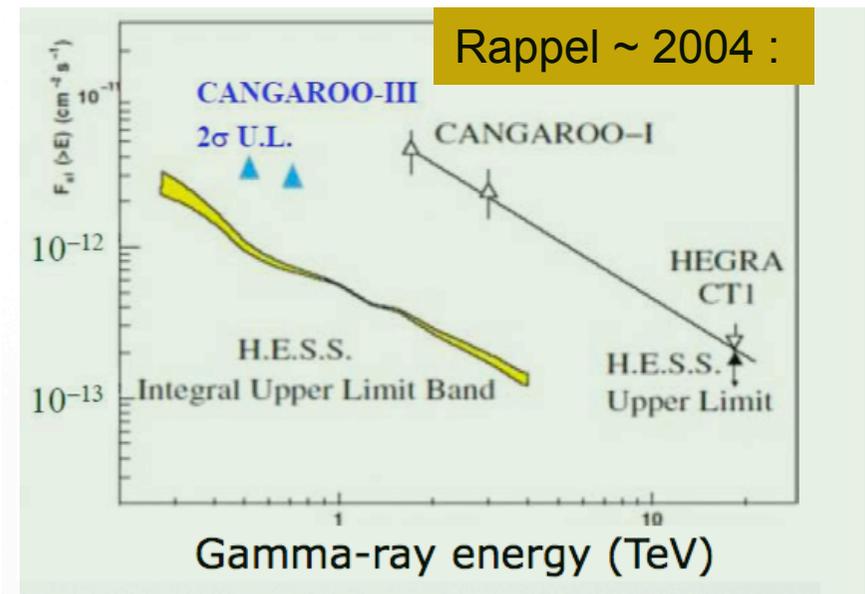
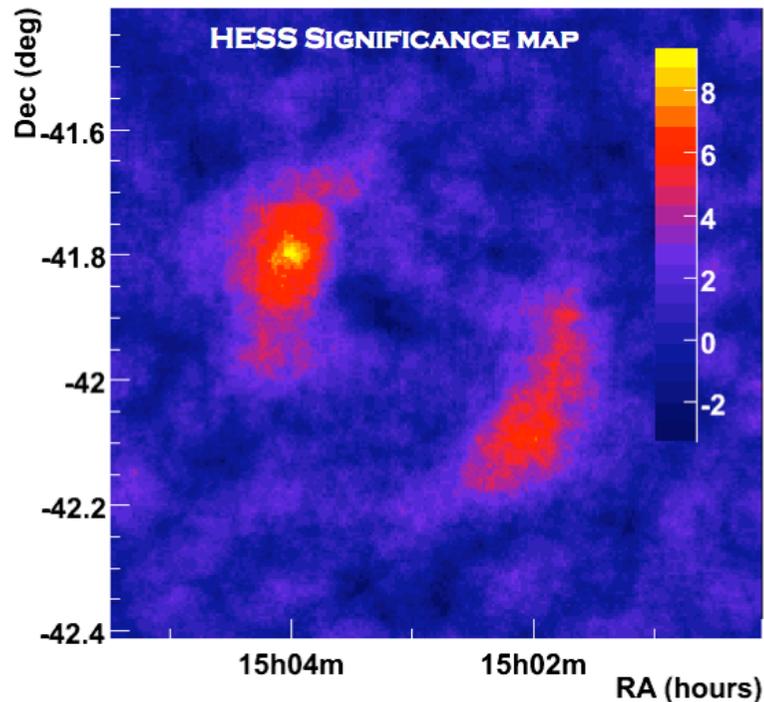
Le pulsar du Crabe vu par Magic

- Le Crabe : chandelle constante ponctuelle au TeV (nébuleuse)
- Trigger normal : émission pulsée « vue » à 2.9σ @ 60 GeV
- SumTrigger : Détection claire 5σ @ 25 GeV

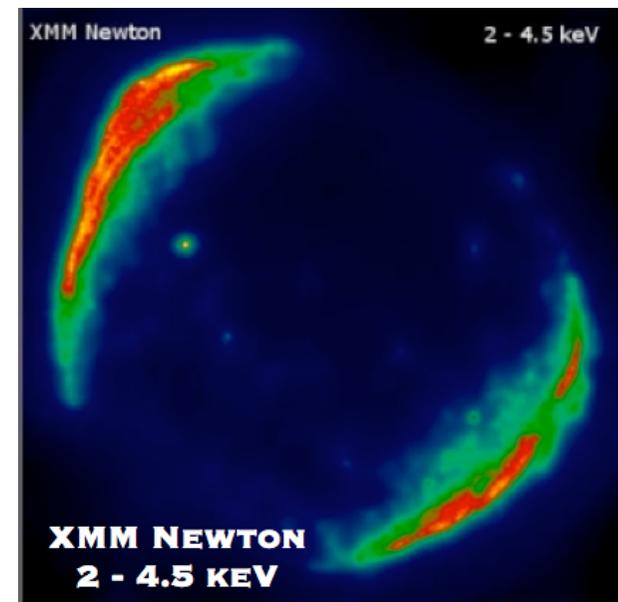
Discrimination entre modèles d'émission



HESS : La supernova historique SN1006

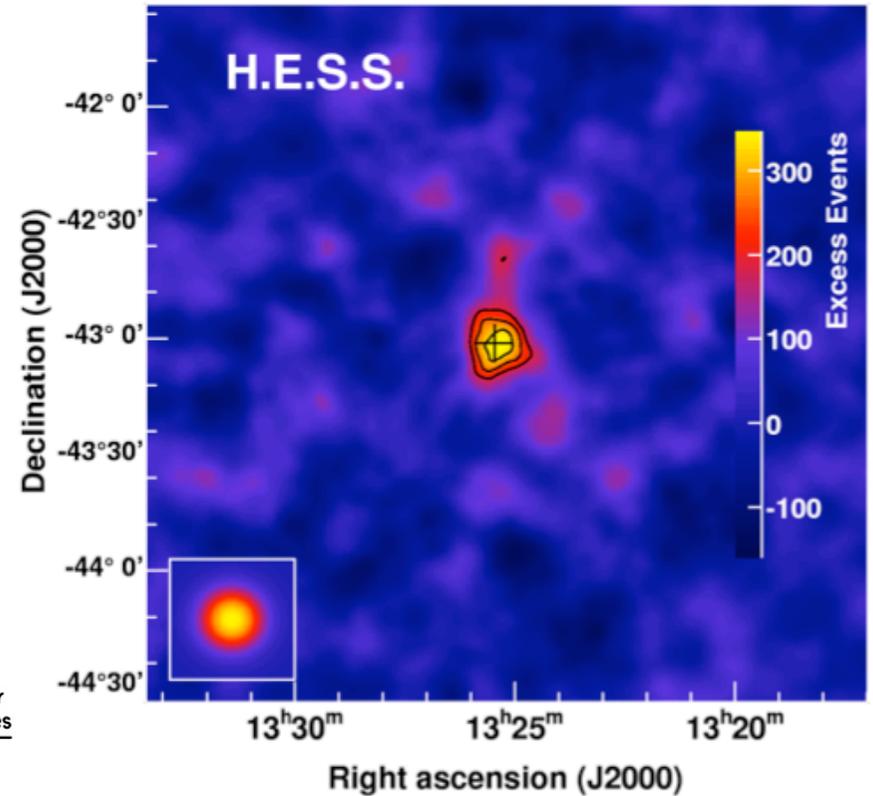
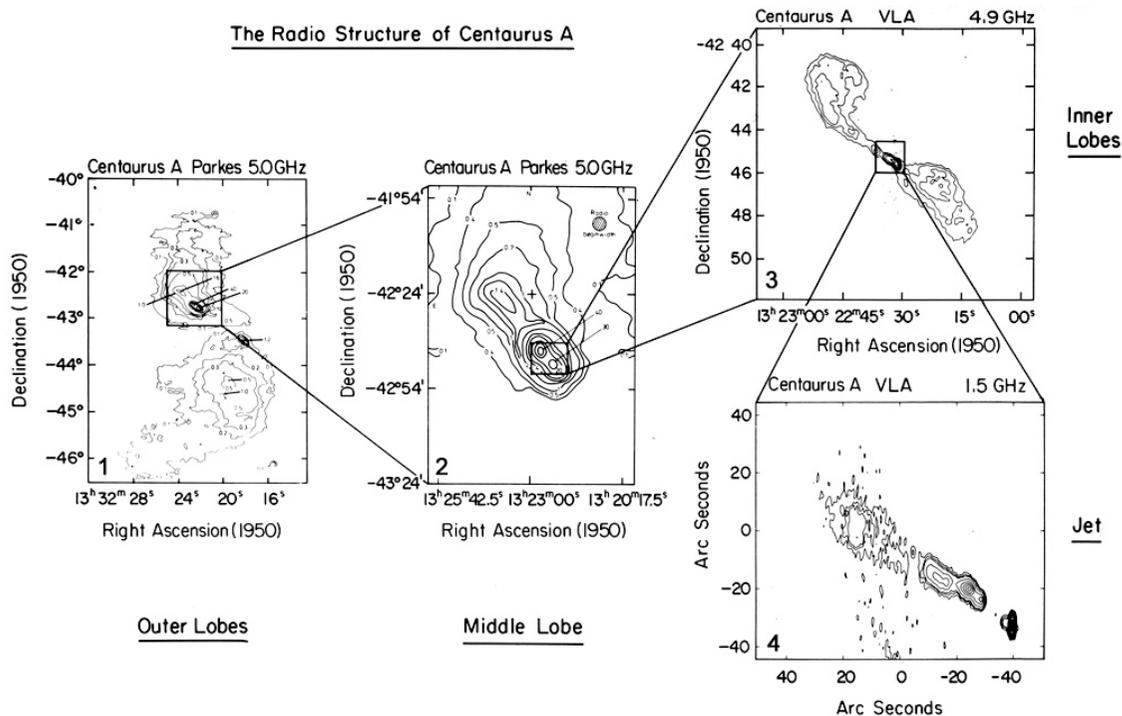


- Anciennes détections rétractées
- 130 h d'observation
- $F(>TeV) \sim 0.2 \times 10^{-12} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Profil identique aux X à la PSF près
- Hadronique ou leptonique?



