

H.E.S.S. ou l'astrophysique de très hautes energies (80 GeV à 80 TeV)

Nicolas Leroy



MPI Kernphysik, Heidelberg
Humboldt Univ. Berlin
Ruhr-Univ. Bochum
Univ. Hamburg
Landessternwarte Heidelberg
Univ. Kiel
Ecole polytechnique, Palaiseau
College de France, Paris
Univ. Paris VI-VII
CEA Saclay
CESR Toulouse
LAOG Grenoble
Observatoire de Paris
Durham Univ.
Dublin Inst. for Adv. Studies
Charles Univ., Prague
Yerewan Physics Inst.
Univ. Potchefstroom
Univ. of Namibia, Windhoek

H.E.S.S.

High Energy Stereoscopic System

PLAN

- Introduction à l'imagerie Cerenkov
- HESS : un instrument de 3e génération
- Méthodes d'analyse en imagerie
- Quelques résultats
- Conclusions et perspectives

L'astrophysique des hautes energies

Astrophysique des objets compacts

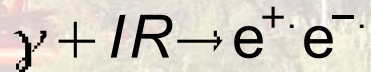
- Noyaux Actifs de Galaxie (NAG)
- Micro-Quasars & Trous noirs de masse stellaire
- Pulsars
- Gamma ray bursts

Autre origine et accélération des rayons cosmiques

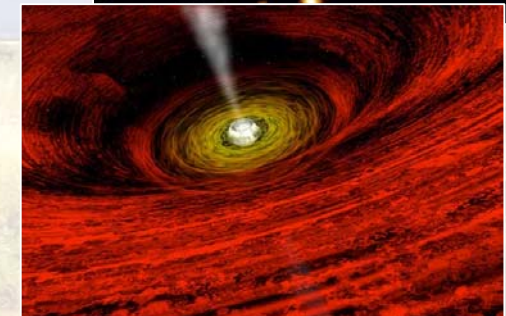
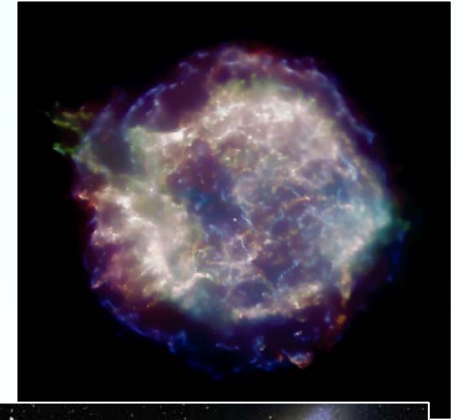
- Restes de Supernovae (SNR)
- Galaxies à flambée d'étoiles
- Amas de galaxies
- Sources galactiques non identifiées d'EGRET

Cosmologie

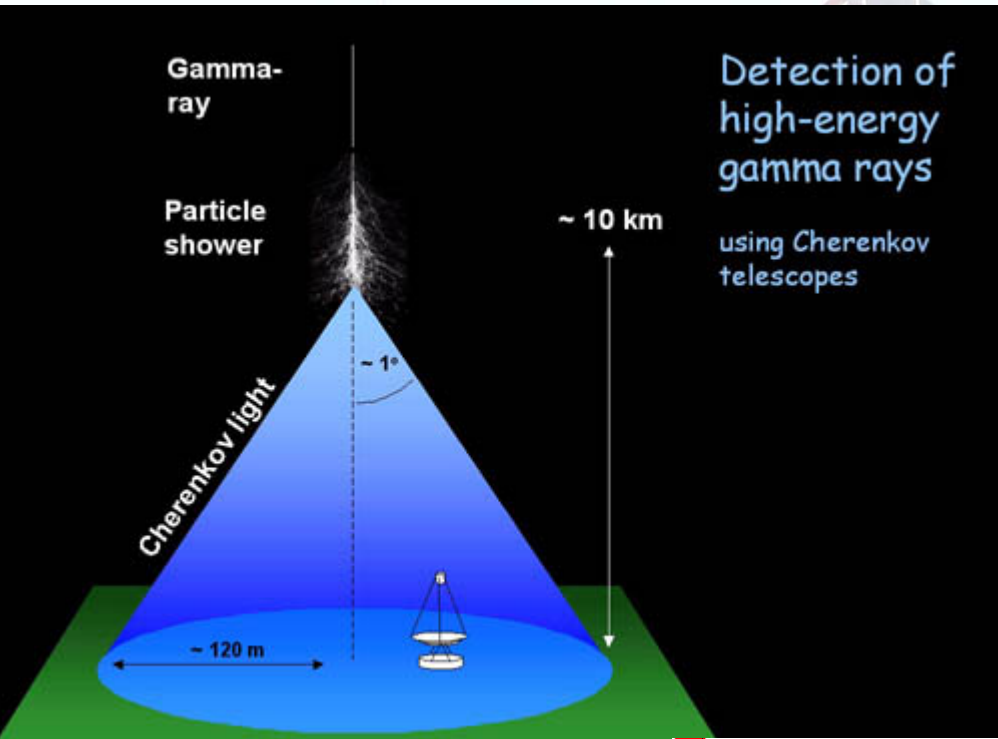
- Fond diffus Infra-rouge extragalactique par l'étude de l'absorption dans le spectre des NAGs :



