

L'EXPERIENCE H.E.S.S. ET LES γ AU DESSUS DE 100 GeV



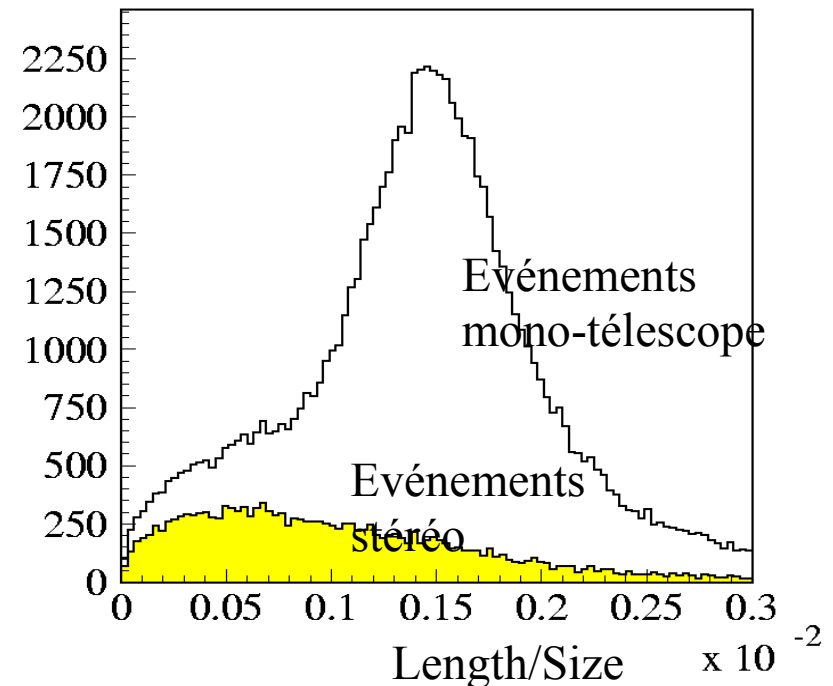
- 
- The background image shows the HESS gamma-ray observatory in a desert landscape. Two large, complex structures made of blue and orange metal frames are visible, each covered with a grid of blue detectors. They are mounted on a network of orange support beams. The ground is dry and covered with low-lying green and yellow shrubs. The sky is clear and blue.
- **HESS : un instrument de dernière génération**
 - **La physique des sources observées**
 - **Les fonds γ diffus**
 - **Conclusions et perspectives**

Le détecteur HESS :

de 100 GeV à 100 TeV



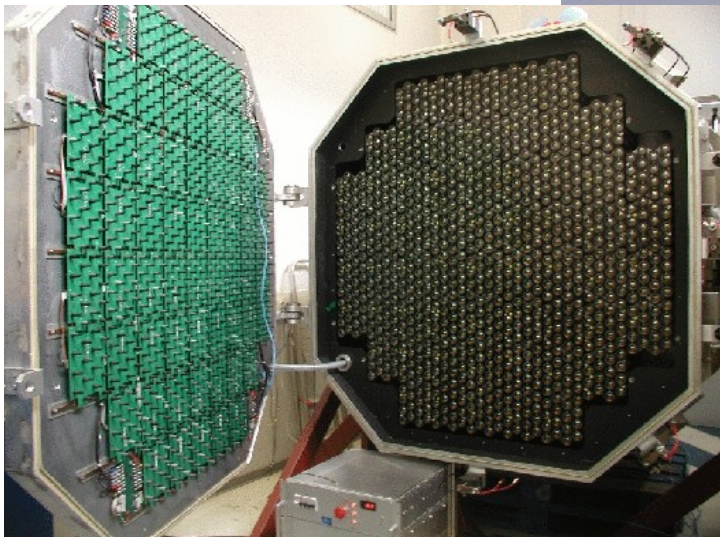
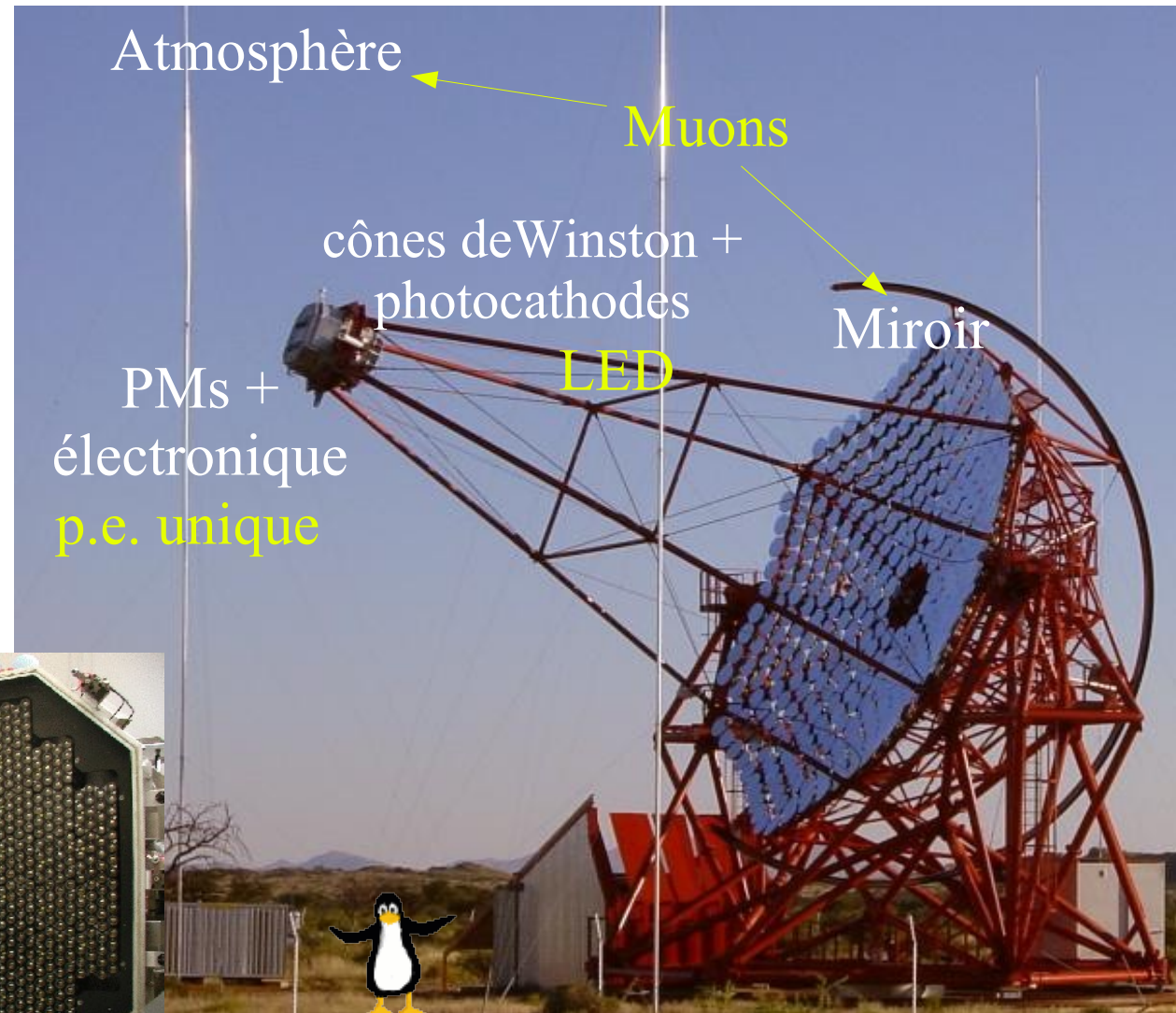
- Stéréoscopie
- Bas seuil (~ 100 GeV)
- Gamme dynamique jusqu'à quelques dizaines de TeV
- Grand champ de vue, 5° (10 x Lune ou Soleil)
- Photo-électron unique pour le calibrage à la tension nominale
- Décision de déclenchement < 70 ns
- Déclenchement par secteur
- Intégration 16 ns
- Modularité pour faciliter les réparations
- **Résolution en énergie** ~ 10 -20 %
- **Résolution angulaire** < 0.1 degrés sur axe



LE CALIBRAGE DU DETECTEUR

LE SYSTEME :