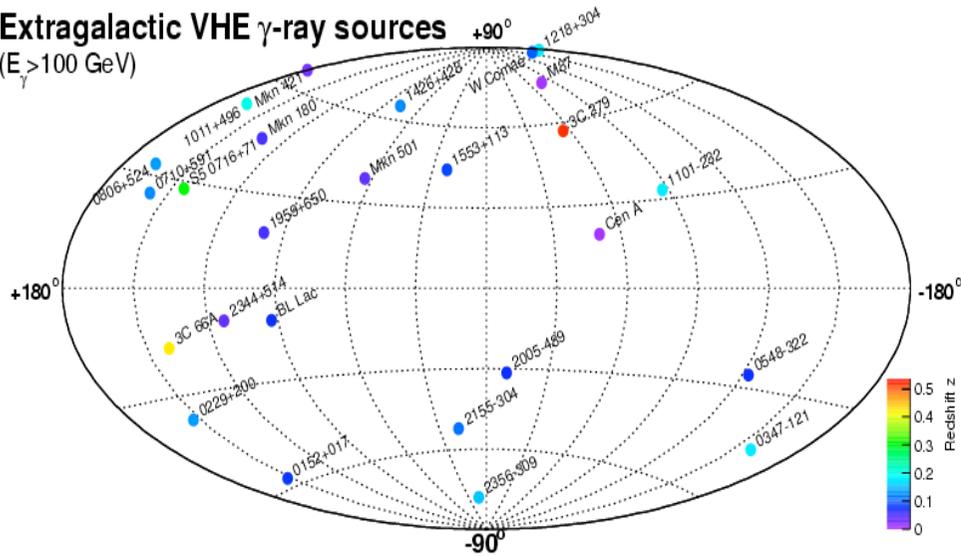
HESS : Centaurus A

- Le plus proche AGN (3 Mpc) - « point chaud » Auger
- Détection à 5σ en 120h
- Seconde radiogalaxie confirmée au TeV après M87
- Émission ponctuelle ?



Les AGN au GeV et au TeV

Extragalactic VHE γ -ray sources
($E_{\gamma} > 100$ GeV)



2009-02-25 - Up-to-date plot available at <http://www.mppmu.mpg.de/~rwagner/sources/>

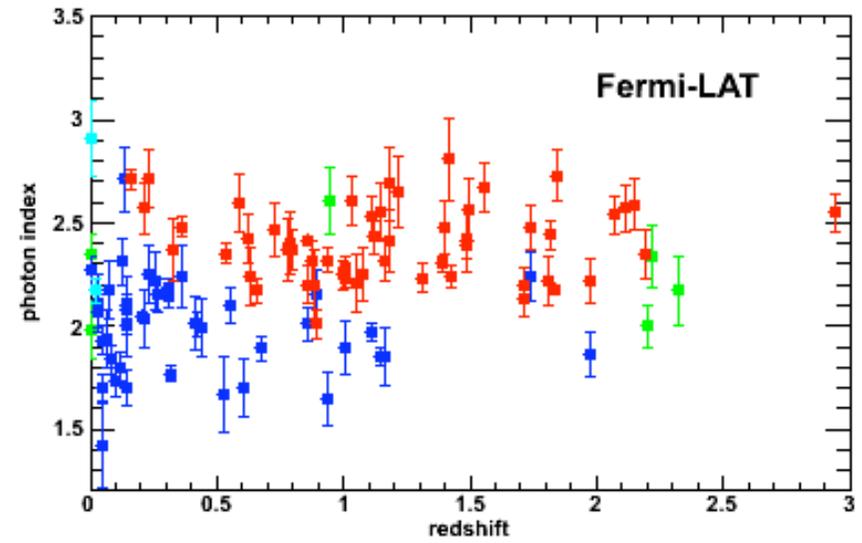
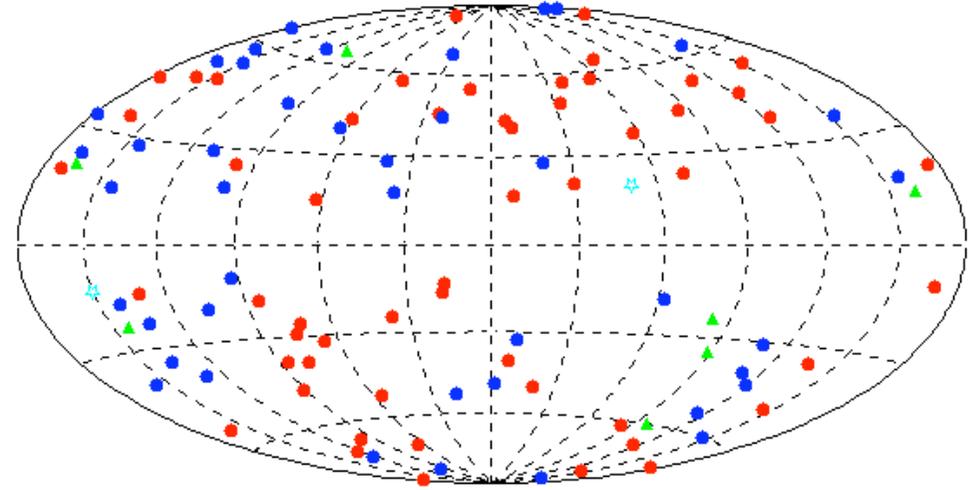
Liste HESS:

AGN	z	Γ	Flux Var.
Cen A	3.8Mpc	-2.8	not seen
M87	0,004	-2.3	days scale
Mkn 421	0,030	-	intra-night
PKS 0548-322	0,069	-2.8	not seen
PKS 2005-489	0,071	-4.0	year
RGB J0152+017	0,080	-2.9	month
PKS 2155-304	0,116	-3.4	minutes
1ES 0229+200	0,139	-2.5	not seen
H 2356-309	0,165	-3.1	month
1ES 1101-232	0,186	-2.9	year
1ES 0347-121	0,188	-3.1	year
PG 1553+113	>0.250	-4.6	year

3C279 (Magic)

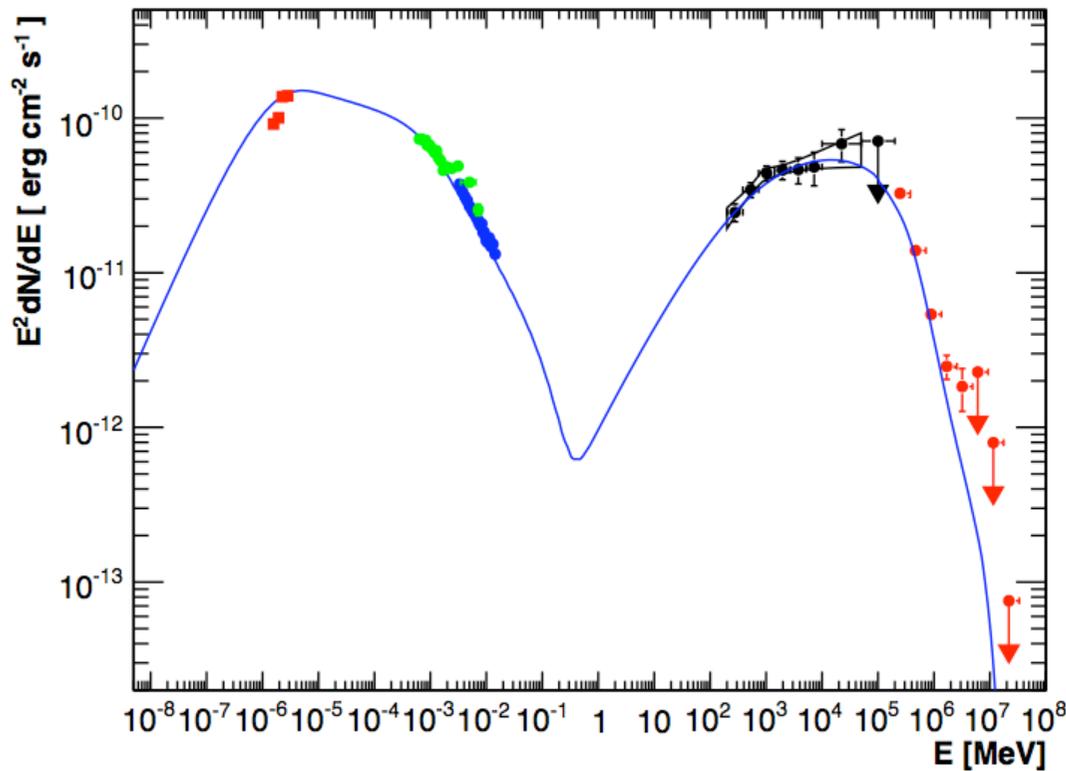
0.536 -4.11

AGN Fermi:
 ≠ Egret (variabilité)
 57 FSRQ
 42 BLLac
 6 of Uncertain class
 2 Radio Galaxies



AGN : Variabilité et campagnes MWL

Ex: campagne ATOM / RXTE / Swift / Fermi / HESS
PKS 2155-304 - état bas

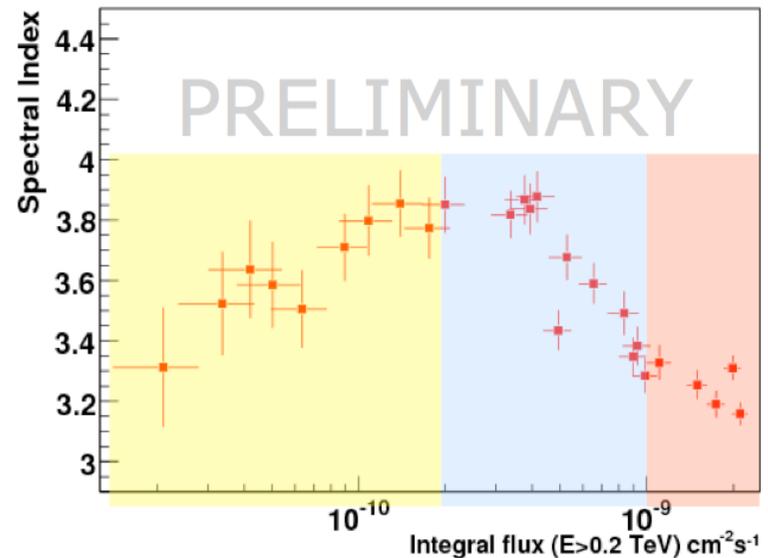


➔ Observations compliquées...

