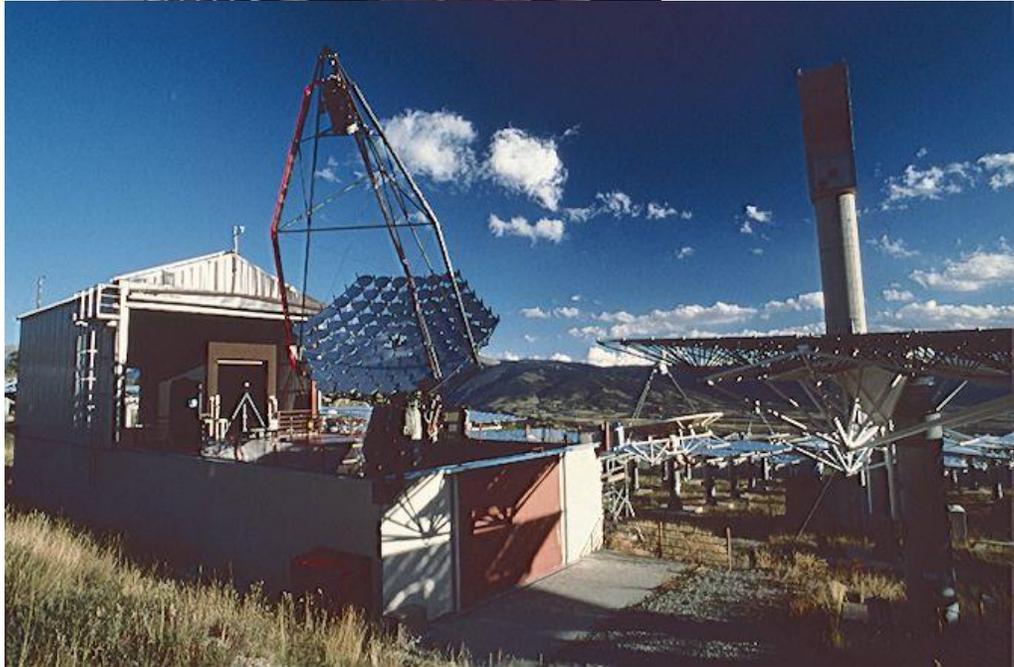
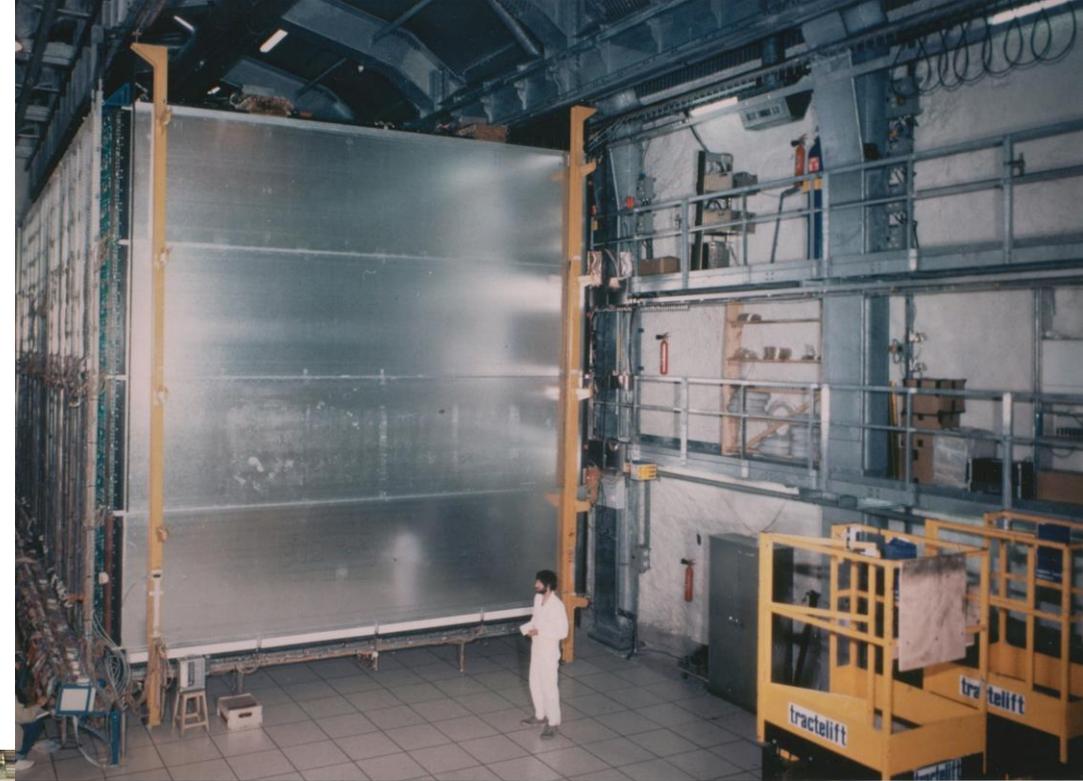
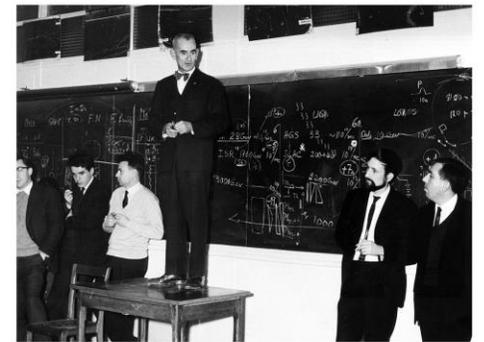
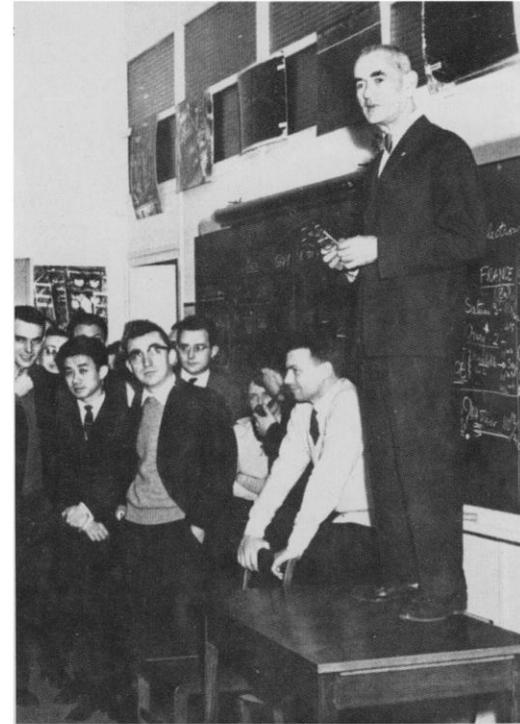
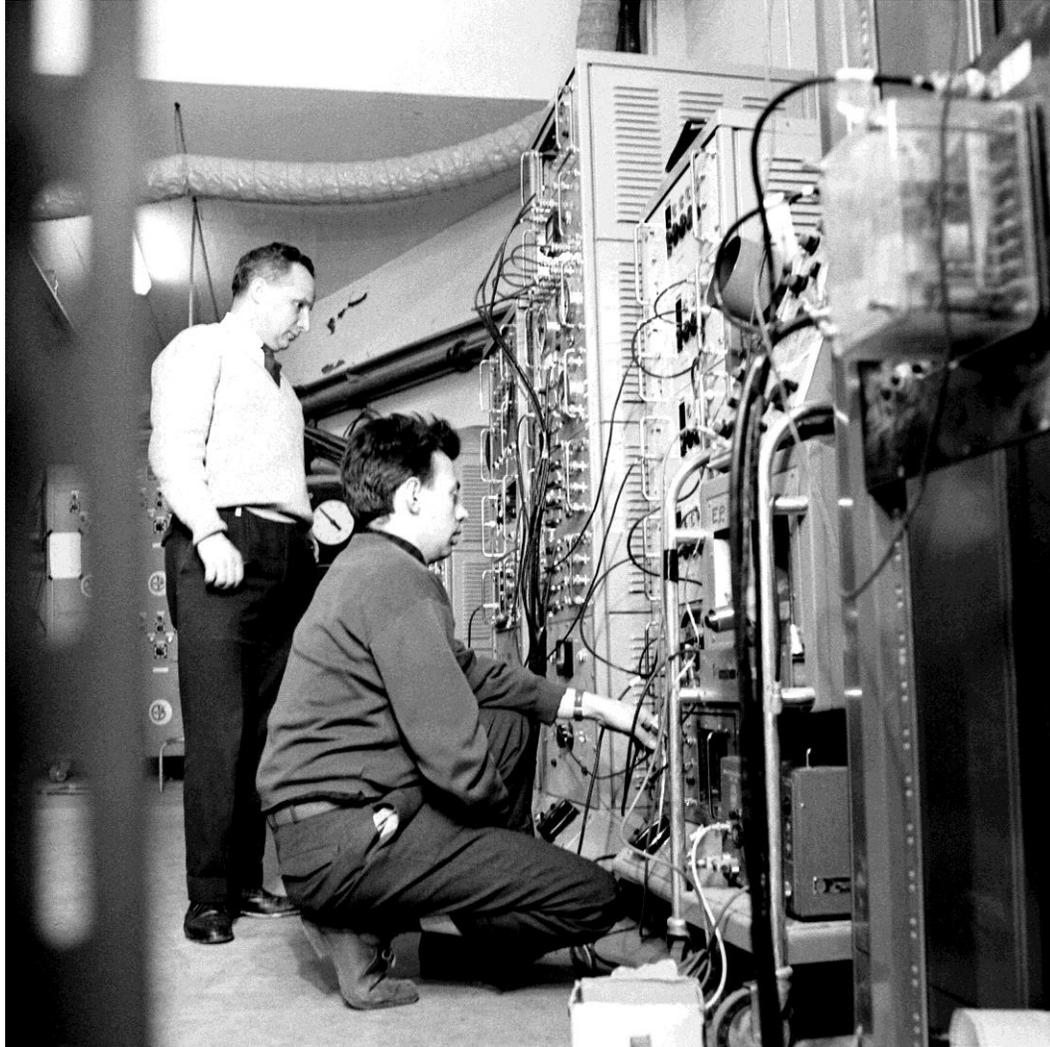