- Annihilation de neutralinos dans les grumeaux de matière noire



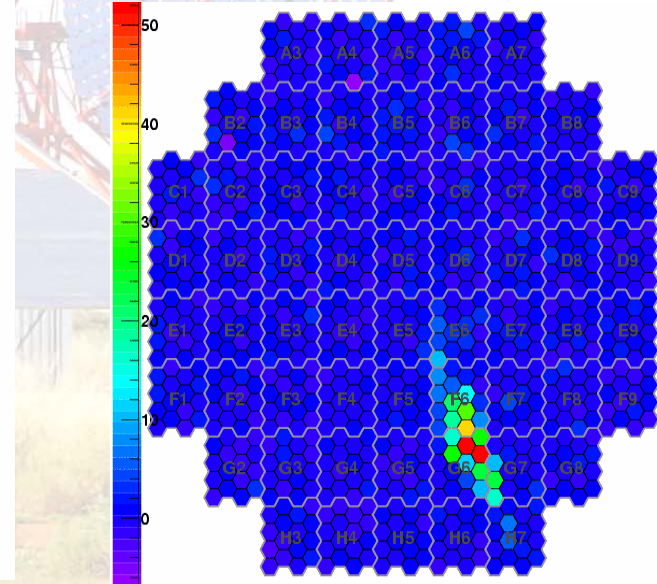
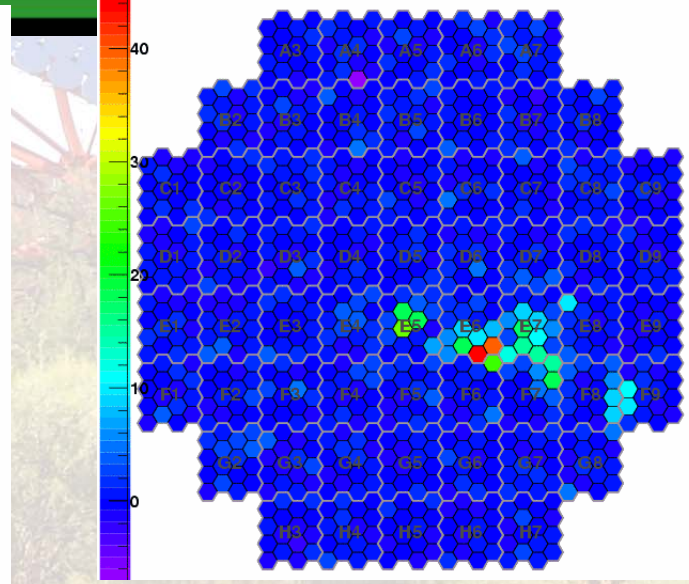
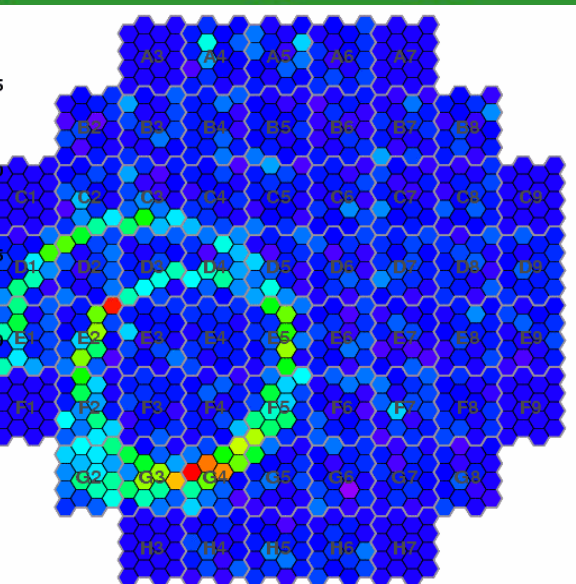
La technique d'imagerie Cerenkov



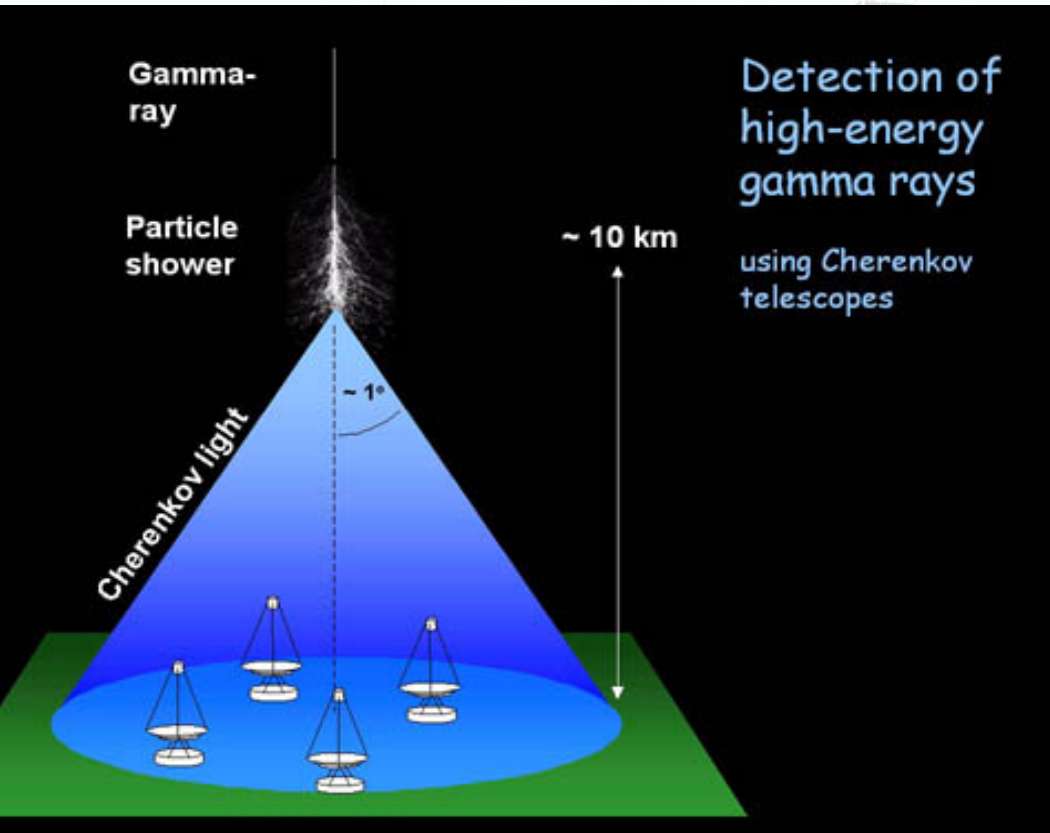
un γ interagit dans l'atmosphère
et crée une gerbe
électromagnétique

image de la gerbe en lumière
Cerenkov

bruit de fond hadronique :
l'ennemi principal à éliminer



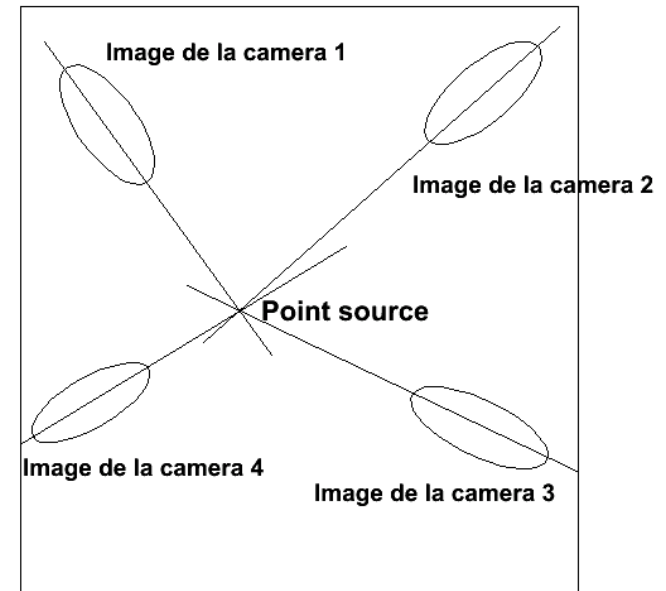
La stéréoscopie



Plusieurs télescopes pointent vers la même partie du ciel



Camera "virtuelle"