- Très forte variabilité : besoin de campagnes MWL simultanées
- Corrélations non évidentes observées: eg. PKS 2155:
 - état haut VHE-X
 - état bas VHE-optique

HESS : PKS 2155-304

2005-2007 obs. : [0.2-2] TeV range (loose cuts, by flux)



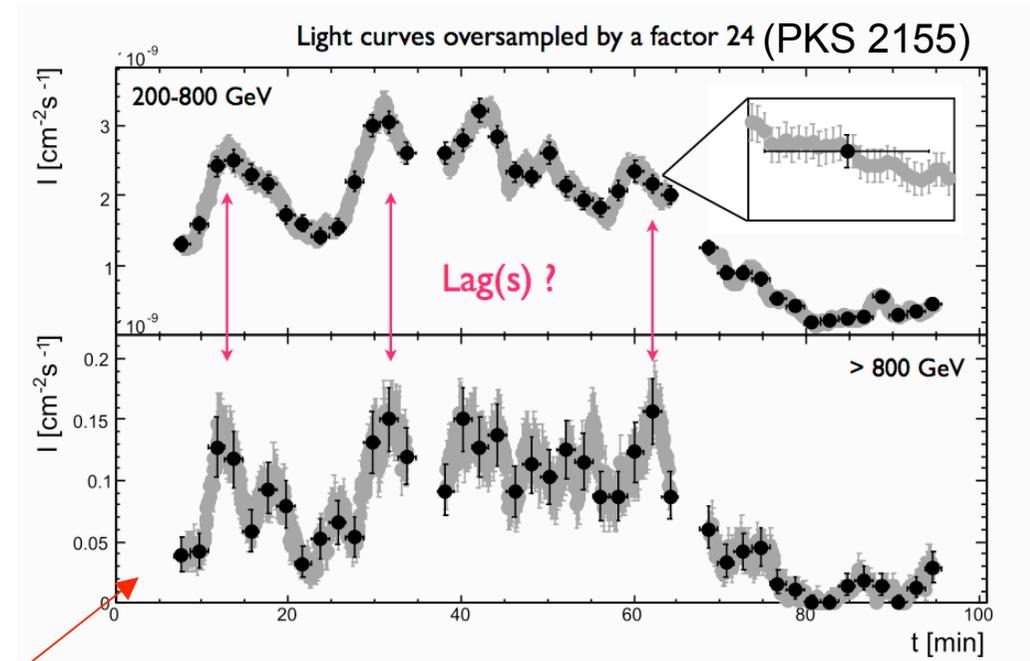
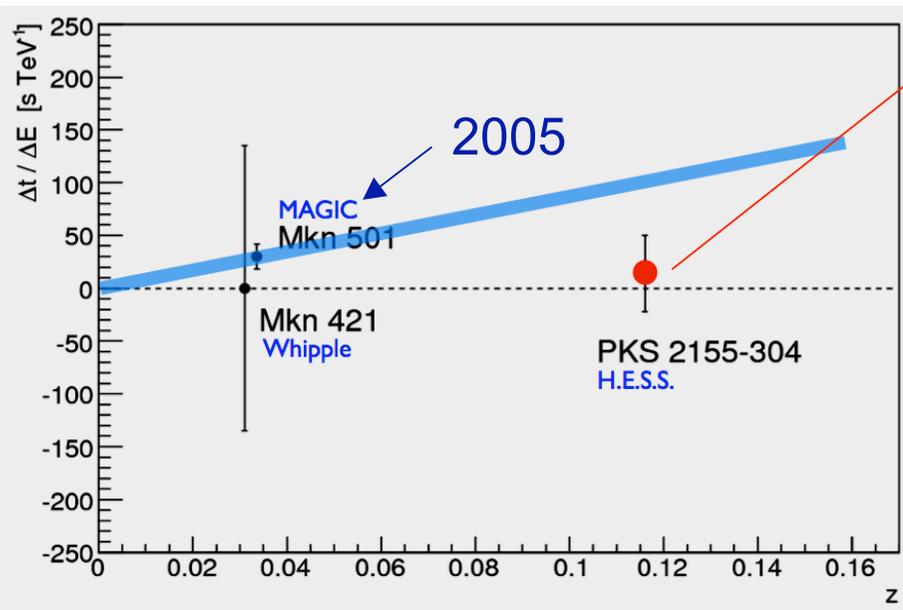
Cosmologie γ : accéder à la « gravité quantique » avec les AGN au TeV ?

- Utiliser la forte variabilité au TeV des AGN pour mesurer $c(E)$:

$$c' = c \left(1 \pm \xi \frac{E}{E_P} \pm \zeta^2 \frac{E^2}{E_P^2} \right)$$

- Dépend de la cosmologie @ grand z :

$$\frac{\Delta t}{\Delta E} \approx \frac{\xi}{E_P H_0} \int_0^z dz' \frac{(1+z')}{\sqrt{\Omega_m(1+z')^3 + \Omega_\Lambda}}$$

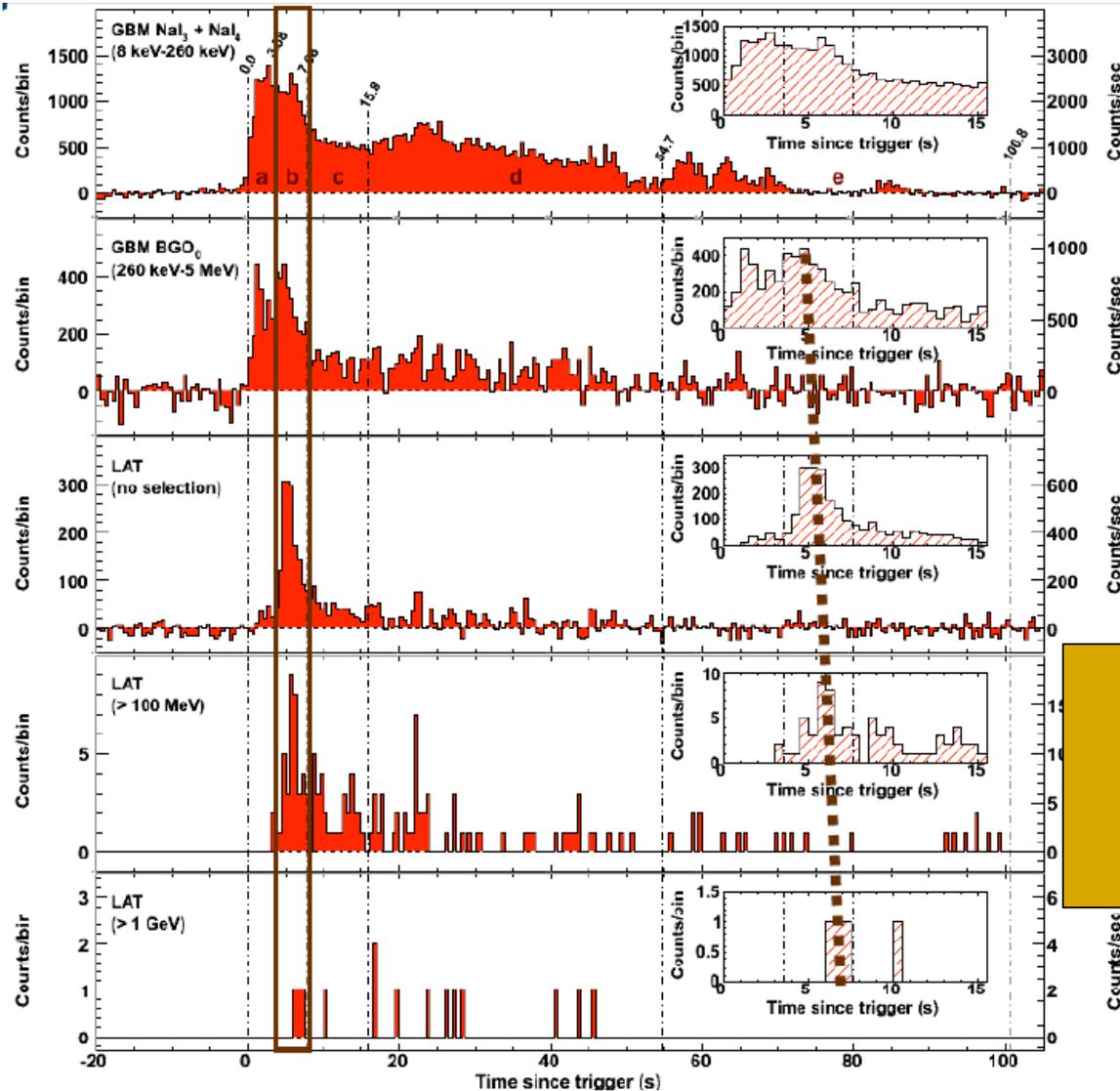


- Mesures du « Δt » par cross-corrélations

$$E_{\text{QG}} > 0.7 \times 10^{18} \text{ GeV}$$

... ou avec les GRB au GeV ?

GRB 080916C



- ~ 130 GRBs vus par GBM (keV-MeV), 5 par LAT (MeV-GeV)
- Observations au GeV de plusieurs GRB [pas de détections au TeV]
- Délai en temps pour les plus hautes énergies, émission au GeV longue

• $z_{\text{photo}} \sim 4.2$

• Emission très haute énergie (redshiftée) sur temps court:

→ Boost $\Gamma > 900$

• $t_{\text{delay}} < 16$ s pour $E = 13$ GeV:

→ $E_{\text{QG}} > 1.5 \times 10^{18}$ GeV

Cosmologie γ : Recherche d'amas de galaxies au TeV

- Chocs à grande échelle (accrétion/collision)
- Supernovae, AGN
- ⇒ Energie non thermique : rayons cosmiques « stockés »
 - Confinement champs B
 - Pertes énergétiques $\sim t_{\text{hubble}}$

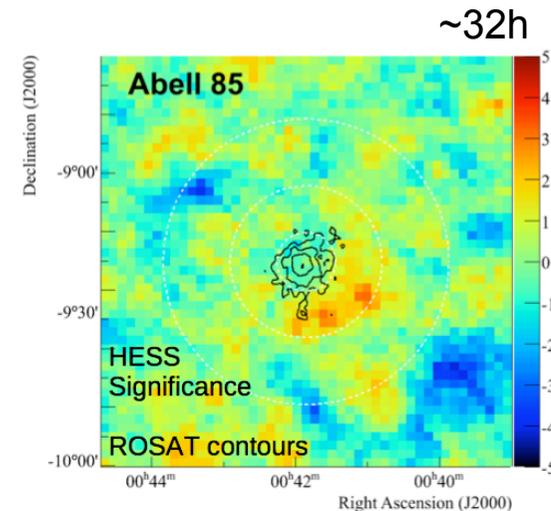
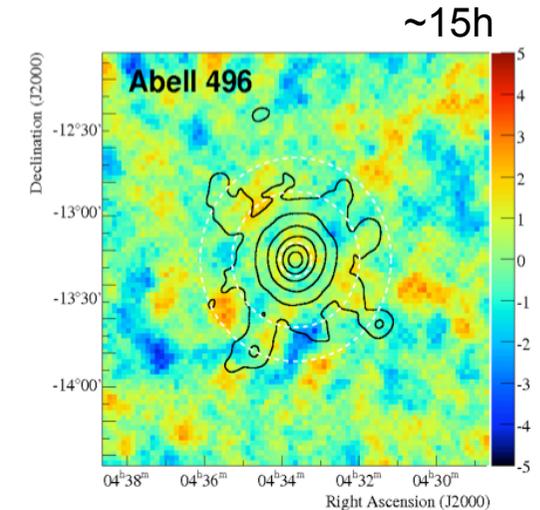
Estimations $E_{\text{CR}} \sim 0.1 - 0.3 \times E_{\text{therm}}$

Observation HESS:

$$F_{\text{TeV}} \sim n_{\text{IGM}} \times E_{\text{CR}} \quad (\ll \text{« } pp \rightarrow \pi \text{ »})$$

