Prix André Lagarrigue
André Lagarrigue
Remise du Prix 2016
à Bernard DEGRANGE
18 mai 2017 à 14h
au Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire
Auditorium Pierre Lehmann
Le télescope C.A.T.
et la période pyrénéenne
Frédéric Piron
(Laboratoire Univers et Particules de Montpellier)
Les Orateurs :
G. Chardin (CNRS), G. Dubus (INSU, Obs. de Grenoble),
M. Filoche (Ecole des Mines de Paris), B. Giebels (IN2P3),
I. Grenier (CEA), C. Matteuzzi (INFN Milan),
F. Piron (IN2P3, LUPM), H. Sol (Obs. Paris-Meudon)
http://events.lal.in2p3.fr/PrixLagarrigue/

Remise du Prix 2016
à Bernard DEGRANGE

18 mai 2017 à 14h

au Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire
Auditorium Pierre Lehmann

Le télescope C.A.T. et la période pyrénéenne

Frédéric Piron
(Laboratoire Univers et Particules de Montpellier)

(Merci à Arache, Michael et Patrick)

http://events.lal.in2p3.fr/PrixLagarrigue/

Le site de Thémis à Targassonne

La proposition d'expérience

Project Report *(Version 1.0)* CAT 20th September 1993

CHERENKOV DETECTION OF GAMMA RAYS AND COSMIC HADRONS

Cherenkov Array at Thémis

C A T

Project report

Project for a development on the site of the systems THÉMISTOCLE & ASGAT at Thémis associating wave-front sampling with high-definition imaging

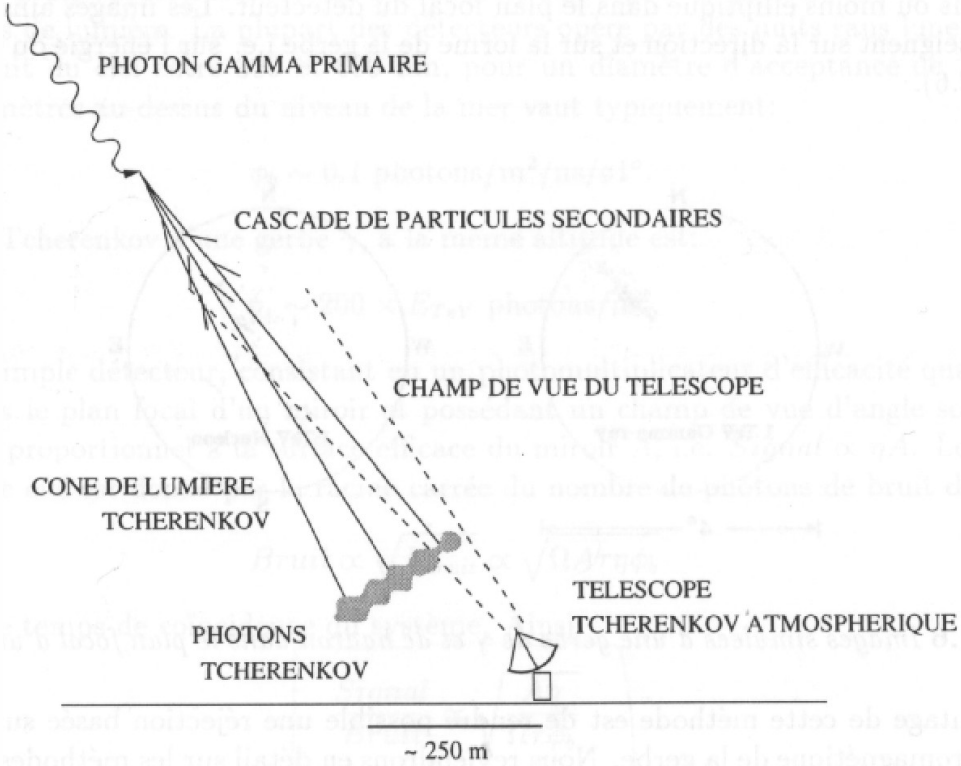
France :

Bernard Degrange [b], Robert Bazer-Bachi [d], Jean-Noël Capdevielle [i], Bernard Fabre [g], Patrick Fleury [b], Gérard Fontaine [b], Roger George[c], Claude Ghesquière [a], Philippe Goret [e], Christian Gouiffes [e], Isabelle Grenier [e,f], Christian Meynadier [g], Ung Nguyen-Khac [b], Eric Paré [b], Yvette Pons [c], Michael Punch [b], Monique Rivoal [c], Bruno Rivoire [h], Marcel Urban [b] & Jirka Vrana [b].

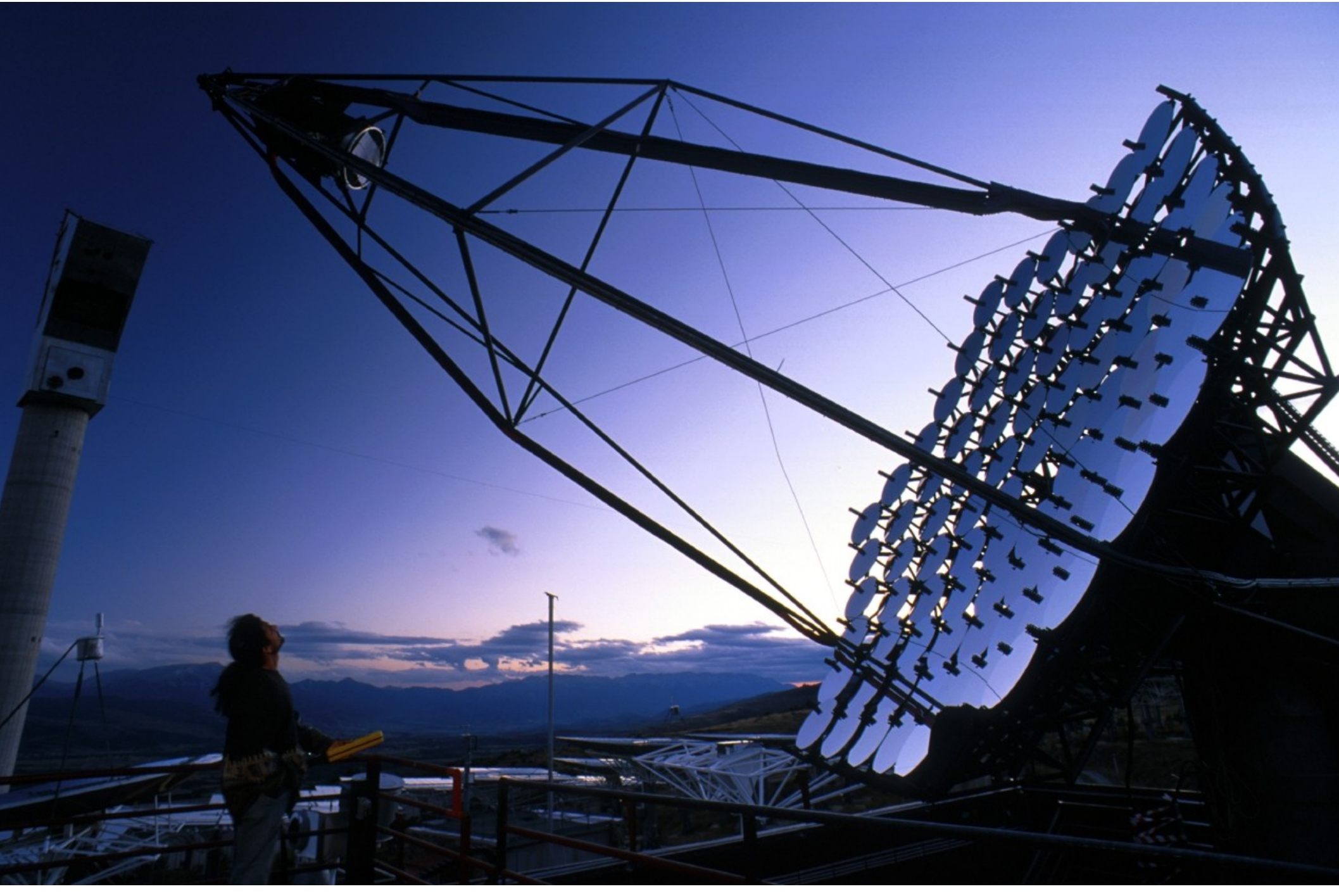
Other Countries :

Paul Baillon (CERN) [j], David Fegan (Ir.) [k]
Thomas Palfrey (USA) [l]
Gianni Navarra & Carlo Morello (It.) [m]

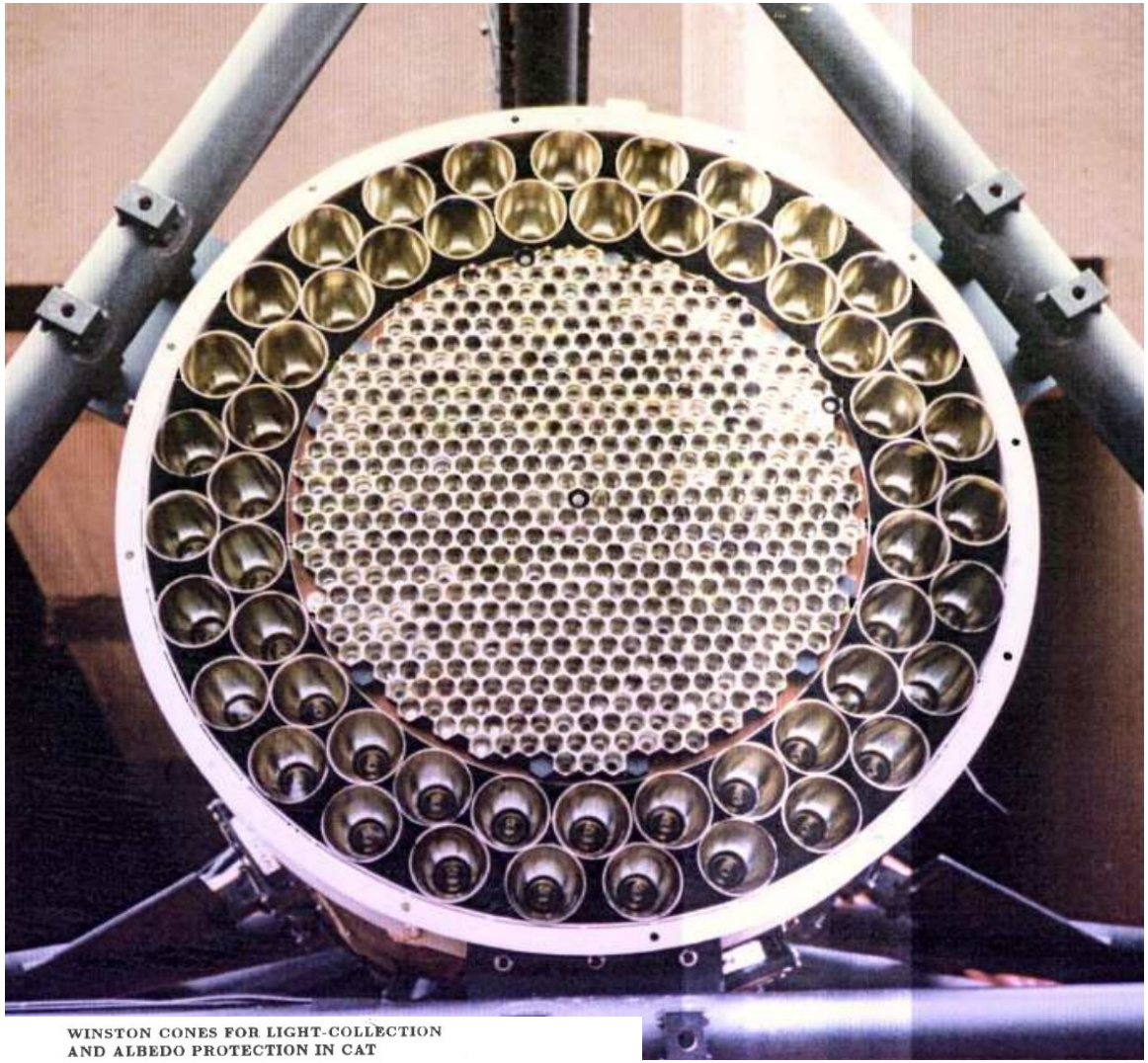
[a] LPC - Collège de France & IN2P3;
[b] LPNHE- Ecole Polytechnique & IN2P3;
[c] LPNHE- Universités Paris 6-7 & IN2P3;
[d] CESR, Toulouse & INSU;
[e] SAp - DAPNIA, CEA-Saclay;
[f] Université Paris 7;
[g] Université de Perpignan;
[h] IMP Odeillo-Perpignan, CNRS;
[i] LPT-Université de Bordeaux1;
[j] CERN;
[k] University College, Dublin, Ireland;
[l] Purdue University, Indiana, USA;
[m] CNR-INFN, Torino, Italy.



L'imageur C.A.T.



