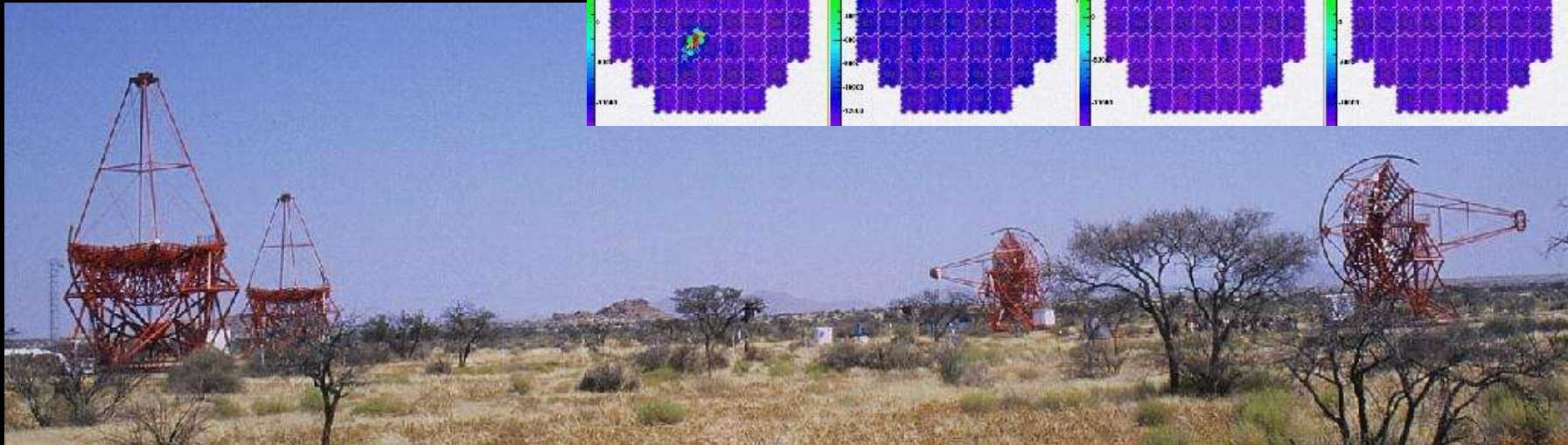
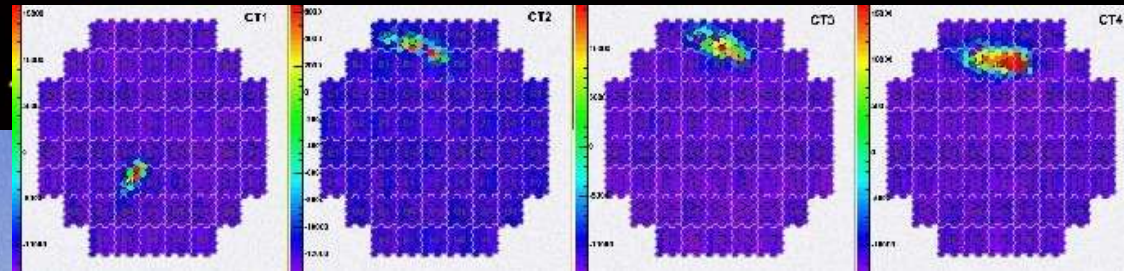
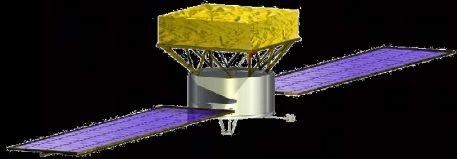


# L'astronomie Gamma à l'APC



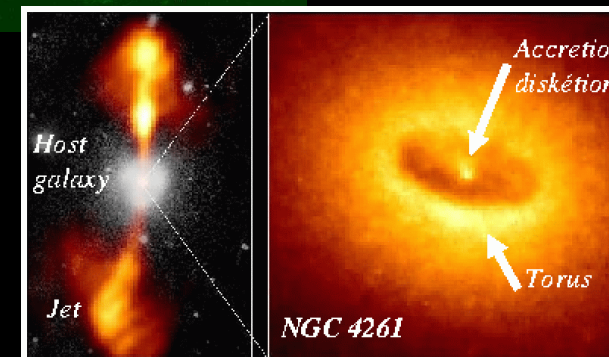
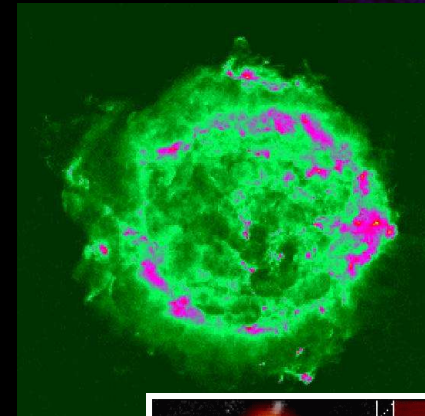
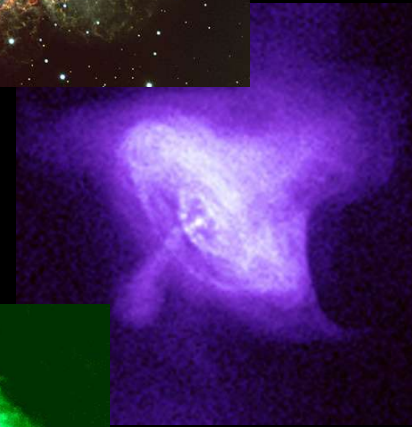
# Objectifs de l'Astronomie Gamma

## Objectifs physiques

- Origine et propagation des RC:  
Emission interstellaire
- Mécanismes d'accélération:  
Restes de supernovae, pulsars  
Noyaux actifs de Galaxies,  $\mu$ quasars
- Accrétion & éjection:  
Binaires, NAG,  $\mu$ quasars
- Physique des objets compacts:  
trous noirs, étoiles à neutrons, binaires
- Nucléosynthèse:  
raies à 511 keV,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{44}\text{Ti}$ ...
- Cosmologie:  
matière noire, fond infrarouge...