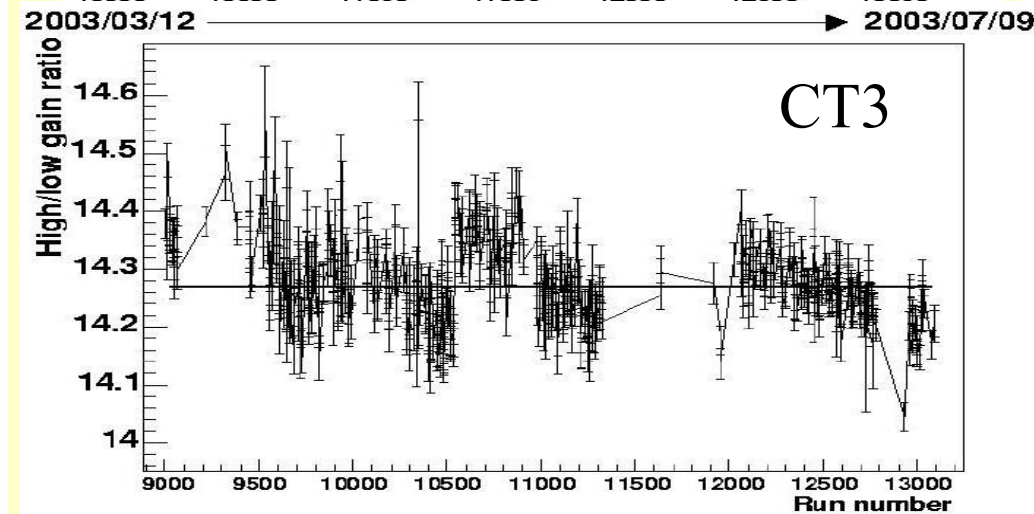
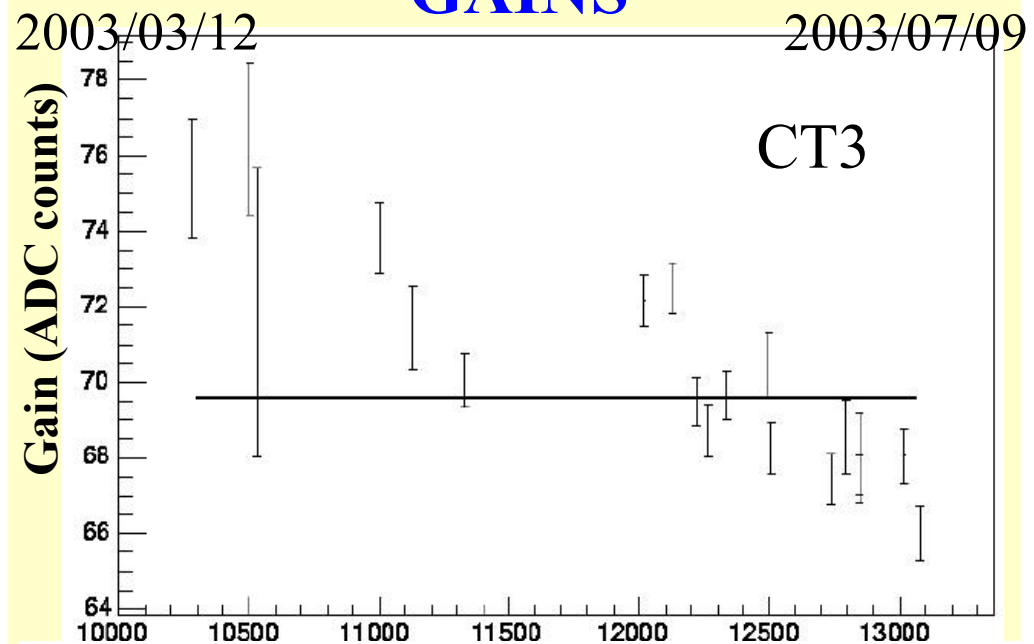
atmosphère, miroir, cônes de Winston, PMs et électronique



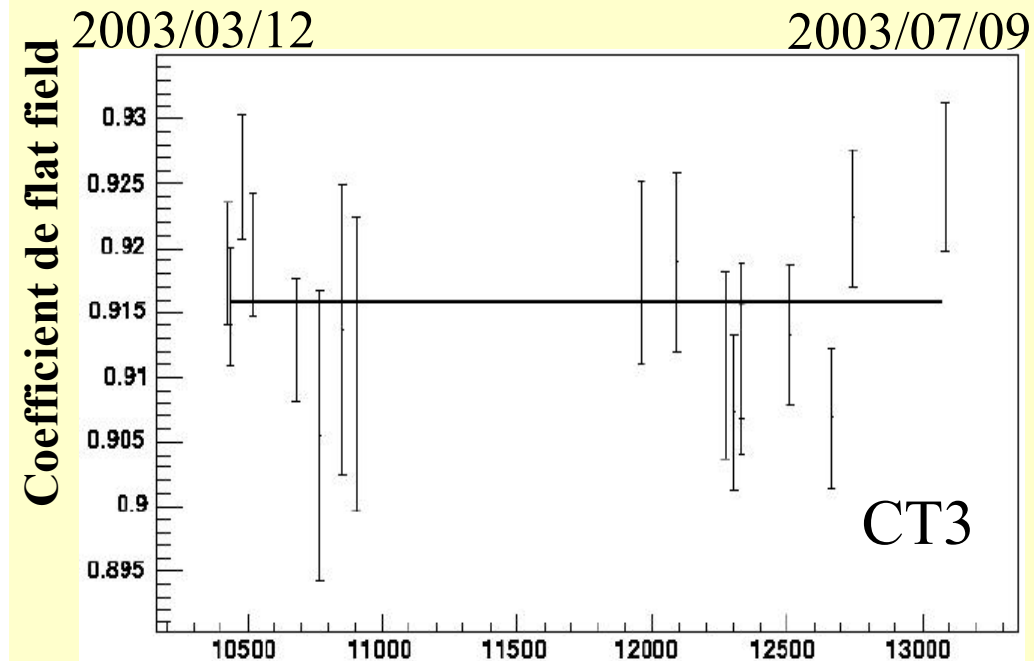
LE CALIBRAGE DU DETECTEUR

2 calibrages indépendants : MPI-Heidelberg et LPNHE-Paris

GAINS



“FLAT FIELD”

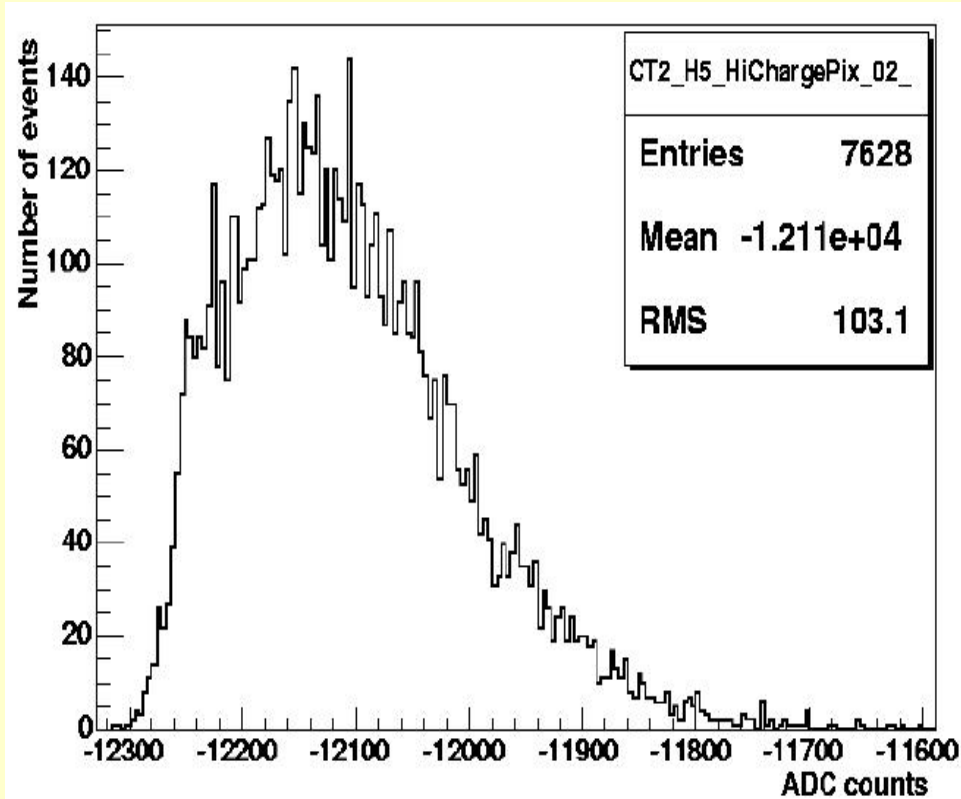


Stables sur une période (3 semaines)

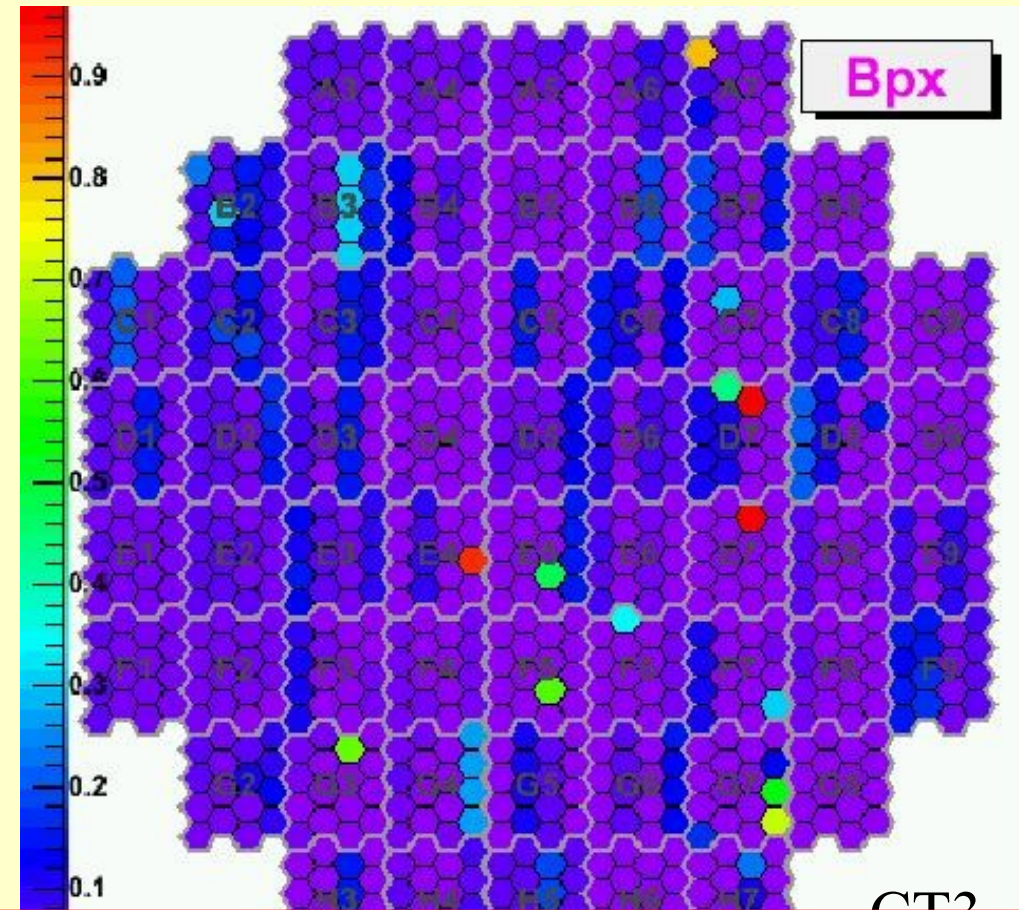
Vieillissement des PMs visible et contrôlé
Stables sur une période (3 semaines)