Une caméra finement pixellisée et une électronique rapide



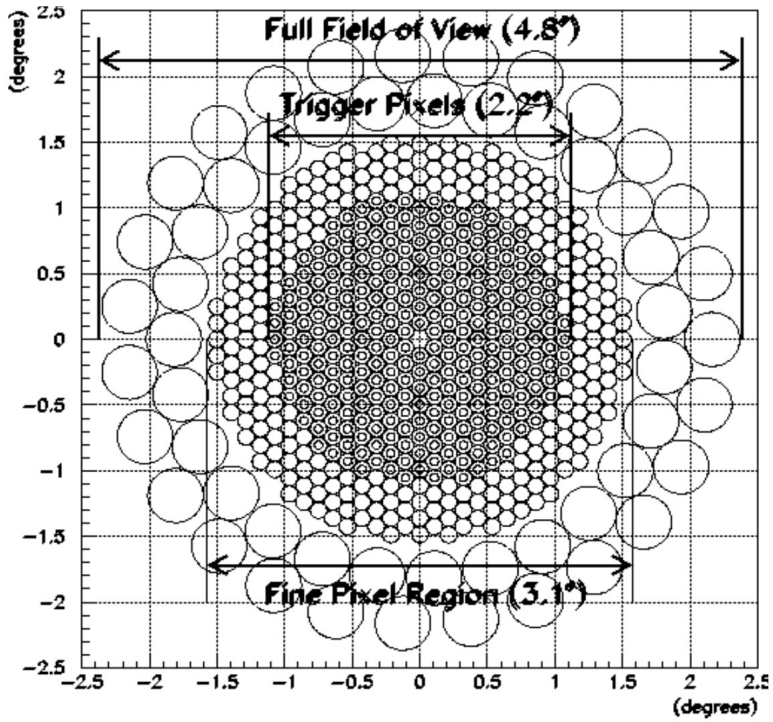
WINSTON CONES FOR LIGHT-COLLECTION
AND ALBEDO PROTECTION IN CAT

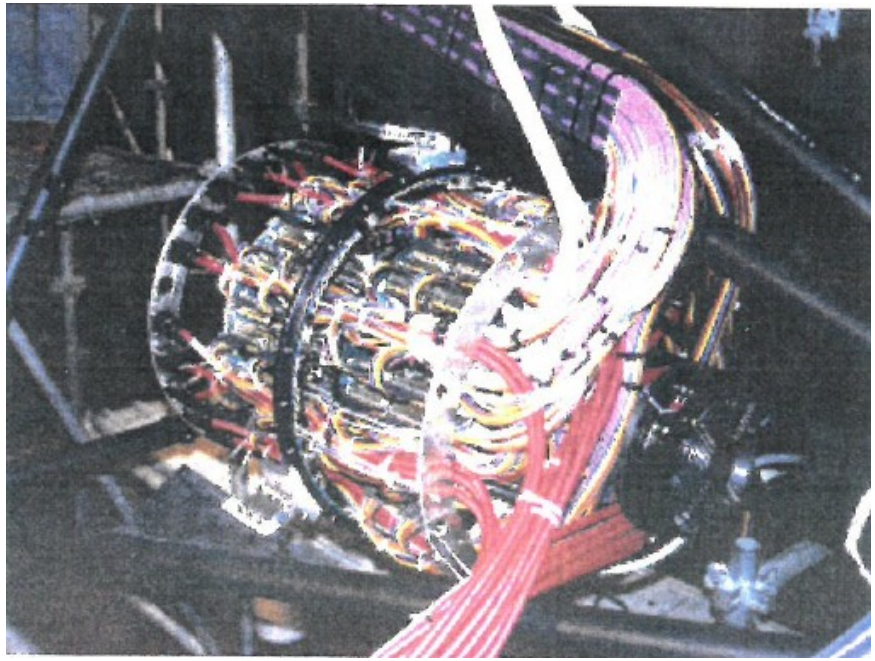
Michael PUNCH
LPNHE Ecole Polytechnique and IN$_2$P$_3$/CNRS,
F 91128 Palaiseau Cedex, FRANCE

Towards a Major Atmospheric Cerenkov Detector III

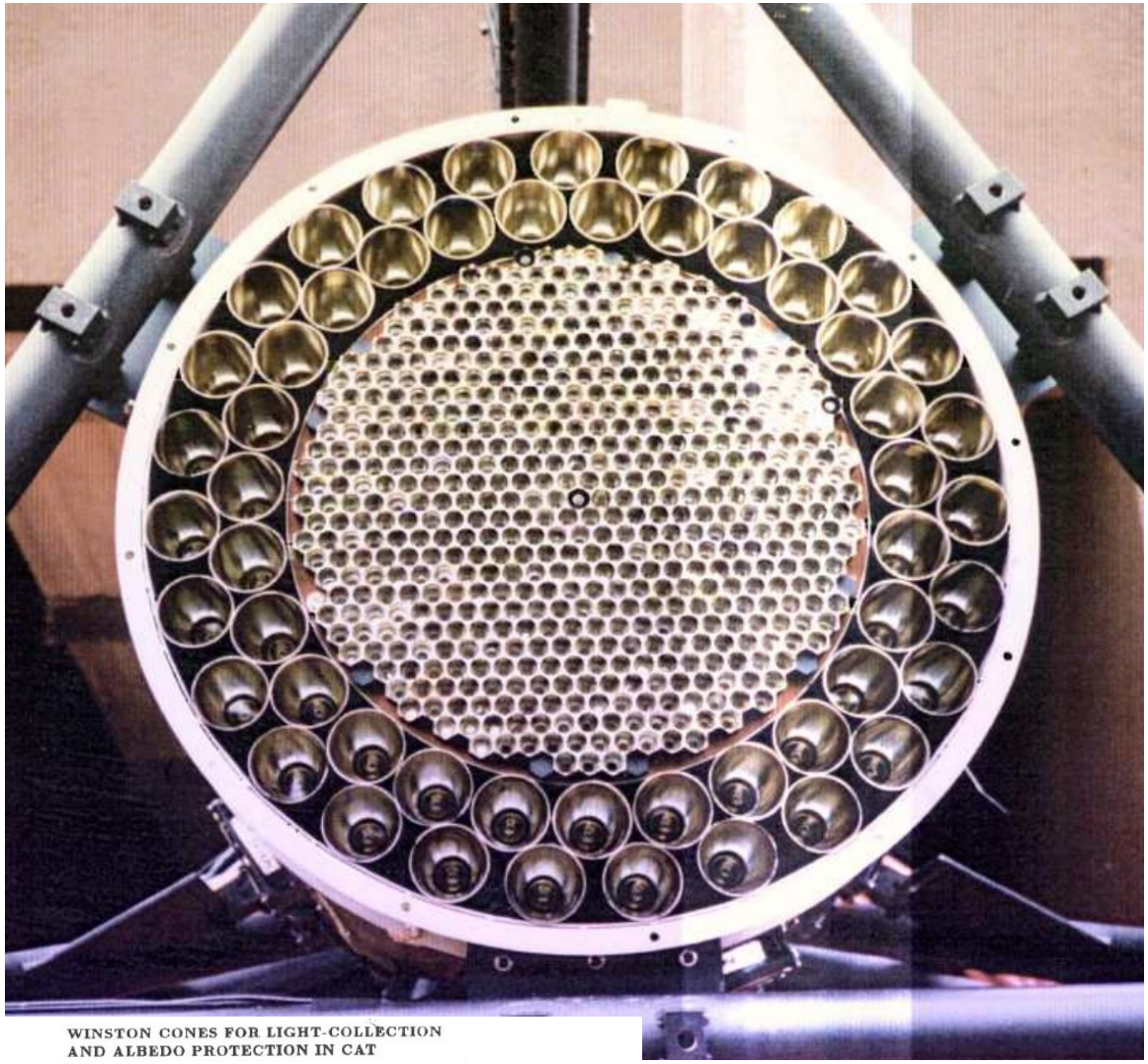
Abstract

The uses of Winston cones as an element of the optics of a very-high-resolution imaging camera in an imaging Čerenkov telescope are considered. The twin advantages of improved efficiency of light-collection from the telescope mirrors and rejection of parasitic light are assessed.





Une caméra finement pixellisée et une électronique rapide



WINSTON CONES FOR LIGHT-COLLECTION AND ALBEDO PROTECTION IN CAT

Michael PUNCH
LPNHE Ecole Polytechnique and IN$_2$P$_3$/CNRS,
F 91128 Palaiseau Cedex, FRANCE

Towards a Major Atmospheric Cerenkov Detector III

Abstract

The uses of Winston cones as an element of the optics of a very-high-resolution imaging camera in an imaging Čerenkov telescope are considered. The twin advantages of improved efficiency of light-collection from the telescope mirrors and rejection of parasitic light are assessed.

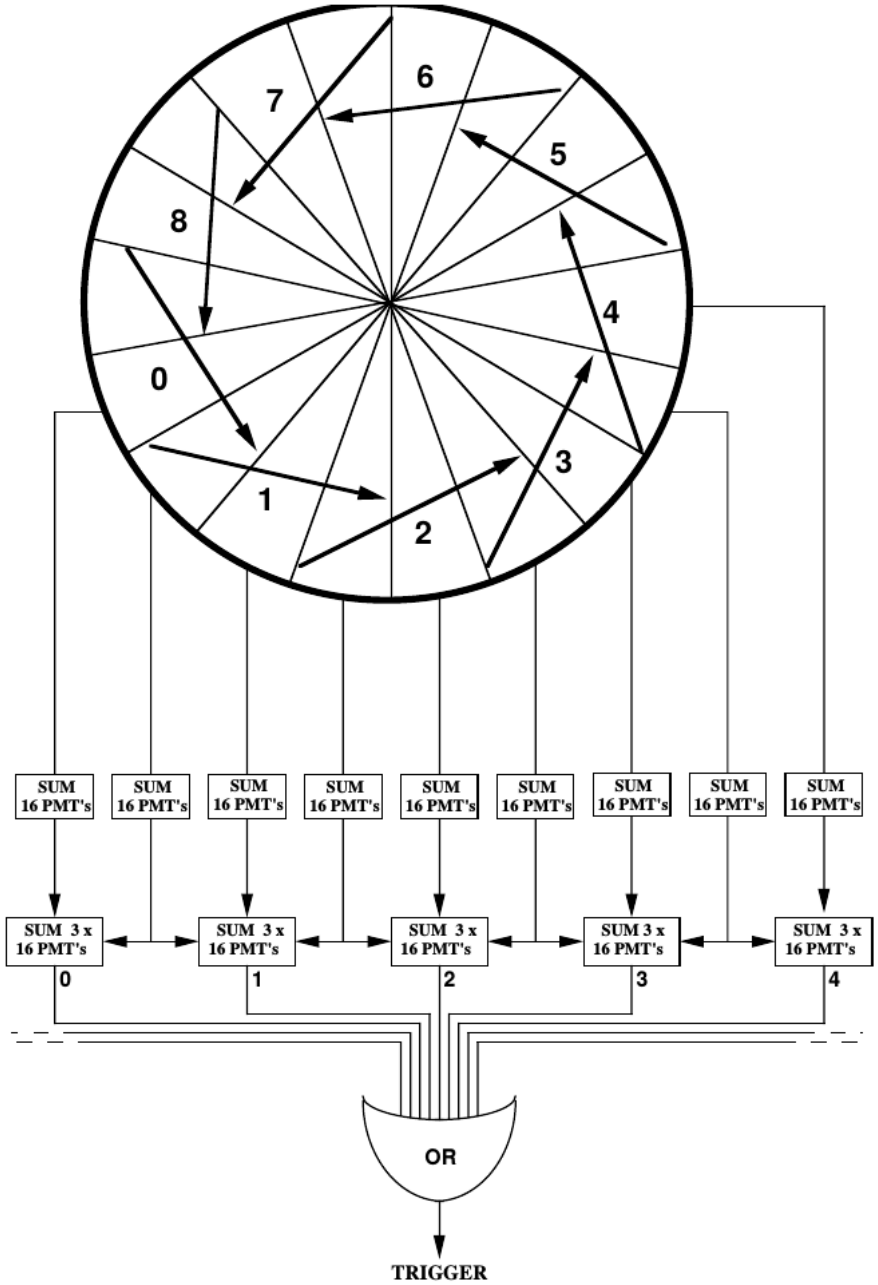


FIGURE 4.7 – Sectorisation de la caméra. La zone de déclenchement (288 pixels) est partagée en 9 sextants se recouvrant par tiers. Le signal logique de déclenchement de la caméra provient d'une porte "OU" appliquée aux 9 signaux de déclenchement des sextants.