Plusieurs télescopes permettent une meilleure détermination de l'origine des événements et de faire une meilleure discrimination hadrons/gamma + une suppression du fond mono-télescope

H.E.S.S. est une expérience de troisième génération



Le site de H.E.S.S. en Namibie

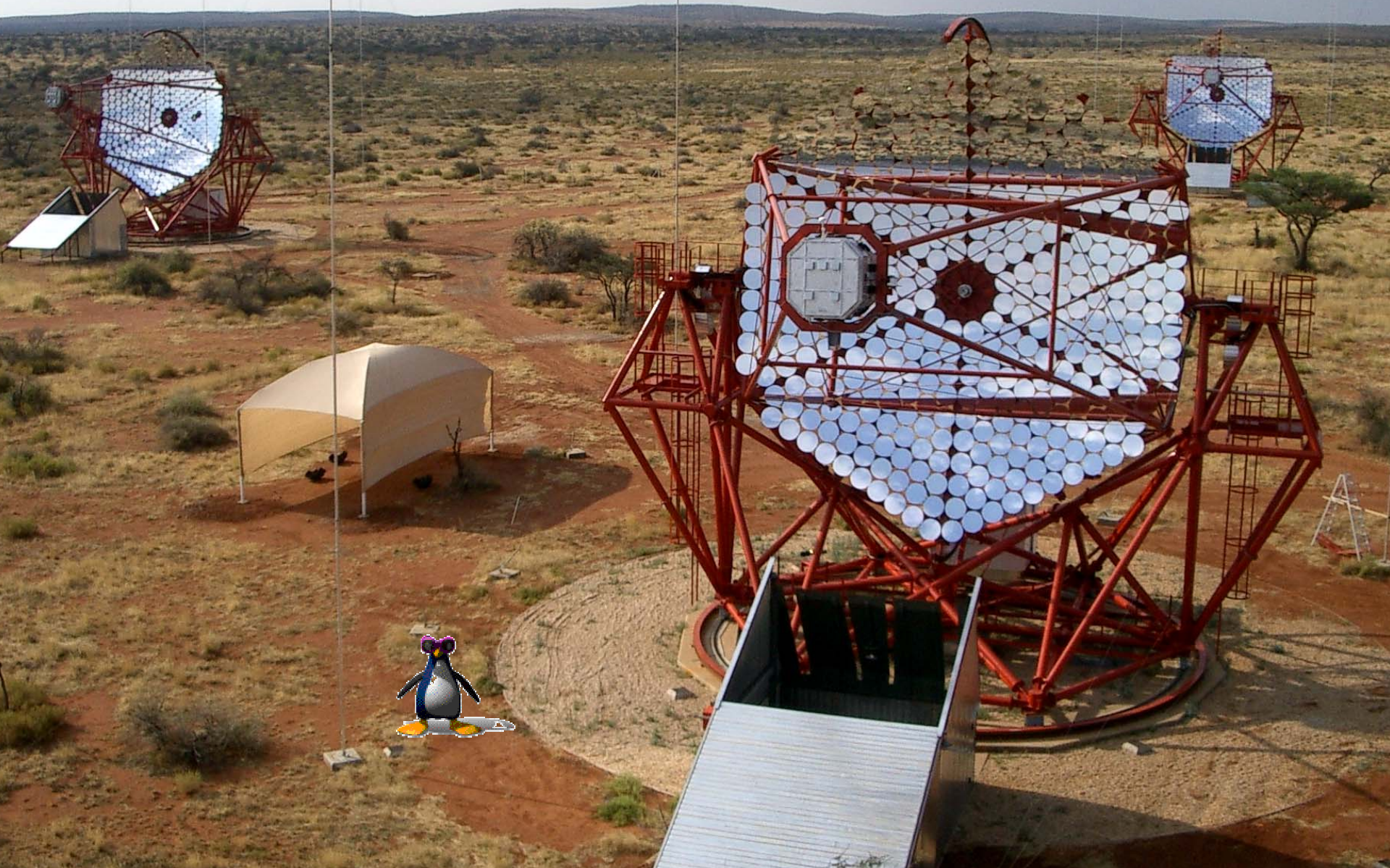
3°16" S, 16°30" E, 1800 m asl
100 km de Windhoek

4 télescopes sur un carré de 120 m de côté



Station astronomique, ses télescopes

3 télescopes complètement équipés : juin 2002, mars 2003 et septembre 2003
4ème télescope : miroir installé, installation caméra début décembre 2003