LE CALIBRAGE DU DETECTEUR

PIEDESTAUX

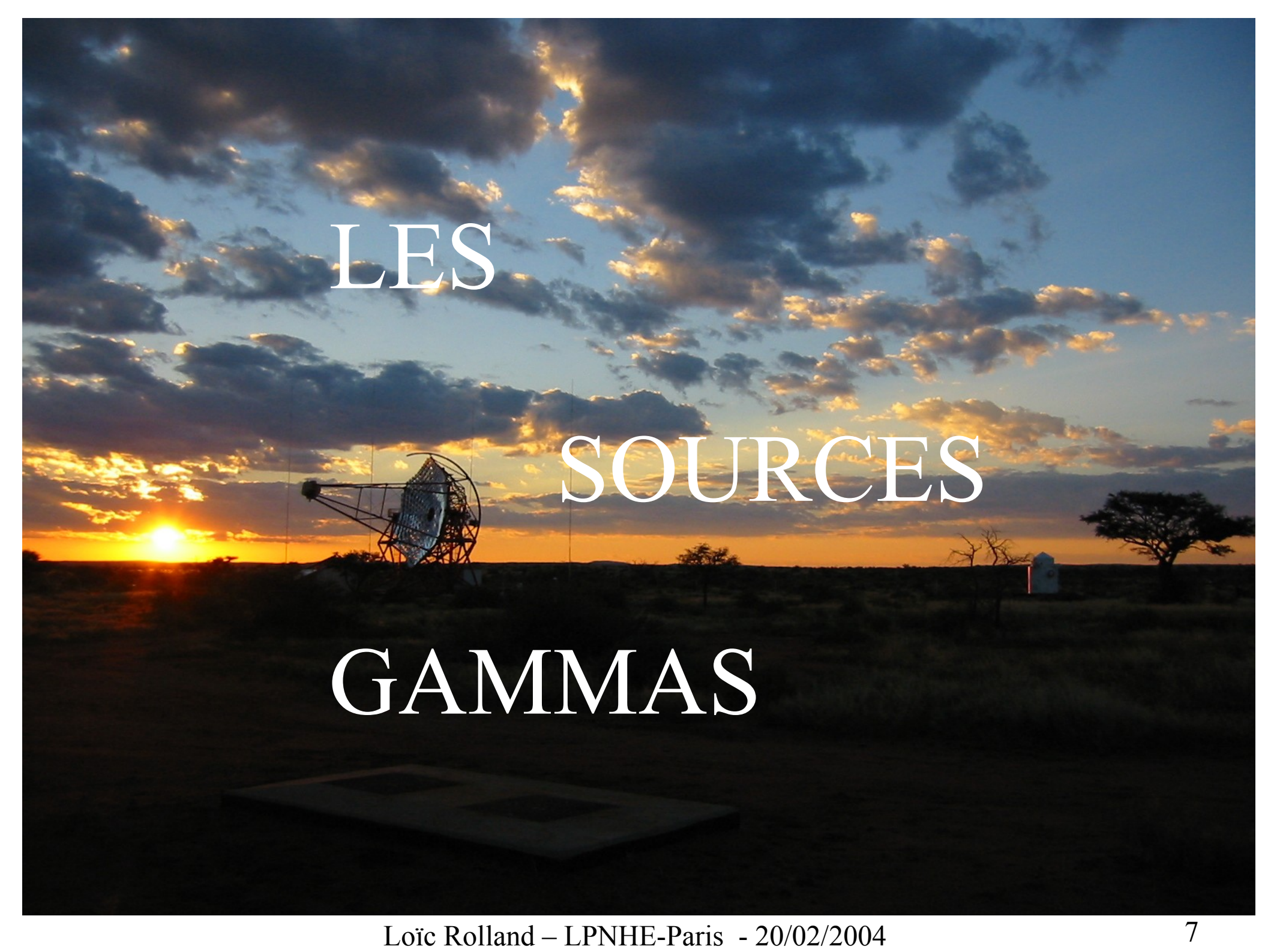


PIXELS NON OPERATIONNELS



ACCORD ENTRE LES DEUX CALIBRAGES

Petit biais sur les pedestaux en cours d'investigation

A large satellite dish antenna is positioned in a field under a dramatic sunset sky. The sun is low on the horizon, casting a warm glow over the clouds and the landscape. The dish is a complex structure of metal and mesh, mounted on a tall pole. The foreground is dark, with some low-lying vegetation visible. The overall scene is serene and evocative of scientific observation in a remote location.

LES

SOURCES

GAMMAS

LES SOURCES DE RAYONS COSMIQUES

RAYONS COSMIQUES CHARGES :

- ORIGINE GALACTIQUE (RC d'énergie $< 10^{15}$ eV)
- PROPAGATION DANS CHAMP MAGNETIQUE TURBULENT

→ **PERTE DE L'INFORMATION SUR LA SOURCE**

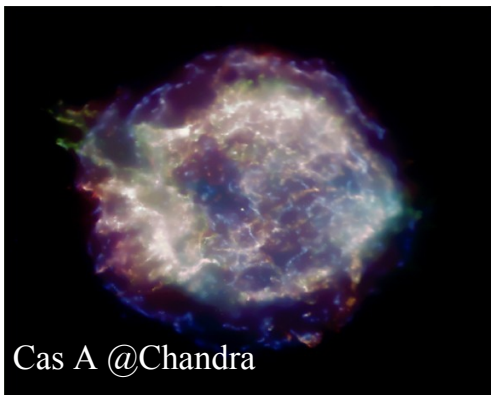
GAMMAS :

- LES SOURCES DE RC EMETTENT DES GAMMAS
- PROPAGATION EN LIGNE DROITE

→ **INFORMATION SUR LA SOURCE**

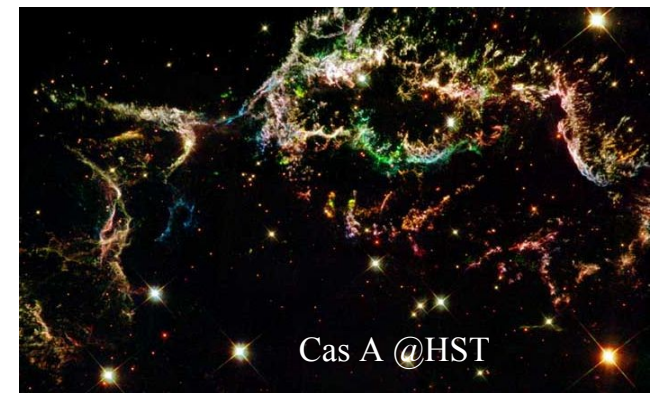
CANDIDATS :

- RESTES DE SUPERNOVAE
- SUPER-BULLES



Cas A @Chandra

LES RESTES DE SUPERNOVAE



Cas A @HST

Reste de Supernova :

Explosion d'une étoile en fin de vie ou d'un système binaire

Onde de choc → particules accélérées par processus de Fermi

Source probable pour l'origine des rayons cosmiques $E < 10^{14}$ eV

4 composantes dans le spectre des SNRs :

- Rayonnement synchrotron des électrons
- Effet Compton Inverse
- Photo-désintégration du π^0
- Rayonnement de freinage sur la matière environnant

LA PHYSIQUE DES RESTES DE SUPERNOVAE

Le champ magnétique

$$\text{Flux synchrotron} \propto B^2$$

Mesuré
(observations radio ... X)

Limite inférieure
ou mesure

$$\text{Flux Inverse Compton} \propto \text{densité en énergie des photons}$$

Mesure ou limite supérieure
(observations gammas)

Connue, au moins pour le CMB
(+ IR, visible, UV)