Contre-poids et acquisition du signal

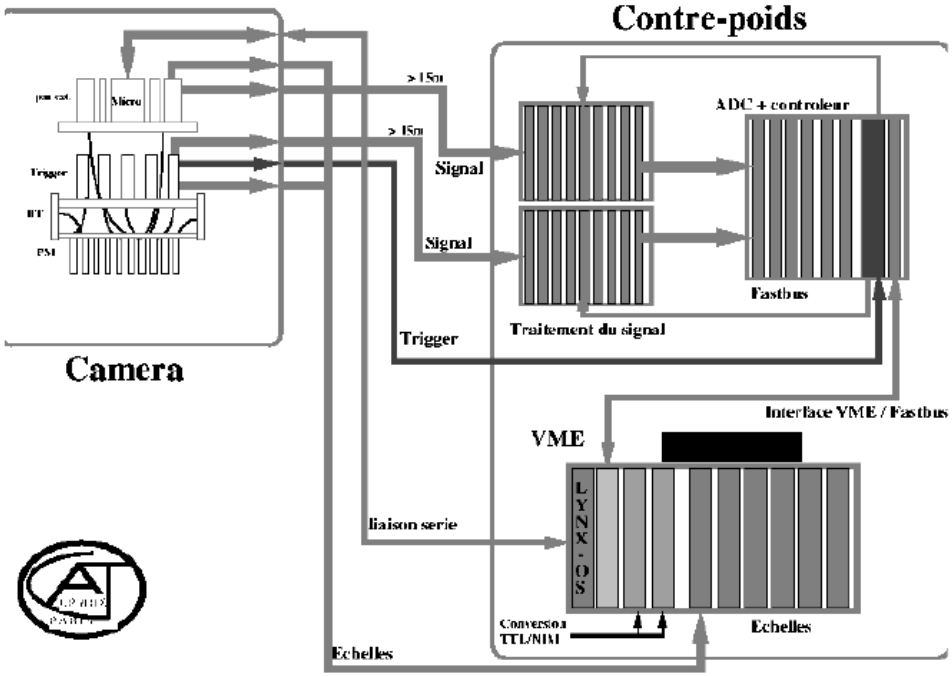
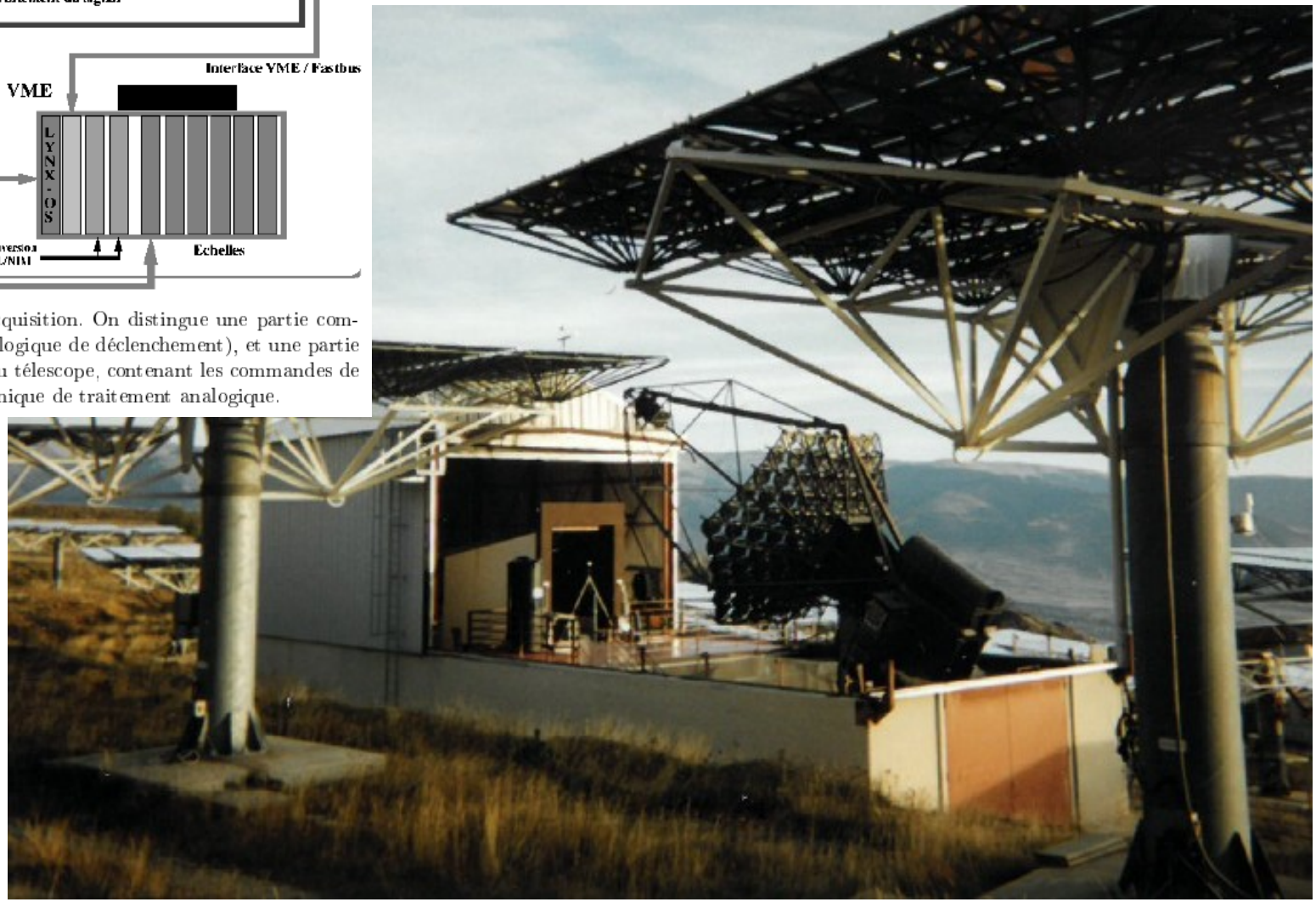


FIGURE 4.6 – Architecture de l'électronique d'acquisition. On distingue une partie compacte, située dans la caméra même (qui inclut la logique de déclenchement), et une partie située dans des baies au niveau des contrepoids du télescope, contenant les commandes de basses et hautes tensions ainsi que toute l'électronique de traitement analogique.



Avant un *shift*...

Images de gerbes et rejet du fond

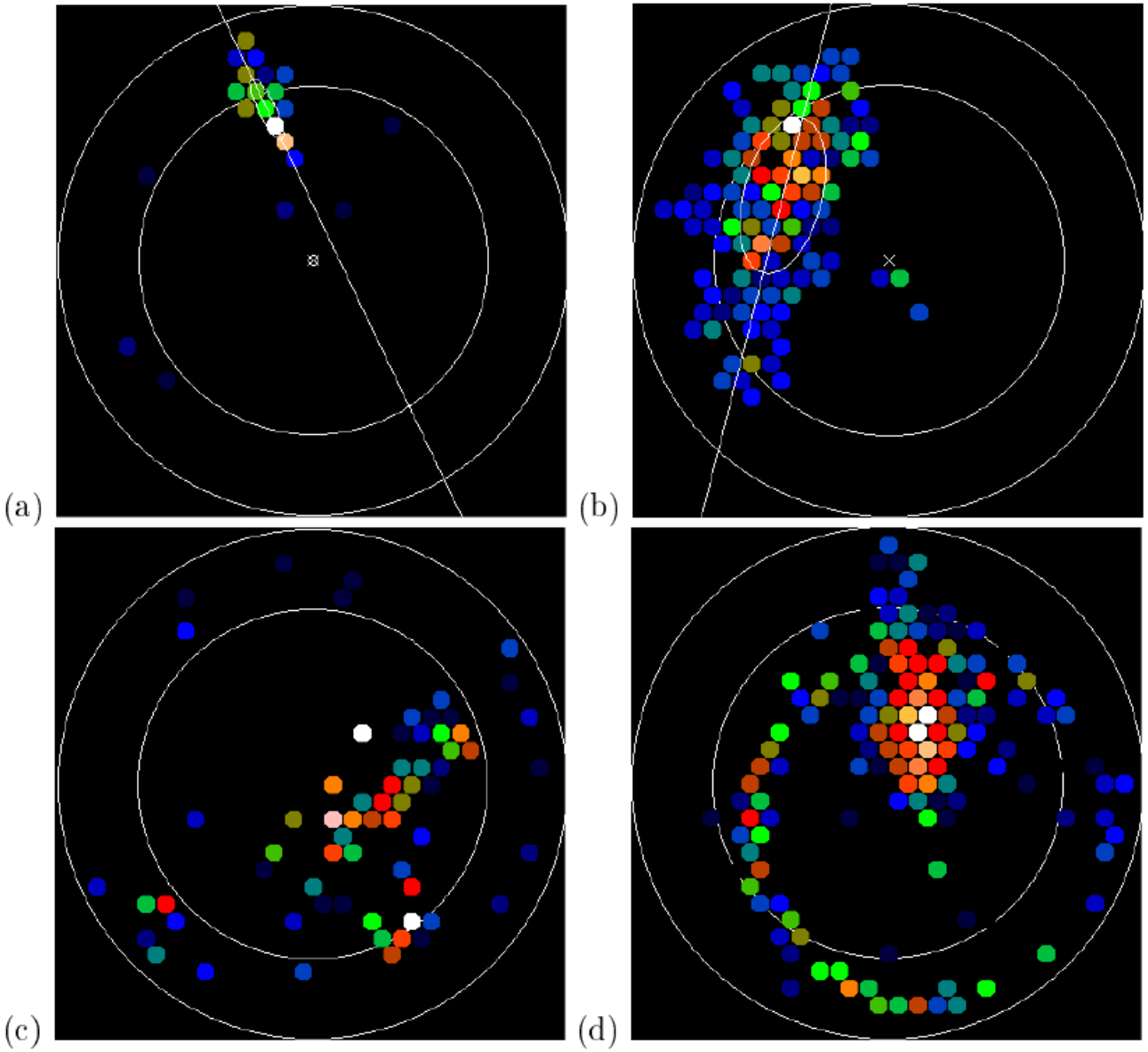


FIGURE 5.1 – Quatre exemples d'images de gerbes enregistrées par CAT (les deux cercles indiquent la zone de déclenchement et la région des petits pixels, respectivement) : (a) un candidat γ, d'énergie estimée à 620 GeV ; (b),(c) probablement un proton ou un noyau ; (d) une particule hadronique, reconnaissable par la présence d'un arc de muon.

Stéphane Le Bohec

ORSAY

N° D'ORDRE:

UNIVERSITE DE PARIS-SUD
U.F.R. SCIENTIFIQUE D'ORSAY

THESE
présentée
Pour obtenir

Le GRADE de DOCTEUR EN SCIENCES
DE L'UNIVERSITE PARIS XI ORSAY

PAR
Stéphane Le Bohec

SUJET: Conception et Réalisation d'un
Télescope à Effet Tcherenkov Atmosphérique
Pour l'Astronomie Gamma
de 100 GeV à 10 TeV.

Soutenue le 4 juin 1996 devant la commission d'examen:
M. Baubillier
M. Davier
B. Degrange
D. Fegan
I. Grenier
L. Moscoso

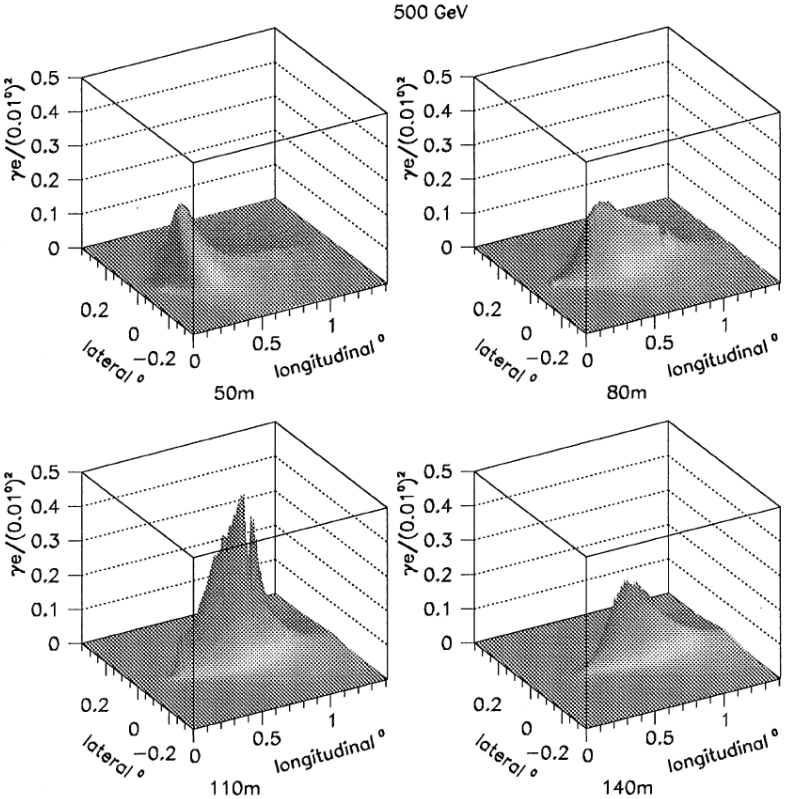


Fig. 3. Bidimensional image profiles of 500 GeV vertical γ-showers (γe density) for various values of impact parameter as given by the semi-analytical model. The x (longitudinal) and y (lateral) axes are coordinates in the focal plane in degrees. The source is at the origin. Note that the lateral scale is dilated by a factor of two.