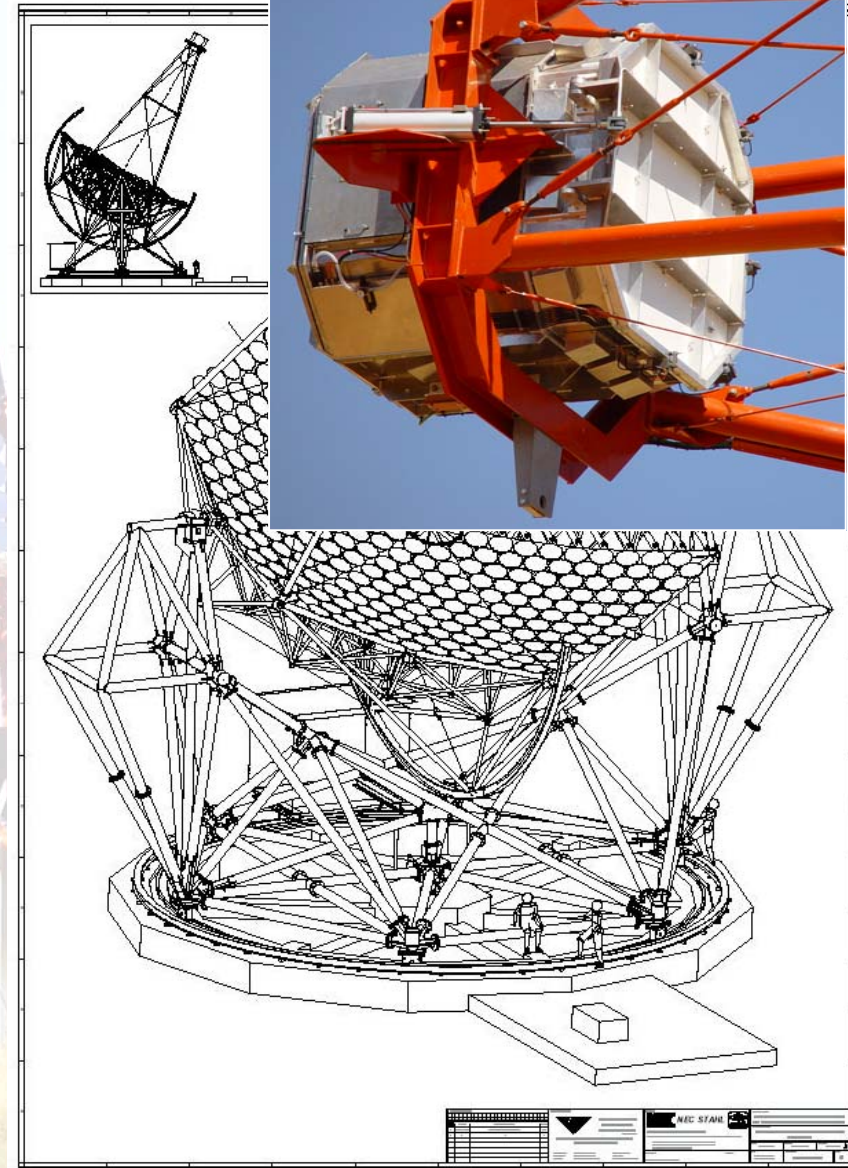


Un télescope de H.E.S.S.

- ♦ Monture Alt-Azimuthale
- ♦ Surface de miroir $\sim 108 \text{ m}^2$ constituée de 380 miroirs de 60 cm de diamètre
- ♦ Diamètre de 12 m, focale de 15 m
- ♦ Structure en acier
- ♦ Positionnement en ~ 2 minutes

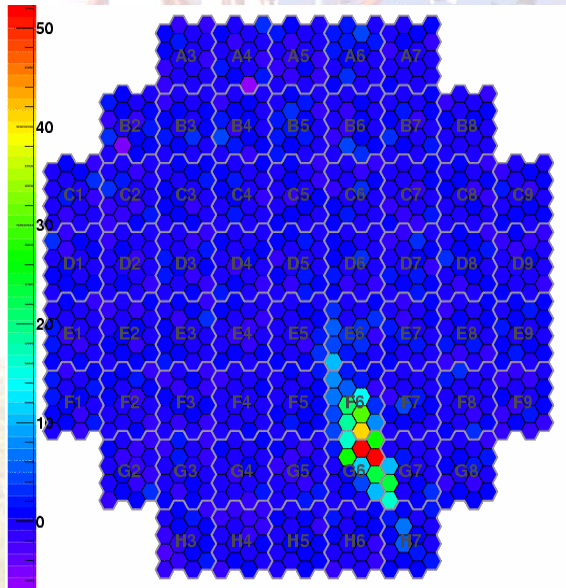
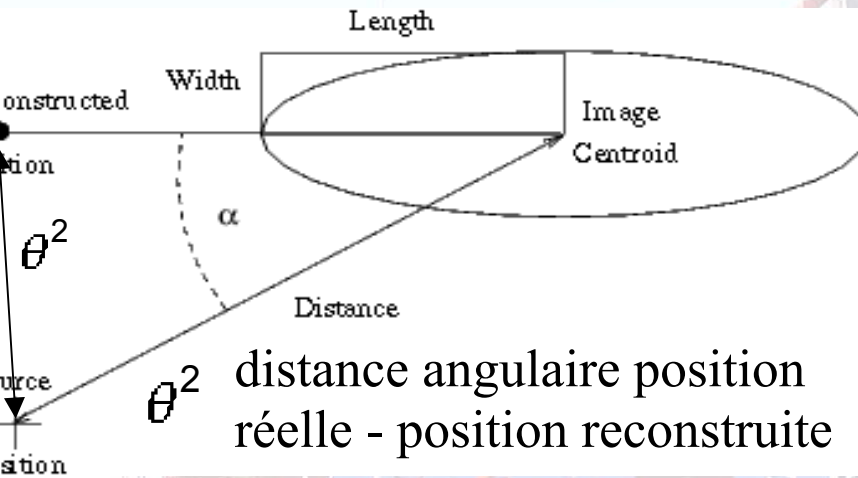
Caméra : 80 GeV à 80 TeV

- 960 Phototubes, 0.16° chacun
- Electronique rapide
 - Temps d'intégration : 16ns
 - Electronique embarquée
- Large champs de vue :
 - 5° (10° Largeur)