Rencontres et amitiés autour des hautes énergies

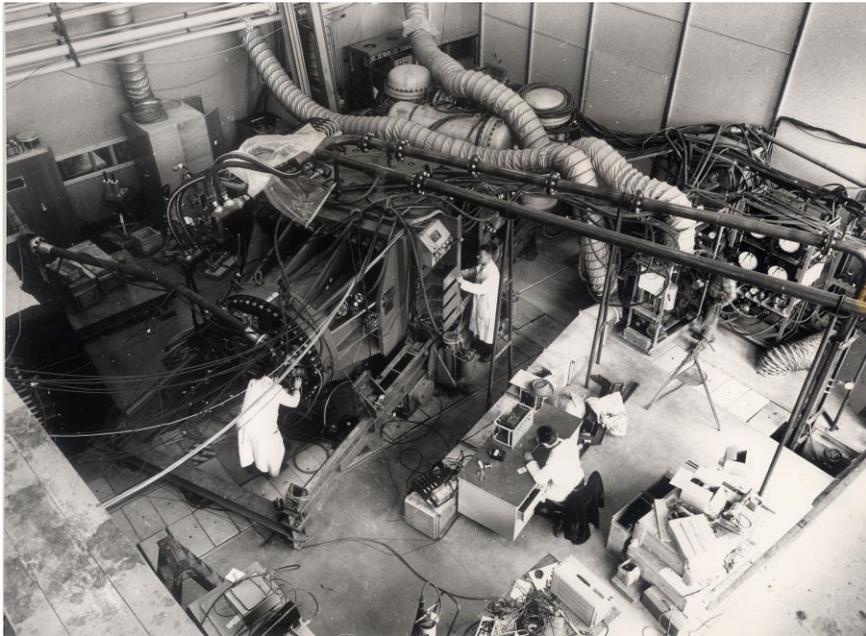


1. Le groupe Lagarrigue et l'épopée de Gargamelle

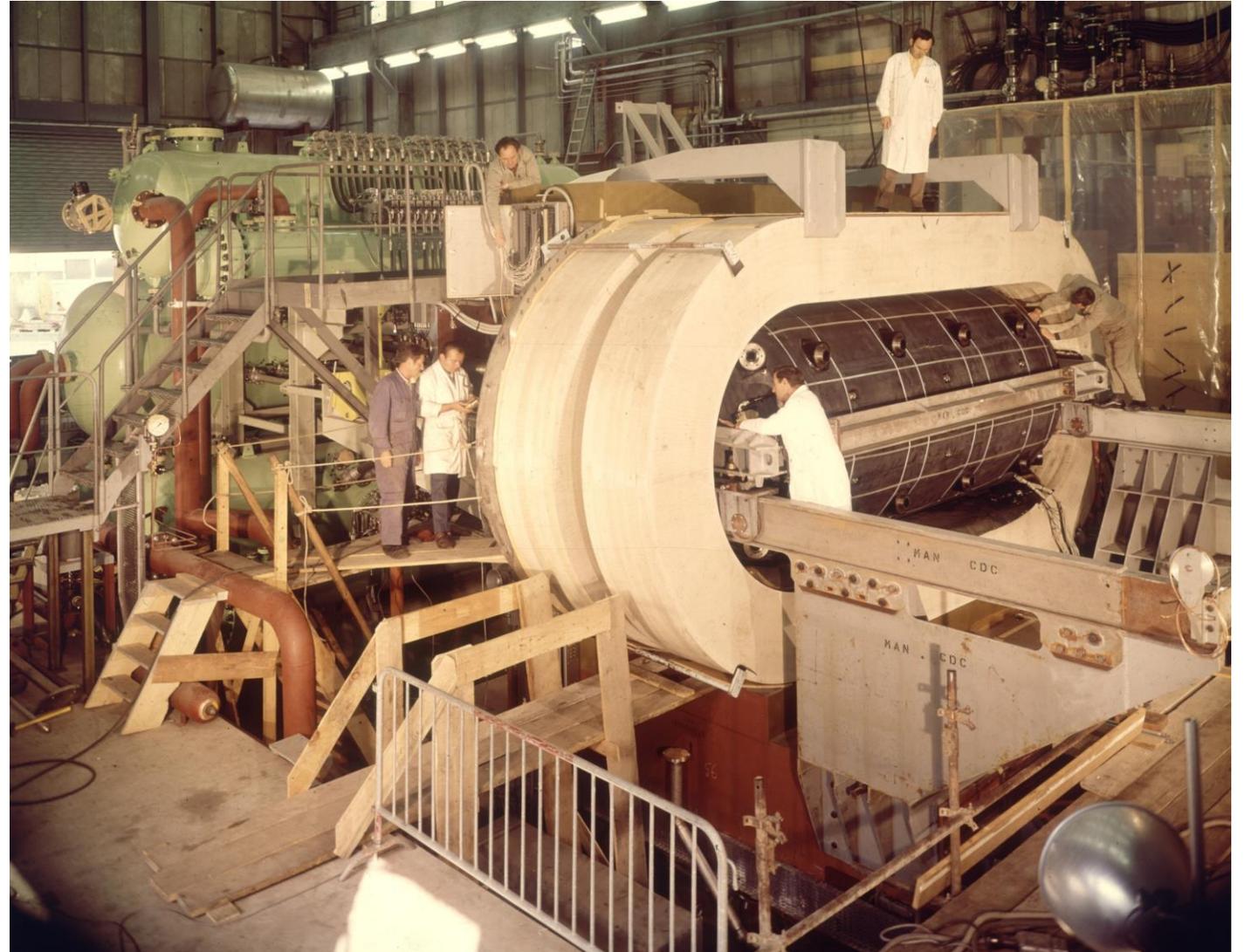


Les chambres à bulles à liquides « lourds » (1958-1978)

De BP3 (300 ℓ) à Gargamelle (15 m³)



1960 à 1969

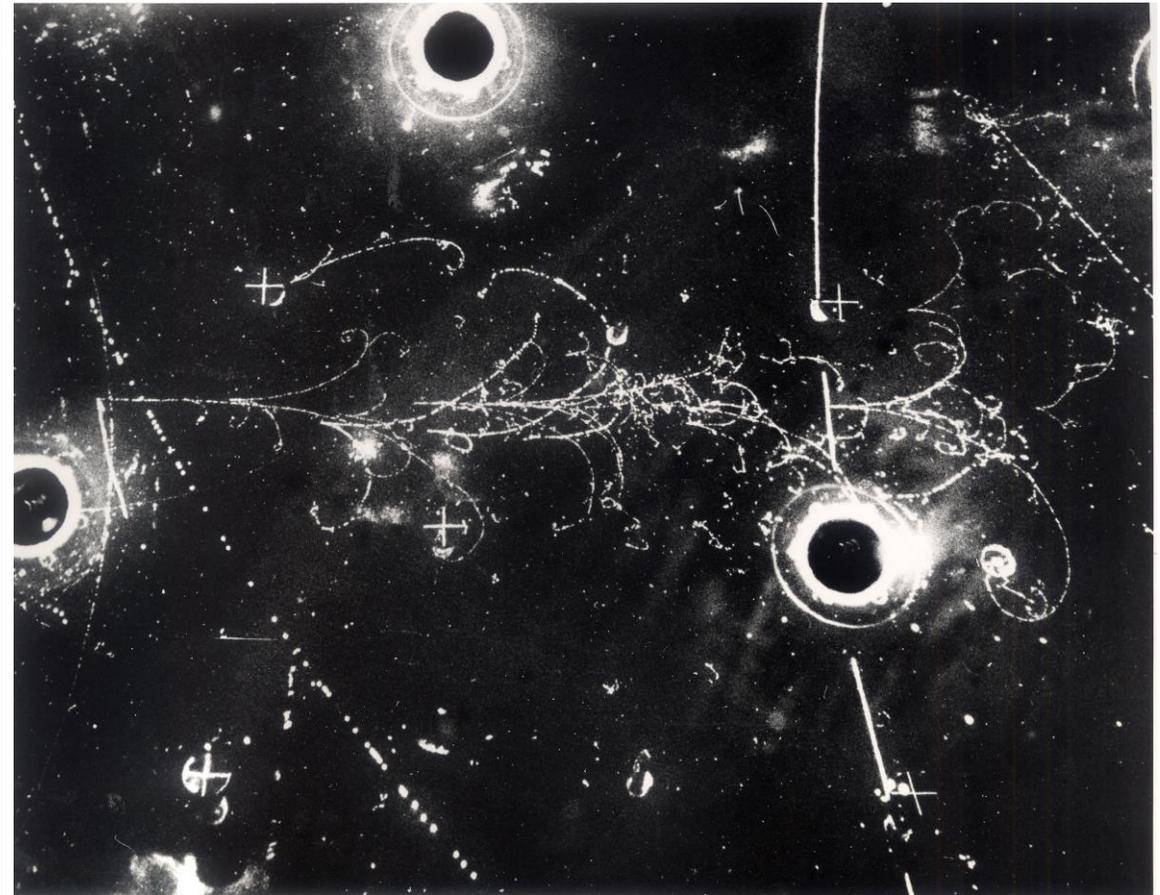


1970 à 1978

La physique : explorer la structure du nucléon avec les neutrinos et les antineutrinos interagissant par courant chargé



$$\nu_{\mu} + N \rightarrow \mu^{-} + \dots$$



$$\nu_e + N \rightarrow e^{-} + \dots$$

Première présentation de Gargamelle (Conférence du lac Balaton, Hongrie en 1972)

Volume 46B, number 2

PHYSICS LETTERS

17 September 1973

MEASUREMENT OF THE NEUTRINO-NUCLEON AND ANTINEUTRINO-NUCLEON TOTAL CROSS SECTIONS

T. EICHEN, H. FAISSNER, F.J. HASERT, S. KABE, W. KRENZ, J. Von KROGH,
J. MORFIN and K. SCHULTZE

III Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, Aachen, Germany

G.H. BERTRAND-COREMANS, J. SACTON, W. Van DONINCK and P. VILAIN*¹

Interuniversity Institute for High Energies, U.L.B., V.U.B., Brussels, Belgium

D.C. CUNDY, D. HAIDT, M. JAFFRE, S. NATALI*², P. MUSSET, J.B.M. PATTISON,
D.H. PERKINS*³, A. PULLIA, A. ROUSSET, W. VENUS*⁴ and H. WACHSMUTH

CERN, Geneva, Switzerland

V. BRISSON, B. DEGRANGE, M. HAGUENAUER, L. KLUBERG,
U. NGUYEN-KHAC and P. PETIAU

Laboratoire de Physique Nucléaire des Hautes Energies, Ecole Polytechnique, Paris, France

E. BELLOTTI, S. BONETTI, D. CAVALLI, C. CONTA*⁵, E. FIORINI,
C. FRANZINETTI*⁶ and M. ROLLIER

Istituto di Fisica dell'Università, Milano and I.N.F.N., Milano, Italy

B. AUBERT, L.M. CHOUNET, P. HEUSSE, L. JAUNEAU,
A.M. LUTZ, C. PASCAUD and J.P. VIALLE

Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire, Orsay, France

F.W. BULLOCK, M. DERRICK*⁷, M.J. ESTEN, T.W. JONES, J. MCKENZIE,
A.G. MICHETTE*⁸, G. MYATT*³ and W.G. SCOTT*^{3,8}

University College, London, England

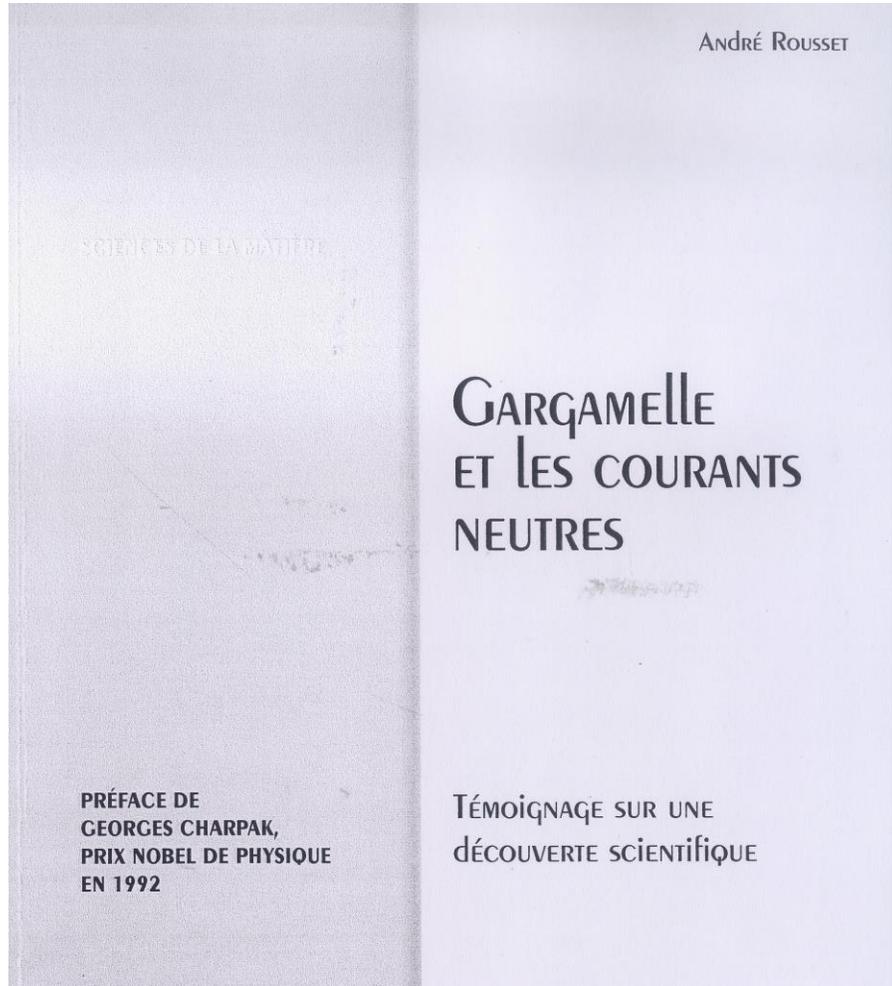
Received 10 August 1973

The ν and $\bar{\nu}$ nucleon total cross-sections have been determined as a function of energy using a sample of 2500 ν and 950 $\bar{\nu}$ event. The results are compared with predictions of scaling and charge symmetry hypotheses

Lagarrigue et moi allons voir R. Feynman qui interprète notre résultat : si le rapport $\frac{\sigma(\bar{\nu})}{\sigma(\nu)} \approx \frac{1}{3}$, c'est qu'il n'y a que très peu d'antiquarks dans les nucléons.