## Instruments

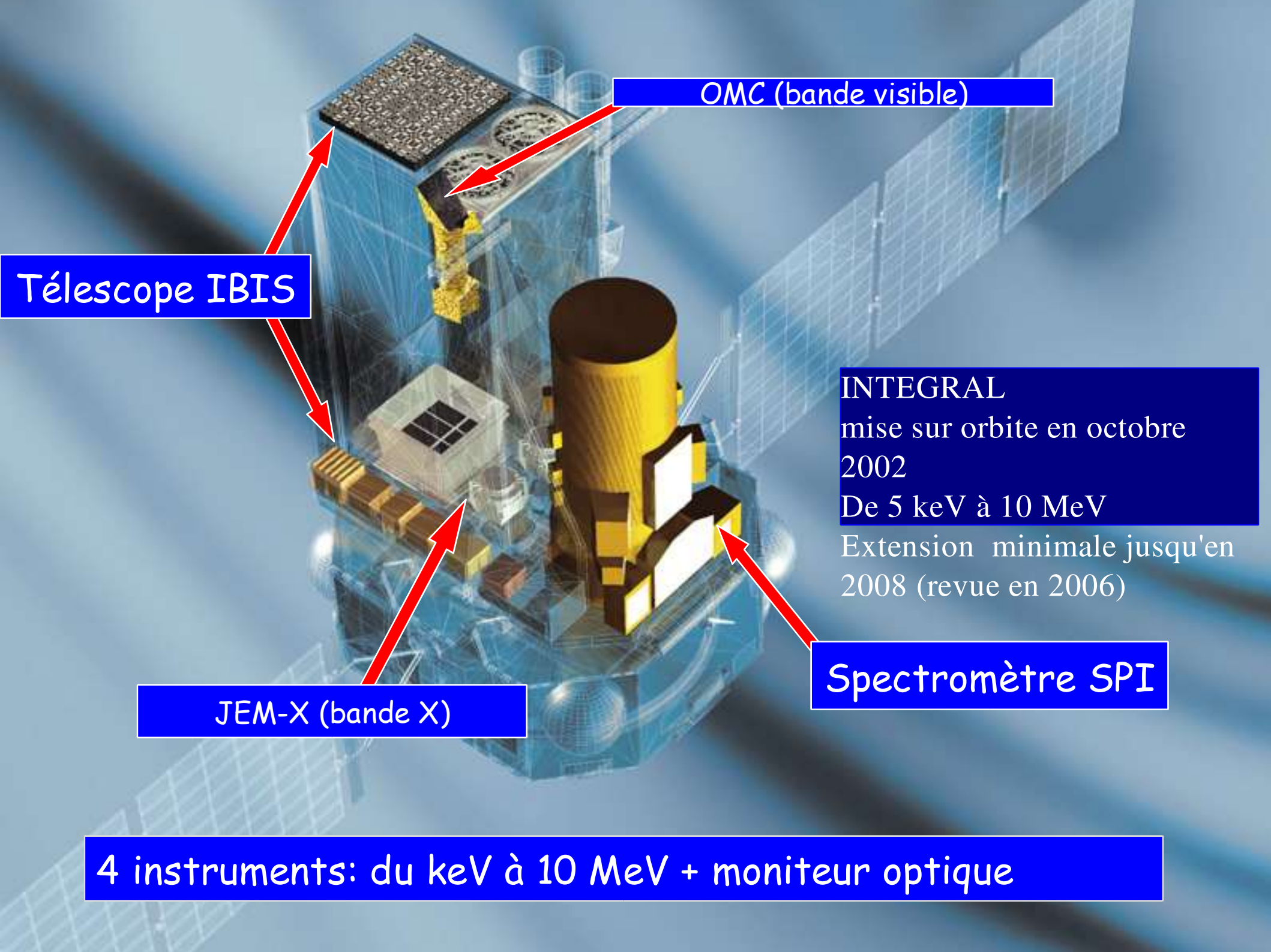
- Cherenkov Atmosphérique au sol: HESS, HESS2
- Par les détecteurs embarqués en satellite  
INTEGRAL, GLAST



# Chercheurs

	HESS	INTEGRAL		HESS	INTEGRAL
<i>Permanents</i>			<i>Thésards</i>		
P.Espigat	■		A. Lemière	■	
A. Djannati-Ataï	■		M. Renaud		■
S. Pita	■		G. Bélanger		■
M. Punch	■		M. Cadolle		■
R. Terrier	■	■			
F. Lebrun		■			
A. Goldwurm		■			
P. Goldoni		■			
P. Laurent		■			
P. Ferrando		■			
J. Paul		■			
<i>PostDocs</i>					
C. Théoret	■				
P. Philliatre		■			





OMC (bande visible)

Télescope IBIS

**INTEGRAL**  
mise sur orbite en octobre  
2002  
De 5 keV à 10 MeV

Extension minimale jusqu'en  
2008 (revue en 2006)

Spectromètre SPI

JEM-X (bande X)

4 instruments: du keV à 10 MeV + moniteur optique

Régions centrales  $-45 < l < 45^\circ$   
 $20 < E < 60$  keV

>100 sources dans les données 'core program'  
~30% n'étaient pas connues comme émetteurs  $\gamma$

# Emission du centre Galactique $> 15\text{keV}$

Emission coïncidente avec CG  
variable  
détecté jusqu'à  $80\text{ keV}$

Possible identification avec Sag A\*

Programme d'observations 2004:

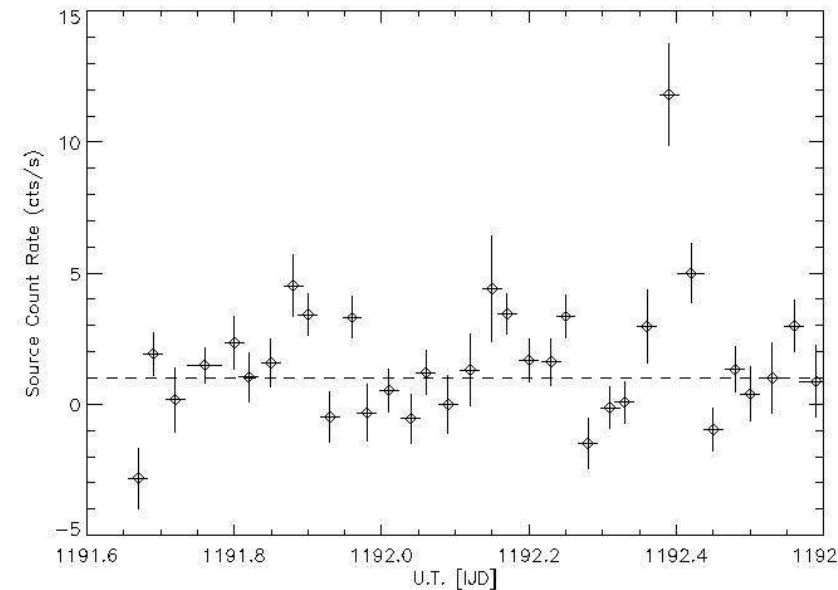
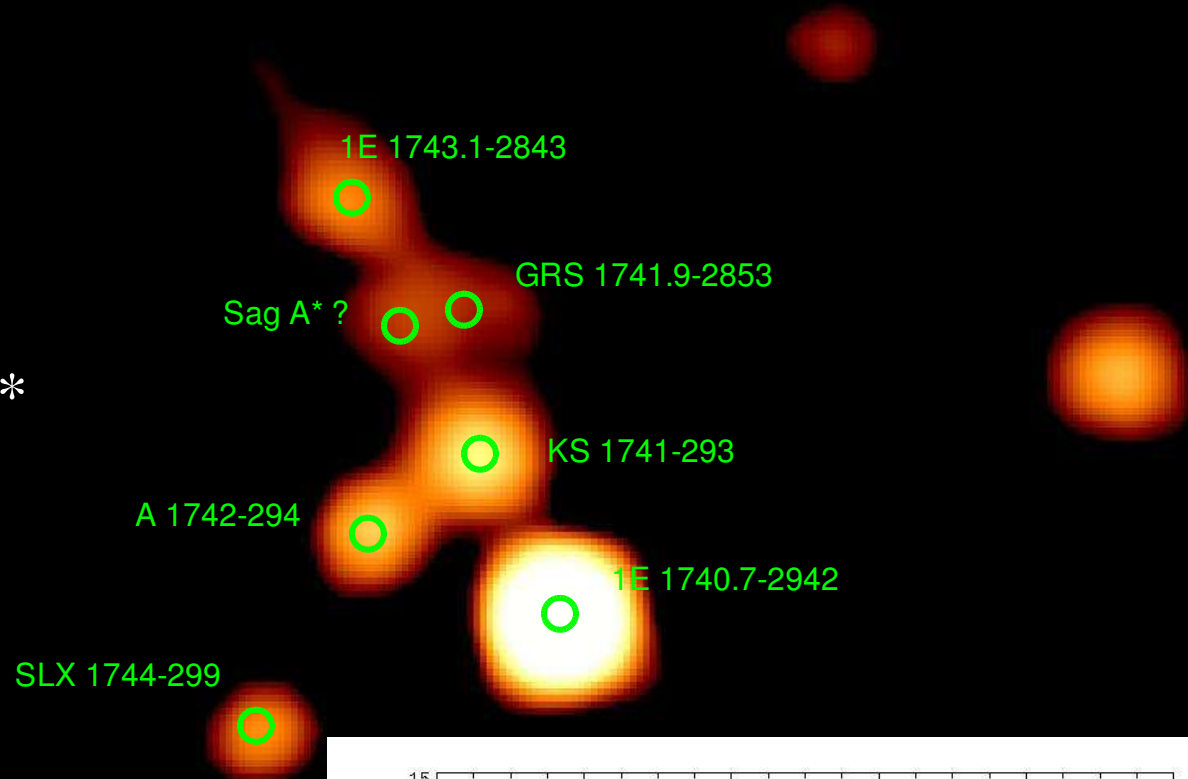
INTEGRAL

XMM

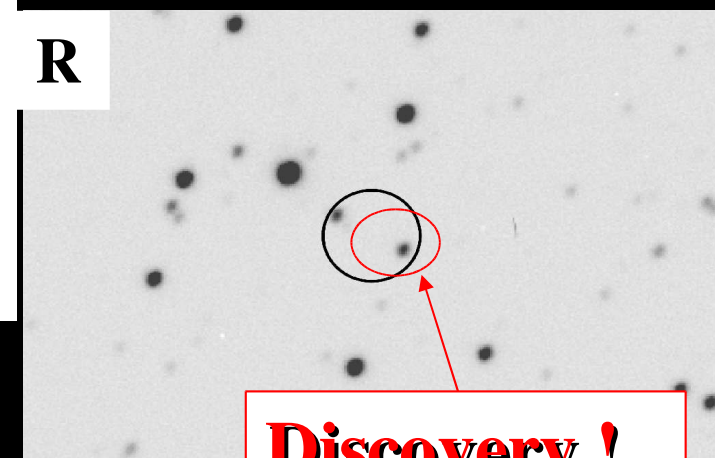
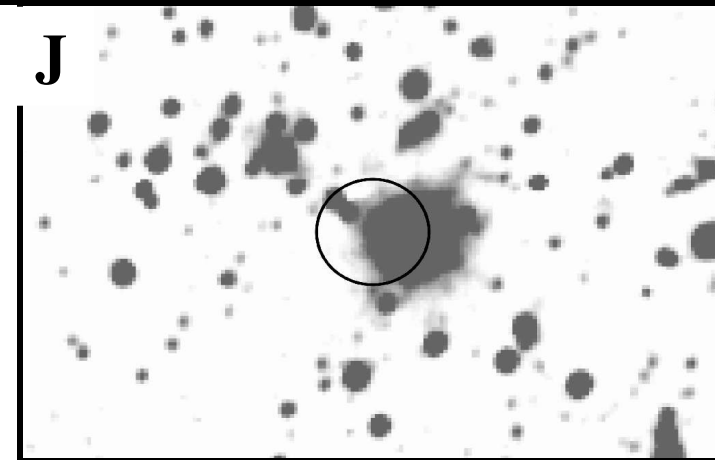
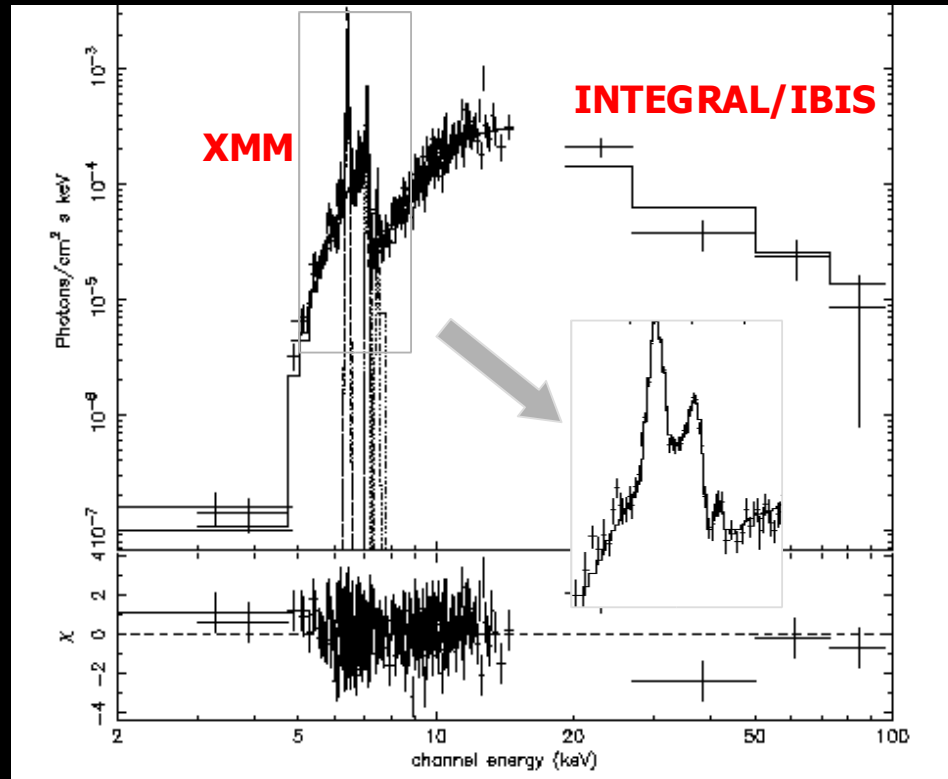
VLT