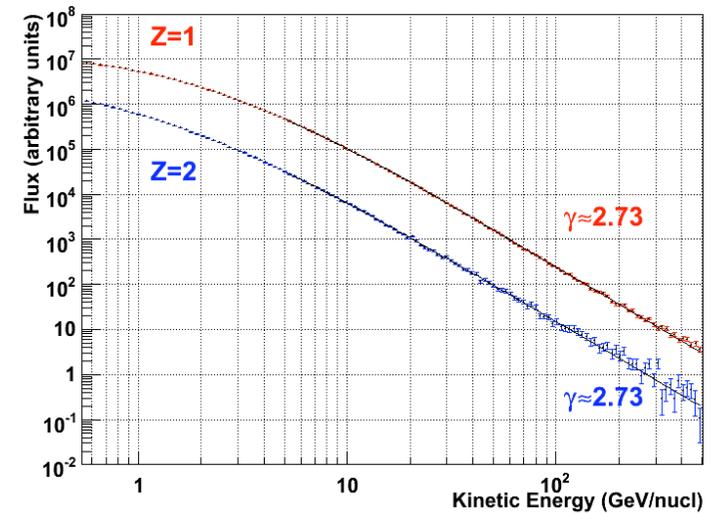
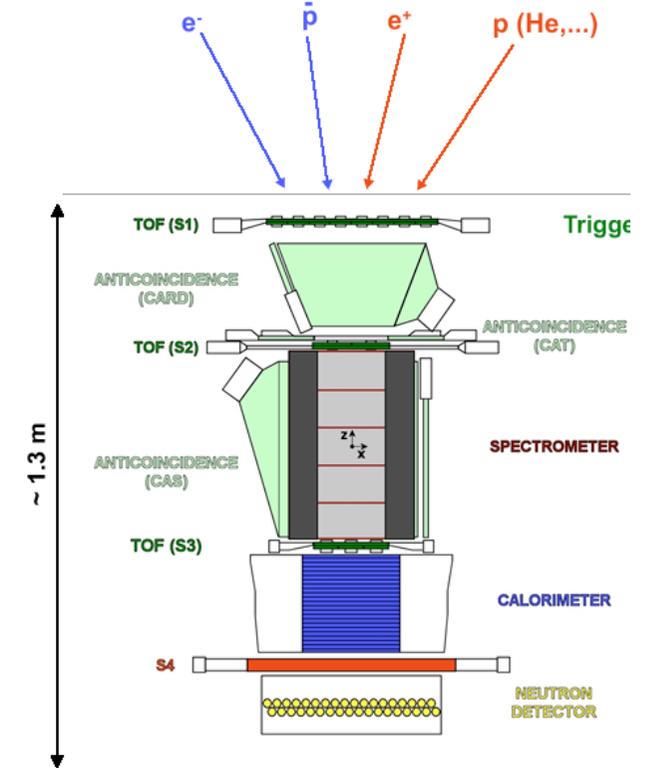
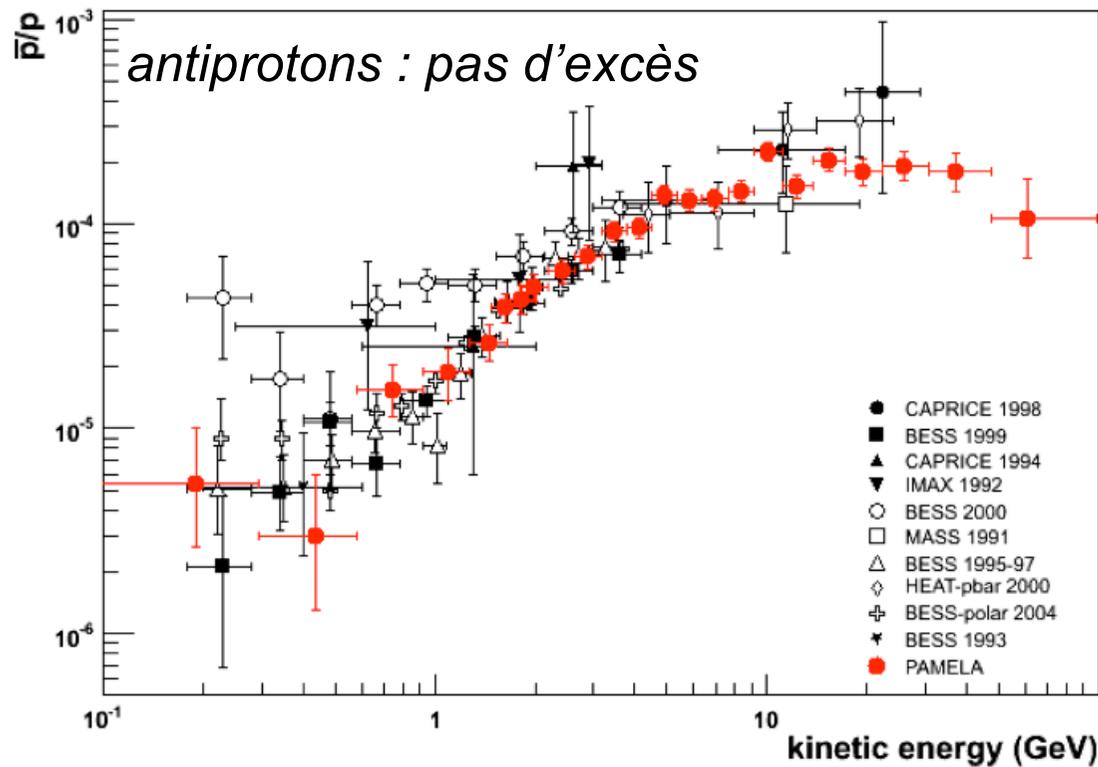
- n_{IGM} : données X
- Hypothèses sur le profil radial des cosmiques *et sur leur indice spectral = 2.1*

$$\Rightarrow E_{\text{CR}} / E_{\text{therm}} < 0.15$$



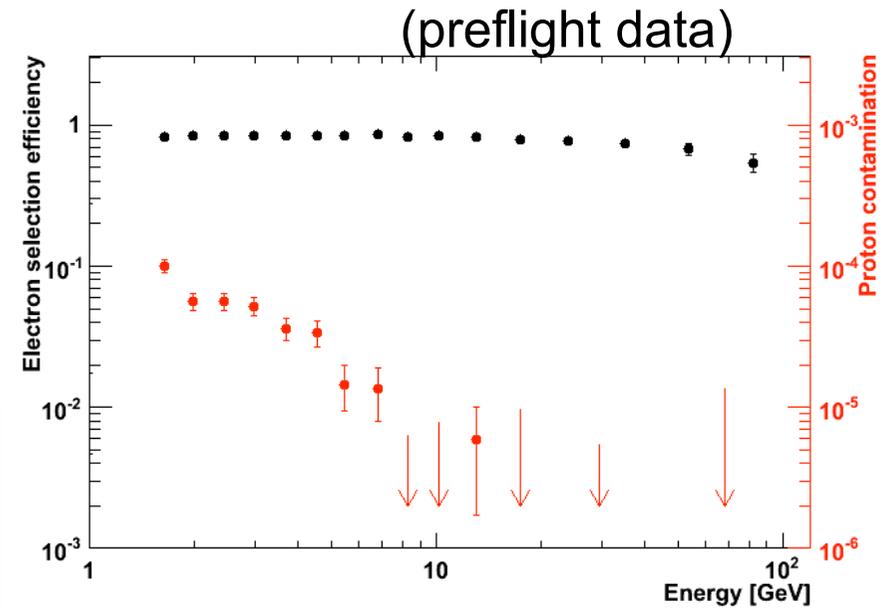
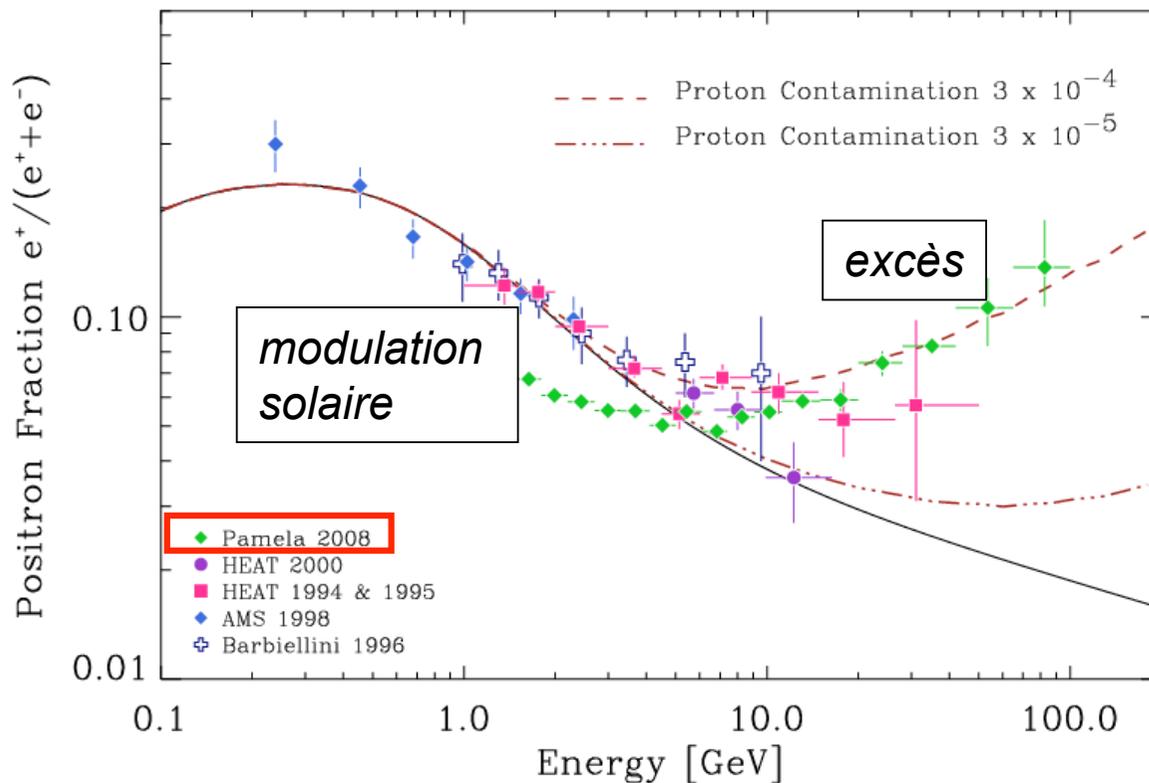
Rayons cosmiques locaux : Pamela

- En vol depuis 2006
- Aimant pour mesure charge
- Publié: flux quelques noyaux, antiprotons, $e^+/(e^+e^-)$. A venir : B/C, flux absolu e^- ...