Bien sûr, les découverte des courants neutres (1973 ... récompensée en 2009)



Presses de l'Ecole des Mines



Et aussi l'expérience avec remplissage de propane pour disposer de protons libres comme cibles

Rapports $\frac{\sigma(\nu+p)}{\sigma(\nu+n)}$ en courants chargé et en courants neutres

Volume 79B, number 4,5

PHYSICS LETTERS

4 December 1978

MEASUREMENT OF THE RATIO OF NEUTRAL CURRENT $\nu+p$ AND $\nu+n$ INELASTIC CROSS SECTIONS BELOW 10 GeV

Gargamelle Neutrino Propane Experiment

M. POHL and K. SCHULTZE

III. Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, Aachen, Germany

M. DEWIT¹, C. VANDER VELDE-WILQUET and P. VILAIN²

Inter-University Institute for High Energies, ULB-VUB, Brussels, Belgium

D. HAIDT and C. MATTEUZZI

CERN, European Organization for Nuclear Research, Geneva Switzerland

B. DEGRANGE, T. FRANCOIS and P. VAN DAM³

Laboratoire de Physique Nucléaire des Hautes Energies, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France

M. JAFFRE, C. LONGUEMARE and C. PASCAUD

Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire, Orsay, France

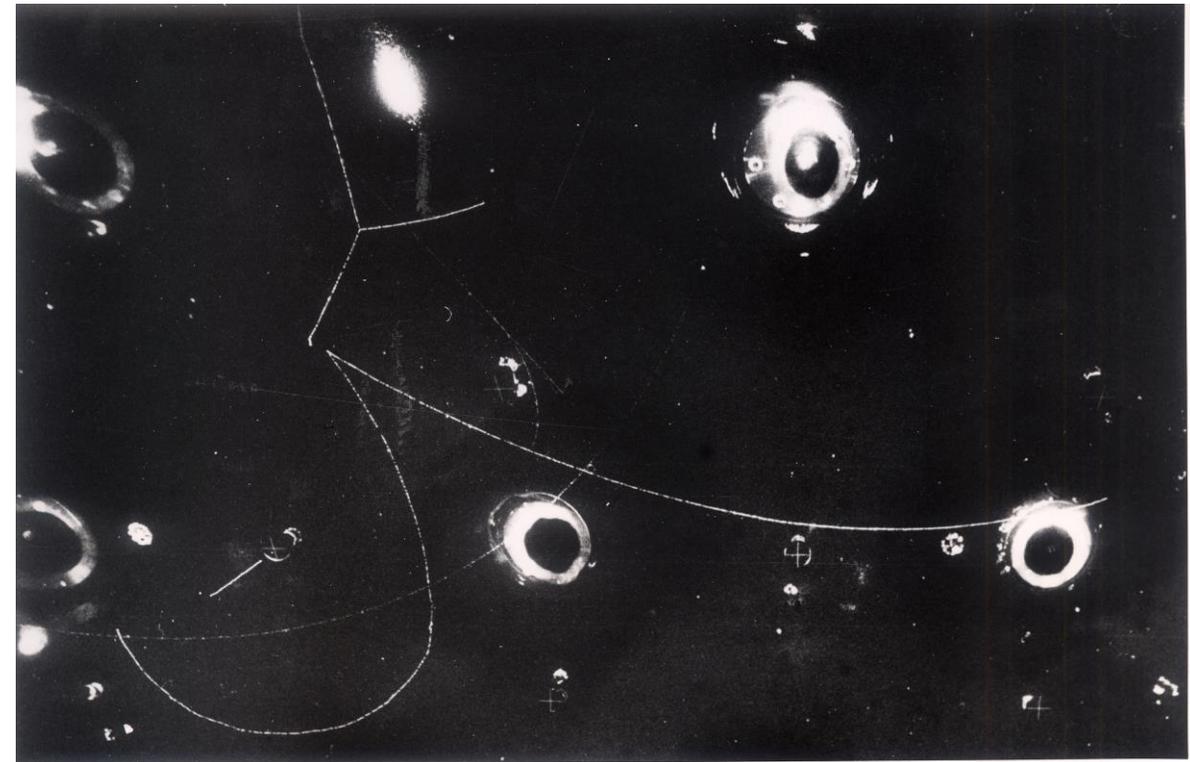
E. CALIMANI, S. CIAMPOLILLO and F. MATTIOLI

*Istituto di Fisica dell'Università, Padova, Italy
and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Padova, Italy*

Received 24 July 1978

The first measurement of the neutral current inelastic cross-section ratio $\sigma(\nu+n \rightarrow \nu+...)/\sigma(\nu+p \rightarrow \nu+...)$ is presented. It is based on a sample of 573 neutral current events from the Gargamelle propane experiment using the CERN-PS neutrino beam. The ratio is found to be $0.76^{+0.17}_{-0.15}$. The relative contributions of reactions on neutrons and protons are estimated from the charge and proton multiplicity distributions. This method was already successfully applied to charged current channels where an independent measurement of the cross-section ratio is possible.

Production d'une paire de particules étranges par courant neutre (Gargamelle remplie de propane)



2. Le proton serait-il instable ?

Une nouvelle collaboration : τ_p (1979-1991)

- CEA Saclay
- LAL Orsay
- PNHE-X Ecole polytechnique

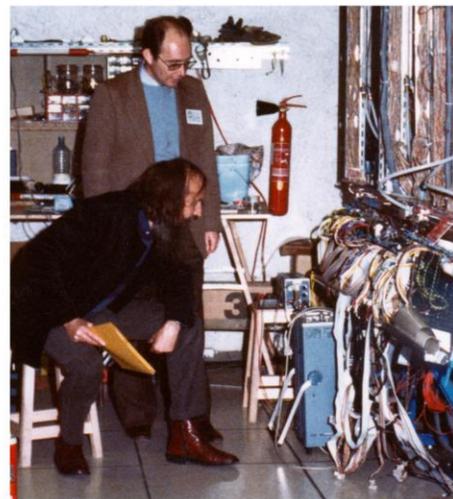


... et 2 laboratoires allemands :

- Wuppertal (H. Meyer)
- Aix-la-Chapelle (C. Berger)

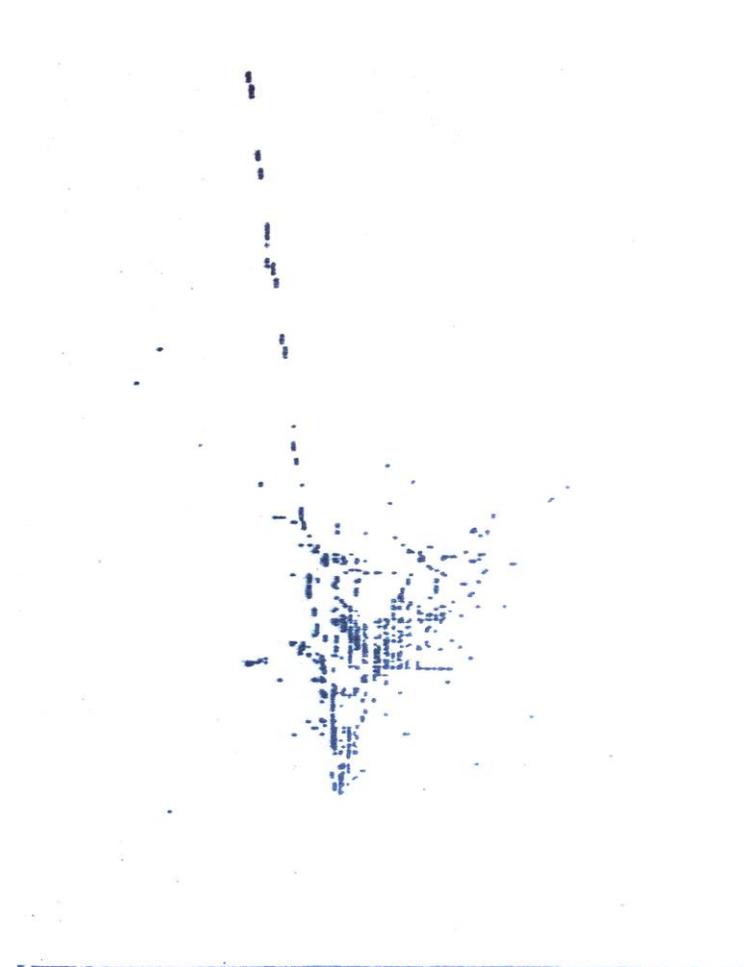
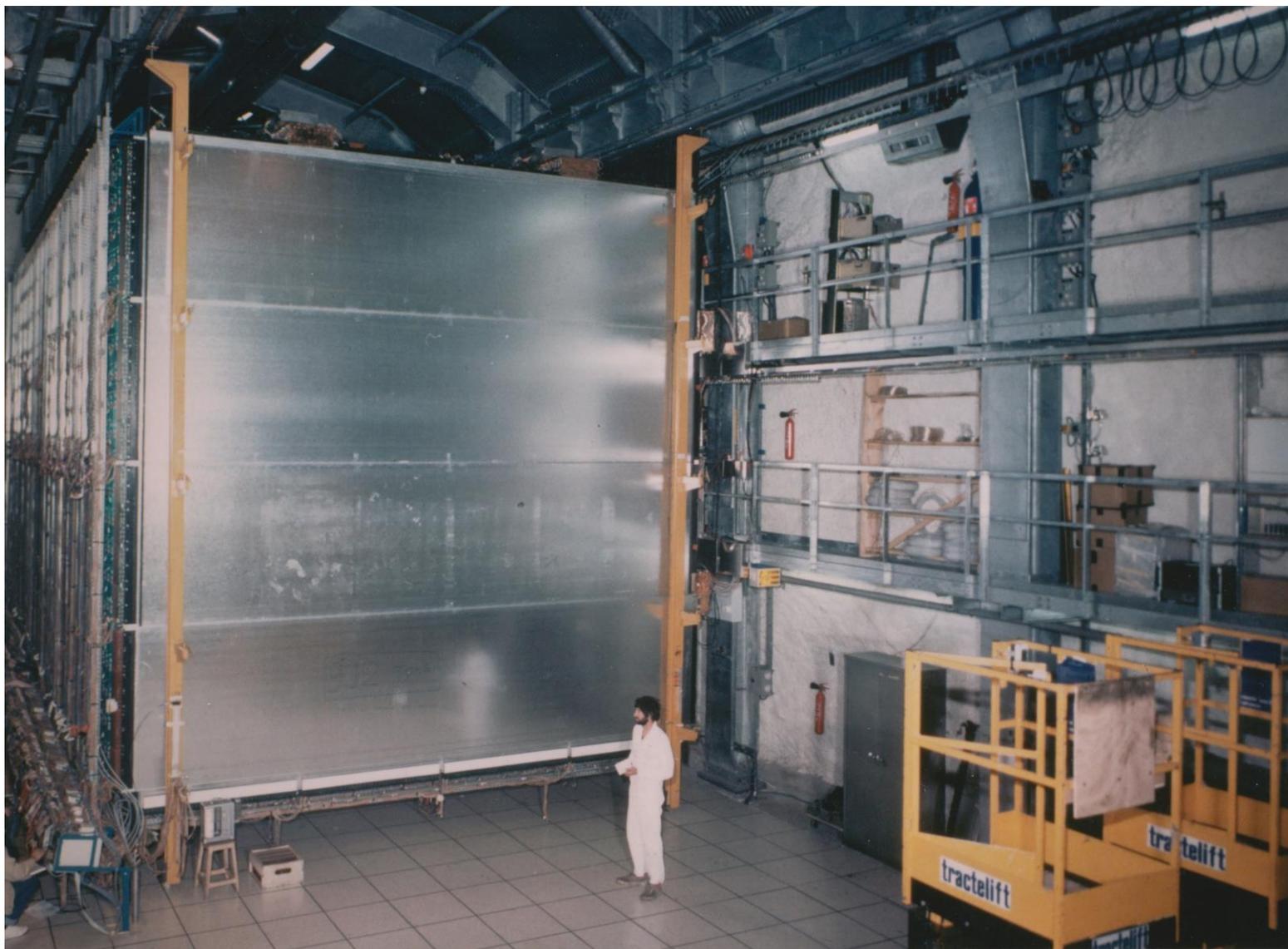
Un nouveau laboratoire dans le tunnel routier du Fréjus

Le laboratoire souterrain de Modane ou LSM



- ❑ Création d'une pré-cavité avant la mise en service du tunnel (A. Rousset à la DGRST).
- ❑ Installation de portes permettant de faire des tirs pour excaver le laboratoire final alors que le tunnel est en service (F. Jacquet, M. Reposeur).
- ❑ Equipement du laboratoire (Ph. Delcros)
- ❑ Inauguration en novembre 1983.