HESS

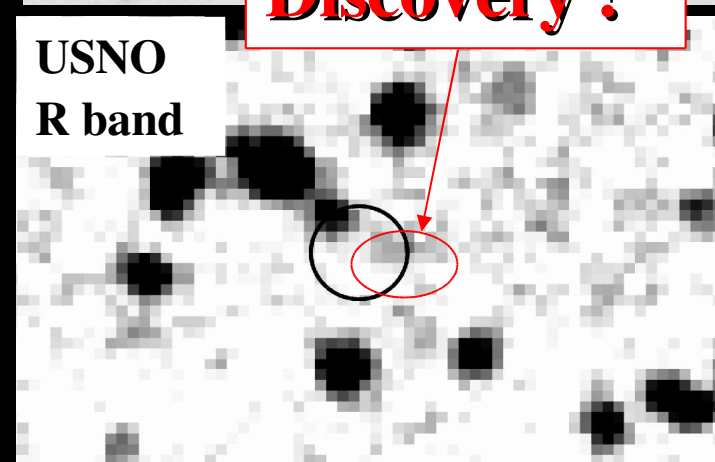
*Bélangier, G., Goldwurm, A., et al.*



# Sources INTEGRAL absorbées: un nouveau type de binaires?



**Discovery !**



Source fortement absorbée en X  
Binaire dans un milieu dense  
Observations optique et IR:  
découverte d'une étoile sgB[e]  
Un nouveau type de HMXB?  
Population du bras de Norma?

*P. Filliatre & S. Chaty*

# Sélection de publications

Bélanger, G., Goldwurm, A., et al. *Detection of hard X-ray emission from the Galactic nuclear region with INTEGRAL*, ApJL, Fev 2004

Lebrun, F., Terrier, R., et al. *The soft  $\gamma$  ray interstellar emission resolved in compact sources*, Nature, in press

P. Filliatre, S. Chaty, *The optical/NIR counterpart of the INTEGRAL obscured source IGR J16318-4848: an sgB[e] in a HMXB?*, ApJ, submitted

Goldoni, P., Bonnet-Bidaud, J.-M., et al. *First results of IBIS/ISGRI Cygnus X-3 monitoring during INTEGRAL PV phase*, A&AL, Nov 2003

Walter, R., Rodriguez, J., et al, *INTEGRAL discovery of a bright highly obscured X-ray binary source IGR J16318-4848*, A&AL, Nov 2003

Bazzano, A., Bird, A., et al., *IBIS preliminary results on cygnus-X1 spectral and temporal characteristics*, A&AL, Nov 2003

...

+ ~10 papiers techniques dans le numéro spécial INTEGRAL de A&A.

Participations à des conférences:

4 présentations orales au 5<sup>th</sup> INTEGRAL workshop (Munich, Fev 2004)



# H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System)

- Système de télescopes Cherenkov (stéréoscopie) en Namibie  
4 télescopes espacés de 120m pour la Phase I
- Profiter des acquis des expériences actuelles :
  - CAT (caméra haute résolution, électronique rapide)
  - HEGRA (observations stéréoscopiques)
  - Whipple (grand miroir)

## Les télescopes:

### Miroir

- 108 m<sup>2</sup> surface, 12 m diamètre, 15 m de focale

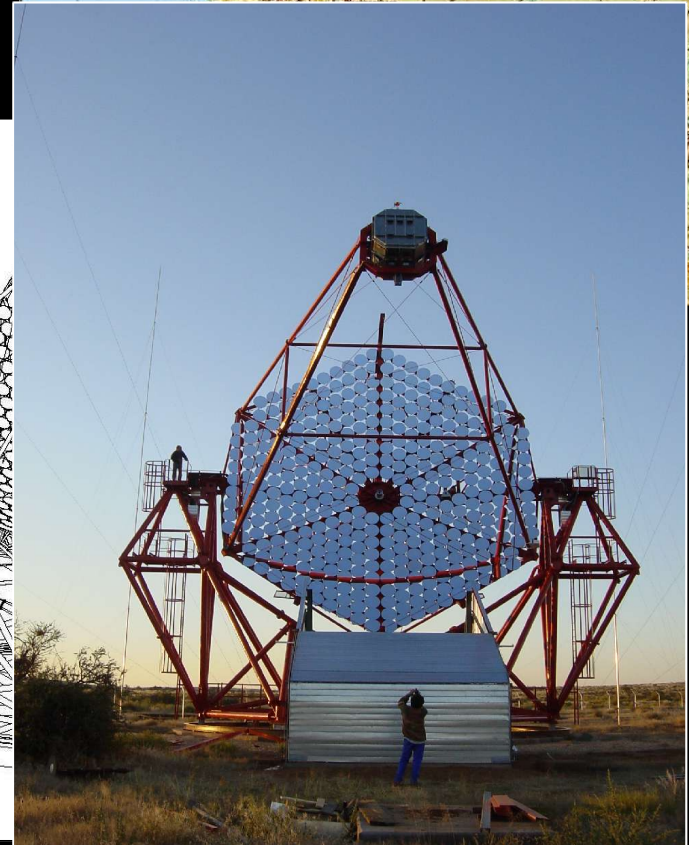
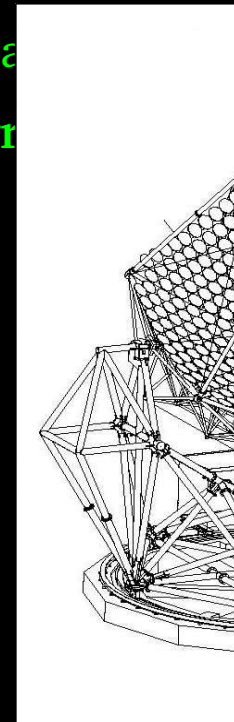
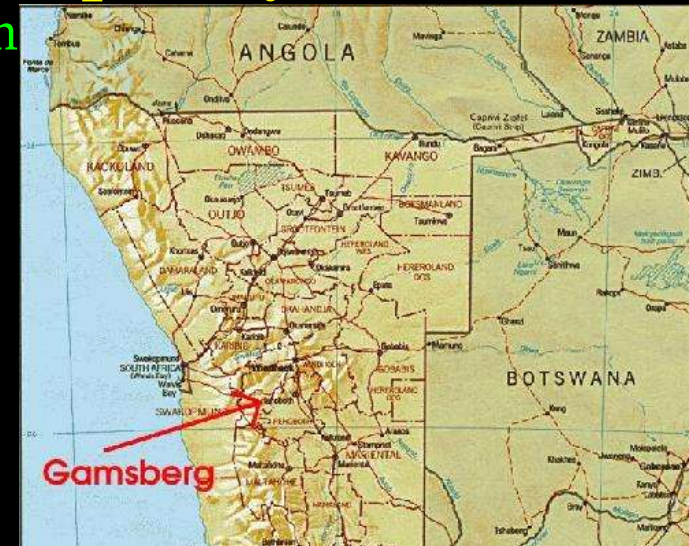
### Caméra haute résolution avec électronique intégrée