Pamela : l'excès de e+

- Point critique : la discrimination e+/protons :
 - dépôt d'énergie dans le calorimètre + méthode « presampler »
 - détecteur de neutrons



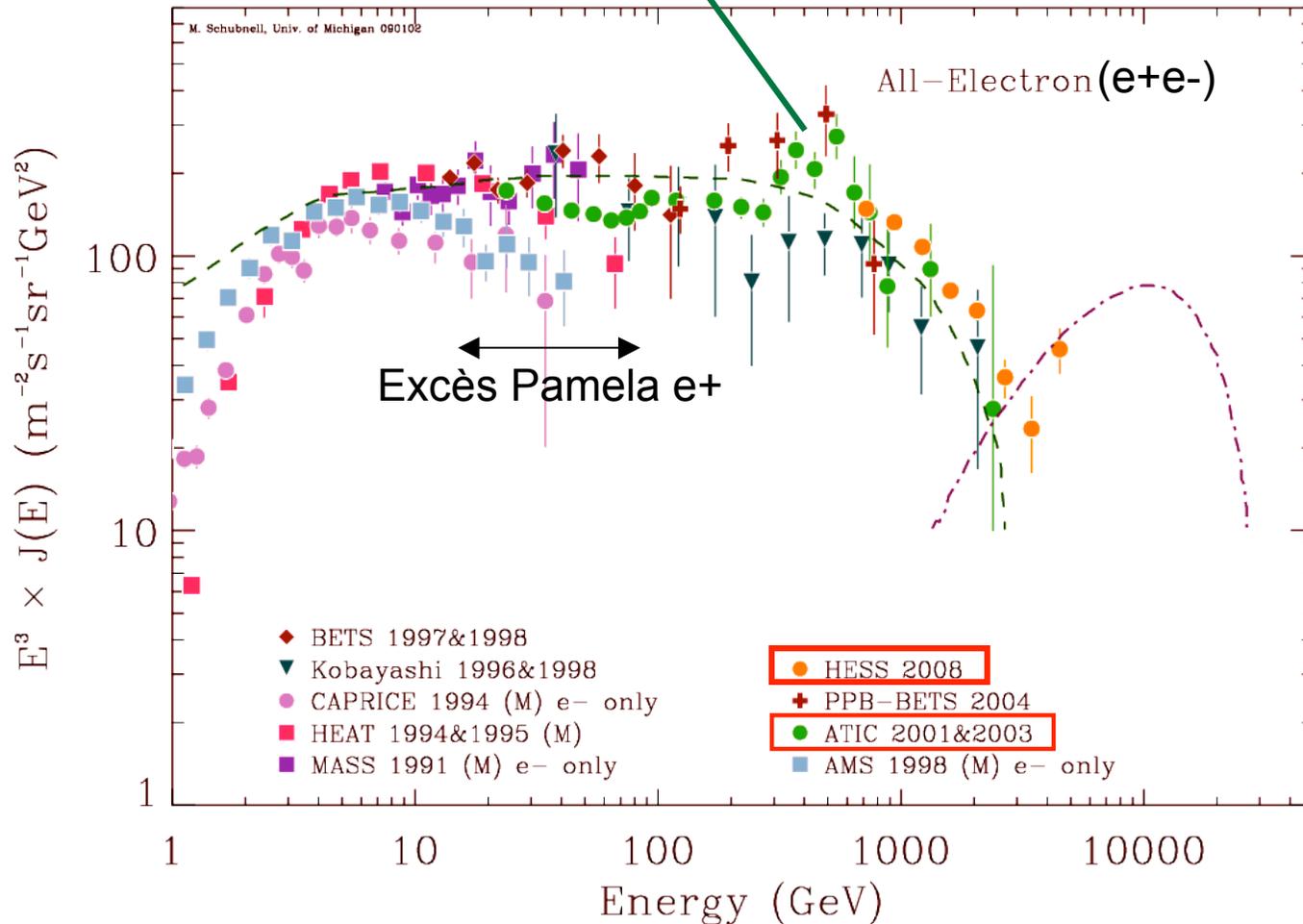
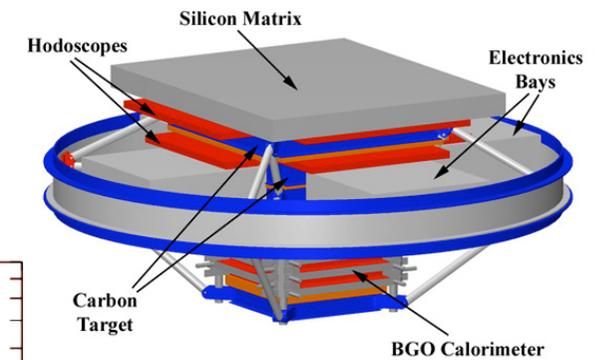
Interprétations:

- source[s] proche[s] (pulsar[s])
- matière noire

Où est le E_{\max} ?

Le flux local d'électrons

ATIC: excès de e+? $M_{\text{wimp}} \sim 600 \text{ GeV} ??$

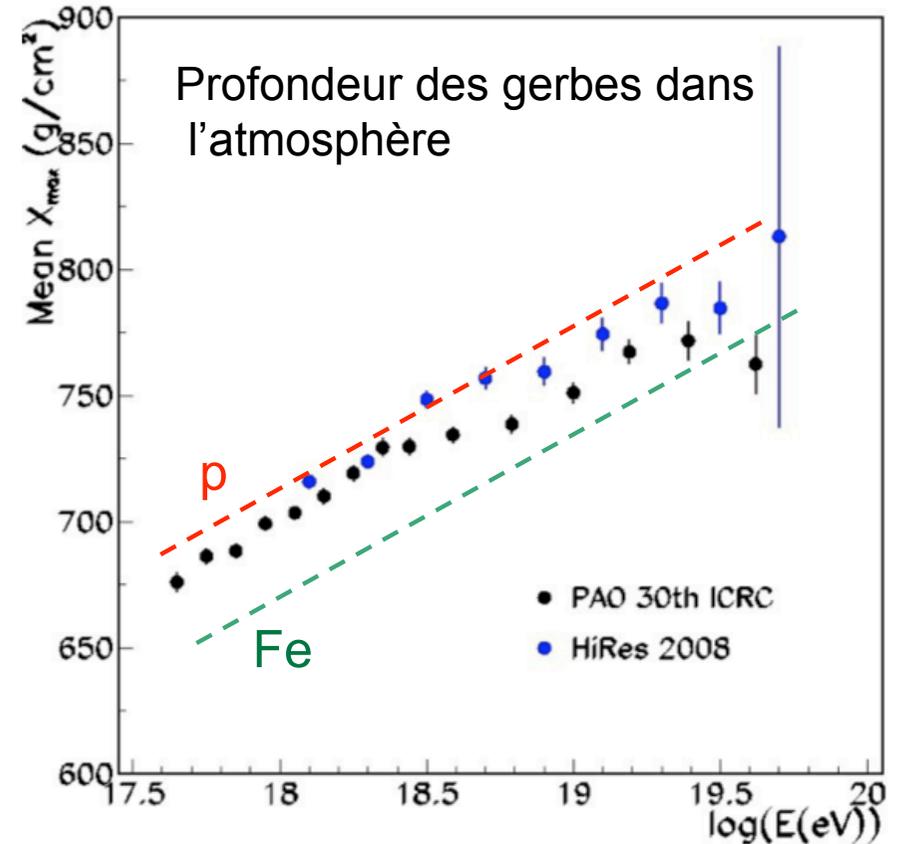
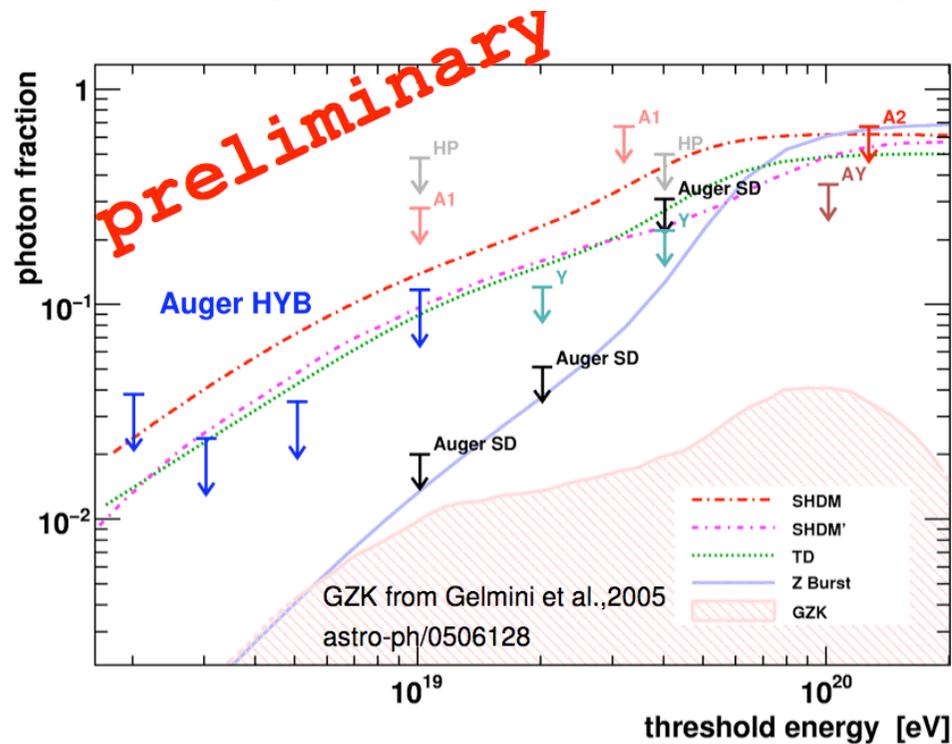


- « Électrons » = e+e-
- Données ATIC, compatibles avec l'excès e+ Pamela
- Résultats de Fermi?
- Données de HESS

Un « genou des électrons » au TeV

Les énergies extrêmes : composition

Mise à jour limite sur la fraction de photon:
Analyse Auger-fluorescence à basse énergie