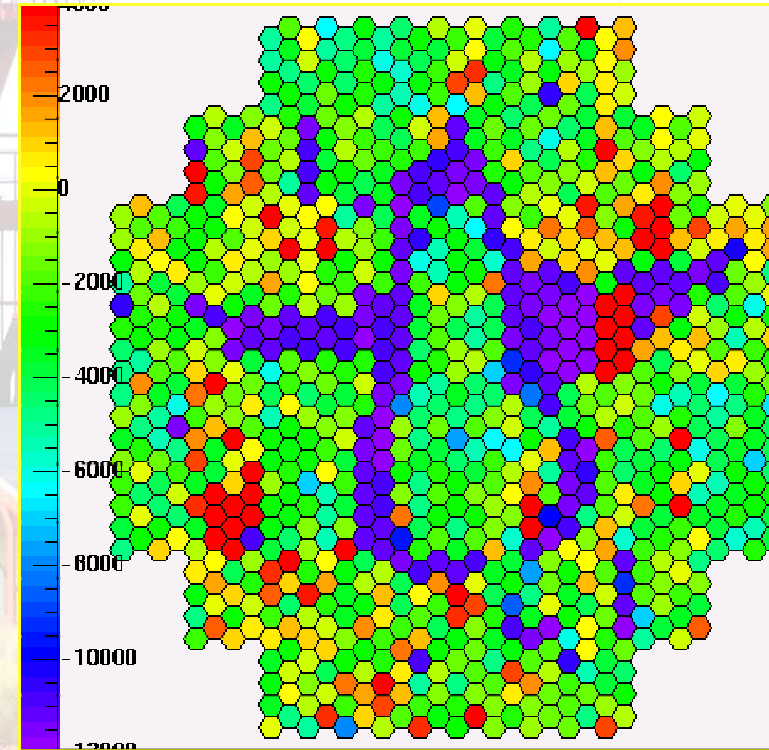


Analyse des données

Analyse géométrique



gamma



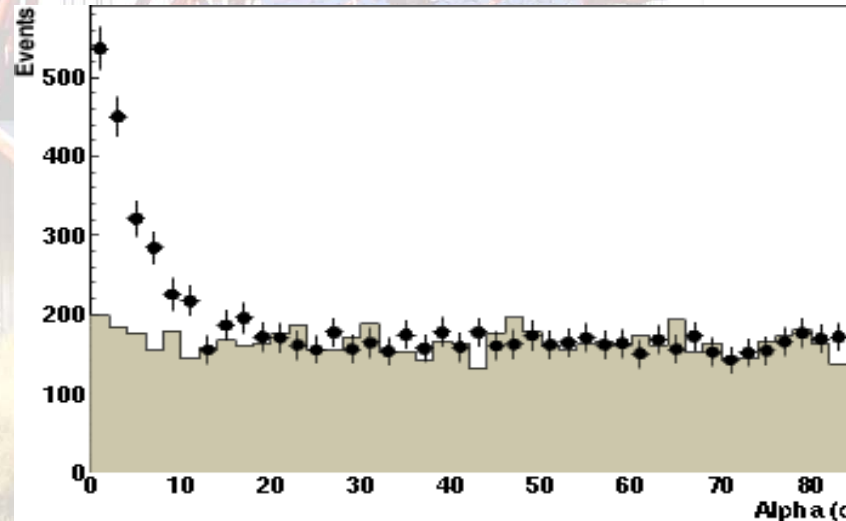
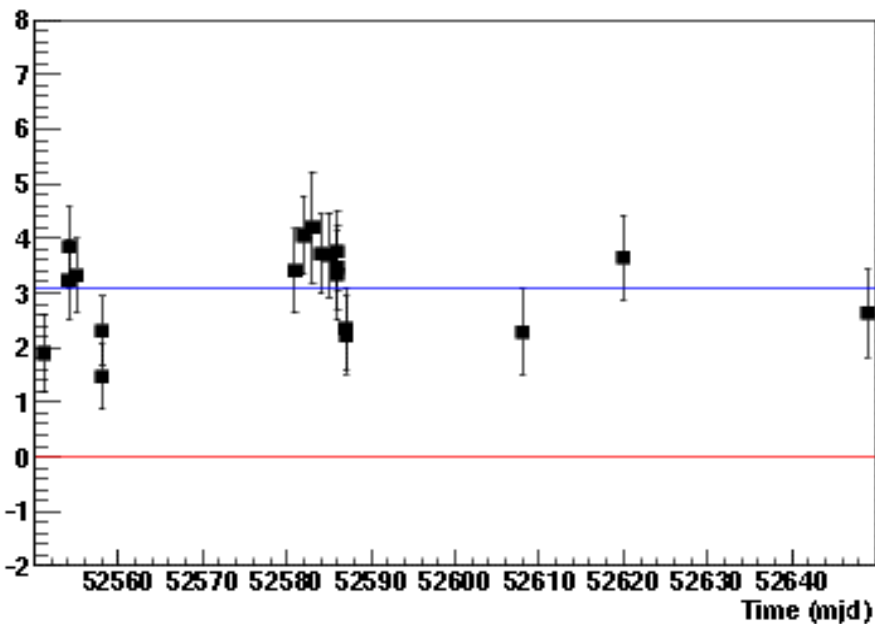
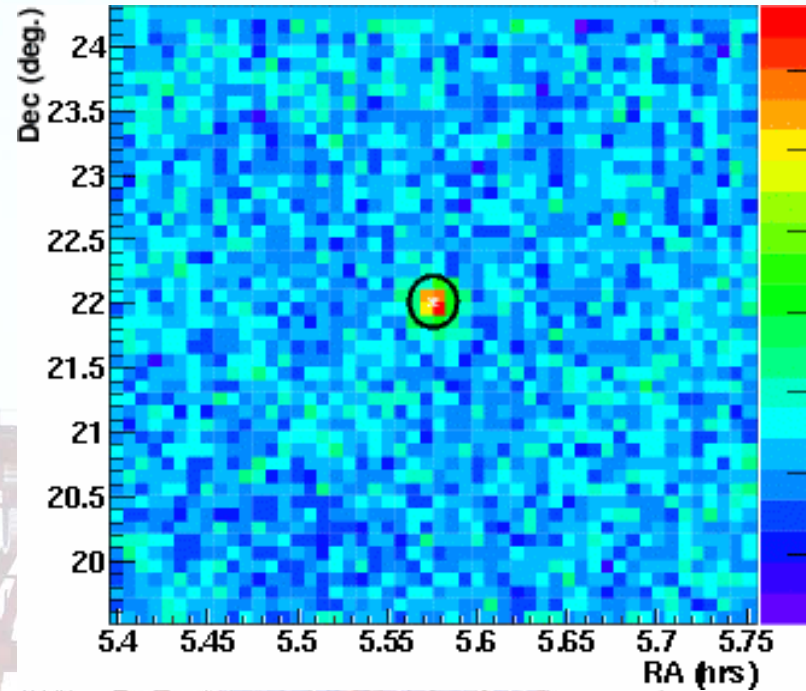
Camera response

Nebuleuse du Crabe . chandelle standard de l'astronomie γ

4.86 h. utiles

17.7 σ , soit 8.1 $\sigma h^{-0.5}$ (CAT 4 $\sigma h^{-0.5}$)