- ~960 PM, Gain  $2 \times 10^5$
- 0.16° / 2.8 mrad pixels
- 5° de champ de vue
- 16 ns fenêtre d'intégration

### Site

- Namibie, 23°S, 15°E, 1800 m altitude

### Seuil ~100 GeV



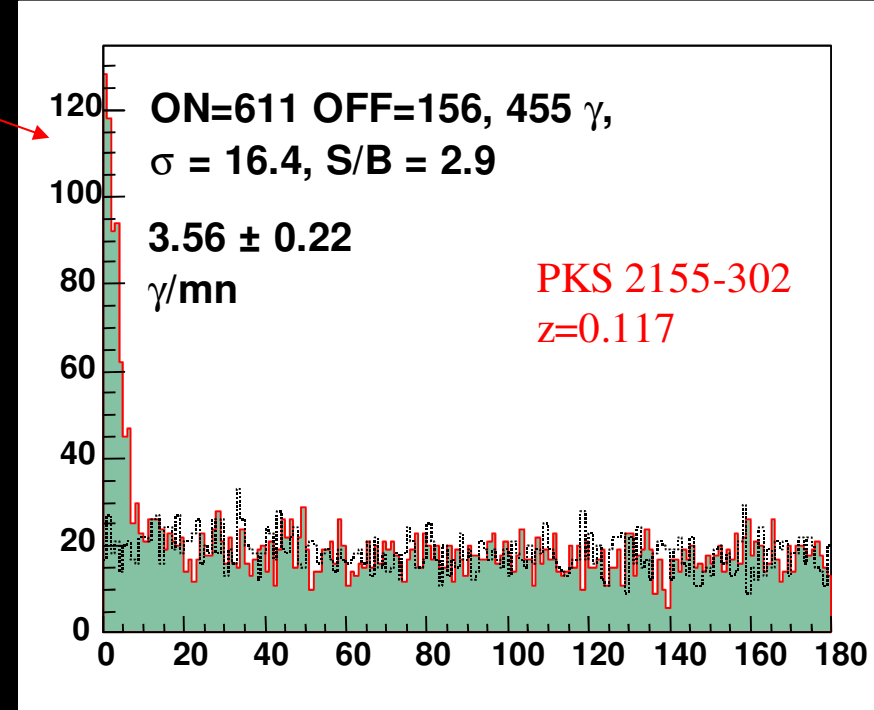
# Premières observations & résultats

- Observations en mono télescope de Juillet 2002- Janvier 2003

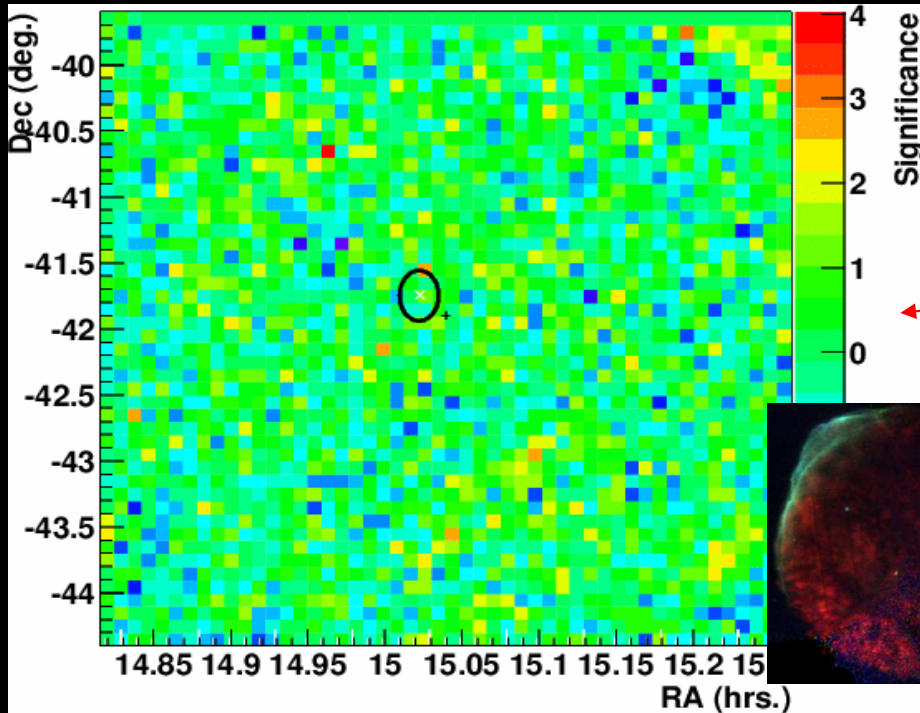
Détection de l'AGN PKS 2155-302

et du Crabe à  $>10 \sigma$

Centre Galactique : excès significatif  
spectre? étendue angulaire?