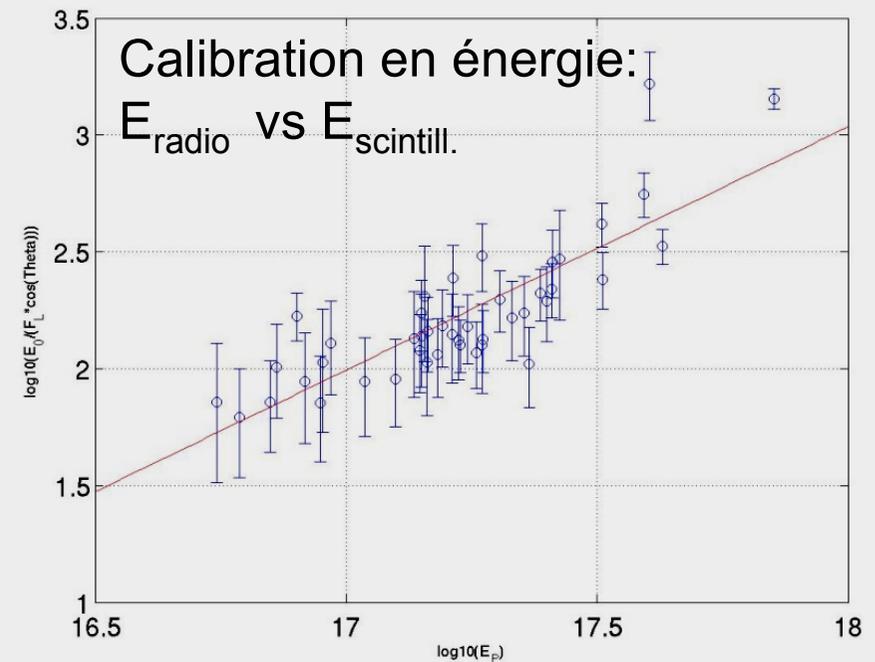
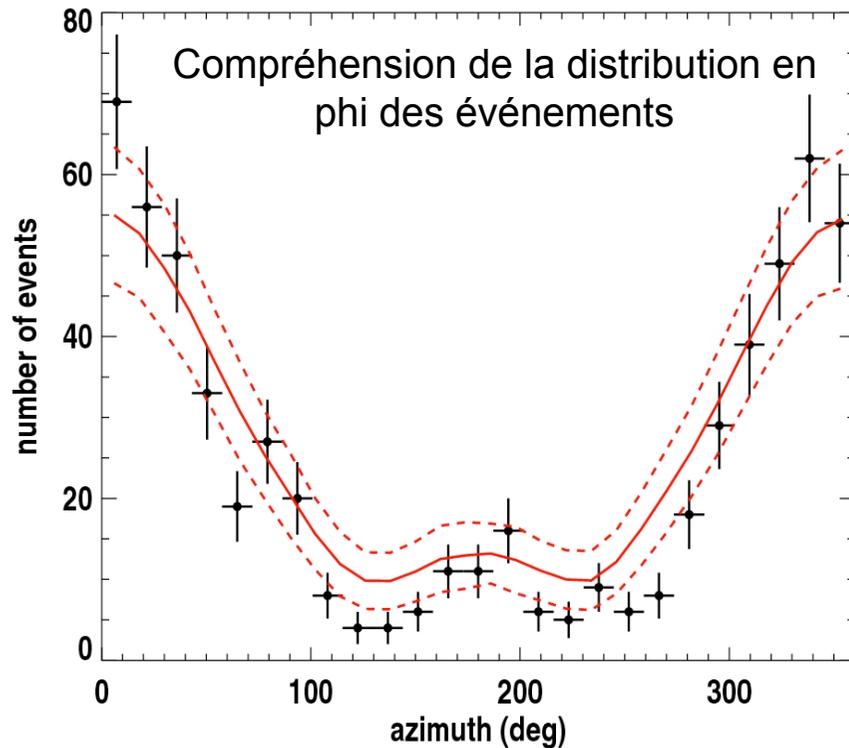
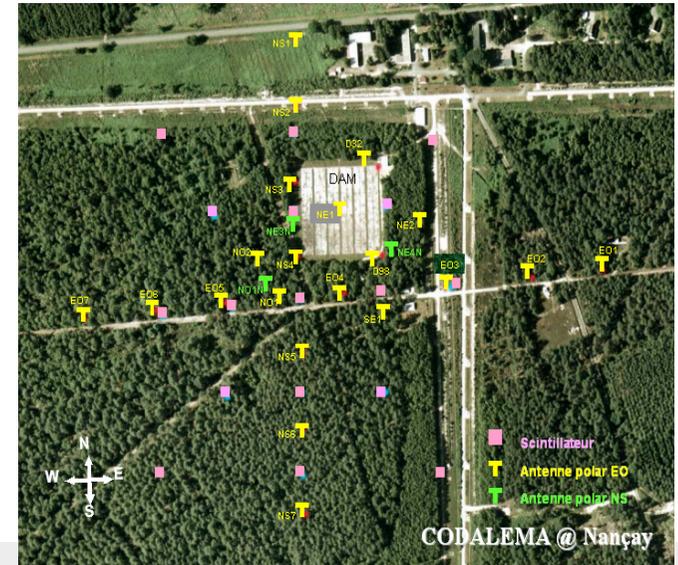


Auger vs HiRes : noyaux lourds ou légers ?

- Nombreuses systématiques
- Observable « de surface » en cours d'analyse dans Auger

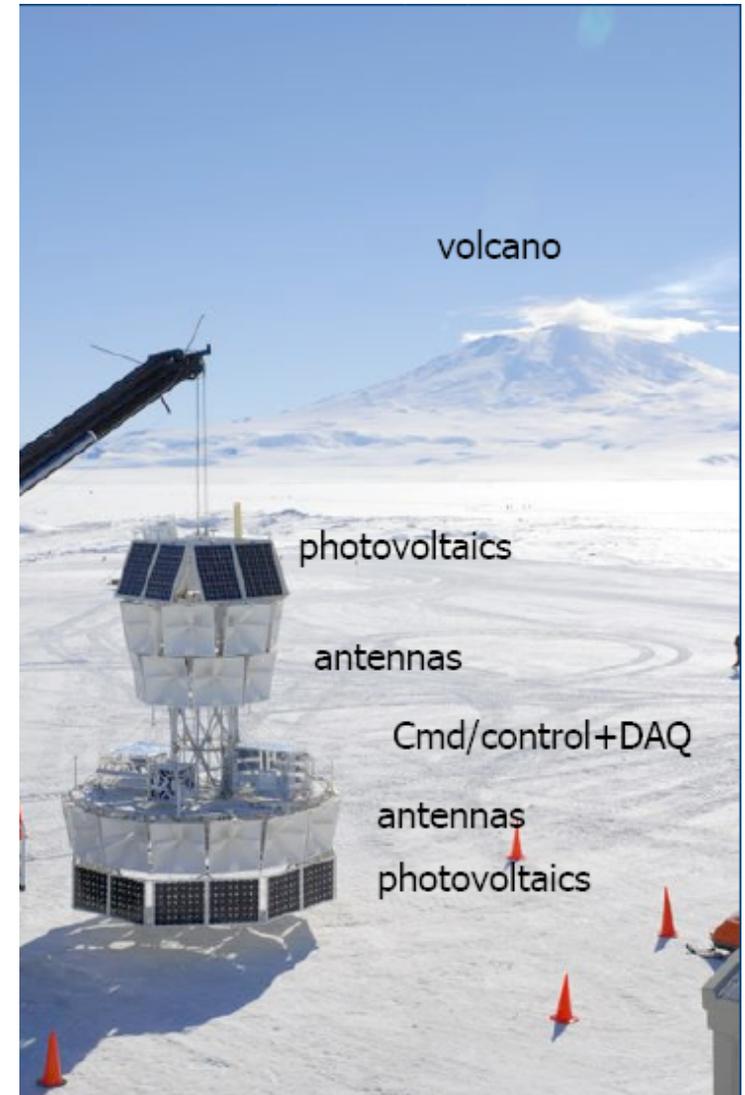
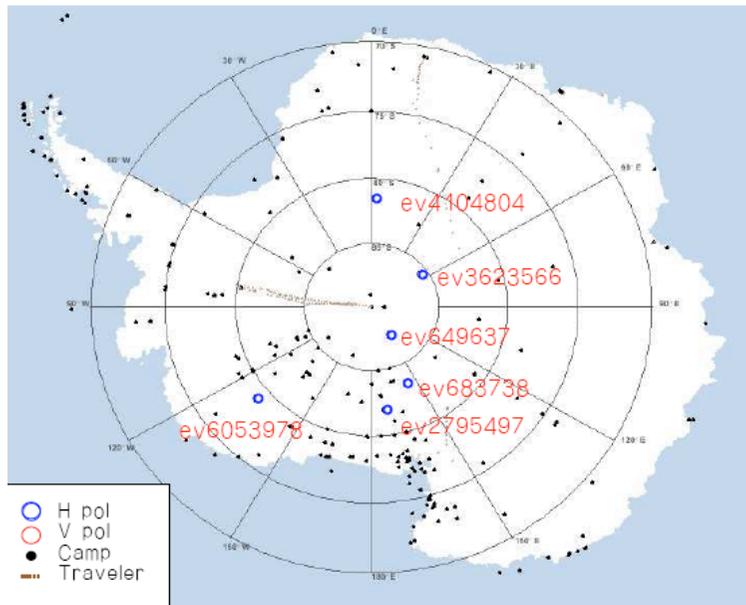
Radiodétection des UHECRs : Codalema

- *Cascade em + B_{geo} => pulse radio*
- R&D radiodétection : avantages possibles = coût et dépendance modèles hadroniques
- Réseau scintillateurs + antennes