Stéphane Le Bohec

ELSEVIER

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 416 (1998) 425–437

NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH Section A

A new analysis method for very high definition Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes as applied to the CAT telescope

S. Le Bohec[a], B. Degrange[b,*], M. Punch[a], A. Barrau[c], R. Bazer-Bachi[d], H. Cabot[1e], L.M. Chounet[b], G. Debiais[e], J.P. Dezalay[d], A. Djannati-Ataï[c], D. Dumora[f], P. Espigat[a], B. Fabre[e], P. Fleury[b], G. Fontaine[b], R. George[c], C. Ghesquière[a], P. Goret[g], C. Gouiffes[g], I.A. Grenier[g,h], L. Iacoucci[b], I. Malet[d], C. Meynadier[e], F. Munz[a,i], T.A. Palfrey[j], E. Paré[b], Y. Pons[e], J. Québert[f], K. Ragan[f], C. Renault[g,h], M. Rivoal[c], L. Rob[i], P. Schovanek[k], D. Smith[f], J.P. Tavernet[c], J. Vrana[1b]

[a] *Laboratoire de Physique Corpusculaire et Cosmologie, Collège de France, Paris, France*[2]
[b] *Laboratoire de Physique Nucléaire de Haute Energie, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France*[2]
[c] *LPNHE, Lab.oratoire de Physique Nucléaire de Haute Energie, Universités de Paris VI/VII, France*[2]
[d] *Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements, Toulouse, France*[3]
[e] *Groupe de Physique Fondamentale, Université de Perpignan, France*[2]
[f] *Centre d'Etudes Nucléaire de Bordeaux-Gradignan, France*[2]
[g] *Service d'Astrophysique, Centre d'Etudes de Saclay, France*[4]
[h] *Université Paris VII, France*
[i] *Nuclear Center, Charles University, Prague, Czech Republic*
[j] *Department of Physics, Purdue University, Lafayette, IN 47907, USA*
[k] *Joint Laboratory of Optics Ac. Sci. and Palacky University, Olomouc, Czech Republic*

Received 23 April 1998; accepted 14 May 1998

Abstract

A new method of shower-image analysis is presented which appears very powerful as applied to those Cherenkov Imaging Telescopes with very high definition imaging capability. It provides hadron rejection on the basis of a single cut on the image shape, and simultaneously determines the energy of the electromagnetic shower and the position of the shower axis with respect to the detector. The source location is also reconstructed for each individual γ-ray shower, even with one single telescope, so for a point source the hadron rejection can be further improved. As an example, this new method is applied to data from the CAT (Cherenkov Array at Thémis) imaging telescope, which has been operational since Autumn, 1996. © 1998 Elsevier Science B.V. All rights reserved.

Keywords: Gamma-Ray Astronomy; Atmospheric Cherenkov detector

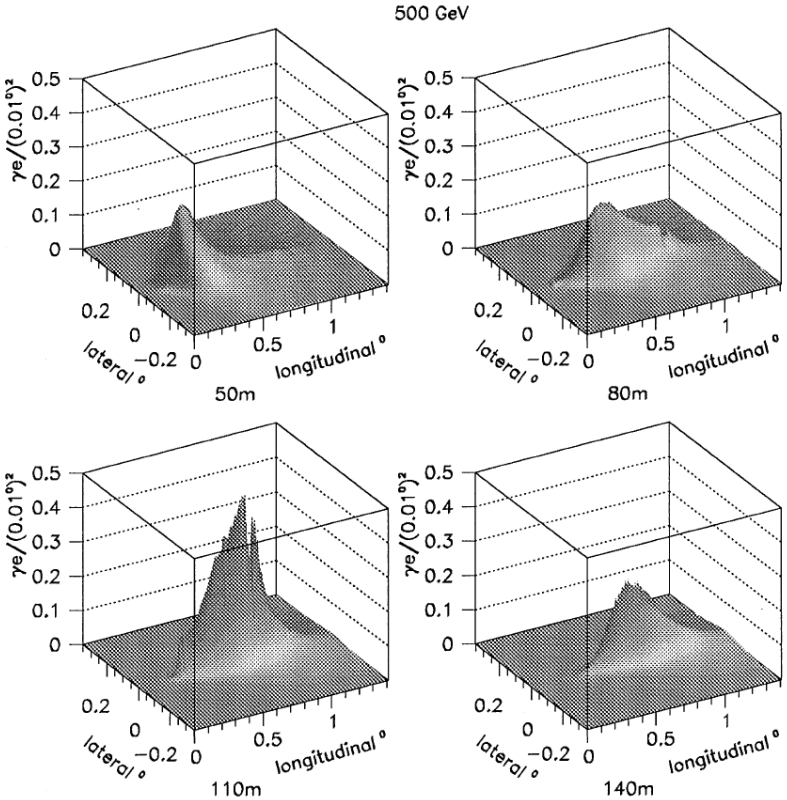


Fig. 3. Bidimensional image profiles of 500 GeV vertical γ-showers (γe density) for various values of impact parameter as given by the semi-analytical model. The x (longitudinal) and y (lateral) axes are coordinates in the focal plane in degrees. The source is at the origin. Note that the lateral scale is dilated by a factor of two.

Le premier signal (hiver 1996-1997)

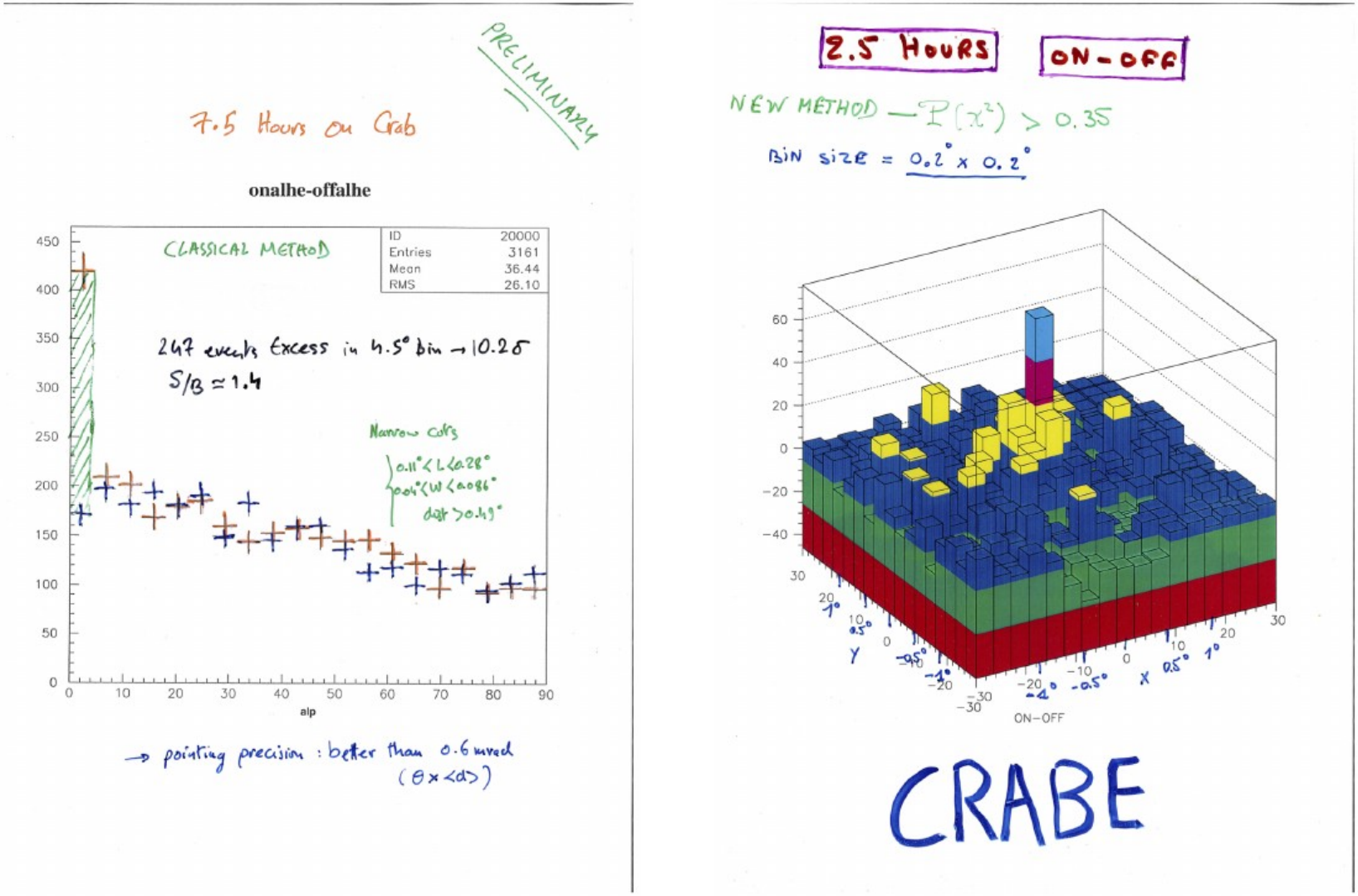
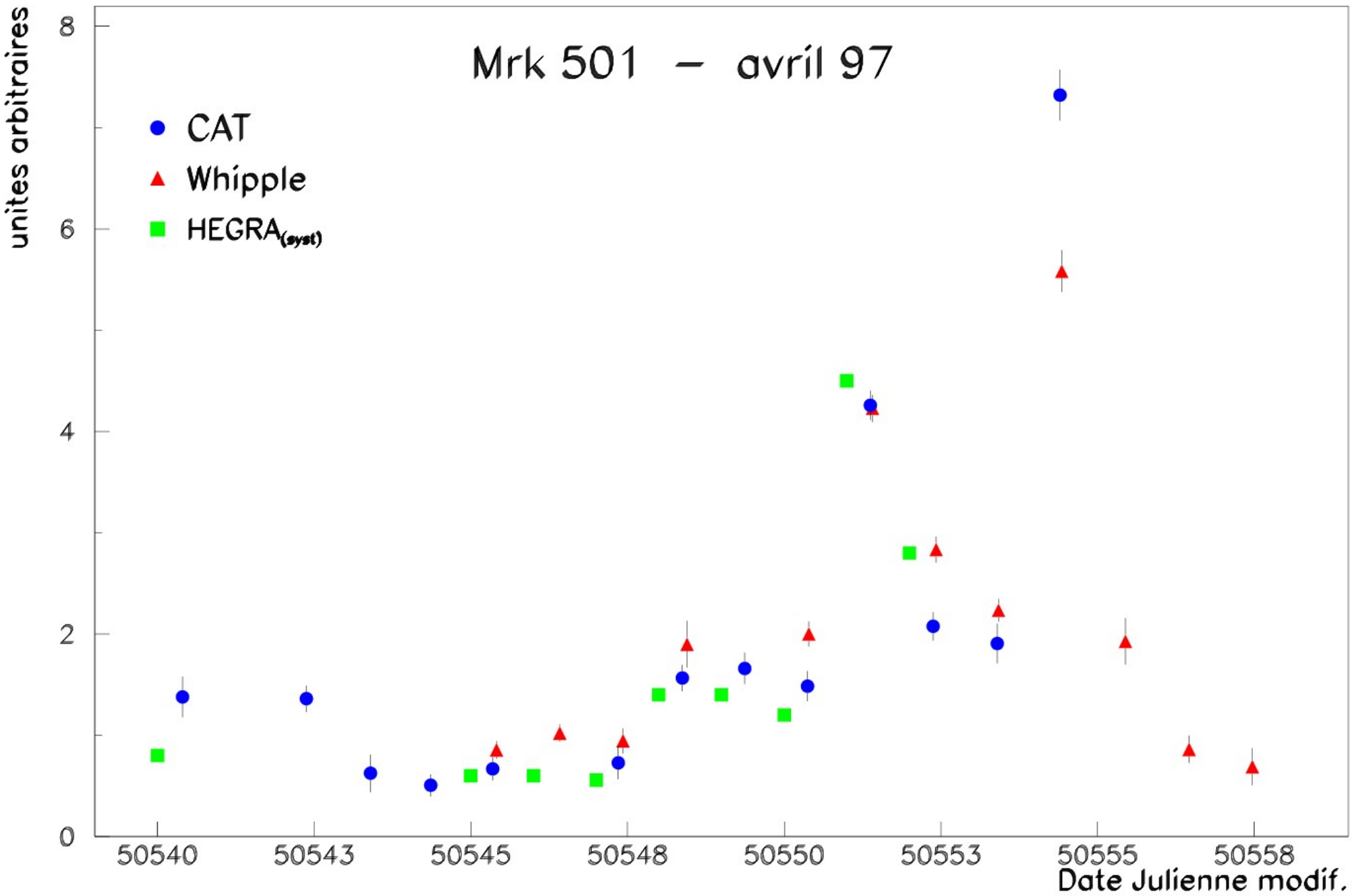
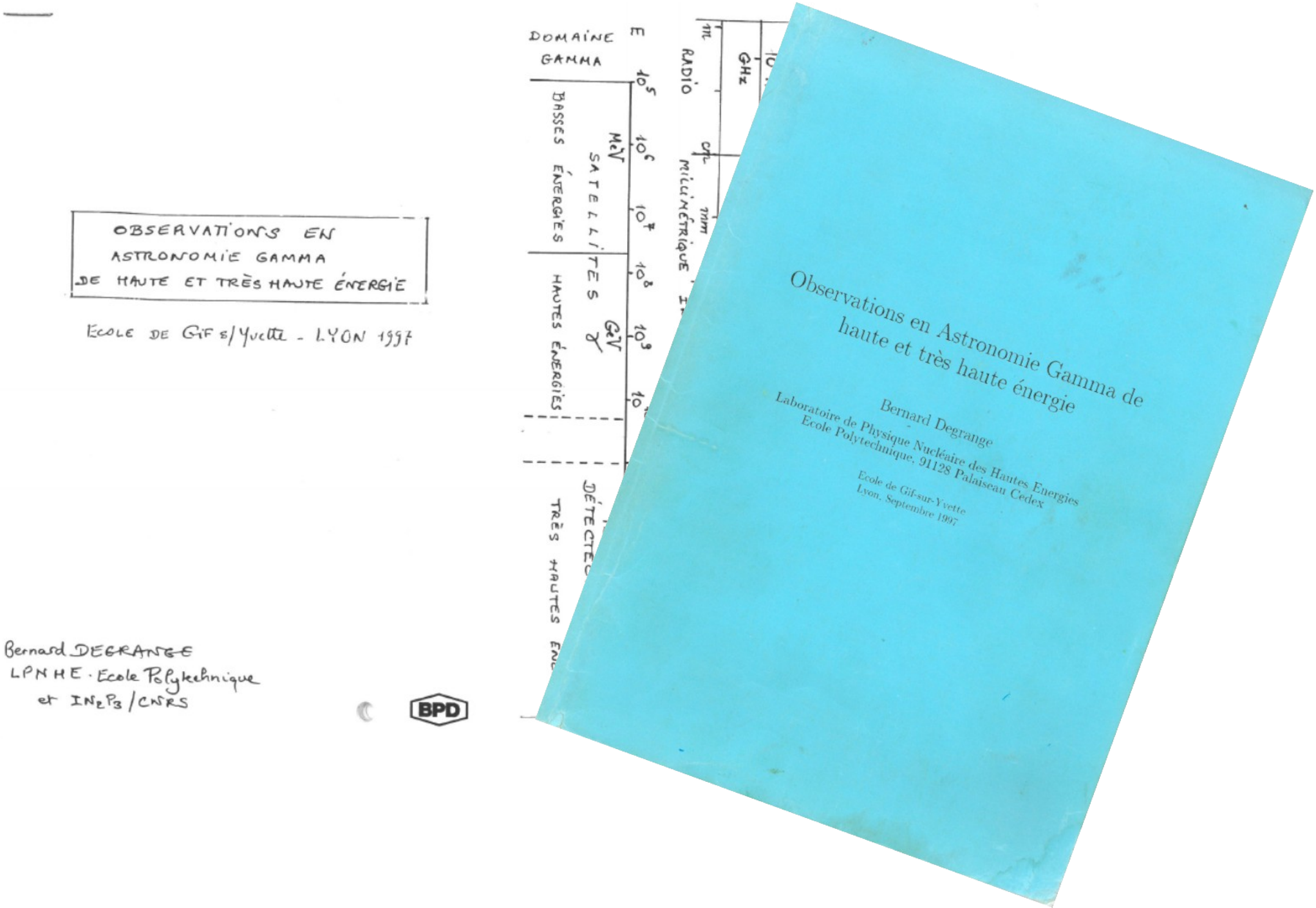