Voir la photo-désintégration du π^0

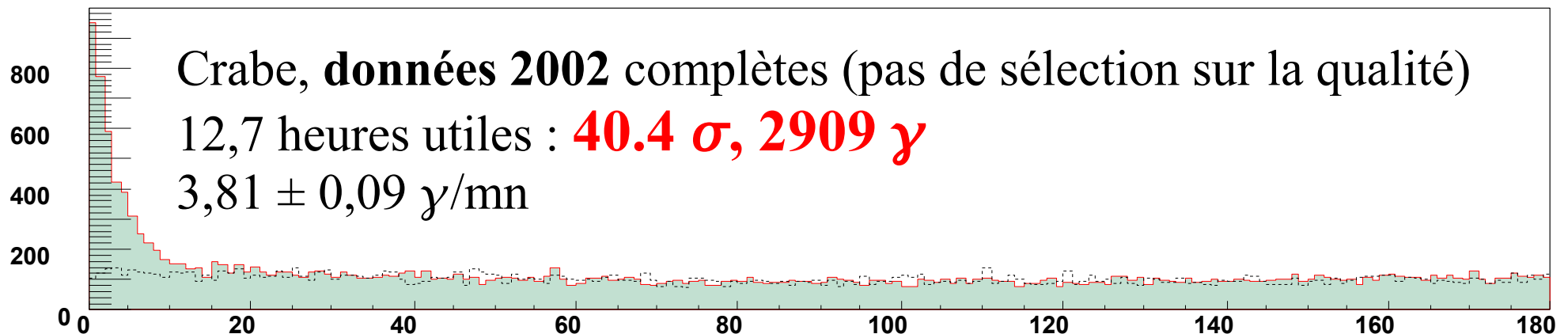
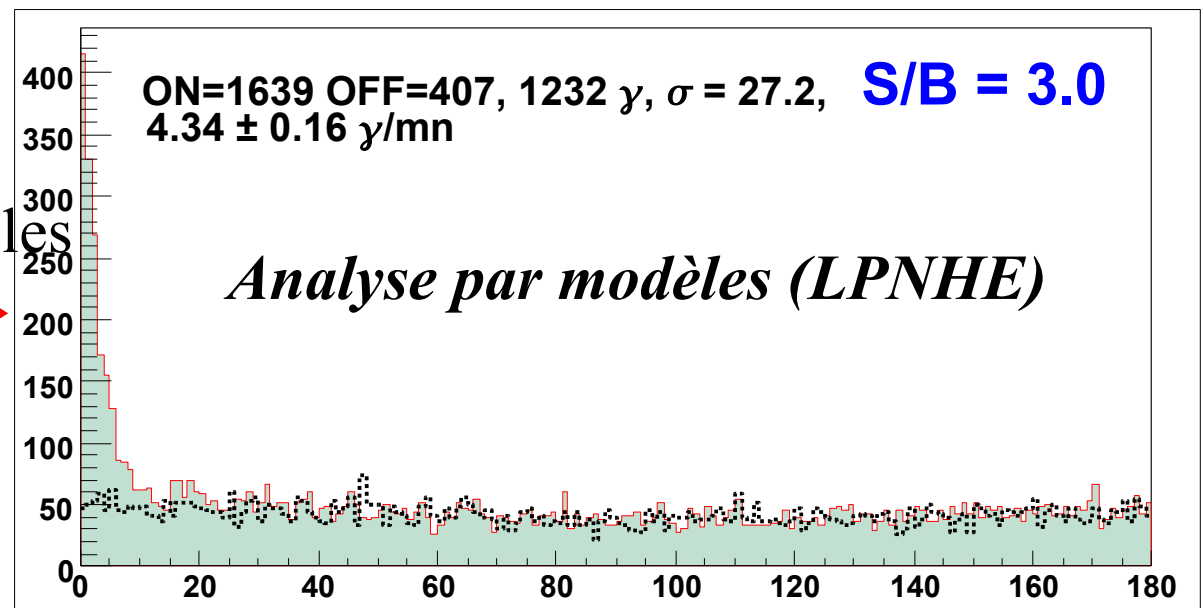
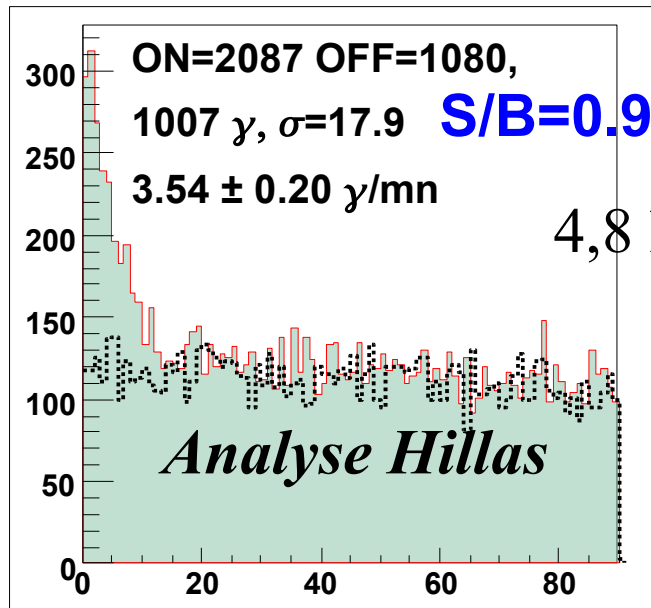
Origine des rayons cosmiques !!

UN PLERION: LE CRABE (analyse mono-télescope)

Onde de choc stationnaire entretenue par un pulsar émettant un vent d' e^- relativistes

→ Flux γ issu de l'Inverse Compton

- Angle zénithal moyen: 46°



SENSIBILITE DE HESS SUR LE CRABE

MONOTELESCOPE

CAT : $\sim 5 \sigma$ en 1 heure @ zénith $\sim 20^\circ$
HESS : $\sim 12 \sigma$ en 1 heure @ zénith $\sim 50^\circ$

STEREOSCOPIE

HESS : prévision $\sim 40 \sigma$ en 1 heure @
zénith $\sim 50^\circ$

UN RESTE DE SUPERNOVAE EN COQUILLE : SN1006

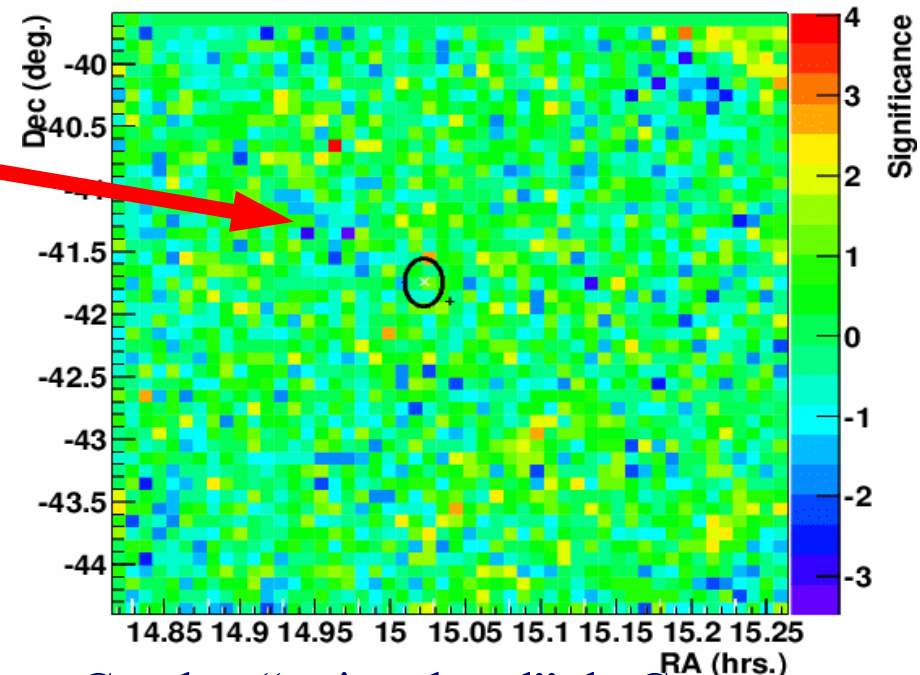
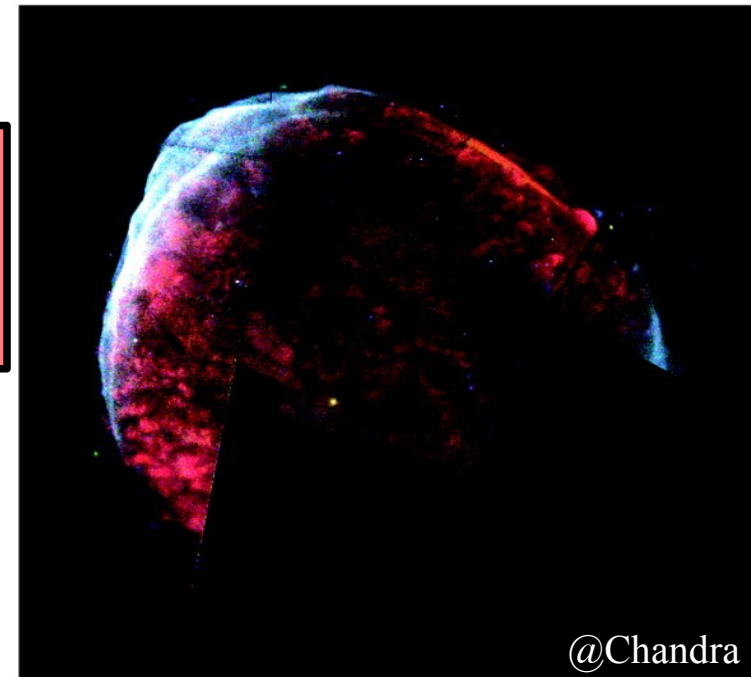
Espoir: voir des photo-désintégrations de π^0

→ ORIGINE DES RAYONS COSMIQUES !!!

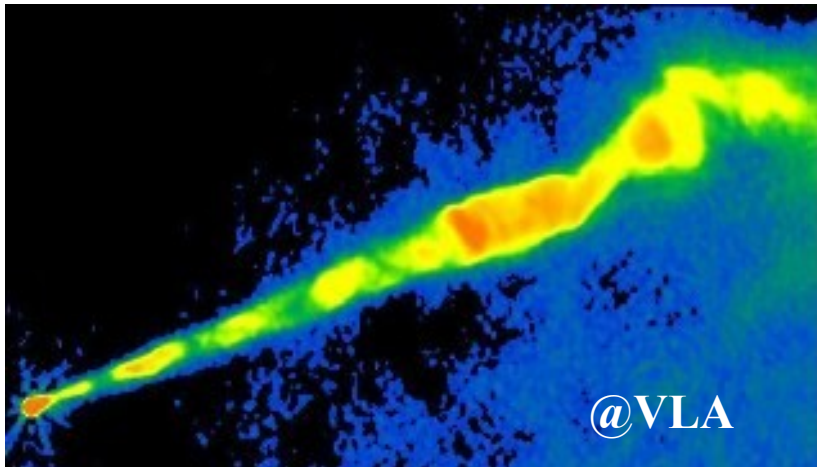
SN1006 modèle leptonique

~25 heures utiles sur 2 télescopes

Non détection par H.E.S.S.
au niveau annoncé par
CANGAROO (1998, 0.5 Crabe)