*Djannati-Ataï et al.*



SN 1006 : pas de détection

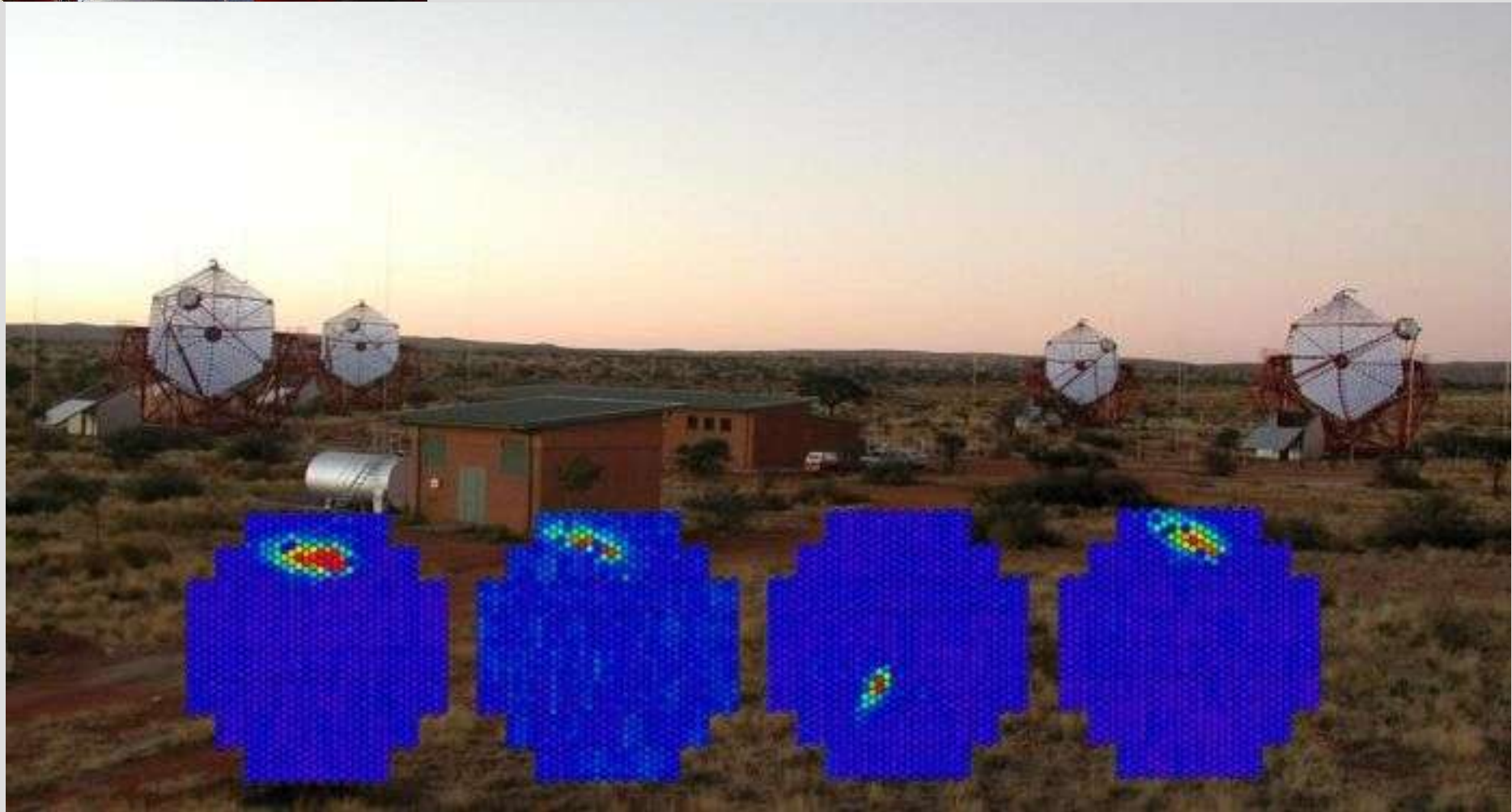
incompatible avec flux CANGAROO

*Masterson et al.*



# H.E.S.S. : Premiers Événements avec Quatre Télescopes

- 10 Decembre 2003, Namibie



# Observations stéréo

Observations & analyse :

Sources extragalactiques

AGN: programme multi-longueur d'onde (surveillance & ToO)

Galaxies: M87, Cen A, NGC 253 (starburst)...

Sources galactiques: Sondage du plan galactique

Restes de supernovae: G347.3-0.5 (RX J1713), Vela Jr, SN 1006...

Plérions: Vela, MSH 15-52...

Centre Galactique,  $\mu$ quasars (multi- $\lambda$ ), recherche de sources

Emissions étendues: émission interstellaire, cosmiques

Matière noire

# Communications HESS

e.g. ICRC 2003, Japon

13 contributions (6 orales)  
dont 4 orateurs français

Status of the H.E.S.S. project

W. Hofmann, for the H.E.S.S. collaboration

Performance of the H.E.S.S. cameras

P. Vincent et al., for the H.E.S.S. collaboration

Observation of galactic TeV gamma ray sources with H.E.S.S.

C. Masterson, for the H.E.S.S. collaboration

First results from southern hemisphere AGN observations obtained with the

A. Djannati-Atai, for the H.E.S.S. collaboration

Application of an analysis method based on a semianalytical shower model to

M. de Naurois et al., for the H.E.S.S. collaboration

Calibration results for the first two H.E.S.S. array telescopes

N. Leroy et al., for the H.E.S.S. collaboration

## Papiers techniques:

The optical system of the H.E.S.S. imaging atmospheric Cherenkov telescopes, Part I: layout and components of the system K. Bernlöhr et al.

## Articles en préparation:

Centre Galactique, PKS 2155-302,  
Crabe, SN 1006

# HESS2: Plus de Petits Télescopes... ou un Grand ?

## Petits télescopes

Augmentation de surface de collection  
Plus flexible (mode observatoire)



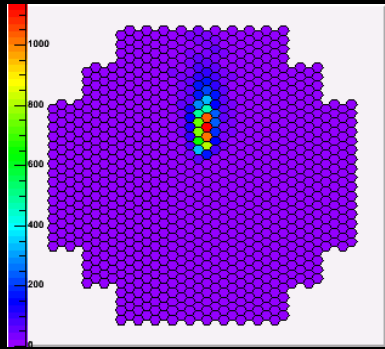
## Grand télescope

Seuil de détection plus bas  
Meilleure définition de  
l'image à haute énergie

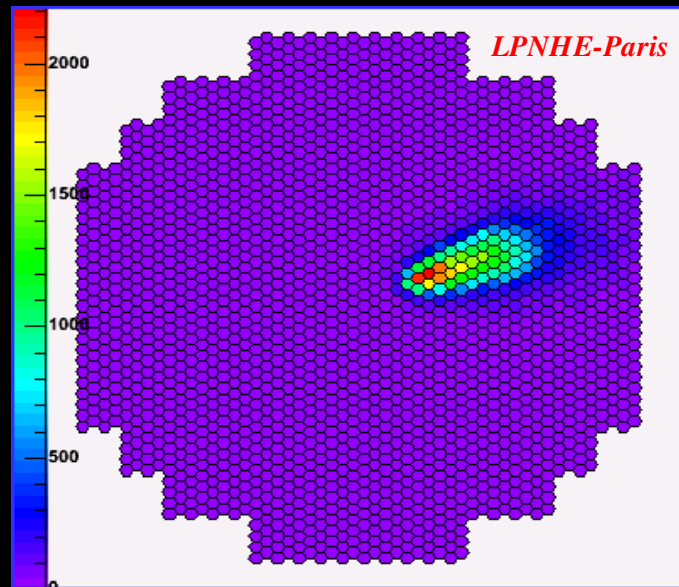
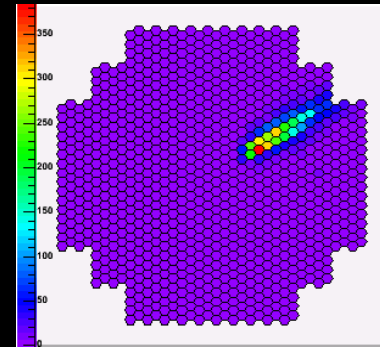
$\Phi \sim 28 \text{ m}$  ( $600 \text{ m}^2$ )  
 $f \sim 35 \text{ m}$