FIGURE 3.2: Transparents des tout premiers signaux obtenus en direction de la nébuleuse du Crabe avec CAT. *(gauche)* : Méthode classique à base des moments de Hillas appliquée à 7.5 h de données et correspondant à une sensibilité de l'ordre de $3.7\sqrt{(t/h)}\sigma$. *(droite)* : Méthode "Lebohec" à base d'abaques semi-analytiques pour seulement 2.5 h de données et affichant une sensibilité de $5\sqrt{(t/h)}\sigma$, bien supérieure à la précédente, comme attendu. Noter la capacité à produire d'emblée une image à deux dimensions de la méthode avancée.

L'affirmation d'une nouvelle astronomie...



...qu'il importe désormais d'enseigner



De l'étalonnage à l'analyse spectrale

Mesure du bruit du ciel dans CAT Applications : qualité des données et corrections de pointé du télescope

L. Iacoucci et B. Degrange
LPNHE Ecole Polytechnique

1 Résumé du rapport

L'effet du bruit du ciel sur les mesures de charge dans les photomultiplicateurs est paramétré ; il permet de mesurer ce bruit dans chaque pixel minute par minute. L'évolution temporelle de sa valeur moyenne et de sa dispersion sur l'ensemble des pixels permet de fixer des critères de qualité des données. Par ailleurs, on peut ainsi déterminer la position des images d'étoiles dans le plan focal et en déduire les formules de passage des coordonnées "caméra" aux coordonnées célestes avec un nombre élevé de contraintes donc localiser la source minute par minute.

2 Effets du bruit du ciel sur les mesures de charge

Le couplage capacitif entre les photomultiplicateurs et l'électronique de lecture [1] permet d'exprimer la tension mesurée $V(t)$ en fonction du courant de charge dans le photomultiplicateur $I_{PM}(t)$, de la résistance équivalente R et du temps caractéristique θ (le RC équivalent) du circuit :

$$\frac{V(t)}{R} = I_{PM}(t) - \frac{1}{\theta} e^{-\frac{t}{\theta}} \int_{t_0}^{t} I_{PM}(t') e^{\frac{t'}{\theta}} dt' \qquad (1)$$

Le signal du photomultiplicateur est supposé commencer au temps t_0 et ne durer qu'un temps τ de quelques ns, très court devant $\theta \approx 5\,\mu s$. Pendant cette période où $I_{PM}(t)$ est non nul, le second terme de l'équation 1 ci-dessus est, en valeur absolue, une correction de l'ordre de $\frac{\tau}{\theta} I_{PM}(t) \ll I_{PM}(t)$. Cependant, lorsque le courant dans le photomultiplicateur est retombé à 0 ($t > \tau$), le second terme, de signe opposé au premier, subsiste pendant un temps de l'ordre de plusieurs fois θ, pendant lequel le photomultiplicateur reçoit de nombreux photons de bruit. L'empilement de ces "rebonds", c'est-à-dire des contributions pour chaque photon du second terme de l'équation 1, conduit à une ligne de base fluctuante et décalée du côté des v négatives. Le décalage moyen de la ligne de base s'obtient en remarquant que photon ayant déposé une charge Q_{tot} produit ultérieurement un courant $-\frac{Q_{tot}}{\theta} e^{-\frac{t}{\theta}}$, t étant le temps séparant l'arrivée du photon de l'instant cour la fréquence moyenne du bruit du ciel, et si l'on intègre sur tous les antérieurement, on obtient évidemment un courant d'intensité ν soit, si on l'exprime en photo-électrons par unité de temps, $-B$. porte de durée Δt, on obtient un signal dont la valeur moyen restreint aux cas où aucun photon n'est arrivé pendant ou juste a la porte. Toutefois, si l'on inclut ces éventualités, il est clair que la globale du signal reste nulle, les contributions des deux termes de l'éq compensant : il n'y a pas globalement d'apport de charge dans le circuit d

---

DÉTERMINATION D'UN SPECTRE EN LOI DE PUISSANCE en autorisant des statistiques faibles dans certains intervalles d'énergie (programme SPECFIT)

1. NOTATIONS CONCERNANT LE SIGNAL

Le spectre différentiel physique (avant toute distorsion instrumentale) s'écrit :

$$\varphi(E) = \varphi_0 \left(\frac{E_0}{E}\right)^{\gamma}$$

- $\varphi(E)\,dE$ est le nombre de γ par unité de surface et par unité de temps dans l'intervalle d'énergie $[E, E+dE]$.
- E_0 est une énergie de référence, pour le moment arbitraire, mais que nous nous réservons de fixer le moment venu.
- φ_0 s'exprime en $cm^{-2}\,s^{-1}\,TeV^{-1}$
- γ est l'indice spectral différentiel.

Le flux intégral s'obtient selon :

$$\Phi(>E) = \Phi_0 \left(\frac{E_0}{E}\right)^{\gamma-1}$$

avec

$$\boxed{\Phi_0 = \frac{E_0\,\varphi_0}{\gamma-1}}$$

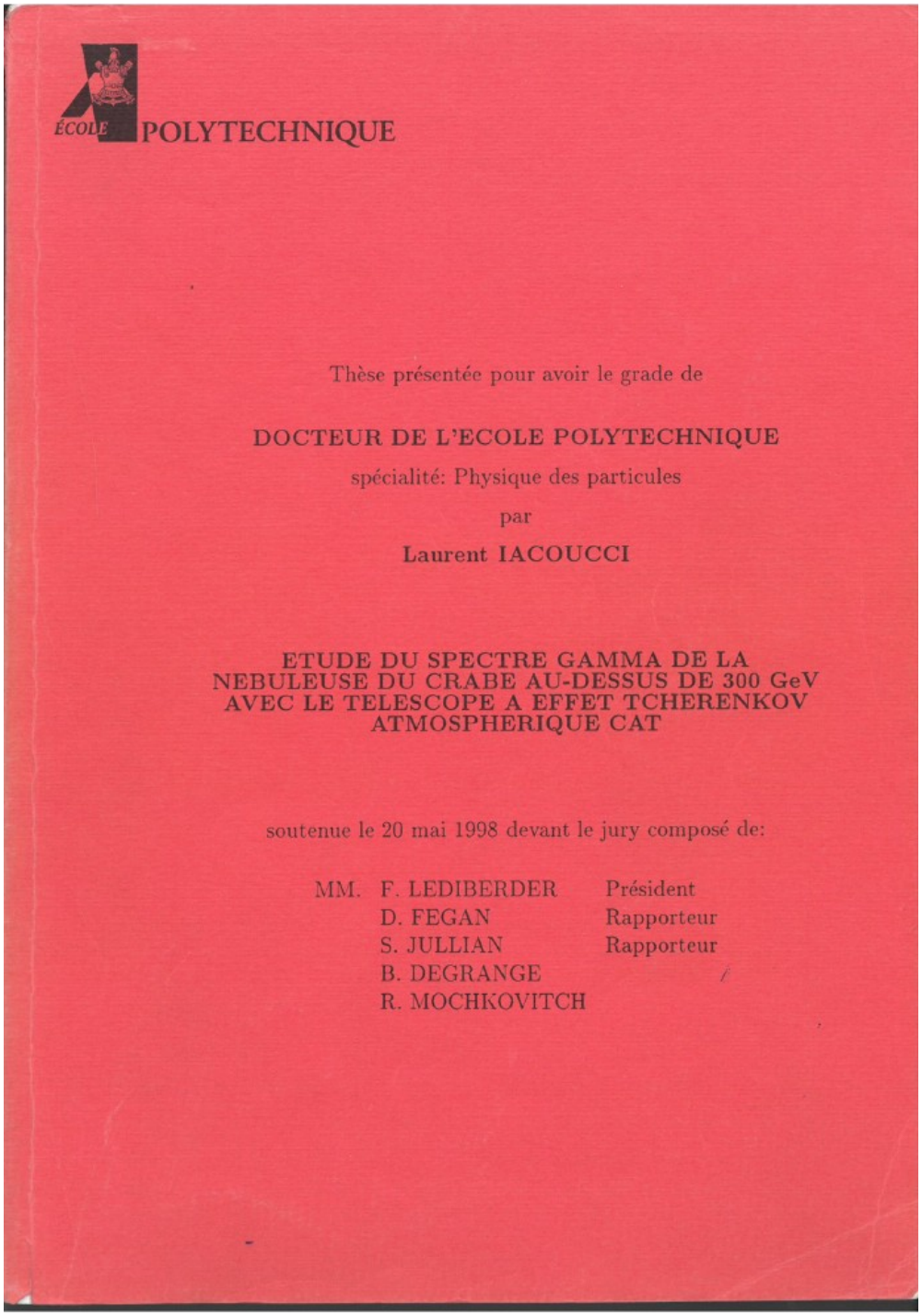
La constante Φ_0 s'exprime en $cm^{-2}\,s^{-1}$.

L'énergie E est ici l'énergie vraie du γ.