Cercle : “point chaud” de Cangaroo



Trou noir supermassif



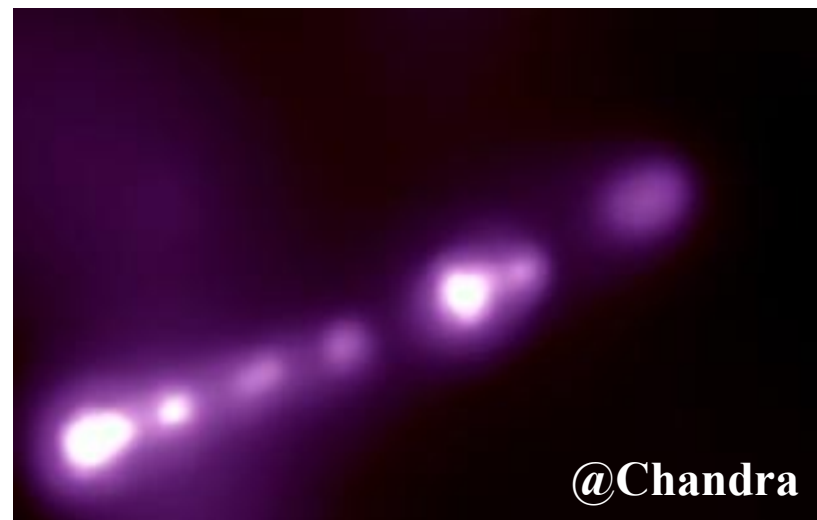
Jets “superluminiques”



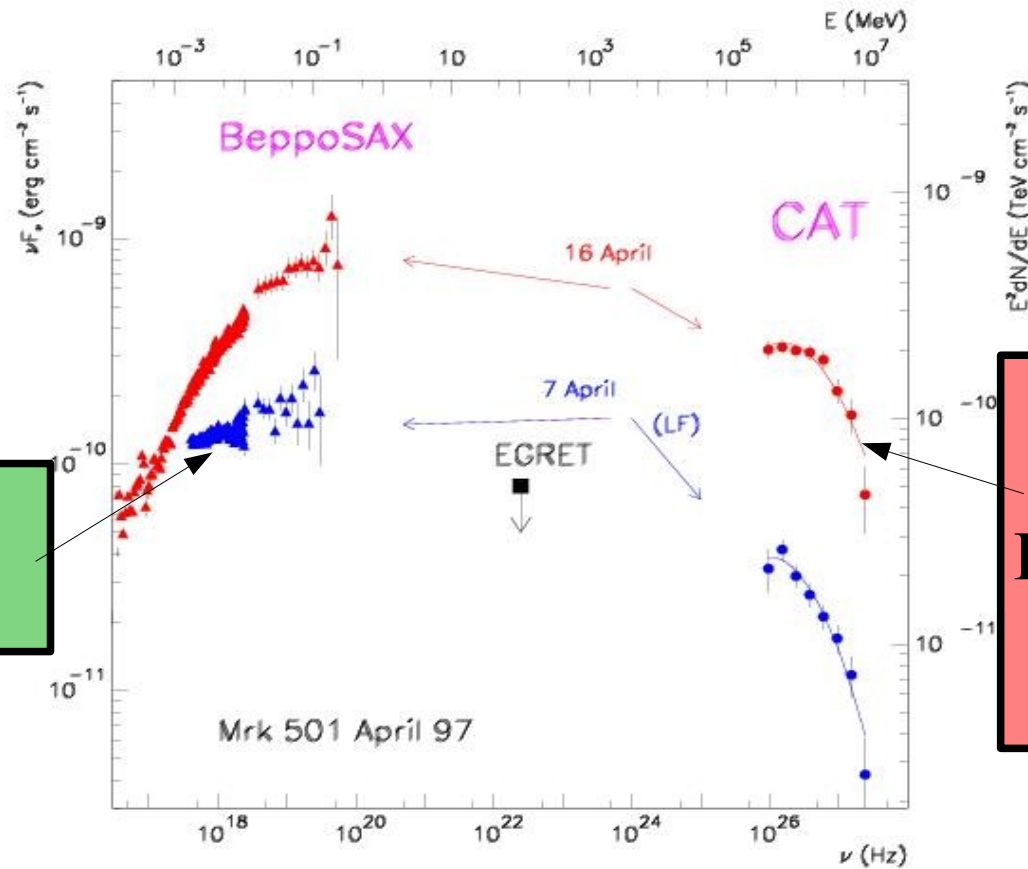
La physique des AGNs

Mécanismes d'accélération des particules
et type de particules accélérées

Etude du fond diffus IR



LES NOYAUX ACTIFS DE GALAXIE



**Bosse
synchrotron**

**Inverse Compton
ET/OU
Photo-désintégration
de π^0**

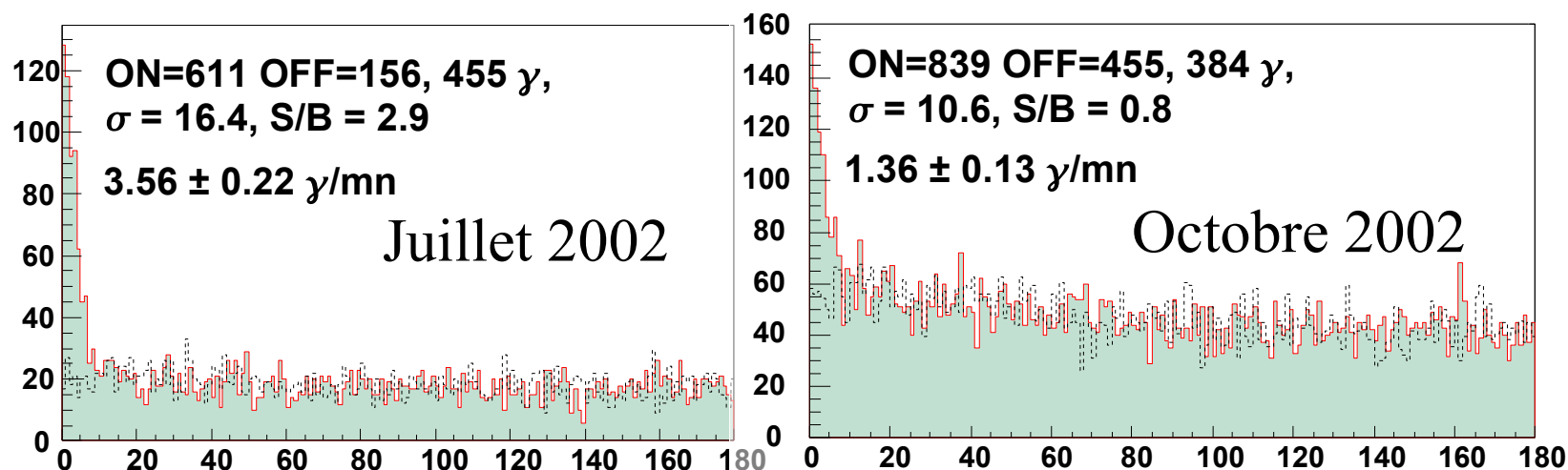
→ Grande corrélation entre les variations à différentes longueurs d'onde

Connaissance du spectre
Etude de la variabilité spectrale et temporelle

Etudes multi-longueurs d'onde

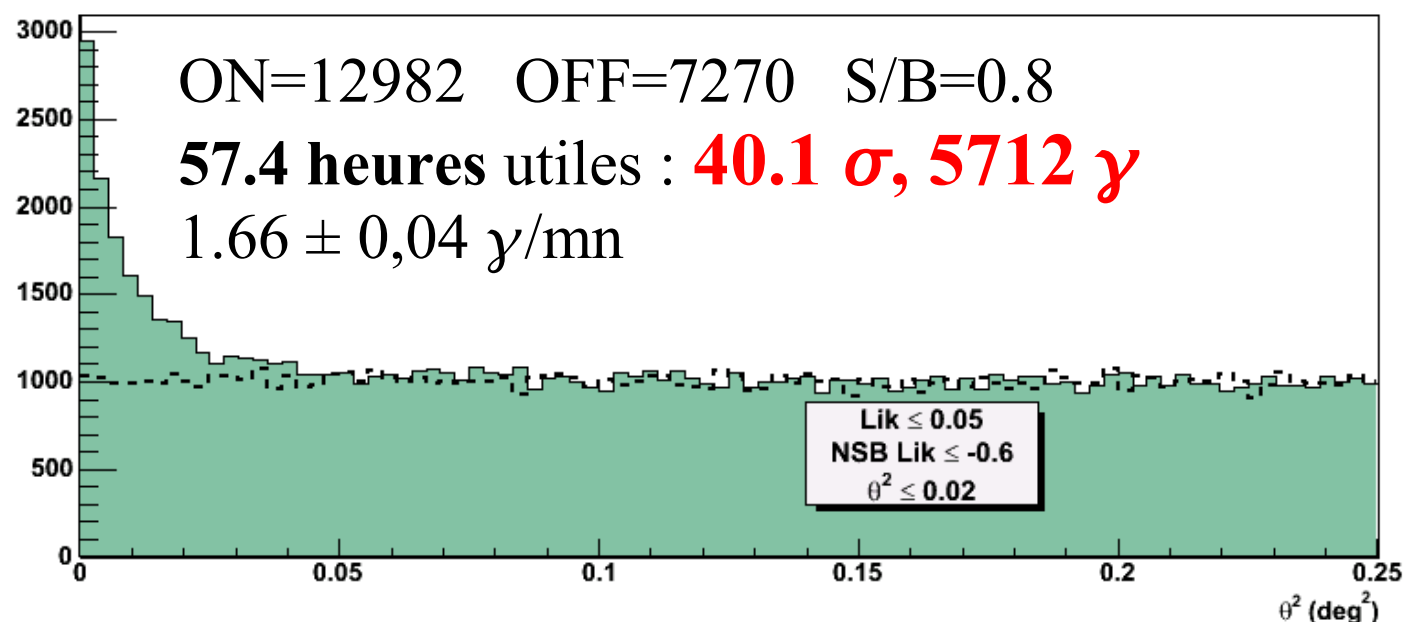
LE PREMIER AGN DE HESS : PKS2155

MONO-TELESCOPE (2002)