Le détecteur : sandwich de plaques de fer, de chambres à plasma et de tubes Geiger



Interaction de neutrino atmosphérique

Rayons cosmiques « vus » depuis un laboratoire souterrain

- ❑ Les très grandes gerbes créées par les rayons cosmiques (protons ou noyaux) dans la haute atmosphère produisent des muons qui peuvent atteindre le détecteur souterrain.
- ❑ Peut-on faire de l'astronomie avec des rayons cosmiques ? En principe non car ceux-ci sont chargés et déviés par les champs magnétiques turbulents de la Galaxie.
- ❑ Les particules neutres (γ ou ν) n'en représentent qu'une fraction infime.

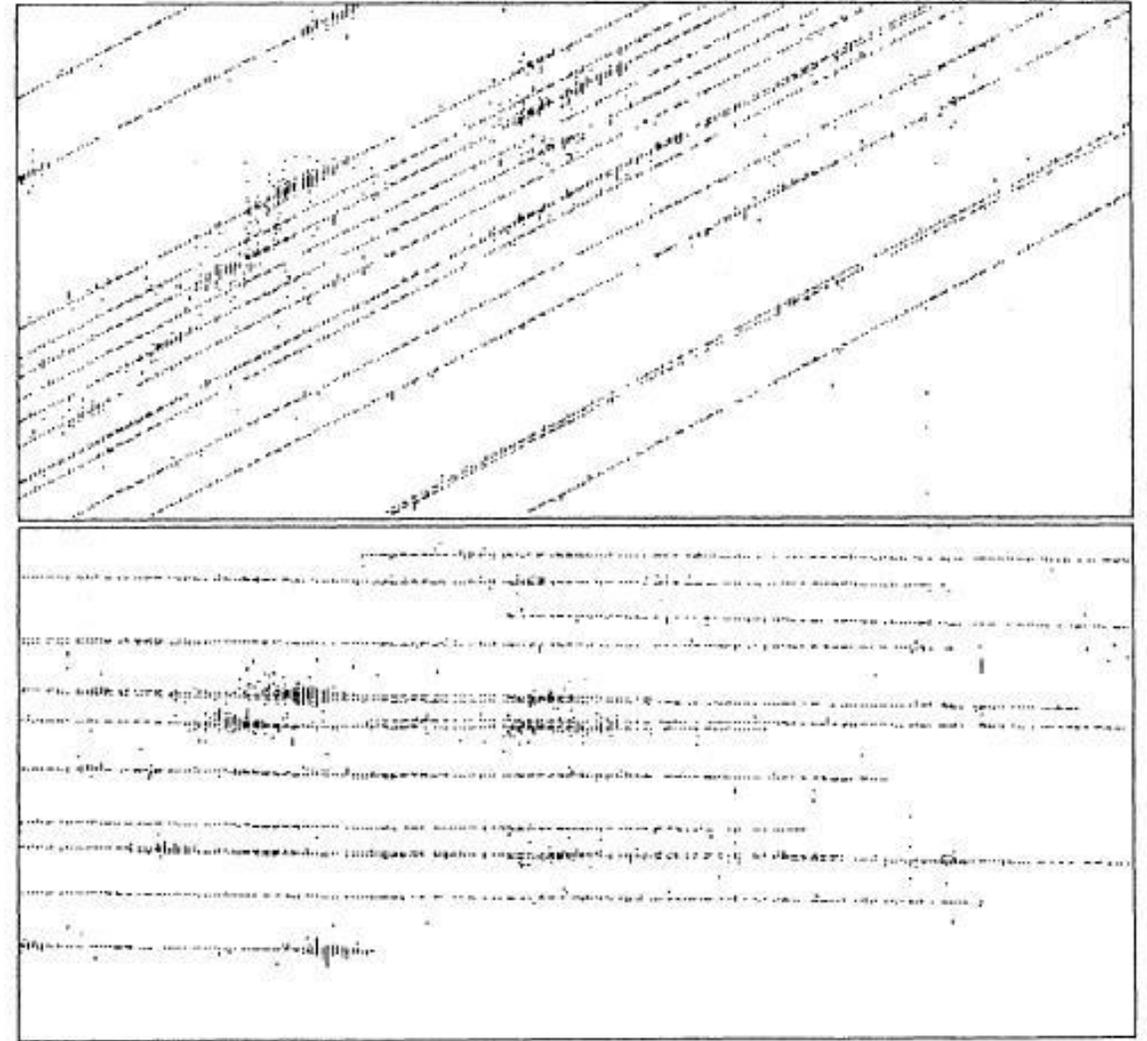


FIG. 2. A muon bundle observed in the Fréjus detector (12.3 m \times 6 m \times 6 m).

Rayons cosmiques vus depuis un laboratoire souterrain : spéculations sur la source Cygnus X3

- ❑ En 1985, deux expériences au niveau du sol détectant des gerbes de plusieurs TeV et deux expériences souterraines revendiquent un signal provenant d'un système binaire émetteur de rayons X, **Cyg X3**, avec sa période caractéristique de 4.79 h.
- ❑ Le signal revendiqué à partir des muons souterrains est **inexplicable** par la physique connue.
- ❑ L'expérience du LSM, avec un détecteur plus grand ne voit aucun signal.
- ❑ Publication d'une discussion critique sur les recherches de ce « signal » (« **Physics Reports** ») de Gabriel Chardin.

Volume 174, number 1

PHYSICS LETTERS B



e 1986

SEARCH FOR MUONS FROM THE DIRECTION OF CYGNUS X-3

FREJUS Collaboration

Ch. BERGER, A. HOFMANN, F. RAUPACH, P. SCHLEPER, G. SCHMITZ, J. TUTAS, B. VOIGTLANDER

1 Physikalisches Institut der RWTH Aachen ¹, D-5100 Aachen, Fed. Rep. Germany

C. ARPESELLA, Y. BENADJAL, G. DEUZET, B. DUDELZAK, P. ESCHTRUTH, S. JULLIAN, D. LALANNE, F. LAPLANCHE, C. LONGUEMARE, C. PAULOT, Ph. ROY, G. SZKLARZ

Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire ², Centre d'Orsay, Bâtiment 200, F-91405 Orsay, France

L. BEHR, R.W. BLAND ³, B. DEGRANGE, U. NGUYEN-KHAC, P. SERRI, S. TISSERANT, R. TRIPP ⁴

LPNHE-Ecole Polytechnique ², Route de Saclay, F-91128 Palaiseau, France

P. BAREYRE, R. BARLOUTAUD, G. CHARDIN, L. DI CIACCIO ⁵, D.L. EDMUNDS ⁶, J. ERNWEIN, G. GERBIER ⁷, M.A. JABIOL, W. KOLTON, L. MOSCA, L. MOSCOSO, B. PIETRZYK ⁸

DPhPE-Saclay ⁹, B.P. No. 2, F-91191 Gif-sur-Yvette, France

K.H. BECKER, H.J. DAUM, S. DEMSKI, R. HINNERS, W. KOHRS, B. KUZNIK, R. MAYER, H. MEYER, D. ORTMANN, J. PETERS, M. SCHUBNELL, J. THIERJUNG ¹⁰, Y. WEI and P. WINTGEN

Universität-Gesamthochschule Wuppertal ¹, D-5600 Wuppertal 1, Fed. Rep. Germany

Received 16 April 1986

Muons and multimuons detected in the Fréjus underground nucleon decay detector between February 1984 and January 1986 have been analyzed. No excess events are observed in the direction of Cygnus X-3, which yields a 90% confidence level upper flux limit of $0.8 \times 10^{-12} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, for an average rock overburden of 5000 hg cm^{-2} corresponding to energies $\geq 3 \text{ TeV}$. Using the 4.79 h periodicity of Cygnus X-3, no signal is found in any phase interval.

De Cygnus X3 à la conférence internationale sur les rayons cosmiques de 1985 à La Jolla (Californie, USA)

- ❑ À la conférence de La Jolla, je présente les résultats du LSM (multimuons et résultats négatifs sur Cyg. X3).
- ❑ C'est l'occasion de contacts avec des astrophysiciens s'intéressant à l'astronomie gamma :
 - ❖ Dans l'espace, le satellite COS B (1975-1982) a recherché les sources γ au-dessus du MeV, mais n'a pas détecté Cyg X3.
 - ❖ Au sol, aucune technique n'a donné de résultat convaincant en astronomie gamma de très haute énergie ($> \text{TeV}$)...
- ❑ ... mais A. M. Hillas propose l'imagerie en lumière Tcherenkov
- ❑ ... et d'autres techniques sont envisagées, comme l'échantillonnage temporel du front d'onde Tcherenkov (projet **ASGAT** de Ph.Goret au Service d'Astrophysique du CEA)

445

OG 9.5-3

CERENKOV LIGHT IMAGES OF EAS PRODUCED BY
PRIMARY GAMMA RAYS AND BY NUCLEI

A. M. Hillas
Physics Department
University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK.

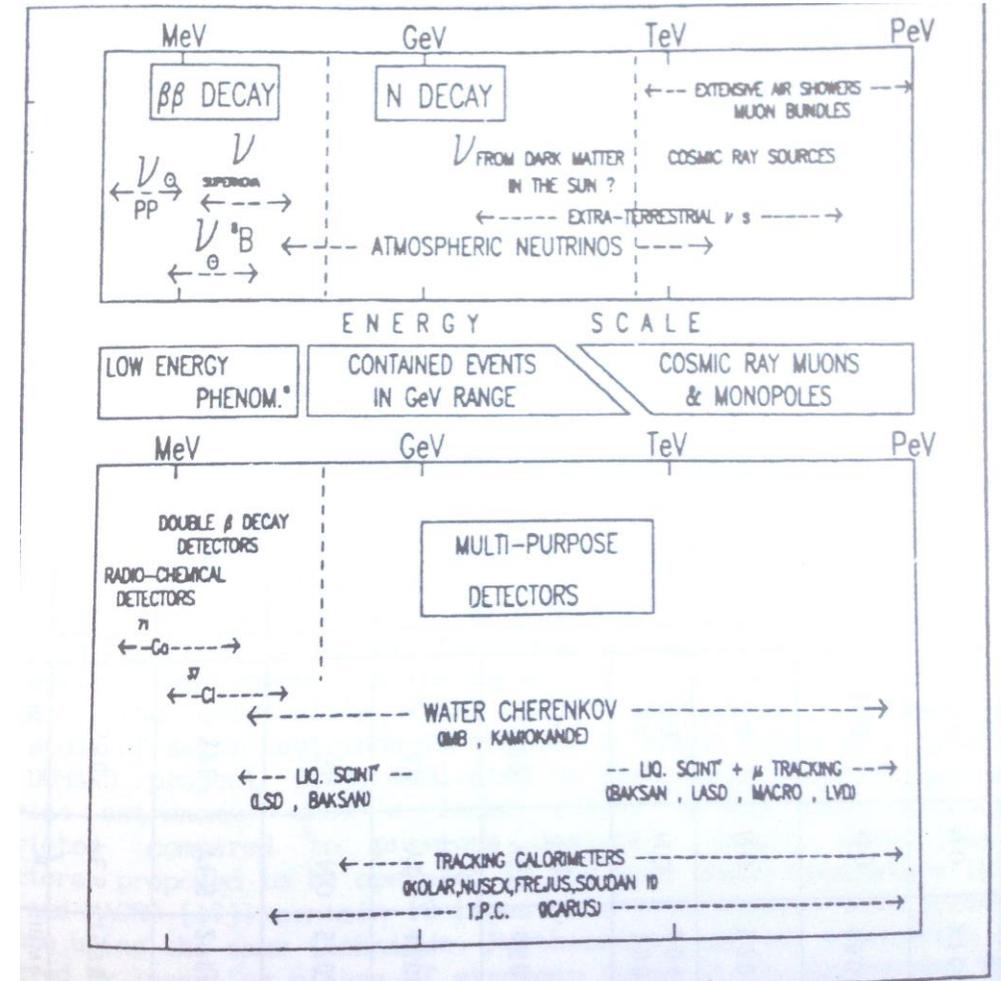
ABSTRACT

It is shown that it should be possible to distinguish very effectively between background hadronic showers and TeV gamma-ray showers from a point source on the basis of the width, length and orientation of the Cerenkov light images of the shower, seen in the focal plane of a focusing mirror, even with a relatively coarse pixel size such as employed in the Mt. Hopkins detector.