Les distorsions instrumentales sont les suivantes :

- l'acceptance au déclenchement $A(E)$, qui a les dimensions d'une surface, se met en facteur de $\varphi(E)$ avec le temps d'observation T pour donner des nombres d'événements par intervalle d'énergie ;
- les coupures de sélection ont une efficacité $\varepsilon(E)$ variant avec l'énergie et [illegible]

Laurent Iacoucci



ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Thèse présentée pour avoir le grade de

DOCTEUR DE L'ECOLE POLYTECHNIQUE

spécialité: Physique des particules

par

Laurent IACOUCCI

ETUDE DU SPECTRE GAMMA DE LA NEBULEUSE DU CRABE AU-DESSUS DE 300 GeV AVEC LE TELESCOPE A EFFET TCHERENKOV ATMOSPHERIQUE CAT

soutenue le 20 mai 1998 devant le jury composé de:

MM.	F. LEDIBERDER	Président
	D. FEGAN	Rapporteur
	S. JULLIAN	Rapporteur
	B. DEGRANGE	
	R. MOCHKOVITCH	

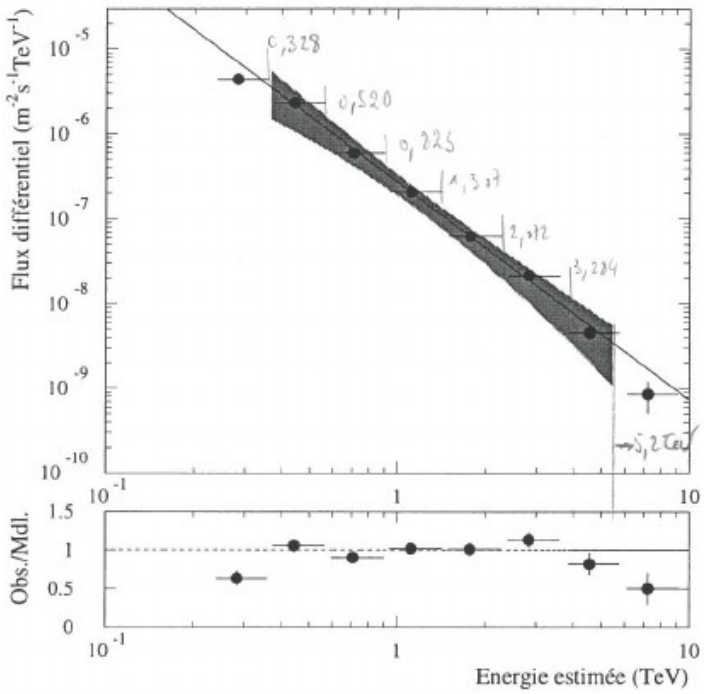
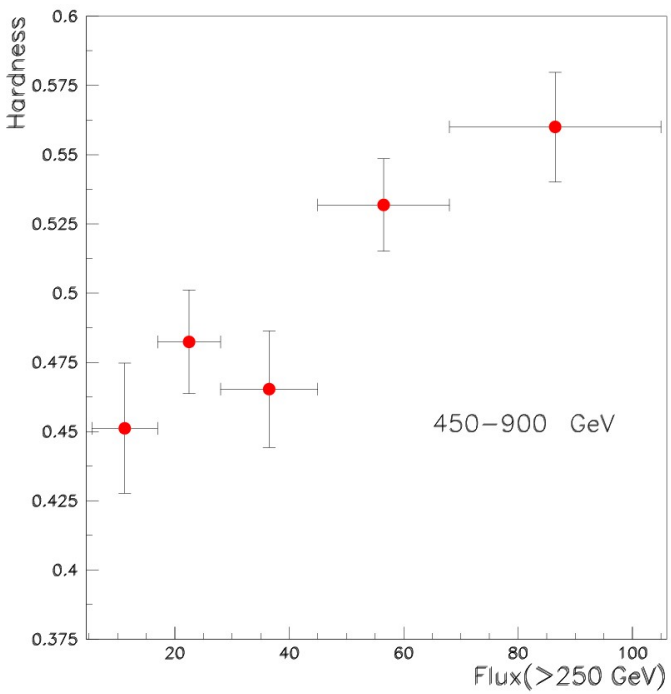
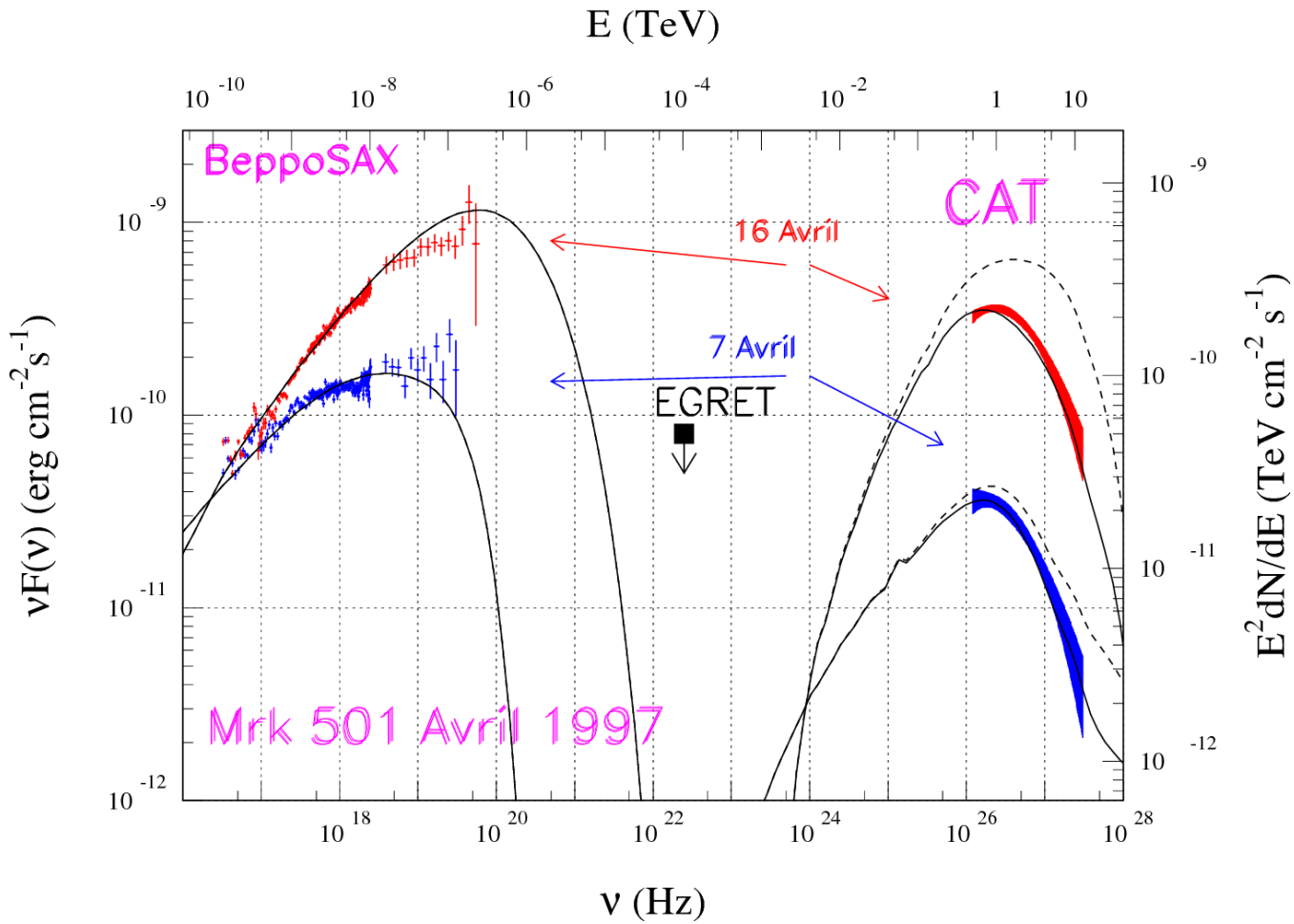


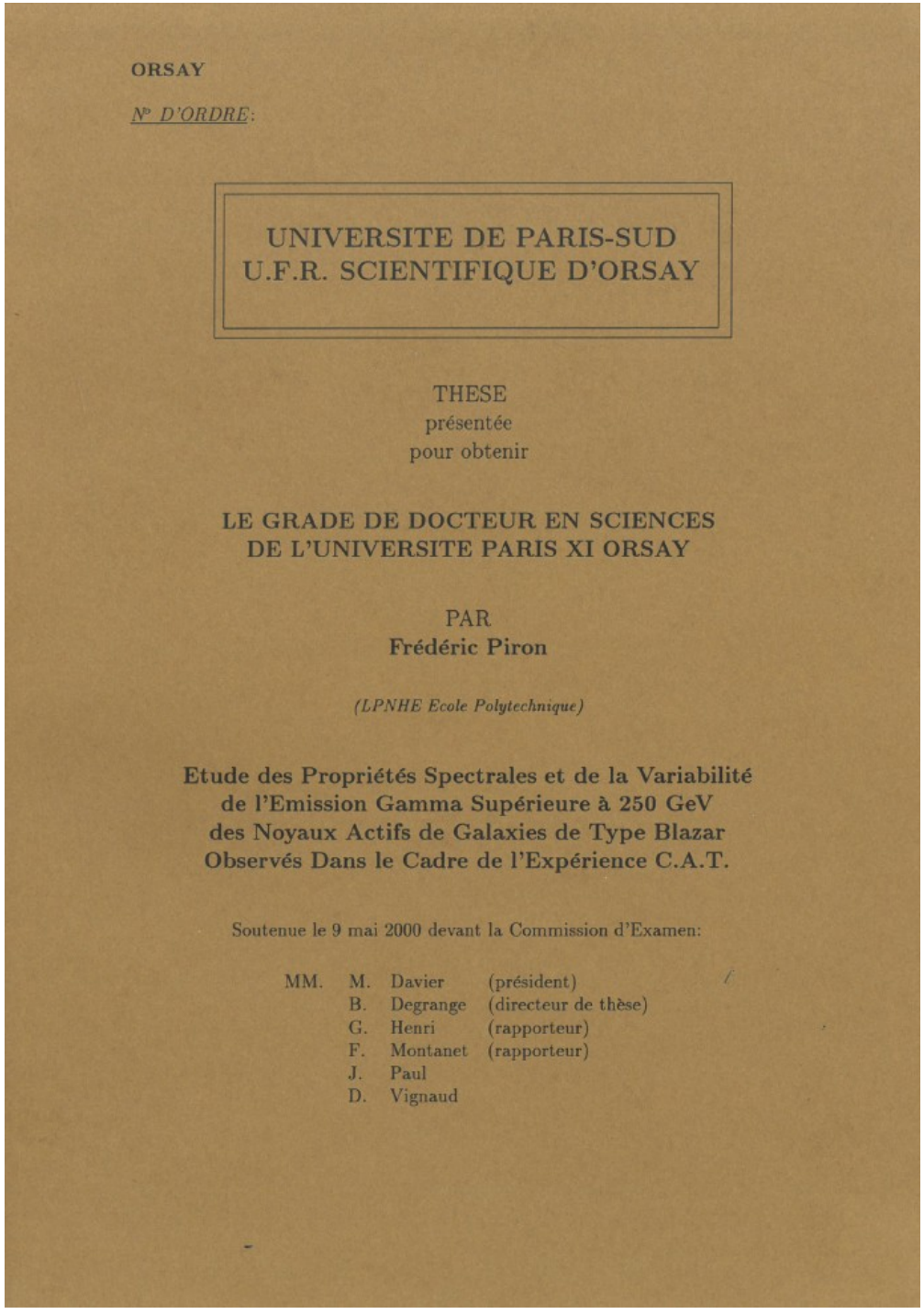
Figure 6.13 *Spectre différentiel ajusté de la nébuleuse du Crabe pour la saison 1997/1998.*

Mrk 501, vers l'astrophysique des *blazars* au TeV





Le troisième de la lignée...