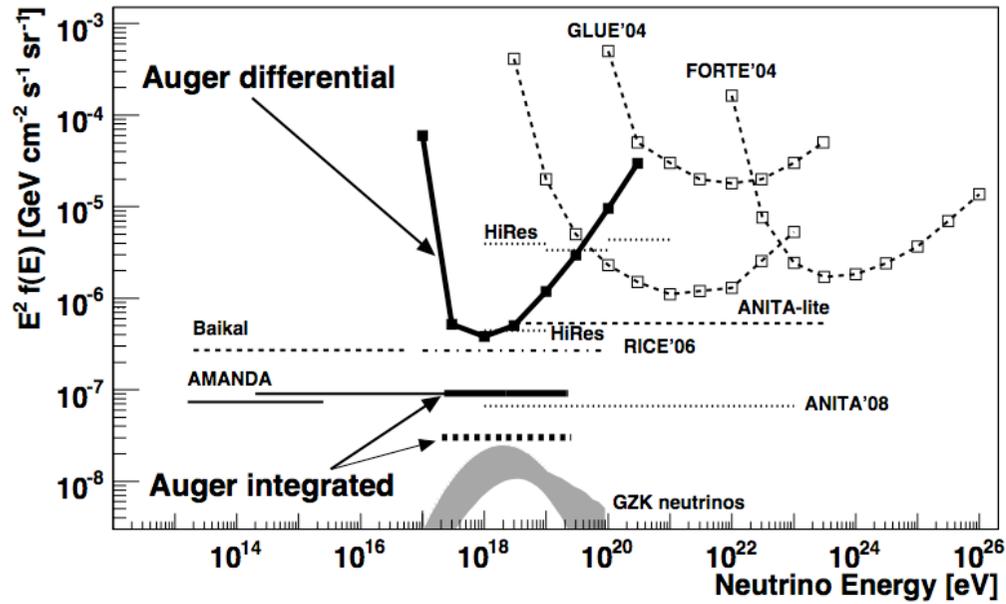


Radiodétection des neutrinos UHE : Anita

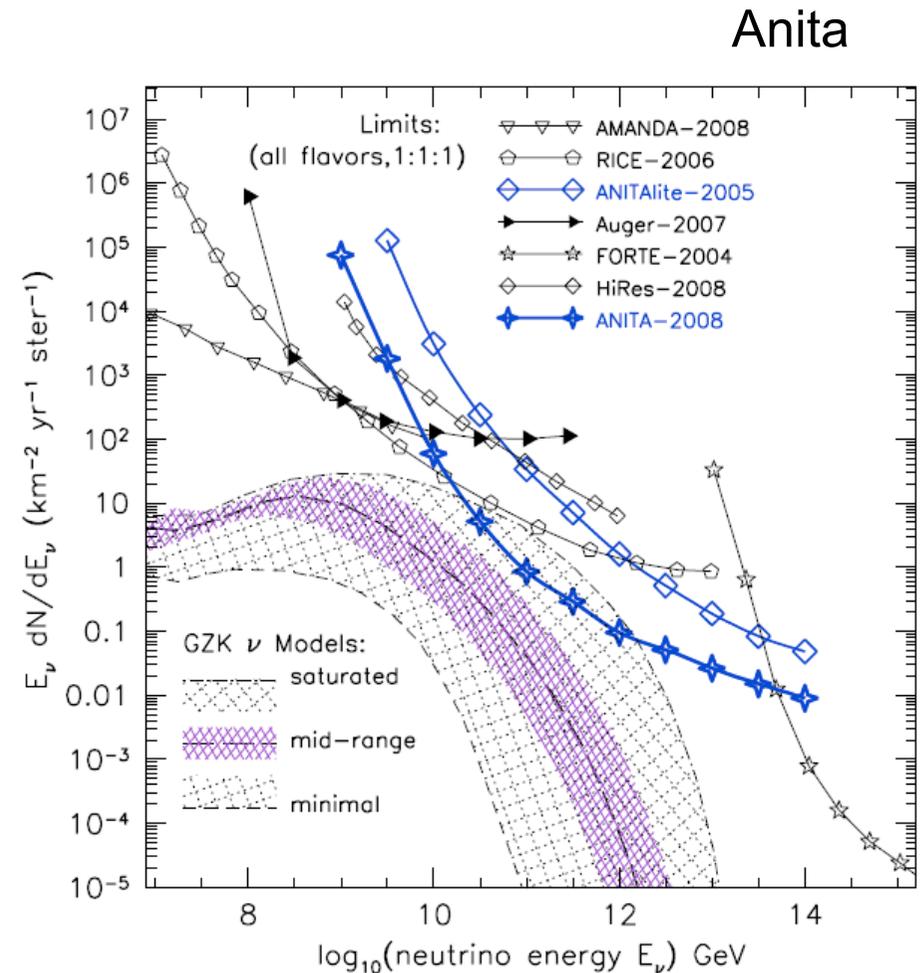
- Effet Askaryan : émission radio cohérente de l'excès de charges (-) d'une gerbe em
- Glace transparente aux ondes radio : $10^3 \text{ km}^3 \cdot \text{sr}$!
- Antennes mesurent 2 polarisations : discrimination des autres sources
- Anita 1 : 35 jours de vol + Anita 2 en cours



Recherche de neutrinos UHE

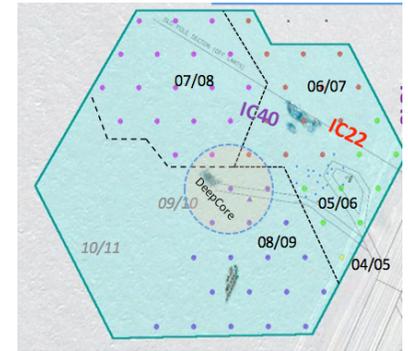


Auger (détecteur de surface):
Recherche de gerbes « Earth-skimming »

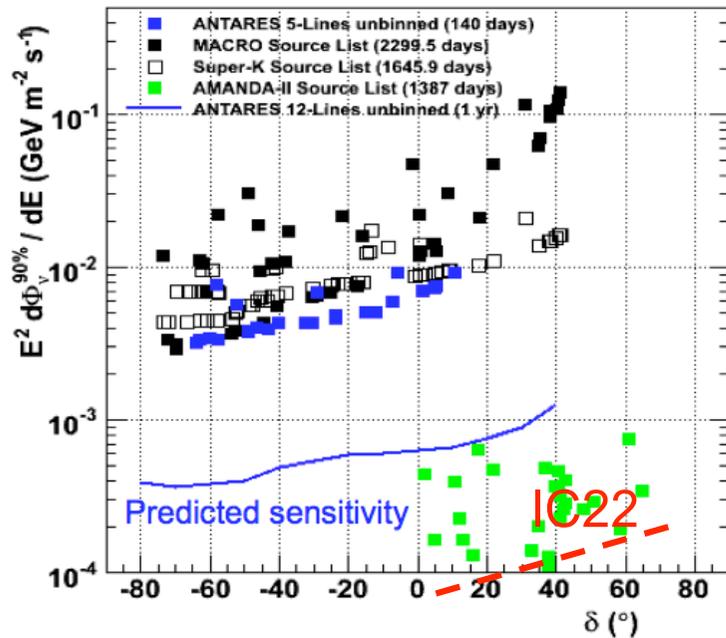


Anita

Recherche de sources de neutrinos VHE



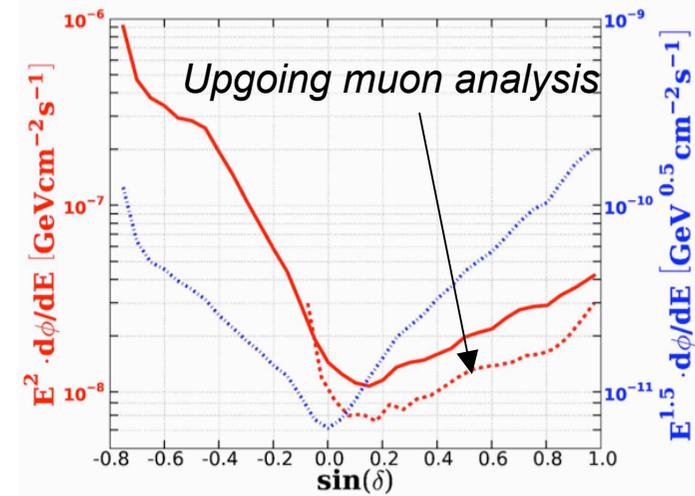
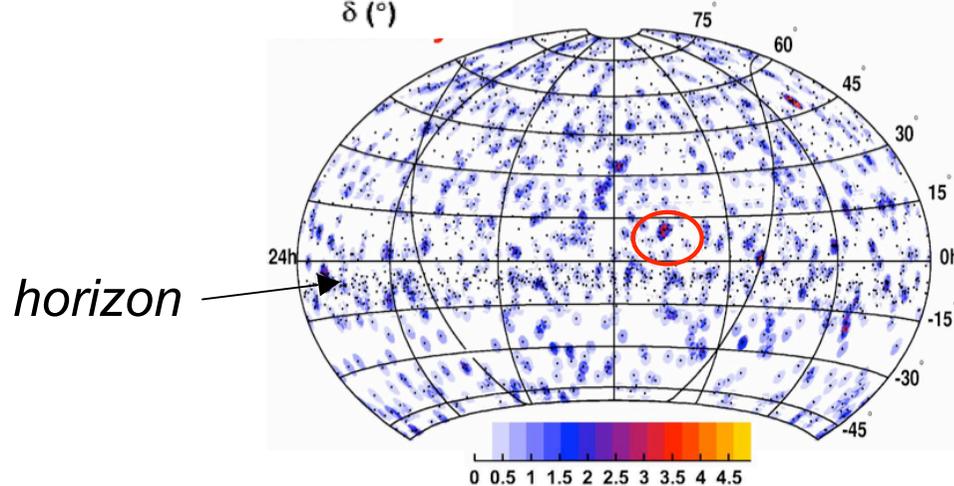
Données Antarès 5 lignes



IceCube (en attendant les données 40 lignes):

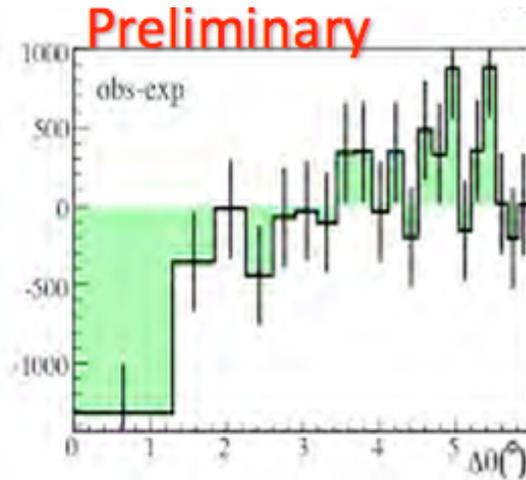
- Données « anciennes » 22 lignes
- Gardent les muons descendants jusqu'à -50 deg.
- Bruit de fond = muons atmosphériques
- Coupure en énergie : *seuil évolue du TeV au PeV*

➔ Recherche de sources dans l'hémisphère sud !