3.5 $\gamma \text{ min}^{-1}$

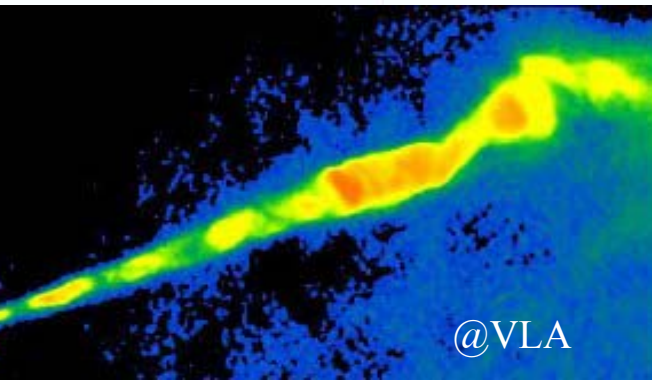


Courbe de lumière

On/Off Alpha

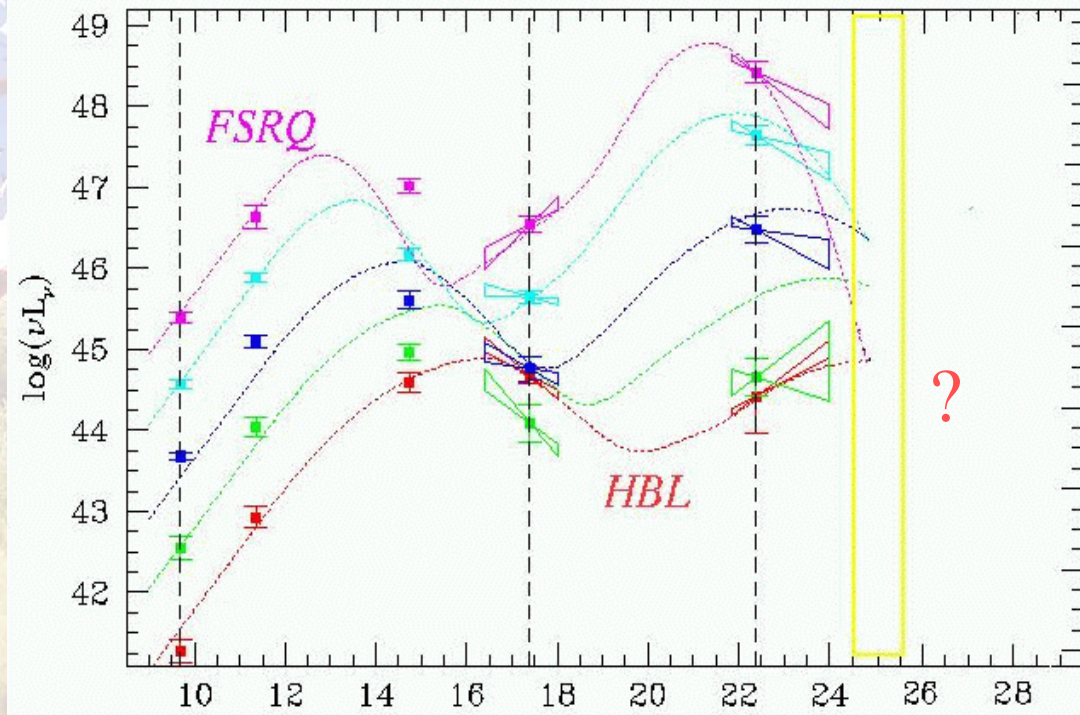
Noyaux actifs de galaxies à jets

- Trou noir supermassif
- Jets parfois “superluminiques” visibles dans grande gamme du spectre électromagnétique
- Accélération électrons/hadrons
- Étude du fond diffus Infra-rouge



M 87

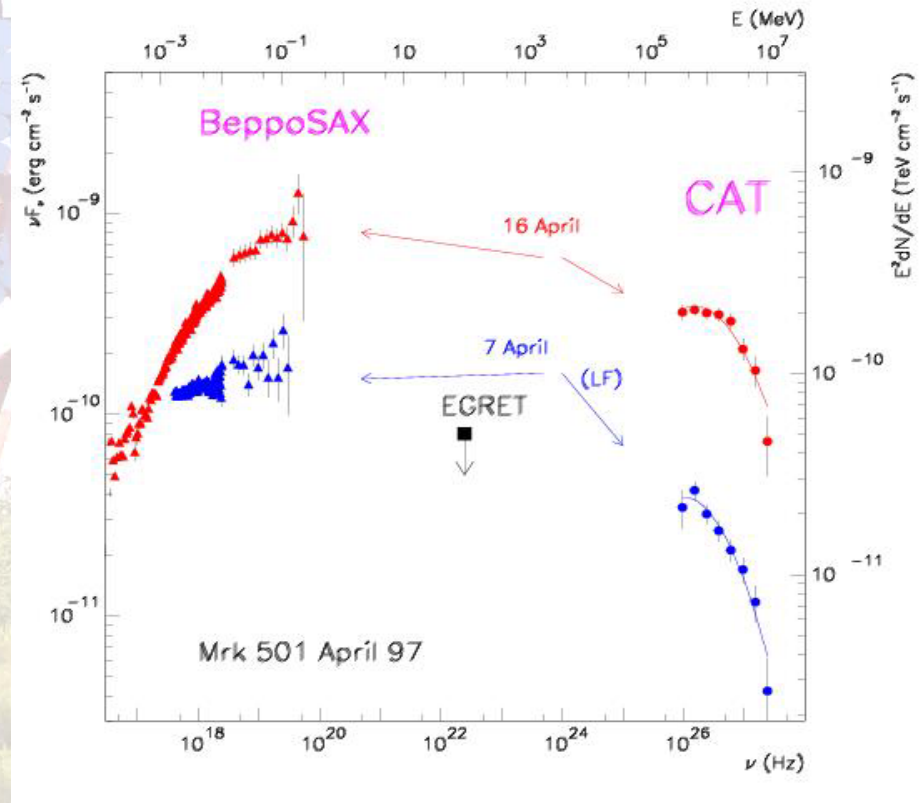
Au TeV, la classe des BL Lacs :
jet orienté vers nous



Noyaux actifs de galaxies

Sources extrêmement variables dans le temps et dans le spectre
Détectées au TeV principalement dans des états actifs de la source

Grande corrélation entre les variations dans le domaine des rayons X
et celles enregistrées au TeV



BL Lac PKS 2155-304

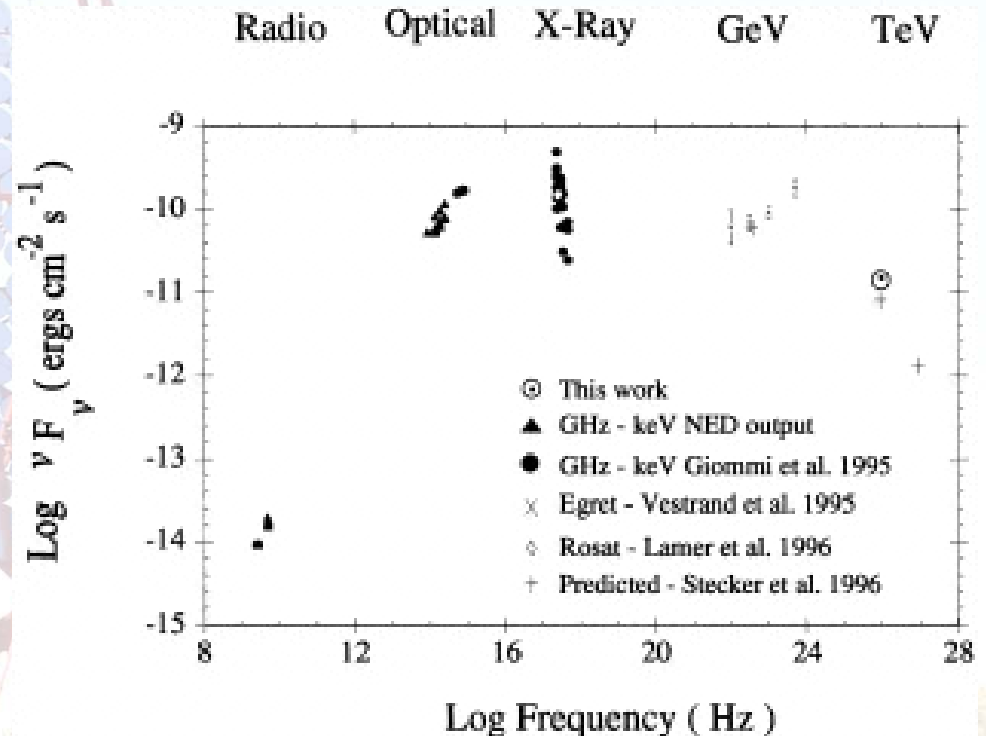
première détection par le
téléscope Mark VI en 1999