ORSAY

N° D'ORDRE:

UNIVERSITE DE PARIS-SUD
U.F.R. SCIENTIFIQUE D'ORSAY

THESE
présentée
pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR EN SCIENCES
DE L'UNIVERSITE PARIS XI ORSAY

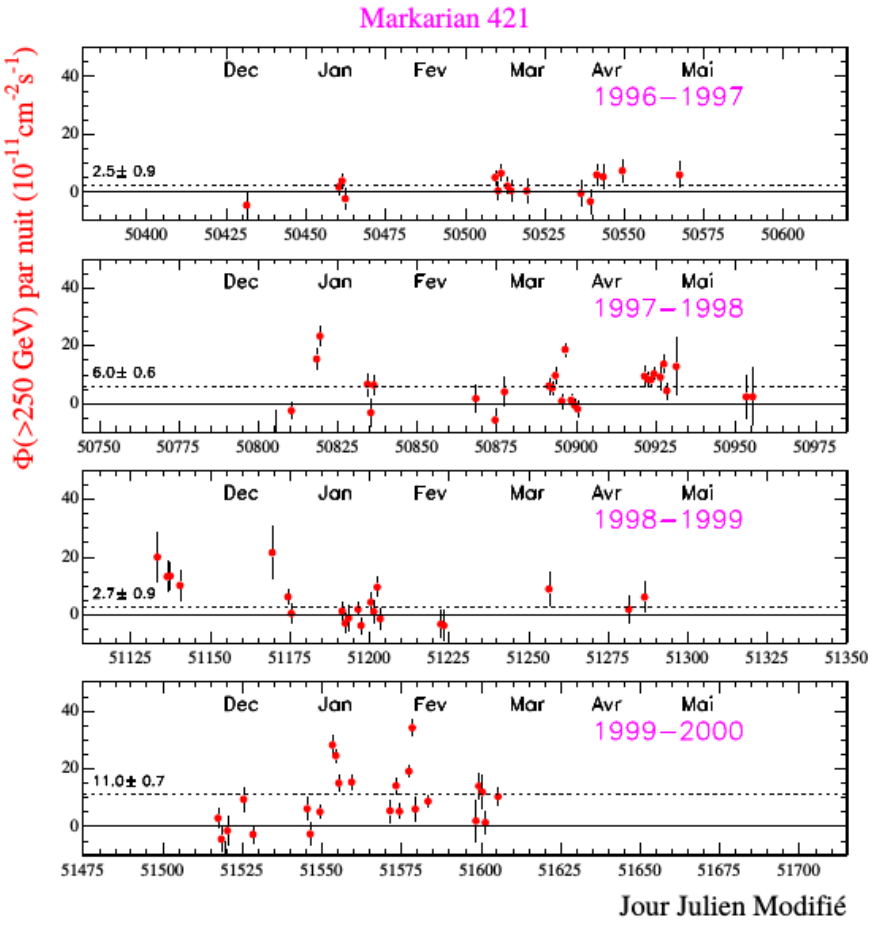
PAR
Frédéric Piron

(LPNHE Ecole Polytechnique)

Etude des Propriétés Spectrales et de la Variabilité de l'Emission Gamma Supérieure à 250 GeV des Noyaux Actifs de Galaxies de Type Blazar Observés Dans le Cadre de l'Expérience C.A.T.

Soutenue le 9 mai 2000 devant la Commission d'Examen:

MM. M. Davier (président)
B. Degrange (directeur de thèse)
G. Henri (rapporteur)
F. Montanet (rapporteur)
J. Paul
D. Vignaud



Crabe, *blazars*… quoi d'autre ?

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 502:L13–L16, 1998 July 20
© 1998. The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in U.S.A.

VERY STRONG TeV EMISSION AS GAMMA-RAY BURST AFTERGLOWS

TOMONORI TOTANI
Department of Physics, School of Science, The University of Tokyo, Tokyo 113-0033, Japan; totani@utaphp2.phys.s.u-tokyo.ac.jp
Received 1998 April 24; accepted 1998 May 19; published 1998 July 1

ABSTRACT

Gamma-ray bursts (GRBs) and following afterglows are considered to be produced by dissipation of kinetic energy of a relativistic fireball, and the radiation process is widely believed to be synchrotron radiation or inverse Compton scattering of electrons. We argue that the transfer of kinetic energy of ejecta into electrons may be an inefficient process and hence the total energy released by a GRB event is much larger than that emitted in soft gamma rays by a factor of $\sim(m_p/m_e)$. We show that, in this case, very strong emission of TeV gamma rays is possible due to synchrotron radiation of protons accelerated up to $\sim 10^{21}$ eV, which are trapped in the magnetic field of afterglow shocks and radiate their energy on an observational timescale of about a few days. This suggests the possibility that GRBs are most energetic in the TeV range, and such TeV gamma rays may be detectable from GRBs even at cosmological distances, i.e., $z \sim 1$, by currently working ground-based telescopes. Furthermore, this model naturally gives a quantitative explanation for the famous long-duration GeV photons detected from GRB 940217. If TeV gamma-ray emission that is much more energetic than GRB photons is detected, it provides a strong evidence for acceleration of protons up to $\sim 10^{21}$ eV.

Subject headings: acceleration of particles — gamma rays: bursts — gamma rays: theory

Crabe, *blazars*… quoi d'autre ?

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 502:L13–L16 ly 20
© 1998. The American Astronomical Society. All ri in U.S.A.

ABSORPTION DES γ DANS L'UNIVERS PAR LE RAYONNEMENT LUI-MÊME

1. SECTION EFFICACE ET PROBA. D'INTERACTION EN MILIEU RADIATIF.

Normalement, pour une réaction entre particules de masses non nulles, la probabilité d'interaction permet de définir la section efficace à partir d'un milieu à cibles fixes :

$\sigma n_c \, dx$ = proba. d'interaction dans dx si n_c = densité de cibles ;

ou encore par unité de temps où la particule incidente a traversé l'épaisseur $dx = v_i \, dt$

$\sigma v_i n_c \, dt$

Si l'on a n_i particules incidentes par unité de volume avec toutes la même vitesse v_i, le nombre de collisions par unité de temps et de volume est :

$n_i v_i n_c \sigma \frac{d_4 x}{c}$ où $d_4 x = d_3 x \cdot c dt$ est l'élément de volume d'espace-temps. Le nombre de collisions et l'élément de $d_4 x$ sont des invariants relativistes ; il en est de même de $n_i v_i n_c \sigma$ dont nous voulons généraliser l'expression au cas où les particules "cibles" sont animées d'une vitesse non nulle. Nous devons faire une transformation de Lorentz pour donner aux "cibles"

MISSION AS GAMMA-RAY BURST AFTERGLOWS

TOMONORI TOTANI
University of Tokyo, Tokyo 113-0033, Japan; totani@utaphp2.phys.s.u-tokyo.ac.jp
24; accepted 1998 May 19; published 1998 July 1

ABSTRACT

fterglows are considered to be produced by dissipation of kinetic process is widely believed to be synchrotron radiation or inverse the transfer of kinetic energy of ejecta into electrons may be an eased by a GRB event is much larger than that emitted in soft hat, in this case, very strong emission of TeV gamma rays is celerated up to $\sim 10^{21}$ eV, which are trapped in the magnetic n observational timescale of about a few days. This suggests TeV range, and such TeV gamma rays may be detectable y currently working ground-based telescopes. Furthermore, or the famous long-duration GeV photons detected from more energetic than GRB photons is detected, it provides eV.

gamma rays: bursts — gamma rays: theory

A more precise estimate of detectability requires better determination of infrared background, and, in other words, discovery of the TeV afterglow would give important information for the intergalactic infrared photon field.

Crabe, *blazars*… quoi d'autre ?

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 502:L13–L16 ly 20
© 1998. The American Astronomical Society. All ri

ABSORPTION DES γ DANS L'UNIVERS PAR LE RAYON LUI-MÊME

1. SECTION EFFICACE ET PROBA. D'IN RADIATIF.

Normalement, pour une a de masses non nulles, la fre permet de définir la section d'un milieu à cibles fixes $\sigma n_c dx$

ou encore par unité de k a traversé l'épaisseur $\sigma n_i n_c$

Si l'on a n_i partic volume avec toutes l de collisions par uni $n_i v_i n$

d'espace-temps d_4x sont des in de $n_i v_i n_c \sigma$ sion au cas o d'une vitesse transformatio

g
po
fie
the
from
this n
GRB 9
a strong
Subject h

M87 : Un objectif pour CAT?

B. Degrange

1 M87 : un objet atypique

La galaxie M87 (ou NGC 4486) est une galaxie elliptique géante au cœur de l'amas de la Vierge ; elle est donc relativement proche de nous (15 Mpc ; la distance est déterminée à partir des fluctuations de brillance de surface). Elle est associée à la radio-source Virgo A. Elle est intéressante pour nous à plusieurs points de vue, dont aucun n'est déterminant certes, mais l'ensemble laisse à réfléchir :

- Cette galaxie présente un jet relativiste : c'est même le premier jet extragalactique observé ; il a fait l'objet de plusieurs observations en VLBI. Il s'étend sur près de 2 kpc et son spectre radio-optique est attribué au rayonnement synchrotron (forte polarisation). Il fait un angle de 30° à 40° avec la ligne de visée et le facteur de Lorentz est supérieur à 3. Nous sommes assez loin de nos blazars extrêmes, mais la source est 10 fois plus proche de nous. L'article de Reynolds, Fabian, Celotti et Rees (Mon. Not. R. Astron. Soc. **283**(1996)873) envisage un modèle SSC compatible avec l'intensité X observée à 1 keV ($\simeq 3.5 \times 10^{-7}$ Jy, ce qui en νF_ν correspond à $\sim 10^{-12}$ erg cm^{-2} s^{-1}). Ici encore, l'intensité en X est 10 à 100 fois plus faible que celle de Mkn 501 quand il est actif. Toutefois, l'amas contient un gaz chaud (10^7 à 10^8 K) qui rayonne thermiquement en X ; le jet débouche dans ce gaz et peut y produire une onde de choc susceptible d'accélérer des rayons cosmiques. Il est difficile de faire une prédiction à ce sujet mais les ingrédients nécessaires à l'émission sont là.
- M87 constitue le centre de l'amas Virgo qui recèle une grosse quantité de matière noire. En supposant en effet que le gaz (dont l'émission X donne le profil en température) est en équilibre hydrostatique, on peut reconstituer le profil de masse volumique globale (J.C. Tsai, ApJ **413**(1993)L59) et, après soustraction des contributions du gaz et des étoiles, le profil de densité de matière noire. La masse totale dans 100 kpc est d'environ $10^{13} M_\odot$ et l'essentiel de cette masse est «noire». Il existe par ailleurs pour les galaxies *spirales* une relation empirique entre masse visible et masse «noire» dans un rayon d à partir du centre. Un astrophysicien de Marseille, Edmond Giraud, a montré que ce «couplage» était bien vérifié sur M87. Il m'a récemment transmis son article (E. Giraud, ApJ **524**(1999)L15) qui fournit également, dans ce cadre, un profil qui rend compte des observations ; je le trouve en accord avec les estimations de Tsai à 15% près. Edmond Giraud m'a aussi fait remarquer que la masse «noire» doit s'étendre à très grande distance, comme le gaz chaud, au-delà de 800 kpc. Un autre point important est le comportement de la densité au voisinage du centre : dans le modèle d'Edmond Giraud, elle varie comme $1/d^\alpha$ avec $\alpha \simeq 1.5$

URST AFTERGLOWS

, Japan; totani@utaphp2.phys.s.u-tokyo.ac.jp
ed 1998 July 1

› be produced by dissipation of kinetic
d to be synchrotron radiation or inverse
ergy of ejecta into electrons may be an
s much larger than that emitted in soft
strong emission of TeV gamma rays is
eV, which are trapped in the magnetic
scale of about a few days. This suggests
h TeV gamma rays may be detectable
g ground-based telescopes. Furthermore,
g-duration GeV photons detected from
an GRB photons is detected, it provides

ma rays: theory

A more
detectability requires better determination
nd, and, in other words, discovery of the
d give important information for the in-
photon field.

Crabe, *blazars*… quoi d'autre ?

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 502:L13–L16 ly 20
© 1998. The American Astronomical Society. All ri

M87 : Un objectif pour CAT?

B. Degrange

1 M87 : un objet atypique

La galaxie M87 (ou NGC 4486) est une galaxie elliptique g
l'amas de la Vierge ; elle est donc relativement proche de nous (1
est déterminée à partir des fluctuations de brillance de surface
la radio-source Virgo A. Elle est intéressante pour nous à plu
dont aucun n'est déterminant certes, mais l'ensemble laisse à

- Cette galaxie présente un jet relativiste : c'est même l
tique observé ; il a fait l'objet de plusieurs observatio
près de 2 kpc et son spectre radio-optique est attr
chrotron (forte polarisation). Il fait un angle de 30°
et le facteur de Lorentz est supérieur à 3. Nous son
extrêmes, mais la source est 10 fois plus proche d
Fabian, Celotti et Rees (Mon. Not. R. Astron. S
modèle SSC compatible avec l'intensité X obs
ce qui en νF_ν correspond à $\sim 10^{-12}$ erg cm^{-2}
est 10 à 100 fois plus faible que celle de Mkr
l'amas contient un gaz chaud (10^7 à 10^8 K)
le jet débouche dans ce gaz et peut y pro
d'accélérer des rayons cosmiques. Il est
sujet mais les ingrédients nécessaires à l'

- M87 constitue le centre de l'amas V
matière noire. En supposant en effet
profil en température) est en équilib
profil de masse volumique globale
soustraction des contributions du
matière noire. La masse totale da
de cette masse est «noire». Il ex
relation empirique entre masse
du centre. Un astrophysicien de
«couplage» était bien vérifié sur M87.
(E. Giraud, ApJ **524**(1999)L15) qui fournit égal
qui rend compte des observations ; je le trouve en accord
Tsai à 15% près. Edmond Giraud m'a aussi fait remarquer que la
doit s'étendre à très grande distance, comme le gaz chaud, au-delà de
Un autre point important est le comportement de la densité au voisinage du
centre : dans le modèle d'Edmond Giraud, elle varie comme $1/d^\alpha$ avec $\alpha \simeq 1.5$

M15 : Un objectif pour CAT?