Première proposition de l'imagerie en lumière Tcherenkov avec une caméra de 37 photodétecteurs en cours de préparation à l'observatoire Whipple en Arizona

3. Un choix critique pour les années 1990-2000 : DéTECTEURS SOUTERRAINS OU RAYONS COSMIQUES ?

- ❑ En 1987, on me demande d'être rapporteur à la conférence européenne de physique des hautes énergies à Uppsala (Suède) avec comme sujet « Les expériences souterraines ».
- ❑ La double désintégration bêta est le seul moyen de savoir si le neutrino est ou non sa propre antiparticule (hypothèse de Majorana). Avec le groupe de S. Jullian au LAL et nos collègues du CENBG Ph. Hubert et P. Menrath nous réfléchissons à plusieurs techniques possibles.
- ❑ Au laboratoire PNHE-X, les travaux de François Moreau et Christophe de la Taille permettent d'envisager une technique de chambre à fils à liquide $\text{Ge}(\text{CH}_3)_4$ à température ambiante pour la double désintégration β de ^{76}Ge .
- ❑ Sylvain Tisserant et moi avons apporté une aide à François Moreau qui a dirigé avec succès la thèse de Marc Verderi sur ce thème, mais l'IN2P3 a approuvé l'option du LAL, de Bordeaux et de Strasbourg (collaboration NEMO).



Détecteurs souterrains ou rayons cosmiques ?

❑ **Parallèlement**, la fausse alerte de Cyg X3 avait provoqué un retour de nombreux physiciens des particules vers les rayons cosmiques :
« *A stampede of particle physicists* » (Trevor Weekes).

❑ **En France** :

❖ **THEMISTOCLE** (Collège de France, LPNHE Paris 6-7, LAL, Perpignan) sur le site de l'ancienne centrale solaire Thémis (Pyrénées orientales), comme ASGAT mais portant sur un domaine d'énergie différent > quelques TeV).

❖ **ARTEMIS** (M. Urban, E. Paré, P. Fleury) : recherche d'antiprotons cosmiques en utilisant le télescope de l'observatoire Whipple pendant les périodes de lune avec une caméra UV. **Contacts avec la technique d'imagerie Tcherenkoy qui commence à fonctionner avec la caméra à 37 photodétecteurs.**

❑ **En 1989**, le groupe de Trevor Weekes à l'observatoire Whipple détecte le signal de la nébuleuse du Crabe (9 écarts standards) au-dessus du TeV avec la technique d'imagerie et la méthode de A.M. Hillas.

❑ **ASGAT et THEMISTOCLE** ne tardent pas à le confirmer.

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 342:379-395, 1989 July 1
© 1989. The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in U.S.A.

OBSERVATION OF TeV GAMMA RAYS FROM THE CRAB NEBULA USING THE ATMOSPHERIC CERENKOV IMAGING TECHNIQUE

T. C. WEEKES,¹ M. F. CAWLEY,² D. J. FEGAN,³ K. G. GIBBS,¹ A. M. HILLAS,⁴ P. W. KWOK,¹ R. C. LAMB,⁵
D. A. LEWIS,⁵ D. MACOMB,⁵ N. A. PORTER,³ P. T. REYNOLDS,^{1,3} AND G. VACANTI⁵

Received 1988 August 1; accepted 1988 December 9

ABSTRACT

The Whipple Observatory 10 m reflector, operating as a 37 pixel camera, has been used to observe the Crab Nebula in TeV gamma rays. By selecting gamma-ray images based on their predicted properties, more than 98% of the background is rejected; a detection is reported at the 9.0σ level, corresponding to a flux of 1.8×10^{-11} photons $\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$ above 0.7 TeV (with a factor of 1.5 uncertainty in both flux and energy). Less than 25% of the observed flux is pulsed at the period of PSR 0531. There is no evidence for variability on time scales from months to years. Although continuum emission from the pulsar cannot be ruled out, it seems more likely that the observed flux comes from the hard Compton synchrotron spectrum of the nebula.

Subject headings: gamma rays: general — nebulae: Crab Nebula — pulsars — radiation mechanisms



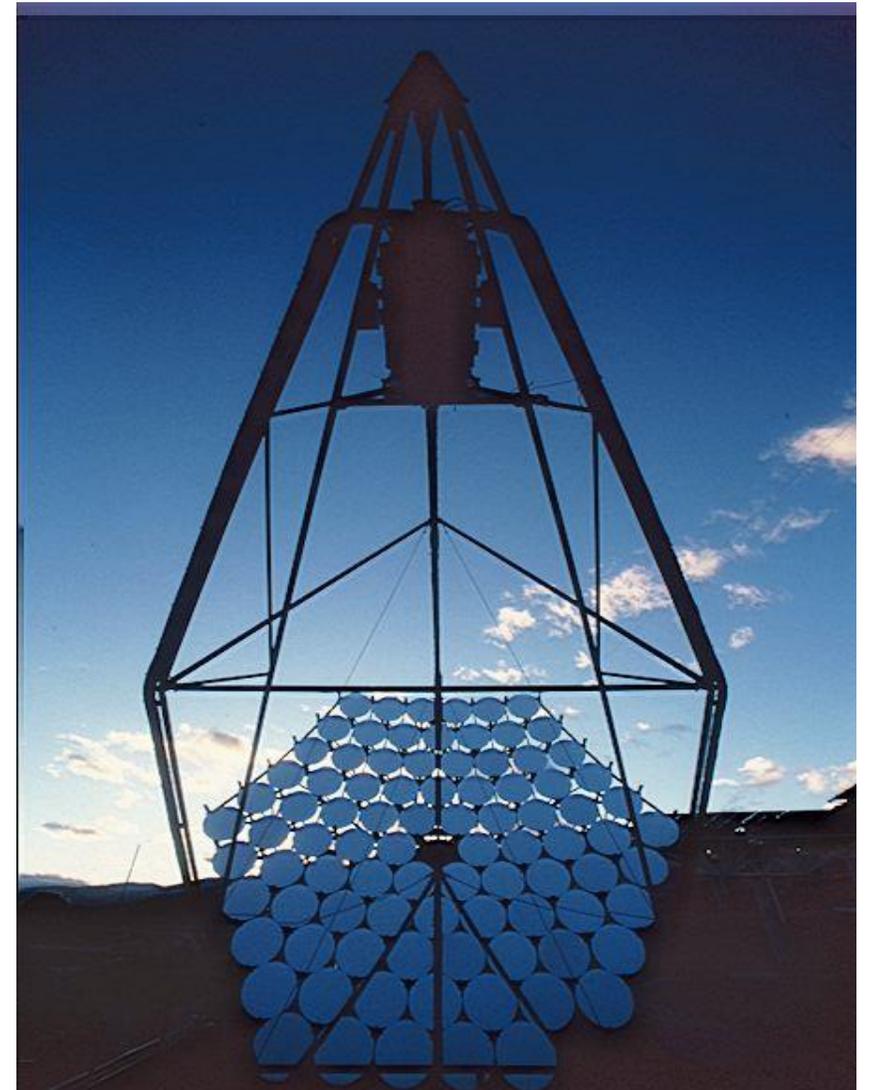
Le télescope de l'observatoire Whipple
(Mt. Hopkins, Arizona, USA)

L'astronomie gamma au sol s'affirme

- ❑ En 1991 est lancé le satellite **Compton Gamma-ray Observatory** avec à son bord EGRET qui détecte les γ de 20 MeV à 10 GeV.
- ❑ En 1991, création d'un groupe d'astrophysique au **PNHE-X** sous la responsabilité de **Patrick Fleury** avec **Marcel Urban**, **Eric Paré** et **BD**. **Gérard Fontaine**, **Jiri Vrana** et **Louis Behr** (THEMISTOCLE) nous rejoignent en 1992.
- ❑ En juin 1992, Patrick Fleury organise un atelier international à l'Ecole polytechnique « **Towards a Major Cherenkov Detector** ».
- ❑ Une première source γ extra-galactique, le noyau actif de galaxie **Mkn421**, est détectée par l'observatoire Whipple (thèse de **Michael Punch**)



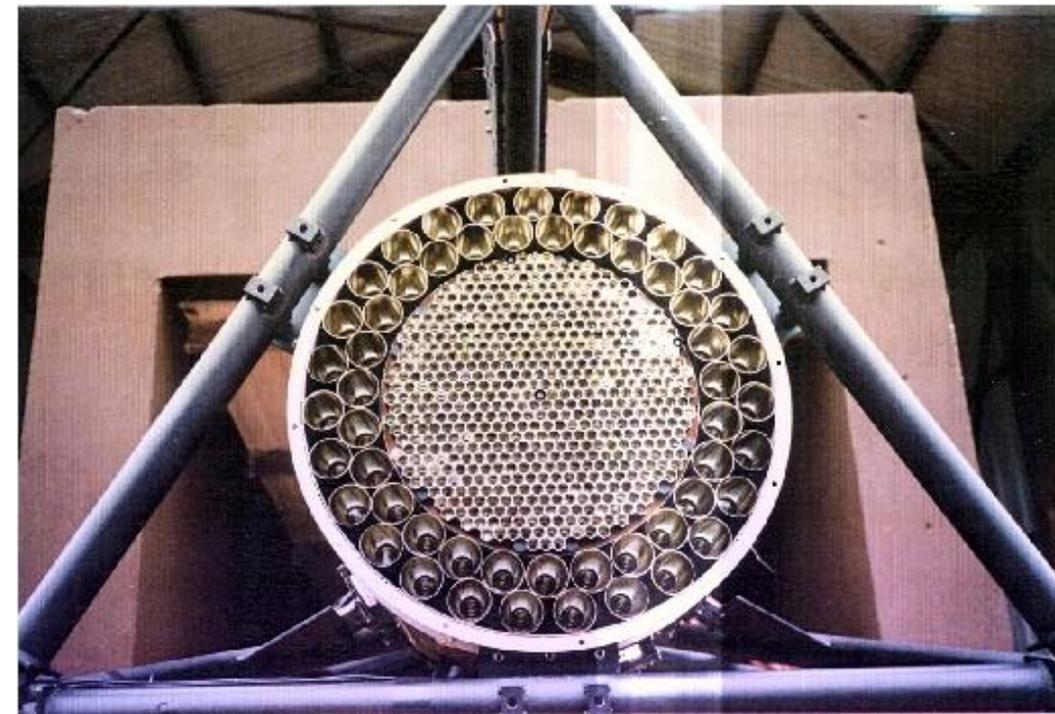
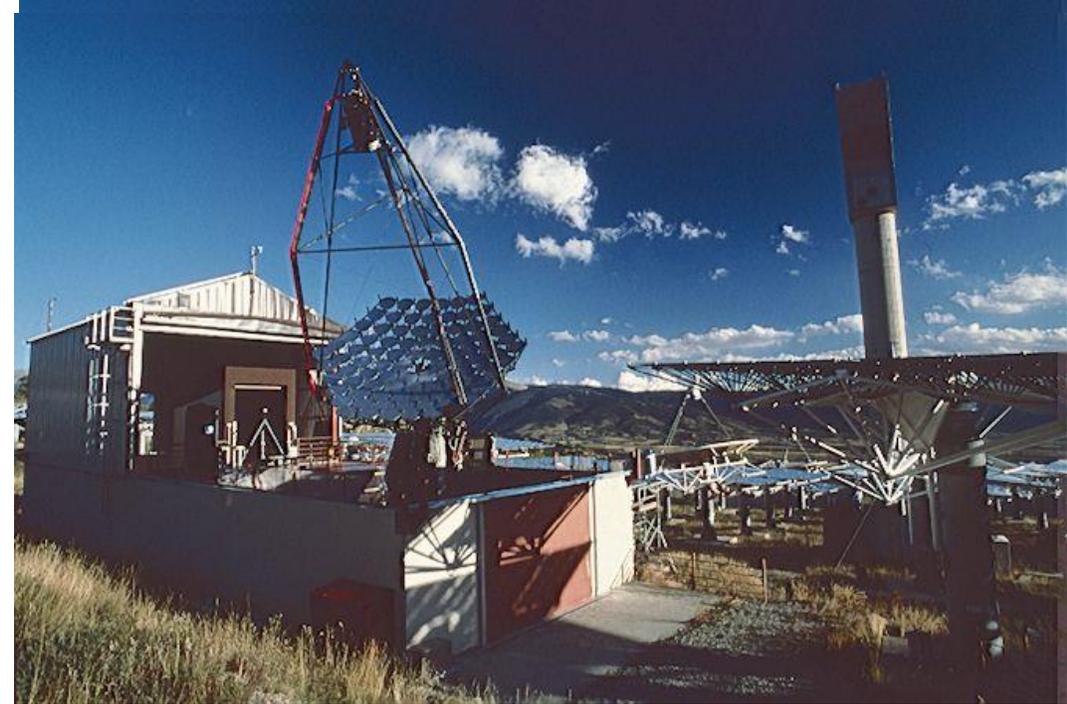
4. CAT (Cherenkov Array at Thémis)