Chadwick et al, 1999

redshift : $z = 0.116$
forte absorption IR

deuxième objet le plus lointain
détecté après 1ES1426 (CAT,
Whipple, HEGRA)

un des objets les plus étudiés de
l'hémisphère austral

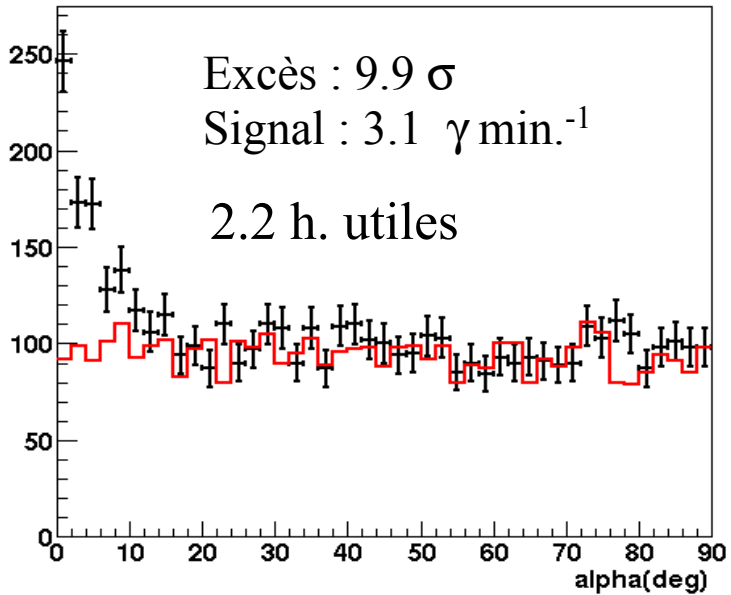


Une détection confirmée par H.E.S.S.

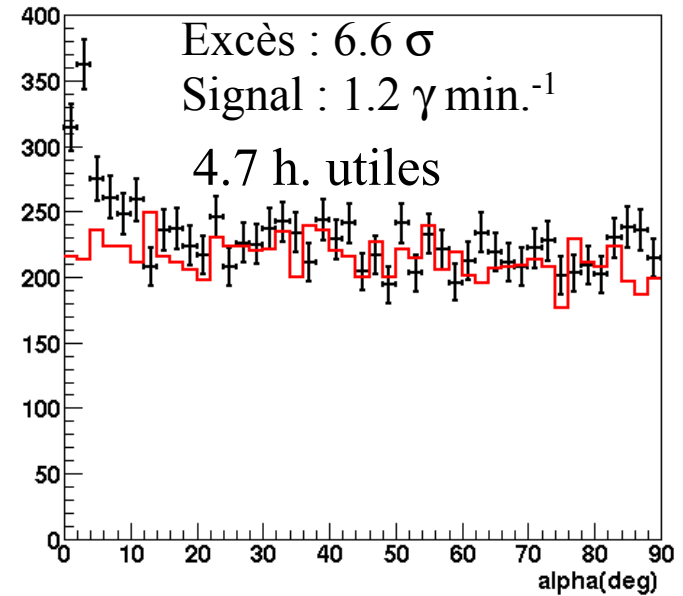
Analyse en ON/OFF

2 périodes d'observations : juillet et octobre 2002
uniquement en mono-télescope

Juillet 2002



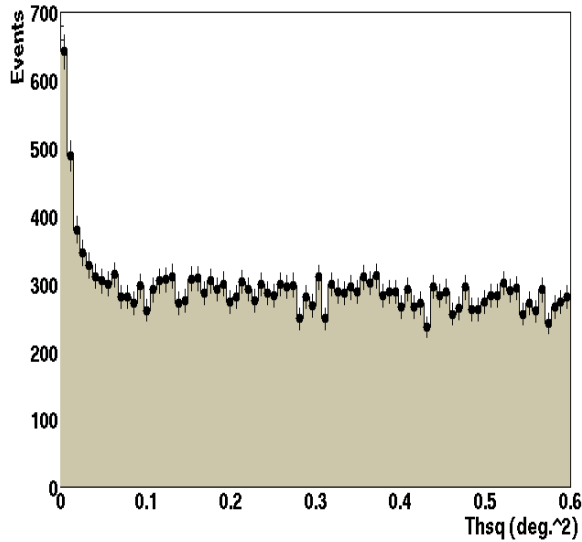
Octobre 2002



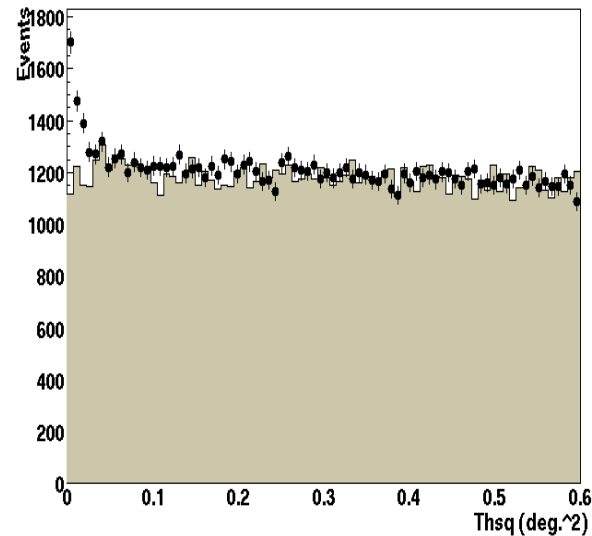
- Les deux périodes semblent montrer deux états d'activité différents de la source
- Cette source est un monstre, pour une même distance
 - 1ES 1426 détectée au bout de 5 ans d'observations
 - PKS 2155 détectée au bout de 3 jours