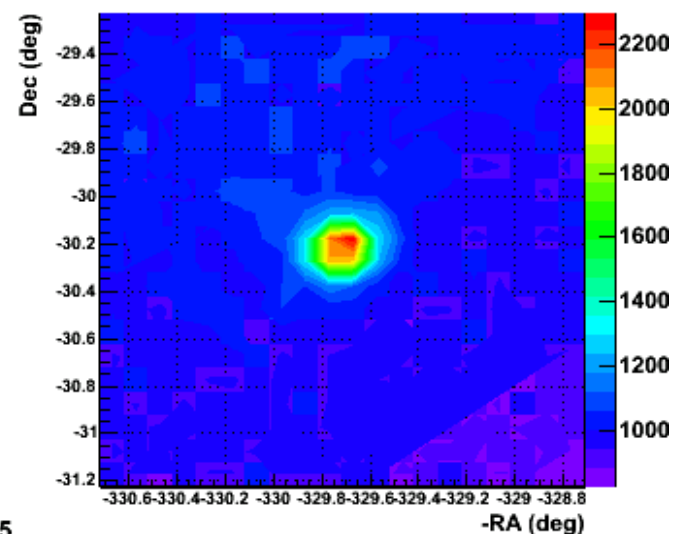


STEREOSCOPIE (2003)

θ^2 models

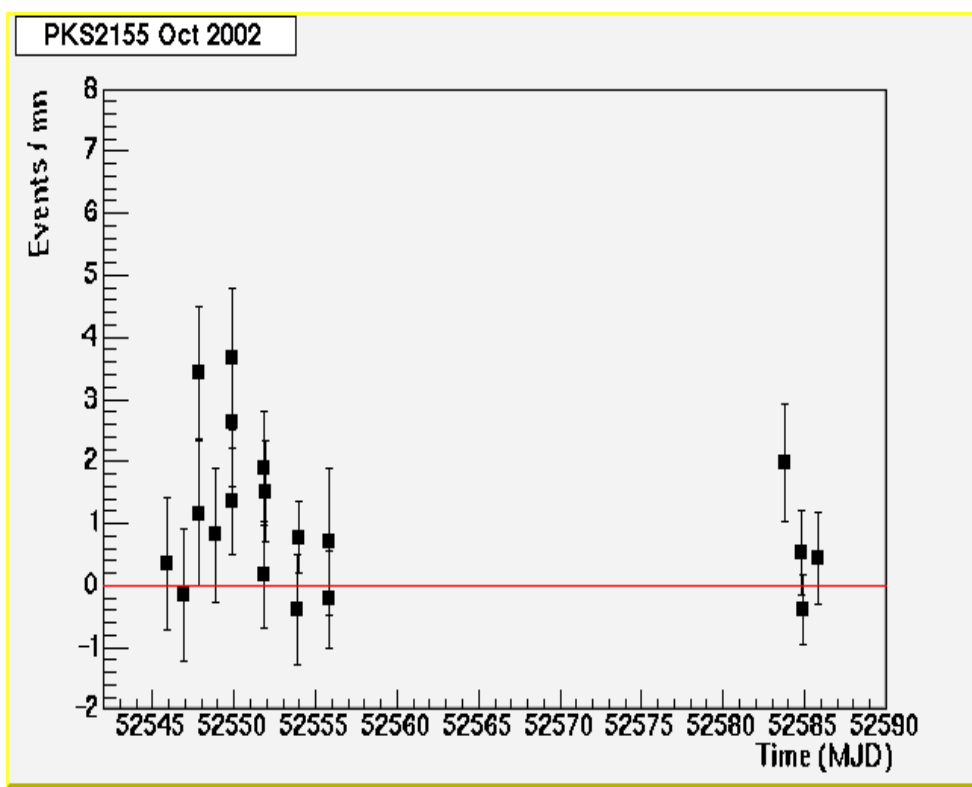
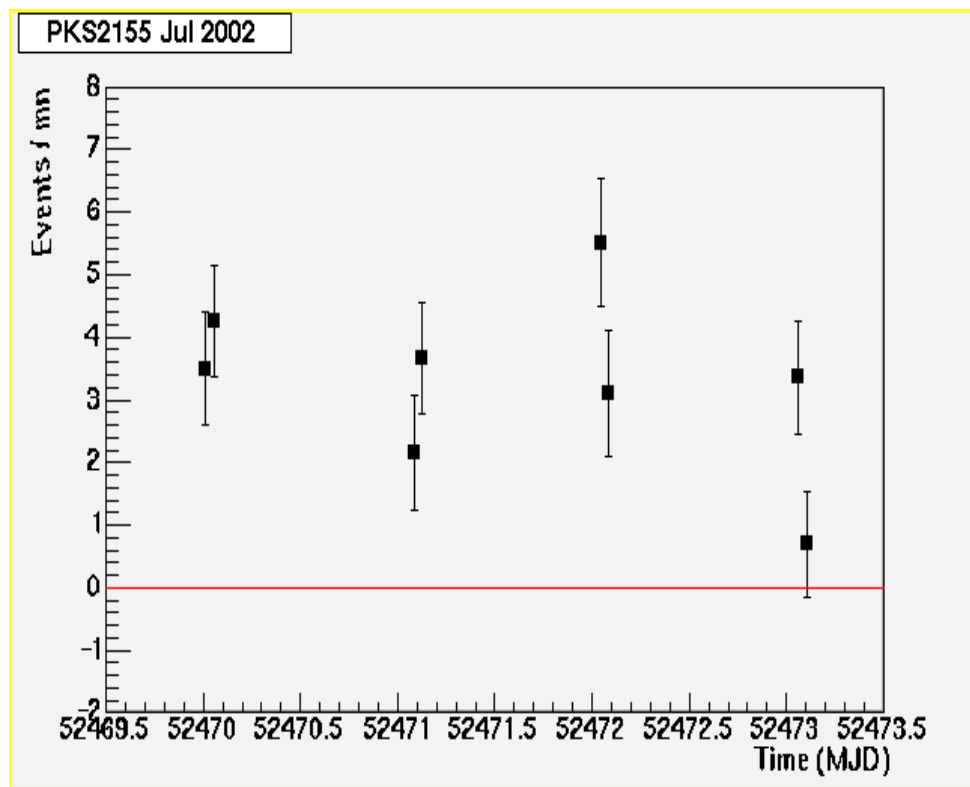


PKS2155_2003-stereo



LE PREMIER AGN DE HESS : PKS2155

COURBES DE LUMIERE 2002



LE CENTRE GALACTIQUE

Beaucoup de candidats potentiels :

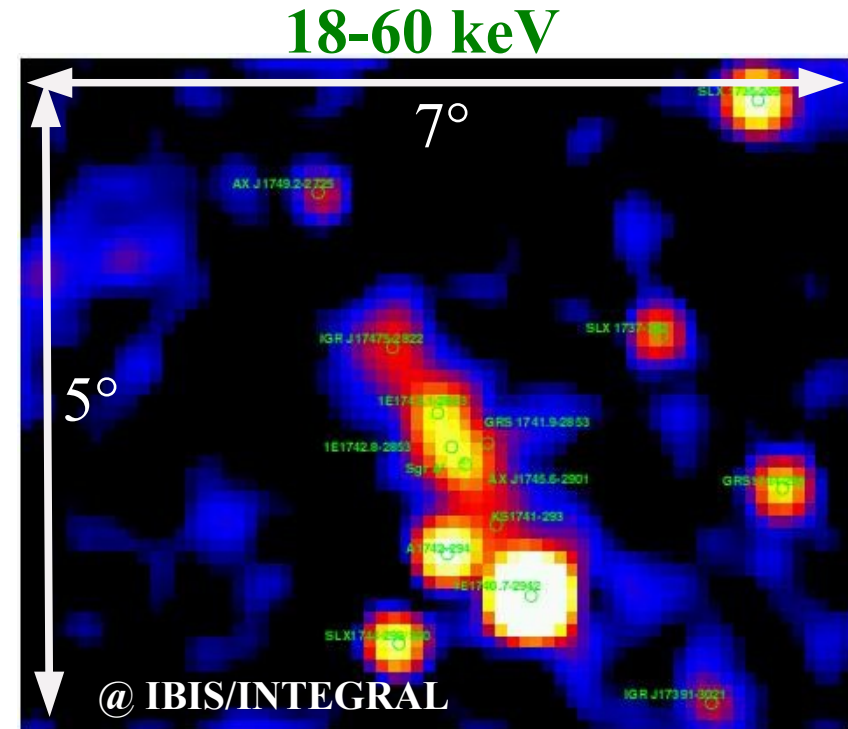
- ♦ SNRs
- ♦ Jets émis par le trou noir central
- ♦ Matière noire
- ♦ Autres ?