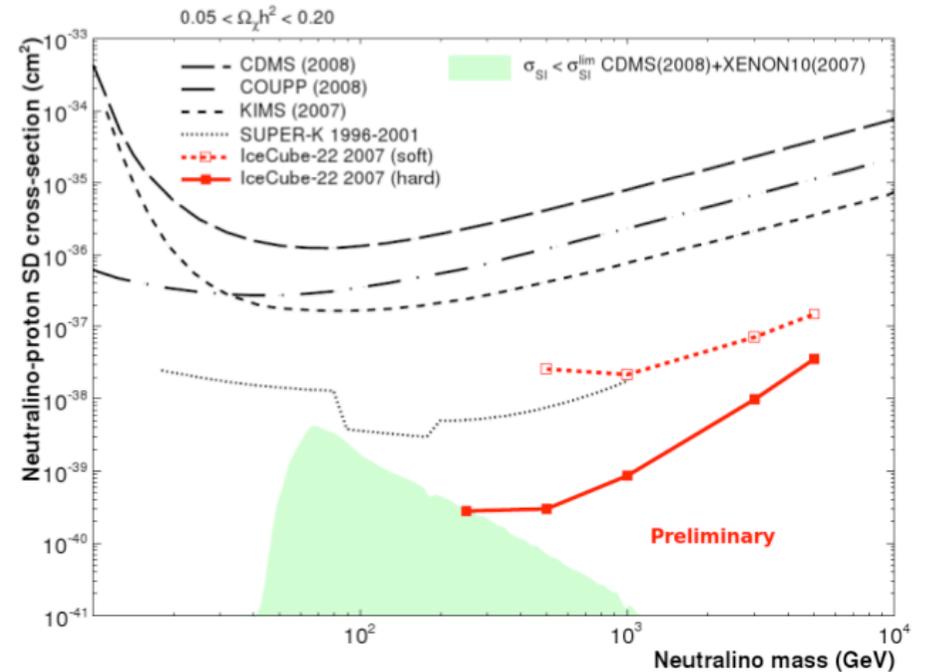


IceCube : détection indirecte de matière noire

- Résolution angulaire : l'ombre de la lune (down-going muons)



SD Cross-Section Limits

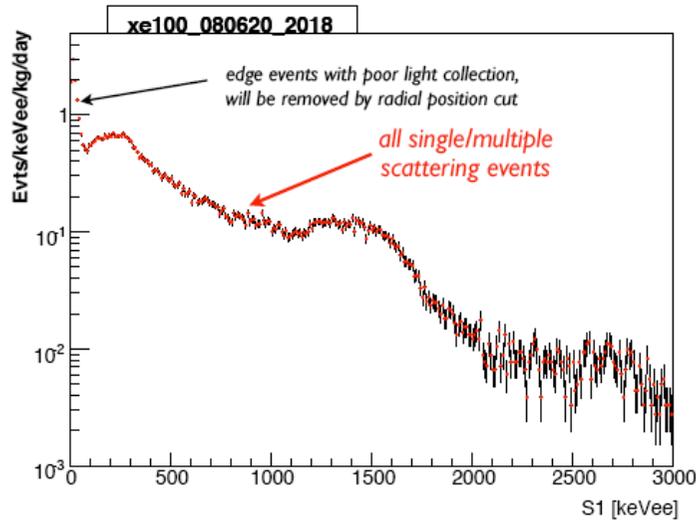


Recherche de WIMPs solaire :

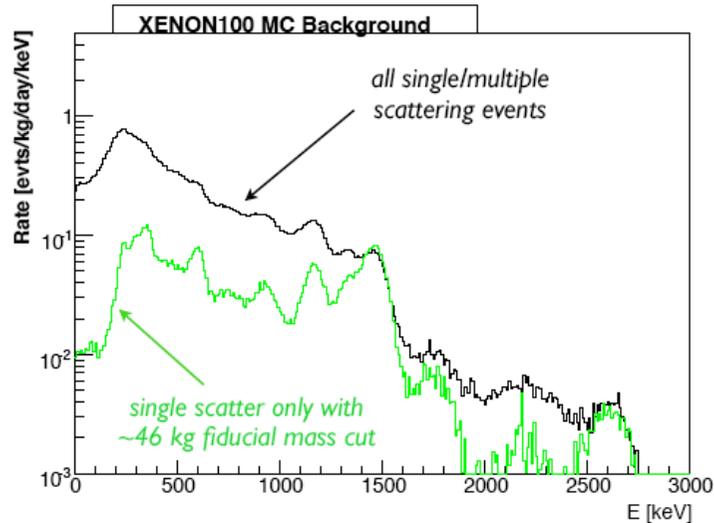
- Très proche de la détection directe *spin-dépendent* (annihilation=capture \Rightarrow flux $\sim \rho \times \sigma_{SD}$)
- « Soft » = $W+W^-$
« Hard » = $b-b\bar{b}$
- Pour atteindre des masses plus faibles : Deep Core

Détection directe de WIMPs : quoi de neuf ?

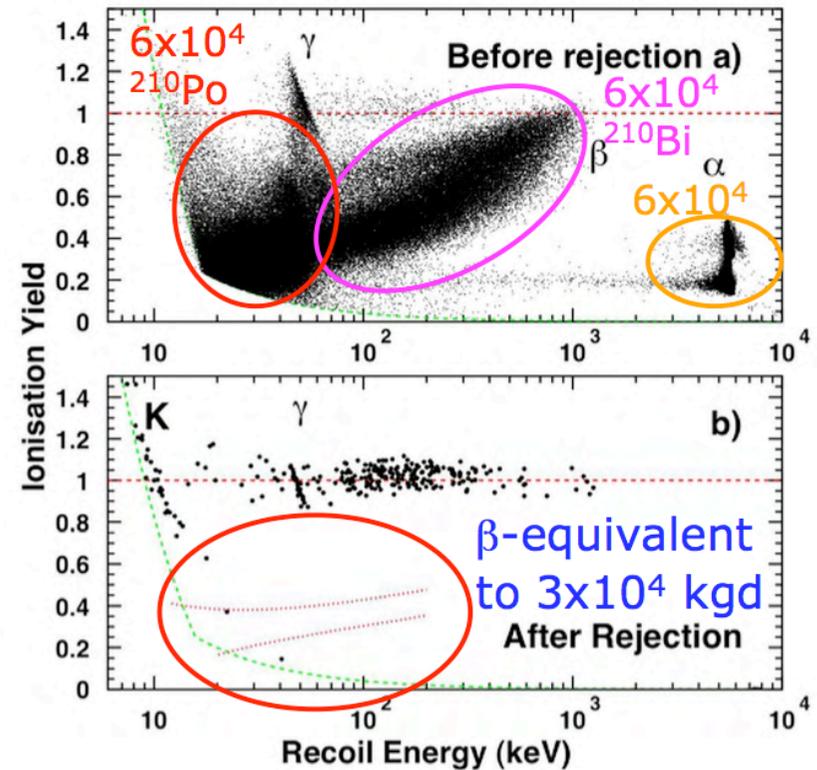
Xe 100 *data*



Simulation



EDELWEISS - ²¹⁰Pb calibration

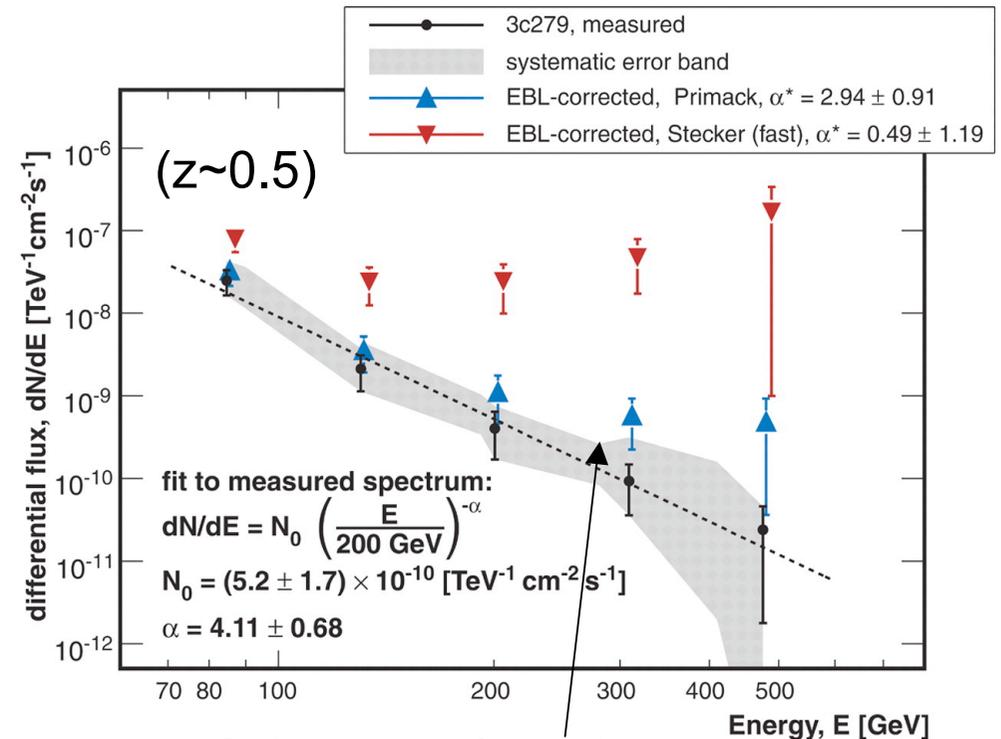
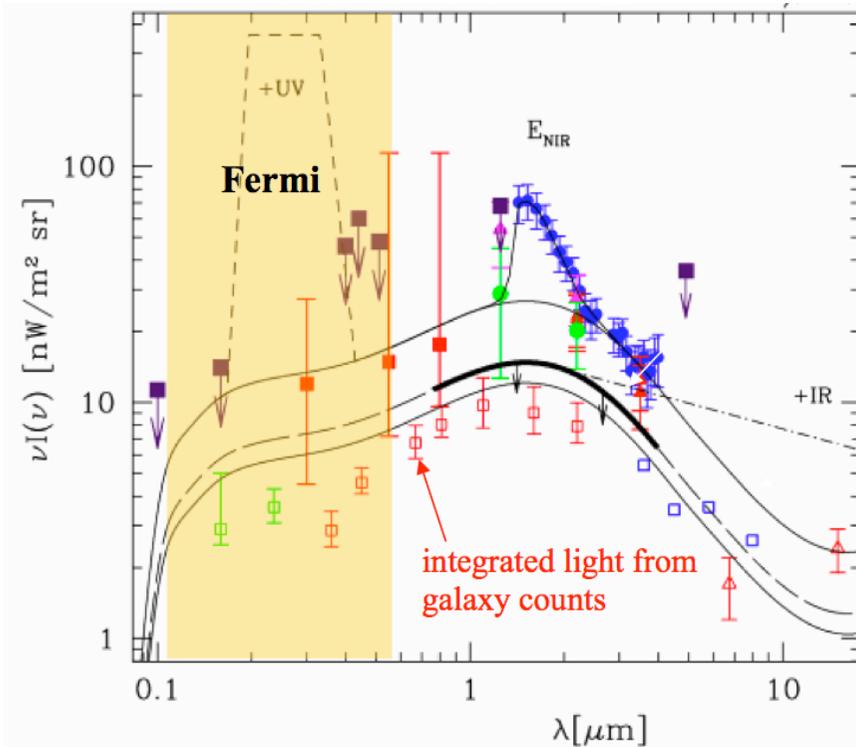


EDW-II : nouveaux détecteurs Ge compétitifs en exploitation

Xenon100 : installé depuis l'été dernier, mais des contretemps

Cosmologie γ : mesurer l'EBL avec les AGN ?

- $\Upsilon_{\text{TeV}} \Upsilon_{\text{EBL}} \rightarrow e^+e^-$ sur des distances cosmologiques
 \Rightarrow Atténuation spectrale des AGN en fonction de (E, z)
- Contraintes déjà fortes sur l'EBL, proches des mesures « directes »



Autre approche: retrouver le spectre original du blazar en supposant connu l'EBL

- ➔ Mesure de l'EBL? De son évolution avec z (pop.III stars)? Mesure de H_0 ?
- Problèmes : compréhension de l'émission, variabilité en temps et en z des spectres