Fin 1992 : projet d'un nouveau télescope d'imagerie sur le même site (centrale Thémis) qu'ASGAT et THEMISTOCLE.

CAT: aspects originaux

- ❑ **Mécanique** : hangar mobile de protection.
Support des miroirs utilisant les montures des héliostats de Thémis (équipe de Ch. Grégory au PNHE-X).
- ❑ **Réflecteur 18 m^2** , miroirs fournis par le groupe tchèque de L. Rob
- ❑ **Caméra à grain fin** : 547 photodétecteurs permettant une analyse par maximum de vraisemblance (S. Le Bohec + BD)
- ❑ **Electronique de déclenchement rapide intégrée dans la caméra** (concept d'Eric Paré, réalisation par M. Rivoal, J.-P. Tavernet et l'équipe de J.-P. Denance au LPNHE Paris 6-7)
- ❑ **En service de 1996 à 2001**



A. Djannati-Ataï⁷, F. Piron⁴, A. Barrau^{5, **}, L. Iacoucci⁴, M. Punch⁷, J.-P. Tavernet⁵, R. Bazer-Bachi², H. Cabot³, L.-M. Chounet⁴, G. Debiais³, B. Degrange⁴, J.-P. Dezalay², D. Dumora¹, P. Espigat⁷, B. Fabre³, P. Fleury⁴, G. Fontaine⁴, C. Ghesquière⁷, P. Goref⁸, C. Gouiffes⁸, I.A. Grenier^{8,9}, S. Le Bohec^{4, ***}, I. Malet², C. Meynadier³, G. Mohanty⁴, E. Nuss³, E. Paré⁴, J. Québert¹, K. Ragan^{1, †}, C. Renault⁵, M. Rivoal⁵, L. Rob⁶, K. Schahmaneche⁵, and D.A. Smith¹



CAT (Font Romeu)



La collaboration CAT

- ¹ Centre d'Etudes Nucléaire de Bordeaux-Gradignan, France (IN2P3/CNRS)
- ² Centre d'Etudes Spatiales des Rayonnements, Toulouse, France (INSU/CNRS)
- ³ Groupe de Physique Fondamentale, Université de Perpignan, France (IN2P3/CNRS)
- ⁴ Laboratoire de Physique Nucléaire des Hautes Energies, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France (IN2P3/CNRS)
- ⁵ Laboratoire de Physique Nucléaire et de Hautes Energies, Universités de Paris VI/VII, France (IN2P3/CNRS)
- ⁶ Nuclear Center, Charles University, Prague, Czech Republic
- ⁷ Physique Corpusculaire et Cosmologie, Collège de France, Paris, France (IN2P3/CNRS)
- ⁸ Service d'Astrophysique, Centre d'Etudes de Saclay, France (DAPNIA/CEA)
- ⁹ Université Paris VII, France

ASGAT et THEMISTOCLE
sont intégrés avec le
téléscope imageur dans la
collaboration

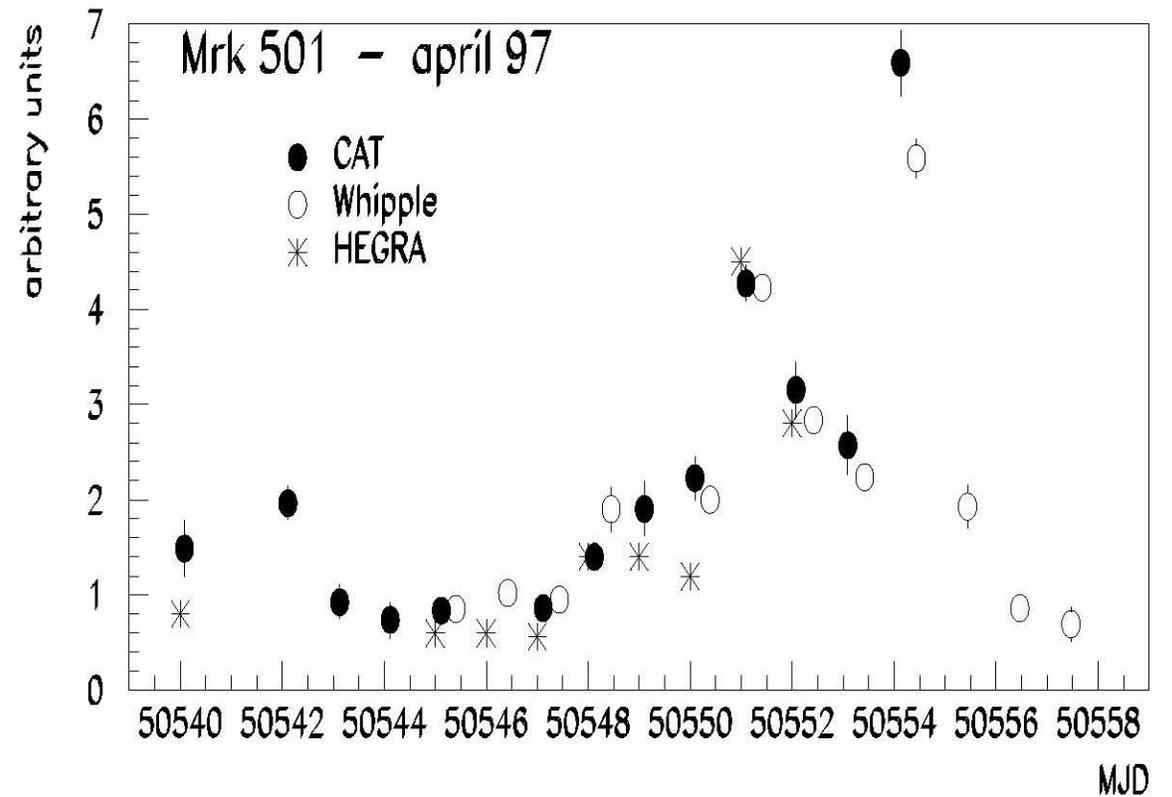
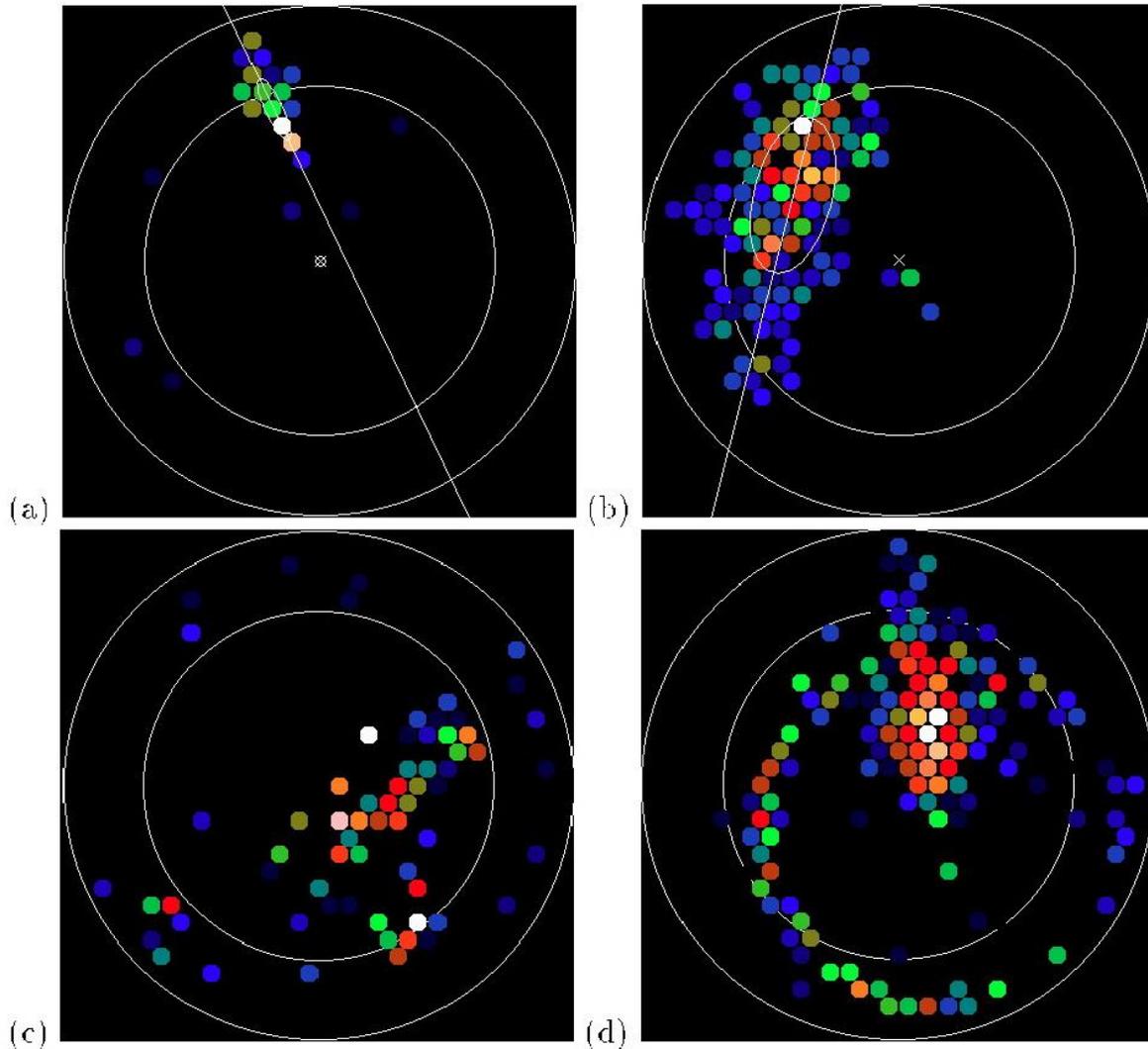


CAT : premiers succès

La qualité des images

Very High Energy Gamma-ray spectral properties of Mkn 501 from CAT Čerenkov telescope observations in 1997*