B. Degrange

1 Matière noire et amas globulaires

Pour expliquer la formation des galaxies, on est aujourd'hui obligé d'invoquer le rôle de grumeaux de matière noire condensés bien avant le découplage entre les photons et la matière baryonique. On peut se demander si de telles condensations sont à l'origine des amas globulaires de notre Galaxie. Certes, le rapport masse/luminosité de ces objets n'est guère différent de sa valeur solaire (il n'en diffère que d'un facteur de l'ordre de 2) ; cependant, les amas globulaires représentent de fortes concentrations de matière (quelques $10^6 M_\odot$ dans quelques parsecs) ; dans les galaxies spirales et pour la galaxie elliptique M87, il existe une corrélation entre les concentrations de masse visible et de masse noire (E. Giraud, ApJ **524**(1999)L15) qui, si elle était valable pour les amas globulaires (ce qui reste à prouver...), conduirait à $1000 M_\odot$ de matière noire dans une sphère de 1 parsec. Bien que la densité correspondante soit considérable, le rapport global masse/luminosité n'est guère affecté par la matière invisible. Pour vérifier ces ordres de grandeur, on part de la relation empirique entre les densités de surface de matière noire et de matière visible à la distance r du centre de l'amas ($\sigma_n(r)$ et $\sigma_v(r)$ respectivement) :

$$\sigma_n(r) = \sqrt{\sigma_\gamma \sigma_v(r)}\,,$$

où $\sigma_\gamma \simeq 300\ M_\odot\ pc^{-2}$. Si l'on désigne par $M_n(r)$ et $M_v(r)$, les masses de matière noire et visible respectivement contenues dans la sphère de rayon r, on a évidemment $\sigma_{n,v}(r) = M_{n,v}(r)/(\pi r^2)$, d'où la relation :

$$M_d(r) = \sqrt{\pi\sigma_\gamma}\, r\, M_v^{1/2}\,.$$

On considère alors l'amas le plus brillant visible de l'hémisphère nord, M15 (alias NGC7078). Sa masse est environ de $6 \times 10^6 M_\odot$ dont $10^5 M_\odot$ dans le parsec central. La formule précédente donne alors $M_n(1\,pc) = 1000\ M_\odot$.

L'amas globulaire M15 est situé à 10,3 kpc du soleil. Ses coordonnées célestes sont $\alpha = 21h\ 29mn\ 58,3s$ et $\delta = 12°\ 10'\ 1''$. Sa magnitude V est 6,2. La meilleure période d'observation pour CAT est de fin Juin à Septembre ; il s'enchaîne bien avec Mkn 501.

2 Signal d'annihilation : ordre de grandeur

La référence la plus complète sur les prédictions de signaux γ d'annihilation de neutralinos est l'article de Bergström, Ullio et Buckley (Astropart. Phys. **8**(1998)147).

kinetic
inverse
ay be an
ed in soft
ma rays is
e magnetic
This suggests
be detectable
s. Furthermore,
s detected from
ected, it provides

A more
s better determination
words, discovery of the
information for the in-

photon field

Les dernières années

Les dernières années

Active Galactic Nuclei: from Central Engine to Host Galaxy
ASP Conference Series, Vol. 290, 2003
S. Collin, F. Combes, and I. Shlosman

Two new VHE BL Lac Objects, 1ES 1426+428 and 1ES 1959+650, detected by the CAT Telescope

A. Djannati-Ataï for the CAT collaboration

Physique Corpusculaire et Cosmologie, Collège de France et Université Paris VII, France (IN2P3/CNRS)

Abstract. We report here on the detections of new BL Lac objects and the spectra obtained using the CAT telescope in the TeV γ-ray range: 1ES 1426+428 and 1ES 1959+650 at redshifts of z=0.129 and z=0.047, respectively. We examine briefly the possible hints about their intrinsic γ-ray properties and the limitations on our knowledge given the expected absorption of their γ-rays by the Intergalactic Infrared field (IIR). We also discuss the issue of providing constraints on the IIR density.

Objet	Redshift	Détection
RGB *J*0153+712	0.022	oui
1ES 2344+51.4	0.044	oui
Markarian 180	0.046	oui
RGB *J*0214+517	0.049	non
RGB *J*0314+247	0.054	non
I ZW 187	0.055	oui
RGB *J*0656+426	0.059	oui
1ES 2321+41.9	0.059	non
1ES 0033+59.5	0.060	non
BL Lacertæ	0.069	oui
1ES 1741+19.6	0.084	oui
ON 231	0.102	oui
1ES 1118+42.4	0.124	non
1ES 0145+13.8	0.125	non
1ES 0806+52.4	0.138	oui
1ES 1255+24.4	0.141	non
1ES 1218+30.4	0.182	oui
1ES 0927+50.0	0.188	non

TABLE 3.1: Liste des objets dans le programme d'observations des blazars de CAT par ordre de décalage vers le rouge. La troisième colonne indique une détection après l'arrêt de CAT par d'autres télescopes Tcherenkov.

Sergueï Vorobiov

ÉCOLE POLYTECHNIQUE

THÈSE
présentée
pour obtenir

**LE GRADE DE DOCTEUR EN SCIENCES
DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE**

PAR
Sergueï Vorobiov

(LLR École Polytechnique)

**Observations de la nébuleuse du Crabe de 1996 à 2002
avec le télescope à effet Tcherenkov atmosphérique CAT
et mise en œuvre d'une nouvelle méthode d'analyse
des gerbes atmosphériques**

Soutenue le 12 janvier 2004 devant la Commission d'Examen composée de :

MM.	M.	Baubillier	
	B.	Degrange	(directeur de thèse)
	P.	Fleury	
	I.	Grenier	
	L.	Moscoso	(rapporteur)
	D.	Smith	(rapporteur)

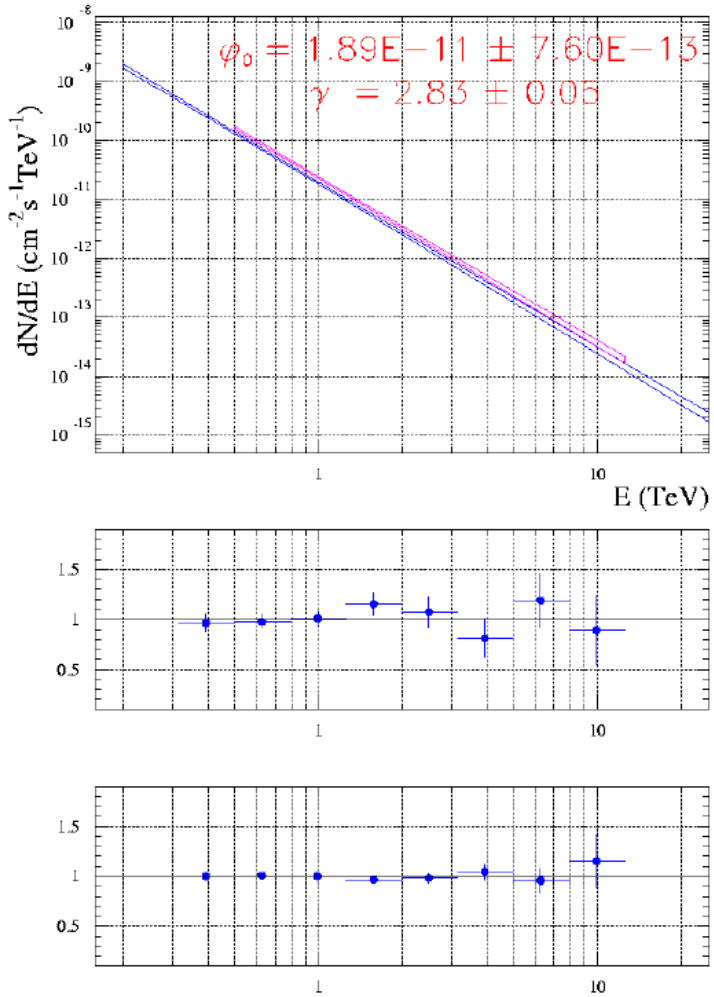
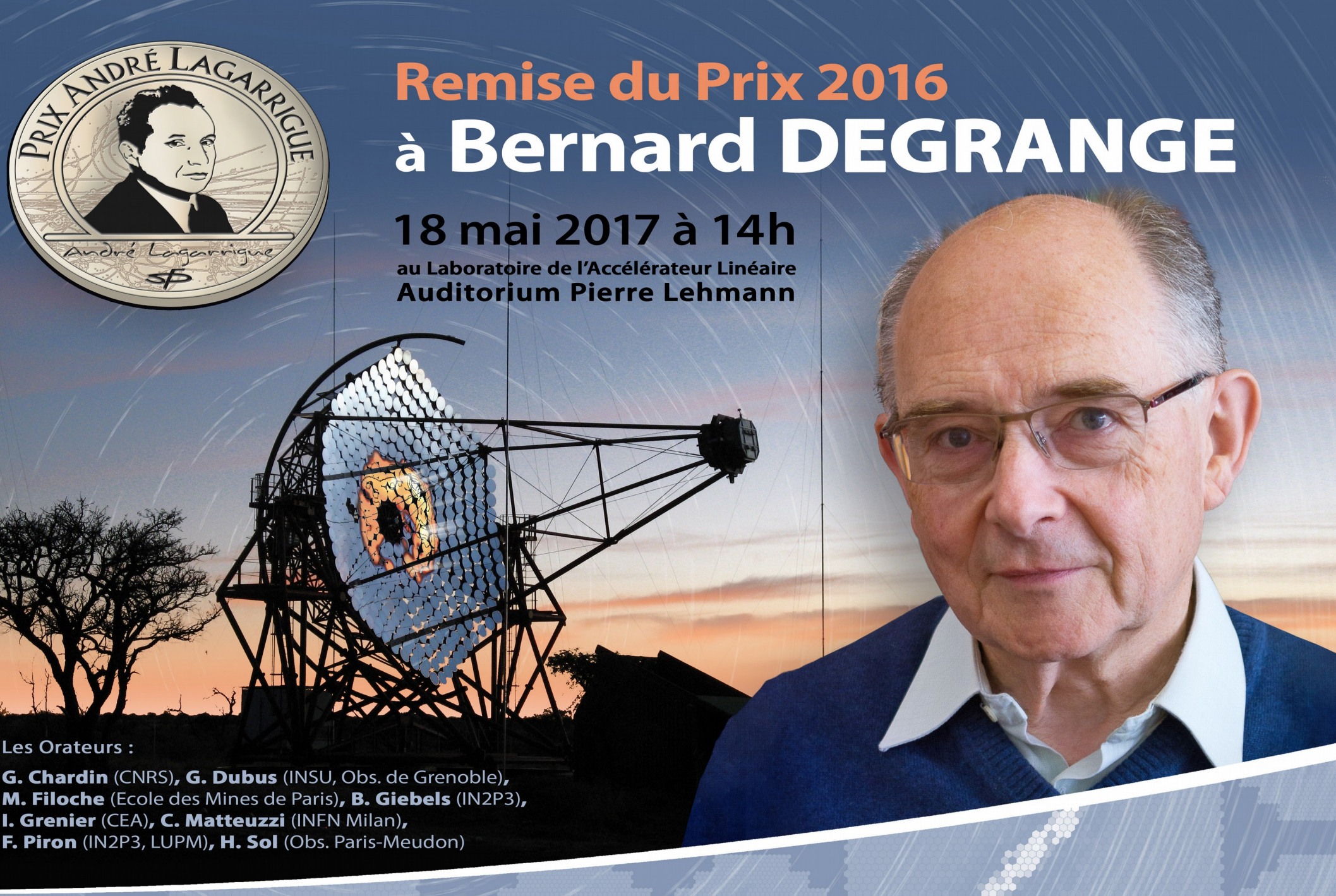


FIG. 6.4: *Spectre obtenu sur la nébuleuse du Crabe pour environ 48 heures d'observation correspondant au lot de données I (mode ON-OFF, petits angles zénithaux d'observation ($\theta_z = 23.9° \pm 3.1°$), $\simeq$ 5000 γ dans les coupures). On a superposé sur le diagramme le résultat d'analyse des mêmes données avec la méthode d'analyse standard de CAT (spectre donnant le flux reconstruit un peu plus élevé.). Dans l'analyse antérieure, l'acceptance aux γ a été sous-estimée, parce que dans la simulation, les gerbes de référence servant à ajuster les images-type de gerbes de γ ont été tirées à l'Est, contrairement à la trajectoire réelle de la source qui passe le transit au Sud. Ainsi, l'effet de champ magnétique n'était pas pris en compte auparavant. Or pour le site de Thémis, il est plus faible, pour le même angle zénithal, au Sud qu'à l'Est. Le flux a donc été surestimé. Ceci nous permet d'évaluer les erreurs systématiques dues à l'effet du champ géomagnétique.*

Une collaboration à taille humaine



http://events.lal.in2p3.fr/PrixLagarrigue/