Et pour l'année 2003, premières analyses stéréo

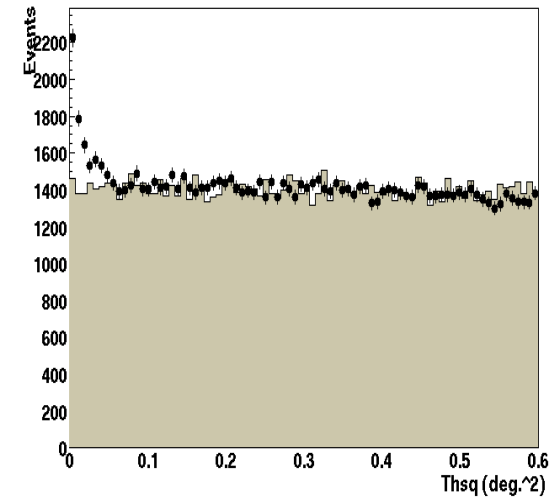
Juin 2003



Juillet 2003

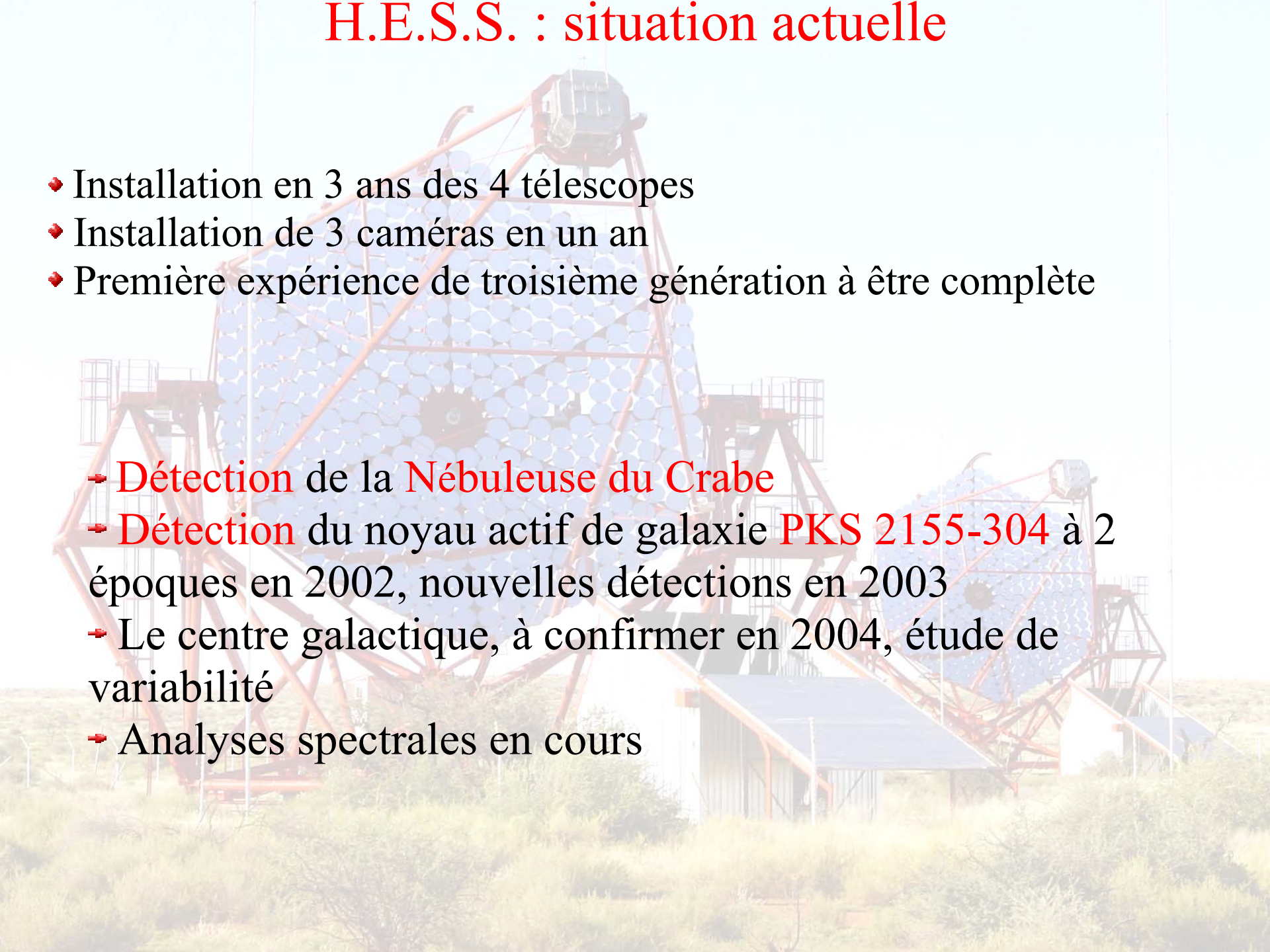


Août 2003



- 3 périodes d'observations, 3 détections
- Observations du mois de septembre en cours d'analyse, une première observation sur site donne un signal
- Sommes nous capable de voir un état bas de la source ?
 - Une première dans cette gamme d'énergies ?

H.E.S.S. : situation actuelle

- ◆ Installation en 3 ans des 4 télescopes
 - ◆ Installation de 3 caméras en un an
 - ◆ Première expérience de troisième génération à être complète
-
- **Détection** de la **Nébuleuse du Crabe**
 - **Détection** du noyau actif de galaxie **PKS 2155-304** à 2 époques en 2002, nouvelles détections en 2003
 - Le centre galactique, à confirmer en 2004, étude de variabilité
 - Analyses spectrales en cours
- 

Prospective et futur de H.E.S.S.

H.E.S.S. I entre dans une période d'exploitation et d'analyse de données astrophysiques

campagnes multi-longueurs d'ondes sur les AGNs, notamment une campagne en cours en radio, optique, X et TeV sur PKS 2155-304, les données sont accessibles au sein de la collaboration

Phase 2 de H.E.S.S. :

- vers un grand télescope : baisser le seuil en énergie, mais bruit de fond important (électrons/positrons cosmiques), nouvelle technique de déclenchement (?)
- ajout de nouveaux télescopes : plus grande modularité, plus grande surface, meilleure sensibilité

GLAST/ HESS :

- possibilité d'un intercalibrage sol/espace pour la première fois

A large radio telescope dish, part of the Murchison Widefield Array, is shown in a desert landscape. The dish is composed of a grid of blue hexagonal antennas mounted on a red metal structure. The dish is tilted upwards and is supported by a complex network of red metal beams. In the background, another similar dish is visible, and a small white building with a blue roof is situated in the foreground. The sky is clear and blue.

Questions

Réponses?