A. Djannati-Ataï⁷, F. Piron⁴, A. Barrau^{5,***}, L. Iacoucci⁴, M. Punch⁷, J.-P. Tavernet⁵, R. Bazer-Bachi², H. Cabot³, L.-M. Chounet⁴, G. Debiais³, B. Degrange⁴, J.-P. Dezalay², D. Dumora¹, P. Espigat⁷, B. Fabre³, P. Fleury⁴, G. Fontaine⁴, C. Ghesquière⁷, P. Goret⁸, C. Gouiffes⁸, I.A. Grenier^{8,9}, S. Le Bohec^{4,***}, I. Malet², C. Meynadier³, G. Mohanty⁴, E. Nuss³, E. Paré⁴, J. Québert¹, K. Ragan^{1,†}, C. Renault⁵, M. Rivoal⁵, L. Rob⁶, K. Schahmaneche⁵, and D.A. Smith¹



Le suivi de la courbe de lumière de Mkn501 en 1997 par 3 observatoires Tcherenkov

CAT : Mkn 501 en 1997

- ❑ Premières mesures spectrales sur un « blazar » Mkn 501 en 1997
- ❑ Corrélations entre la variabilité en rayons X (satellite Beppo-SAX) et en γ de très haute énergie (CAT)
- ❑ Entre 1996 et 2001, CAT a observé:
 - ❖ plusieurs sources galactiques et détecté la nébuleuse du Crabe
 - ❖ 20 blazars et en a détecté trois : Mkn 501, Mkn 421 et 1ES1426
- ❑ En 2000, on ne connaissait que 5 ou 6 sources de γ de très haute énergie

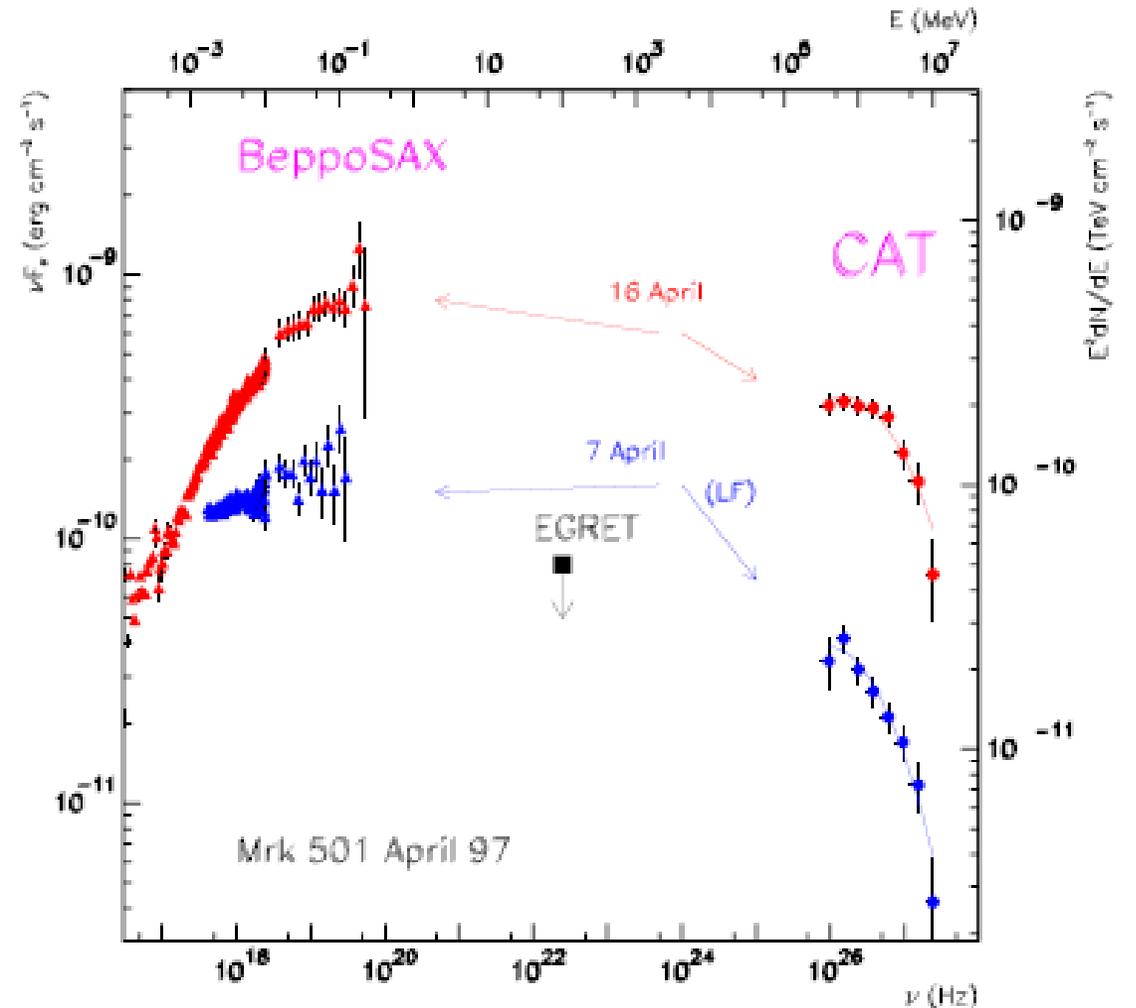


Fig. 6. X-ray and VHE spectra given as νF_ν . For April 7th and 16th, BeppoSAX data are from Pian et al. (1998). The LF subset in CAT was used to represent the spectrum corresponding to April 7th. The EGRET upper limit is taken from Samuelson et al. (1998) and corresponds to observations between April 9th and 15th.

5. L'essor de l'astronomie gamma de très haute énergie : H.E.S.S. I

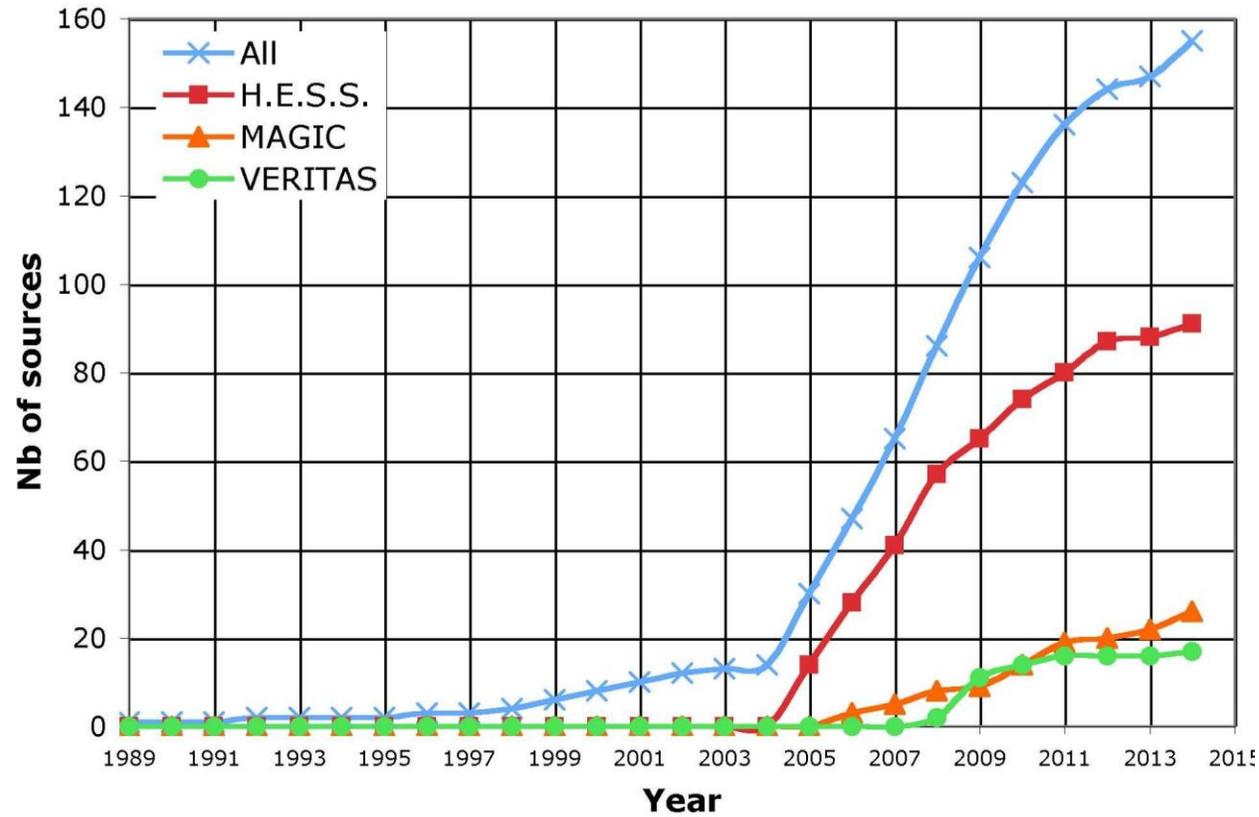
Augmenter la sensibilité en combinant les atouts

- ❑ **Grand réflecteur** (cf. Obs. Whipple) : **108 m²**
- ❑ **Stéréoscopie** : 4 télescopes (cf HEGRA)
- ❑ **Caméra à haute définition** avec électronique rapide intégrée (cf. CAT) : **960 photodétecteurs**
- ❑ **Site dans l'hémisphère sud** : accès à la plus grande partie de la Galaxie et à sa région centrale → **Namibie**

Contacts de la collaboration CAT avec une partie de la collaboration HEGRA (W. Hofmann, H. Völk) dès 1999
→ projet « **High Energy Stereoscopic System** » (H.E.S.S.) en l'honneur de Victor Hess (découverte des rayons cosmiques)
1^{er} télescope en 2001, les 4 opérationnels fin 2003.

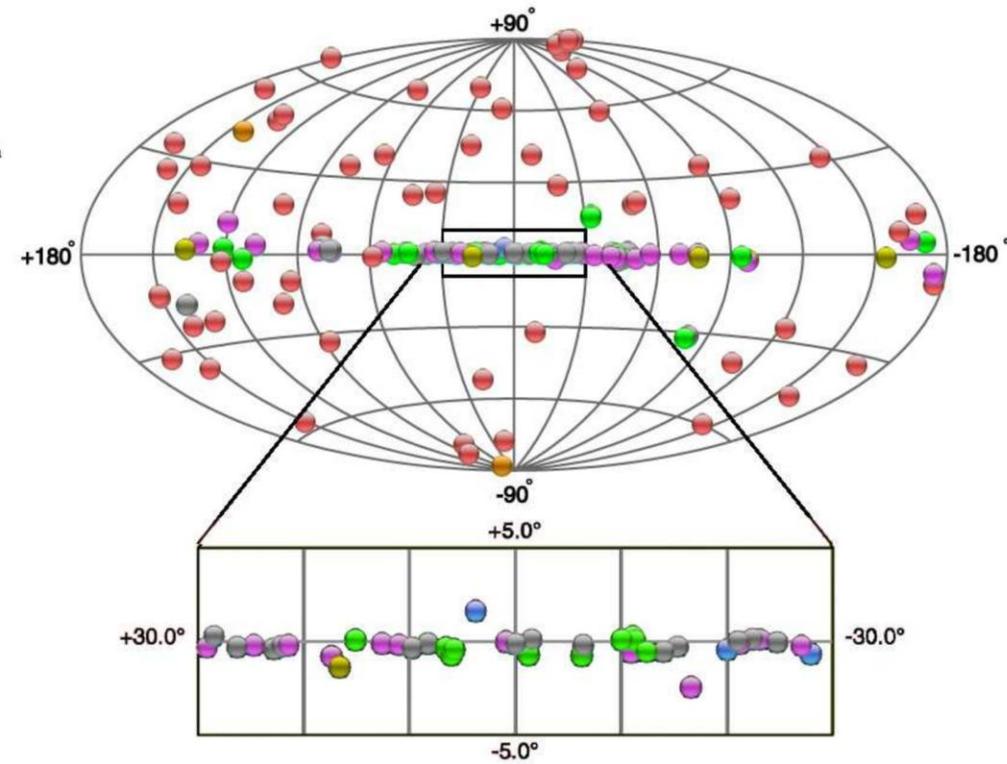


Avec H.E.S.S., à partir de 2003, une moisson abondante :
 (courbe rouge ci-dessous)