Données 2003 (stéréoscopie)

Centre galactique (16.6 h utiles)

ON=1222 OFF=844 378 γ

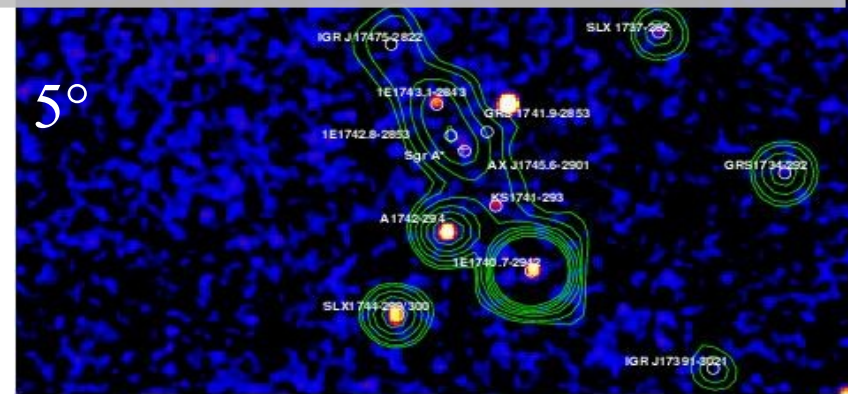
$\sigma = 8.3$, S/B = 0.4

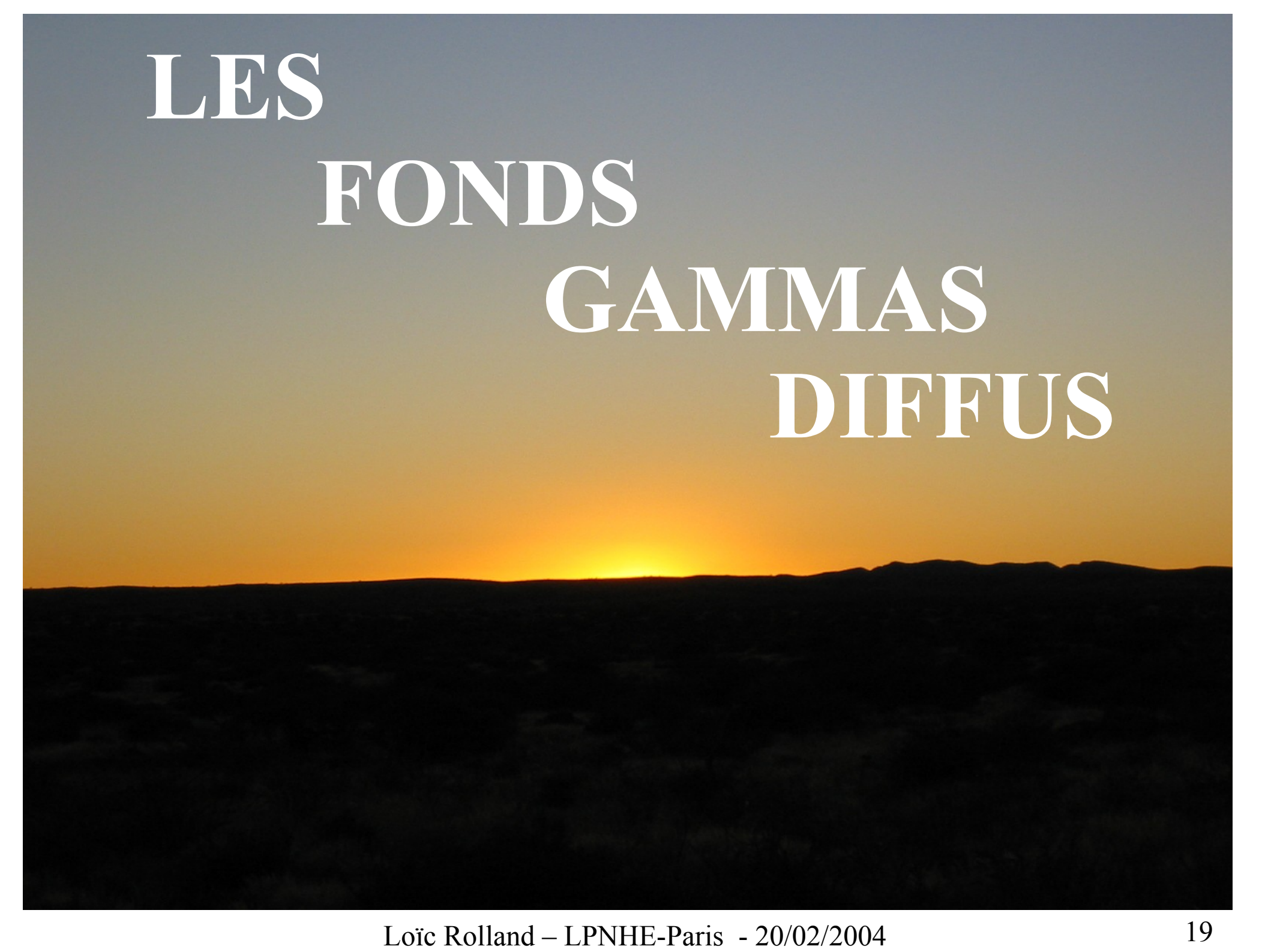


PRELIMINAIRE !

Analyses à faire :

- ♦ Analyse de source étendue
- ♦ Etude de variabilité
- ♦ Spectre





LES FONDS GAMMAS DIFFUS

LE FOND DIFFUS GALACTIQUE

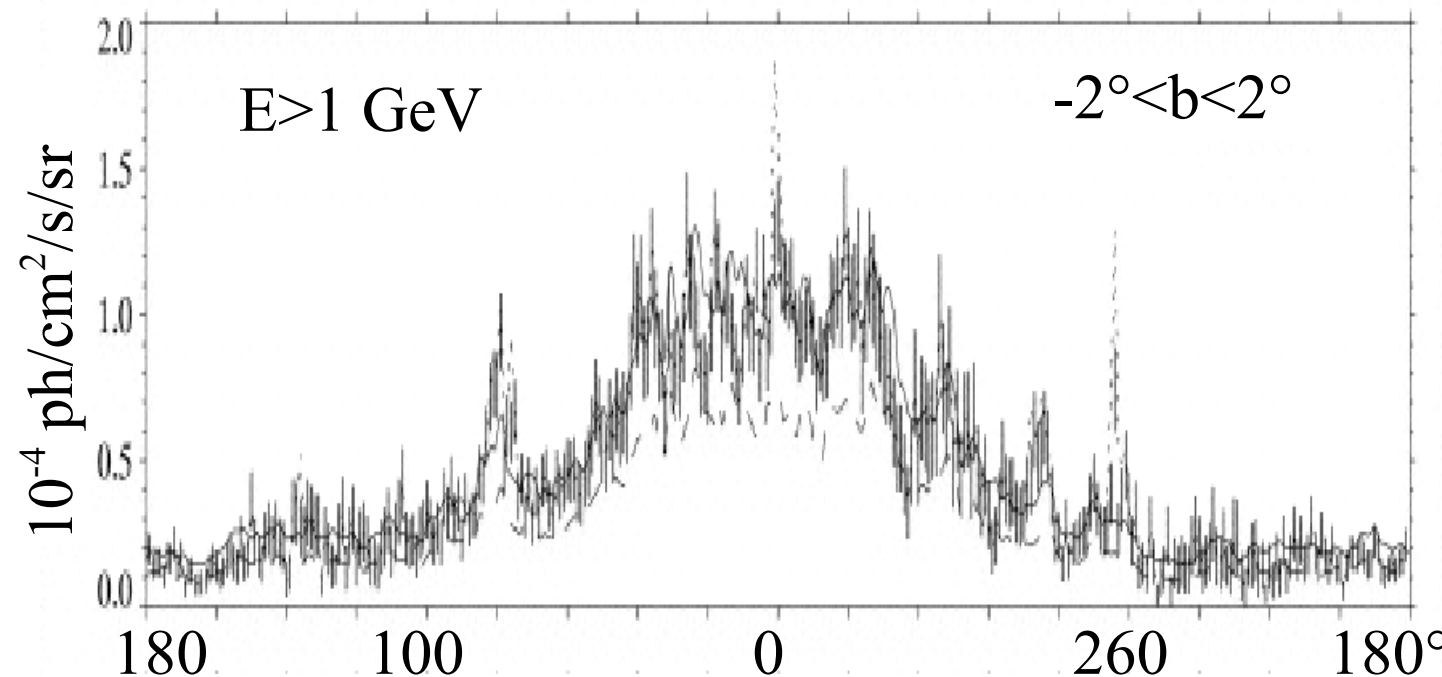
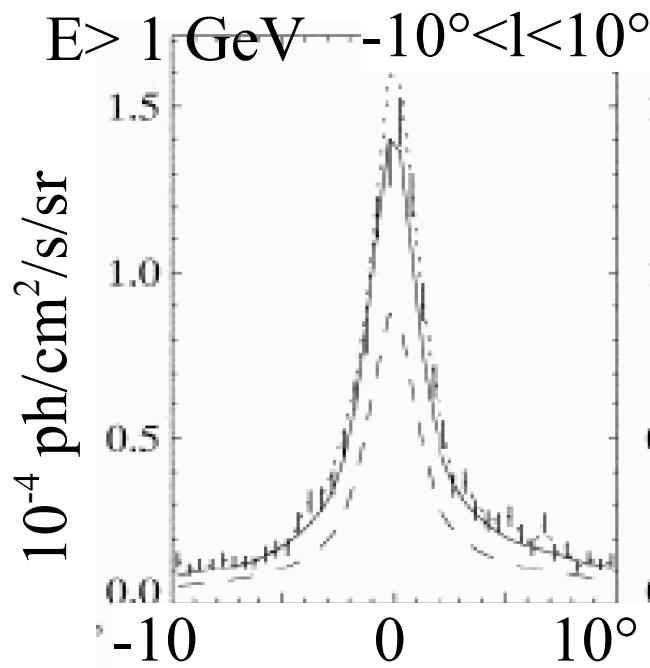
- **SONDE LE SPECTRE DES RAYONS COSMIQUES DANS LA GALAXIE**
- **SONDE LA DISTRIBUTION DU GAZ INTERSTELLAIRE**

PROCESSUS

- Interactions RC-milieu interstellaire ($\pi^0 \rightarrow \gamma$)
- Inverse Compton (e^- sur CMB et IR)
- Bremsstrahlung
- Annihilation de WIMPs ??