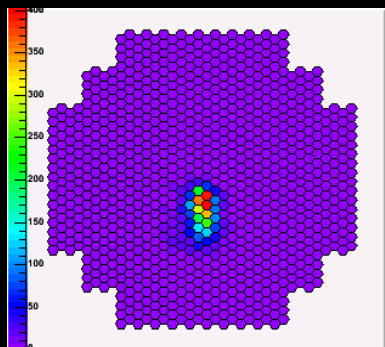
# Un Grand Télescope au Centre



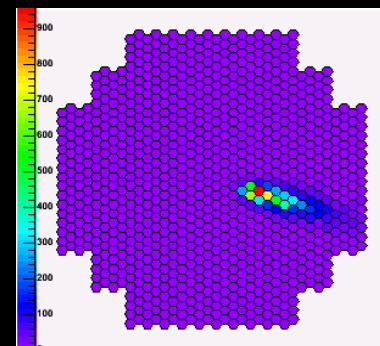
2 048 pixels  
~3.5° de champ de vue  
Taux de comptage **50kHz**



Même technologie que HESS-I  
Même taille physique des PMs  
Taille angulaire de ~0.07°  
Même NSB (bruit du ciel)  
Taux d'événements beaucoup  
plus élevé: 50000 Hz (???)



Cylindre  
 $r=1.9\text{m}$ ,  $L=2.5\text{m}$ ,  
2000 kg



# Performances possibles de HESS-II version Grand Télescope

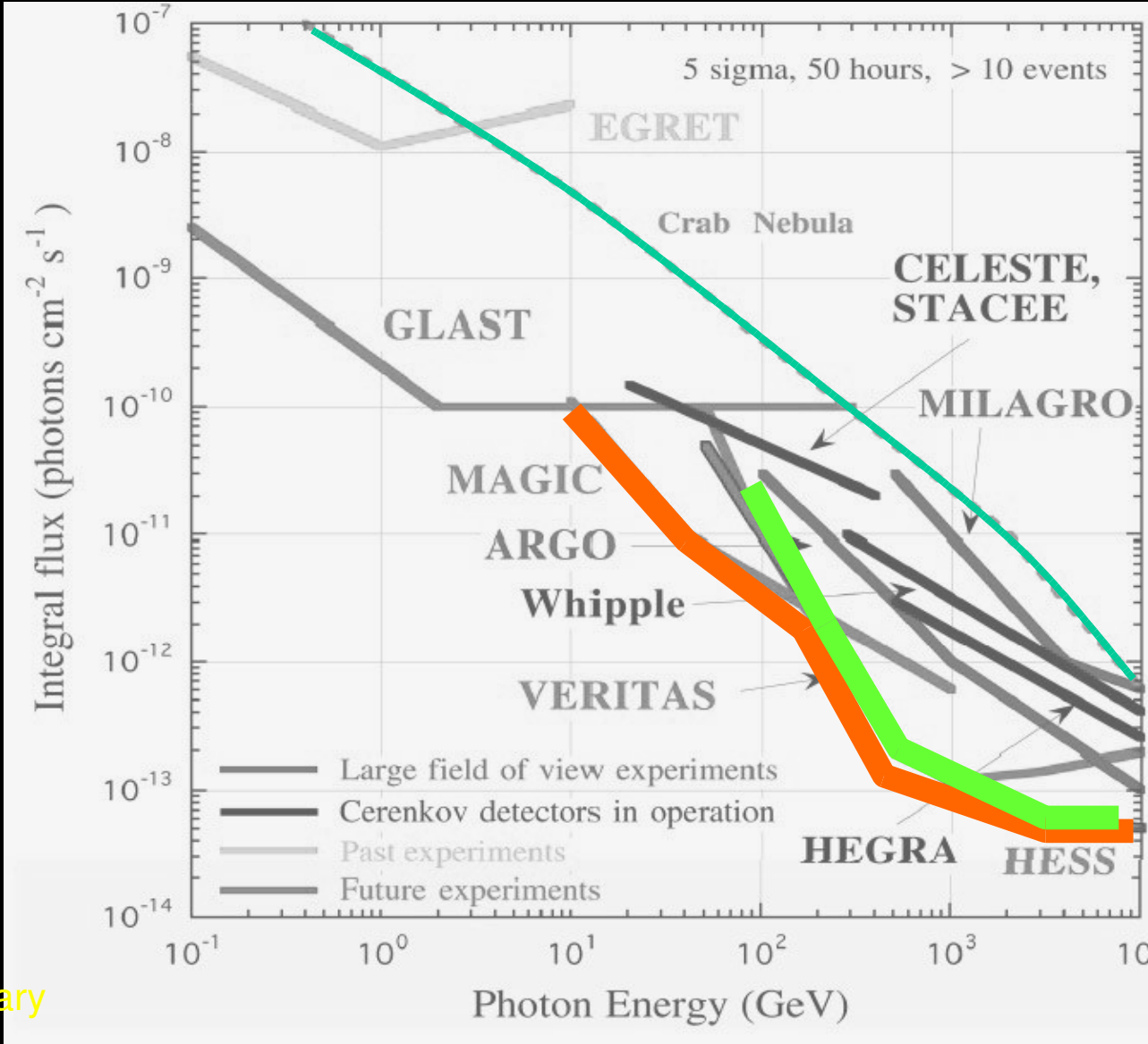
## Estimations par "hand-waving"

Etudes serieuses par simulation nécessaires

- Pour le taux d'évenements de fond (BG)
- Pour la réjection du BG
- Pour la résolution en énergie
- ...

Construction 2005-2007

Démarrage 2007-2008



from GLAST  
science doc.  
preliminary



# La préparation de la phase II

Pendant l'exploitation phase I (quatre télescopes) ... une année de R&D...