LES DONNEES D'EGRET (1997)

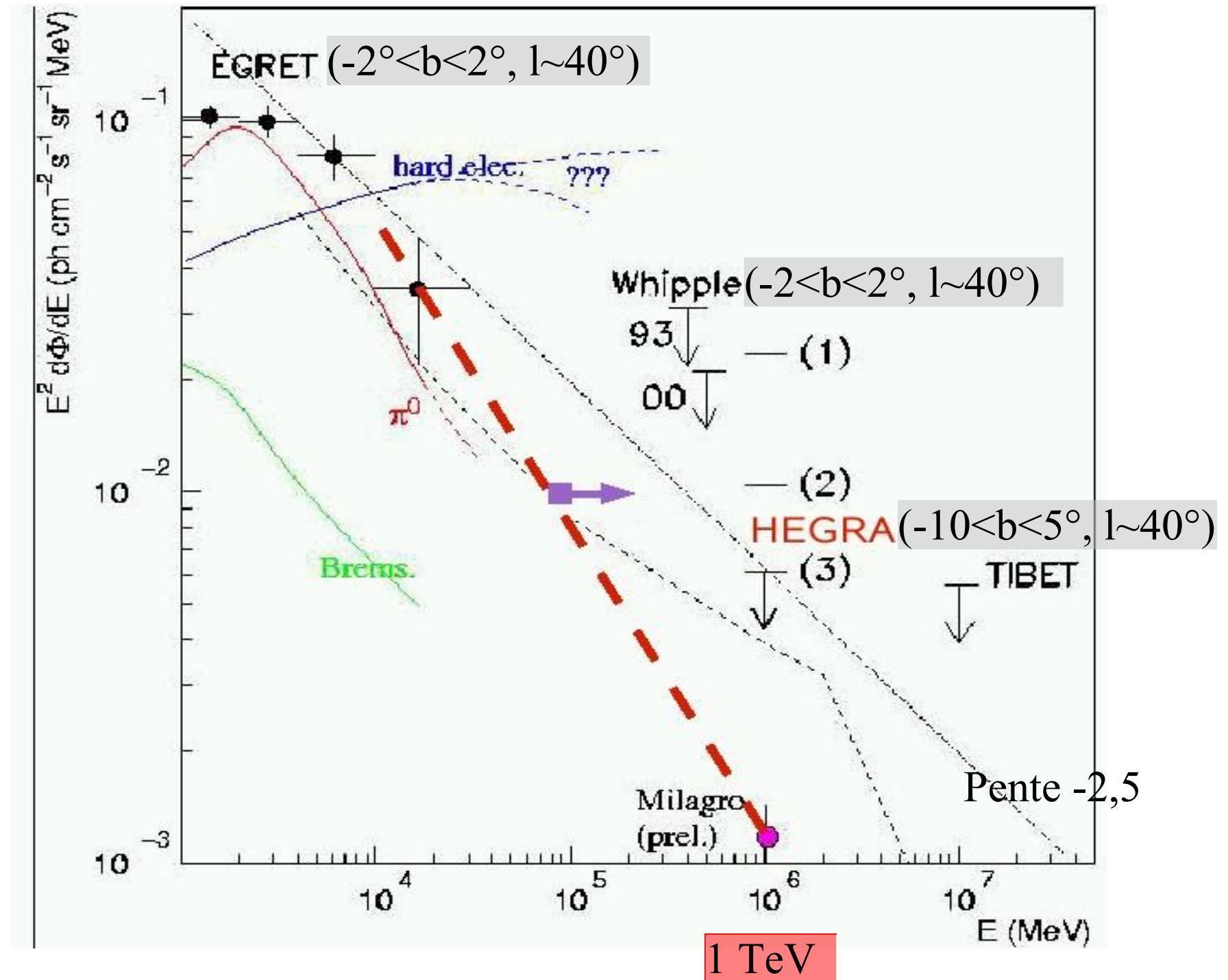
- ◆ Distributions spatiales en longitude et latitude
- ◆ Spectres



- ◆ Accord modèle-données à $E < 1 \text{ GeV}$
- ◆ Excès dans les données à $E > 1 \text{ GeV}$

→ Spectre local des électrons
non représentatif du spectre dans toute la galaxie

LES DONNEES SPECTRALES ACTUELLES



CARTOGRAPHIE GALACTIQUE DE HESS EN 2004

Printemps 2004

150 heures pour un scan en longitude ($-50 < l < 30^\circ$, $|b| < 2,5^\circ$)

20 heures pour un scan en latitude ($l \sim 330^\circ$, $|b| < 10^\circ$)

Objectifs

Recherche de nouvelles sources (~ 0.1 Crab)

Etude des systématiques pour l'étude du fond diffus

FOND DIFFUS EXTRAGALACTIQUE

CANDIDATS

AGNS
NON RESOLUS

ANNIHILATION
DE WIMPS

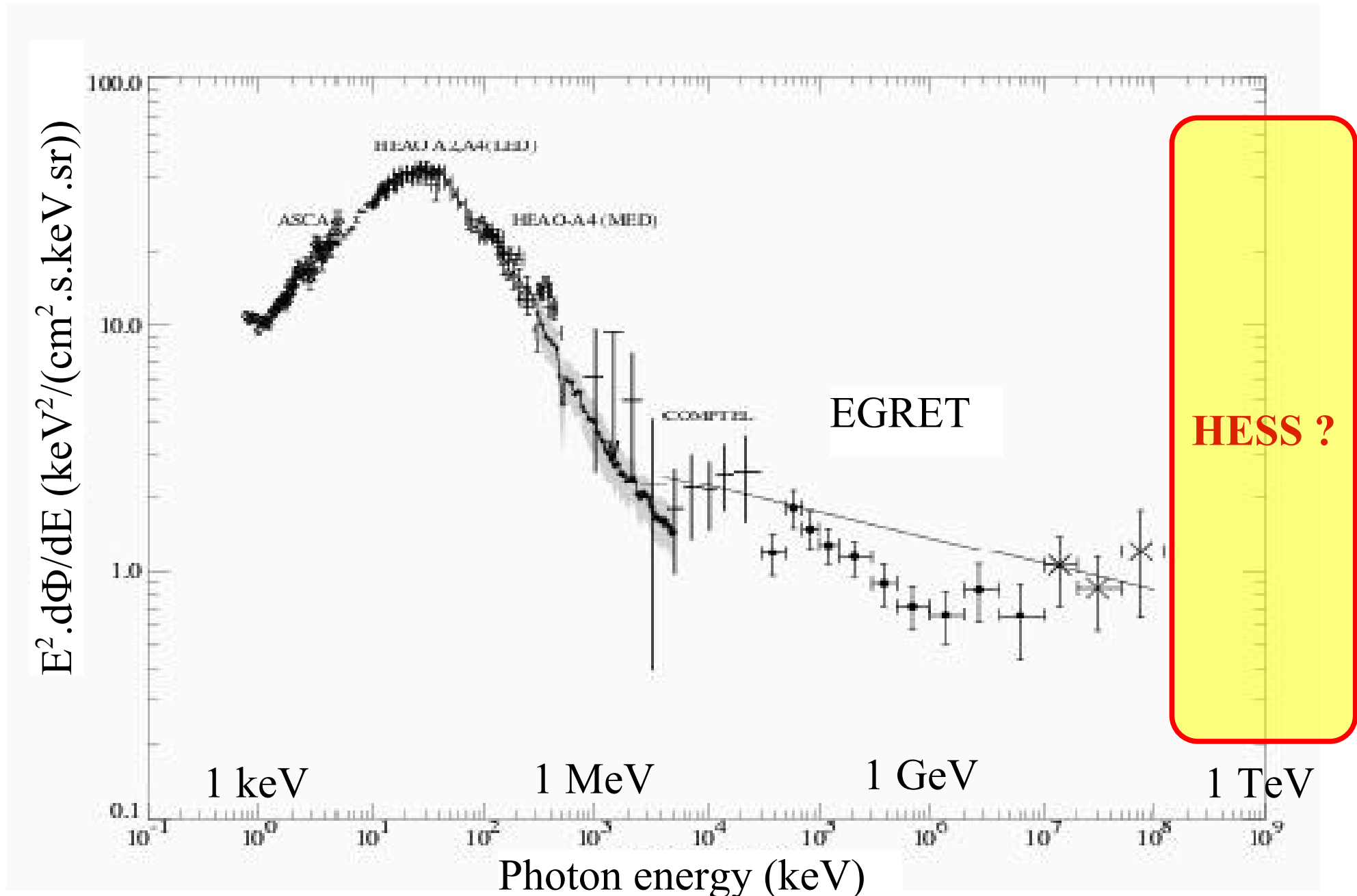
MODELES

- ✓ Formation des grandes structures (simulations N-corps)
- ✓ Modèles de halos (Navarro-Frenk-White, Moore,...)
- ✓ Modèles pour les sous-structures
- ✓ Modèles de fond IR

CARACTERISTIQUES SPECTRALES

- ✓ Continuum
- ✓ Raie gamma due à l'annihilation : $\chi\chi \rightarrow \gamma\gamma$ décalée vers le rouge

FOND DIFFUS EXTRAGALACTIQUE : EGRET (2003)



STEREOSCOPIE BAS SEUIL (~ 100 GeV) GRAND CHAMP DE VUE (5°)

- ✓ COMPREHENSION ET CALIBRAGE DU DETECTEUR
- ✓ PREMIERES ANALYSES PROMETTEUSES

COMPREHENSION DES PHENOMENES ASTROPHYSIQUES :

- ✓ Restes de supernovae, origine des rayons cosmiques
- ✓ Noyaux actifs de galaxie, mécanismes d'accélération
 - ✓ Fond diffus galactique
 - ✓ Fond diffus extragalactique ?

ANALYSE

- ✓ Analyse par **modèles** en amélioration
- ✓ Bientôt : les premiers **papiers** et les premiers **spectres** !

A BIENTOT



LES PLERIONS

Onde de choc stationnaire entretenue par un pulsar émettant un vent d' e^- relativistes

MODELES :

- e^- accélérés jusqu'à 100 PeV par le pulsar du Crabe
- Emission synchrotron à basse énergie
- Inverse Compton au TeV (sur CMB, IR)
 - → Flux prédits au TeV très faible en général

CONTRAINTES :

Contraintes sur la morphologie et l'intensité du champ magnétique du pulsar

Coupure spectrale à haute énergie (Klein-Nishina) ?