- ★ Simulations : des gerbes des gammas, protons (muons), électrons (taux)
- ★ Simulations : des télescopes avec plusieurs configurations
- ★ Simulations : pour évaluer les caractéristiques de ces configurations
- ★ R&D
  - ★ Dans le cadre du pôle R&D “du PM à la digitatisation (?)” regroupant des chercheurs/ingénieurs du LAL, LPNHE, IPN, CEA (Christophe de la Taille, Patrick Nayman, Pascal Vincent, Eric Delagne, Fabrice Voisin...) :  
Définition et étude des ASICs type mémoire analogique à utilisation dans l'astrophysique (HESS, Auger...)
  - ★ Dans le cadre de HESS, étude des ASICs analogiques pour le trigger (rendre plus compacte et performante l'électronique dans le crate)
  - ★ Dans le cadre de HESS, étude d'un trigger niveau 2  
Après numérisation, pour réjection d'une partie des données par un système de microcontrôleur / DSP afin de limiter le flux de données transmis “au sol” (suivi par physicien nécessaire pour évaluer les critères de réjection)

# GLAST

De 30 MeV à 300 GeV

Mise sur orbite début 2007

Mode balayage & grand champ: observe 30% du ciel en permanence

Moniteur de l'activité des sources au GeV: alertes pour HESS



Bon recouvrement spectral avec HESS-2:

*Première intercalibration sol-espace*

*Complémentarité grand champ – haute sensibilité*

Couverture de 30 MeV à 100 TeV

*Plus de 6 ordres de grandeur!*

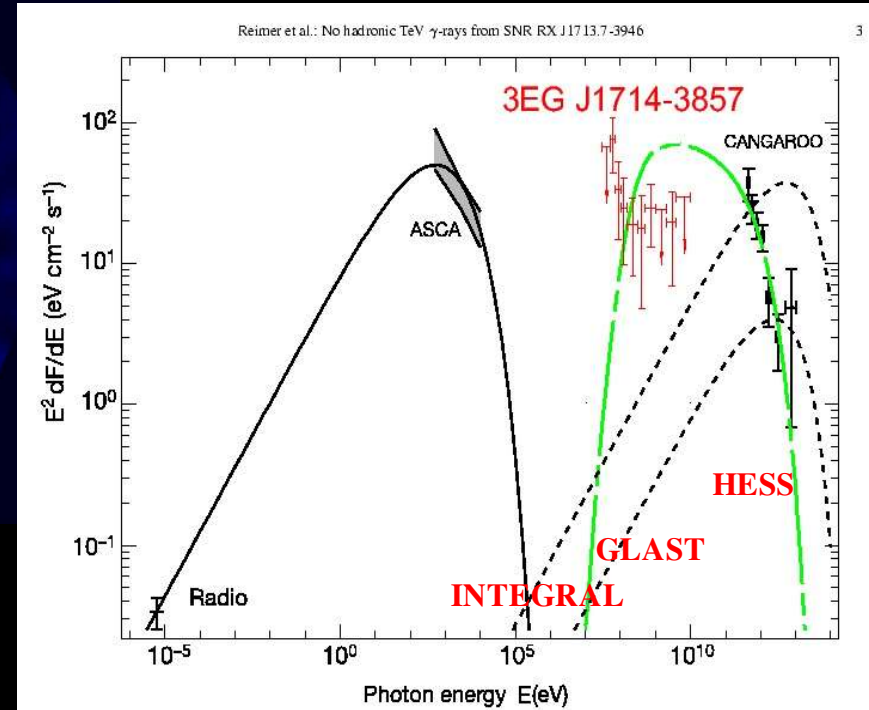
# Vers une couverture complète en $\gamma$

SNRs à l'origine des RC?

G347.3-0.5  
XMM

Excès CANGAROO

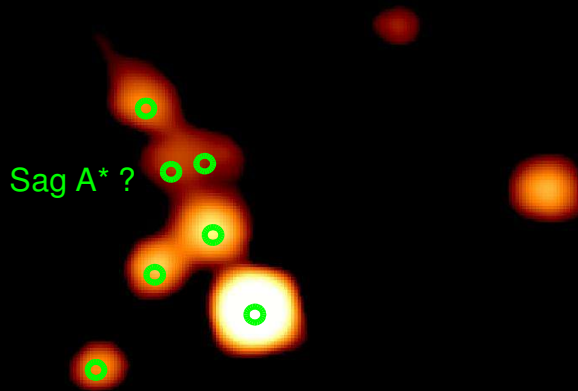
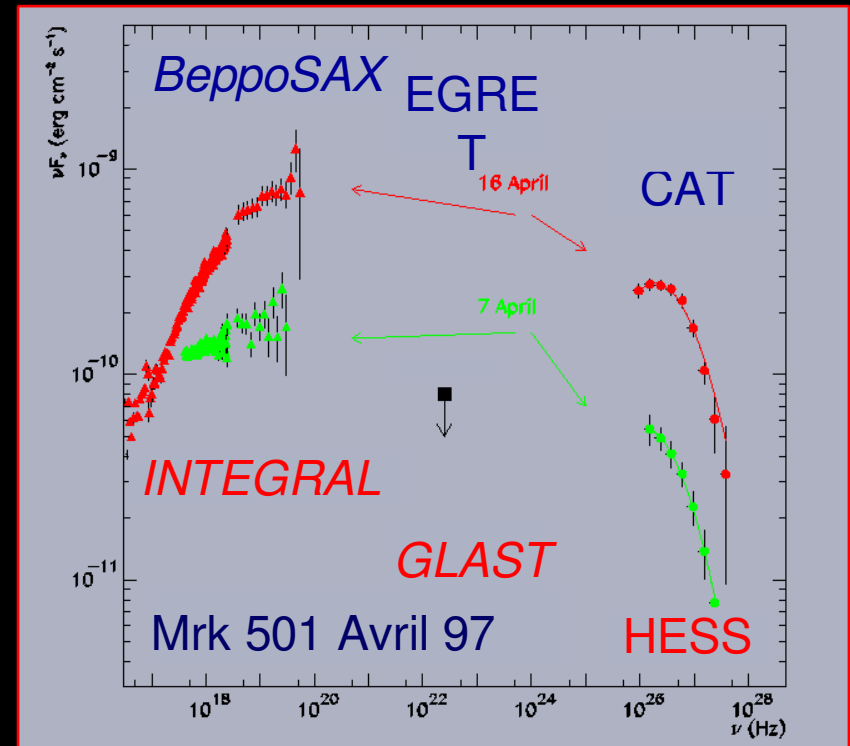
Excès INTEGRAL



# Vers une couverture complète en $\gamma$

## Accélération & émission haute énergie dans les blazars

INTEGRAL, HESS & GLAST offrent une bonne couverture des bosses synchrotron & Inverse Compton



## Nature et origine de l'émission haute énergie au centre Galactique

Observations conjointes XMM, INTEGRAL, HESS, VLT...

# Conclusions

INTEGRAL & HESS fonctionnent et produisent de nombreux résultats.

Implication importante des équipes de l'APC

Collaborations et synergies entre INTEGRAL & HESS

Centre Galactique

Restes de supernovae (SN 1006, G347, ...)

A l'horizon 2007-2008:

Couverture complète du ciel  $\gamma$ : de 20 keV à 100 TeV

INTEGRAL (si prolongé), HESS-2, GLAST