Source Types

- PWN
- Binary XRB PSR Gamma BIN
- HBL IBL FRI FSRQ Blazar LBL AGN (unknown type)
- Shell SNR/Molec. Cloud Composite SNR Superbubble
- Starburst
- DARK UNID Other
- uQuasar Star Forming Region Globular Cluster Cat. Var. Massive Star Cluster BIN BL Lac (class unclear) WR



La collaboration H.E.S.S. I

F. A. Aharonian¹, A. G. Akhperjanian², K.-M. Aye³, A. R. Bazer-Bachi⁴,
M. Beilicke⁵, W. Benbow¹, D. Berge¹, P. Berghaus^{6*}, K. Bernlöhr^{1,7},
O. Bolz¹, C. Boisson⁸, C. Borgmeier⁷, F. Breitling⁷, A. M. Brown³,
J. Bussons Gordo⁹, P. M. Chadwick³, V. R. Chitnis^{10,20*}, L.-M. Chounet¹¹,
R. Cornils⁵, L. Costamante^{1,20}, B. Degrange¹¹, A. Djannati-Atai⁷,
L. O'C. Drury¹², T. Ergin⁷, P. Espigat⁶, F. Feinstein⁹, P. Fleury¹¹,
G. Fontaine¹¹, S. Funk¹, Y. A. Gallant⁹, B. Giebels¹¹, S. Gillessen¹,
P. Goret¹³, J. Guy¹⁰, C. Hadjichristidis³, M. Hauser¹⁴, G. Heinzelmann⁵,
G. Henri¹⁵, G. Hermann¹, J. A. Hinton¹, W. Hofmann¹, M. Holleran¹⁶,
D. Horns¹, O. C. de Jager¹⁶, I. Jung^{1,14*}, B. Khélifi¹, Nu. Komin⁷,
A. Konopelko^{1,7}, I. J. Latham³, R. Le Gallou³, M. Lemoine¹¹, A. Lemièrre⁶,
N. Leroy¹¹, T. Lohse⁷, A. Marcowith⁴, C. Masterson^{1,20}, T. J. L. McComb³,
M. de Naurois¹⁰, S. J. Nolan³, A. Noutsos³, K. J. Orford³, J. L. Osborne³,
M. Ouchrif^{10,20}, M. Panter¹, G. Pelletier¹⁵, S. Pita⁶, M. Pohl^{17*},
G. Pühlhofer^{1,14}, M. Punch⁶, B. C. Raubenheimer¹⁶, M. Raue⁵, J. Raux¹⁰,
S. M. Rayner³, I. Redondo^{11,20*}, A. Reimer¹⁷, O. Reimer¹⁷, J. Ripken⁵,
M. Rivoal¹⁰, L. Rob¹⁸, L. Rolland¹⁰, G. Rowell¹, V. Sahakian², L. Saugé¹⁵,
S. Schlenker⁷, R. Schlickeiser¹⁷, C. Schuster¹⁷, U. Schwanke⁷,
M. Siewert¹⁷, H. Sol⁸, R. Steenkamp¹⁹, C. Stegmann⁷, J.-P. Tavernet¹⁰,
C. G. Théoret⁶, M. Tluczykont^{11,20}, D. J. van der Walt¹⁶, G. Vasileiadis⁹,
P. Vincent¹⁰, B. Visser¹⁶, H. J. Völk¹ & S. J. Wagner¹⁴

Nécessité de s'initier aux
modélisations des diverses sources
détectées par H.E.S.S.

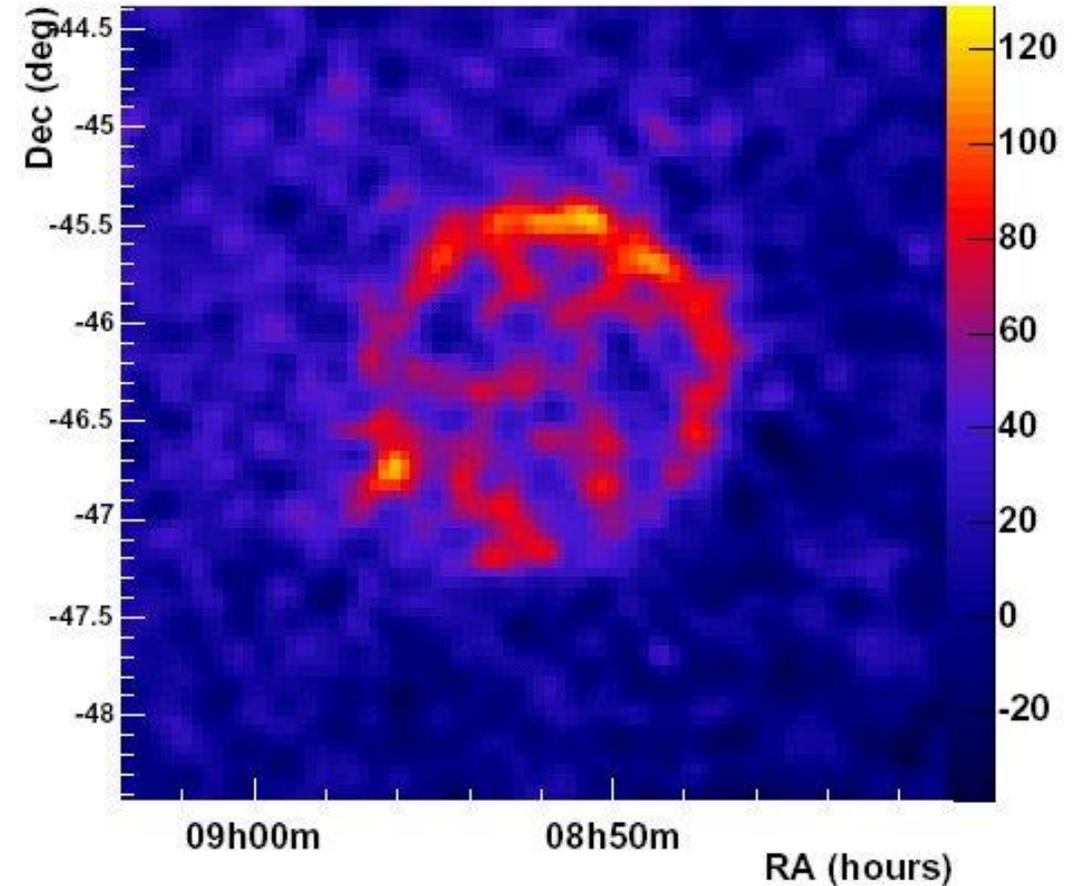
- ❑ Participation de laboratoires
d'astrophysique : pour la France, le
LUTH, le SAp du CEA, le LAOG, le
CESR.
- ❑ Accueil au LLR pour plusieurs années
de Guillaume Dubus.
- ❑ Création en 2000 du GdR
« Phénomènes Cosmiques des Hautes
Energies » (exposé d'Hélène Sol)
- ❑ Enseignement NPAC avec Isabelle
Grenier

letters to nature

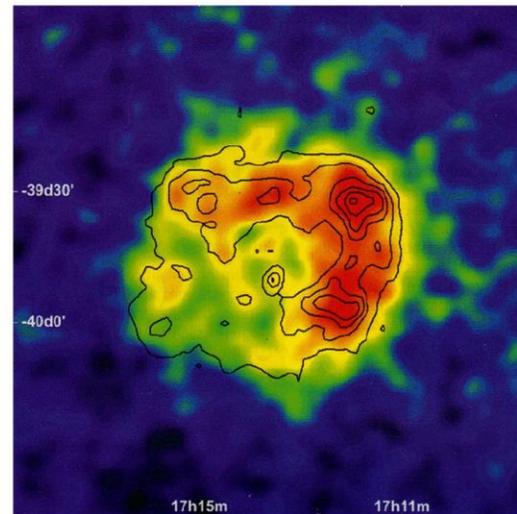
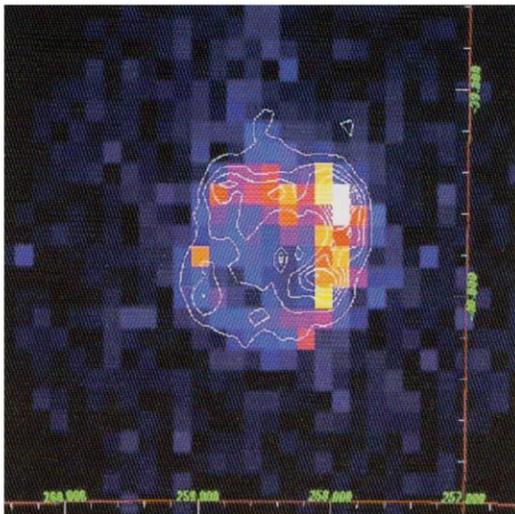
High-energy particle acceleration in the shell of a supernova remnant

F. A. Aharonian¹, A. G. Akhperjanian², K.-M. Aye³, A. R. Bazer-Bachi⁴, M. Beilicke⁵, W. Benbow¹, D. Berge¹, P. Berghaus^{6*}, K. Bernlöhr^{1,7}, O. Bolz¹, C. Boisson⁸, C. Borgmeier⁷, F. Breitting⁷, A. M. Brown³, J. Bussons Gordo⁹, P. M. Chadwick³, V. R. Chitnis^{10,20*}, L.-M. Chounet¹¹, R. Cornils⁵, L. Costamante^{1,20}, B. Degrange¹¹, A. Djannati-Atai⁶, L. O'C. Drury¹², T. Ergin⁷, P. Espigat⁷, F. Feinstein¹, P. Fleury¹¹, G. Fontaine¹¹, S. Funk¹, Y. A. Gallant¹, B. Giebels¹¹, S. Gillessen¹, P. Goret¹³, J. Guy¹⁰, C. Hadjichristidis³, M. Hauser¹⁴, G. Heinzlmann⁵, G. Henri¹⁵, G. Hermann¹, J. A. Hinton¹, W. Hofmann¹, M. Holleran¹⁶, D. Horns¹, O. C. de Jager¹⁶, I. Jung^{1,14*}, B. Khélifi¹, Nu. Komin⁷, A. Konopelko^{1,7}, I. J. Latham³, R. Le Gallou³, M. Lemoine¹¹, A. Lemièrè⁶, N. Leroy¹¹, T. Lohse⁷, A. Marcowith⁴, C. Masterson^{1,20}, T. J. L. McComb³, M. de Naurois¹⁰, S. J. Nolan³, A. Noutsos³, K. J. Orford³, J. L. Osborne⁶, M. Ouchrif^{10,20}, M. Panter¹, G. Pelletier⁵, S. Pita⁶, M. Pohl^{17*}, G. Pühlhofer^{1,14}, M. Punch⁶, B. C. Raubenheimer¹⁶, M. Raue¹, J. Raux¹⁰, S. M. Rayner³, I. Redondo^{11,20*}, A. Reimer¹⁷, O. Reimer¹⁷, J. Ripken⁵, M. Rivoal¹⁰, L. Rob¹⁸, L. Rolland¹⁰, G. Rowell¹, V. Sahakian², L. Sauge¹⁵, S. Schlenker⁷, R. Schlickeiser¹⁷, C. Schuster¹⁷, U. Schwanke⁷, M. Siewert¹⁷, H. Sol⁸, R. Steenkamp¹⁹, C. Stegmann¹, J.-P. Tavernet¹⁰, C. G. Théoret⁶, M. Tluczykont^{11,20}, D. J. van der Walt¹⁶, G. Vasileiadis⁹, P. Vincent¹⁰, B. Visser¹⁶, H. J. Völk¹ & S. J. Wagner¹⁴

it is generally accepted that the only sources capable of supplying the energy required to accelerate the bulk of Galactic cosmic rays are supernova explosions, and even though the mechanism of particle acceleration in expanding supernova remnant (SNR) shocks is thought to be generally efficient, unequivocal evidence for high-energy particles in supernova shells is scarce. Here we report on observations of the SNR RX J1713.7–3946 (G347.3–0.5), which shows a hard X-ray spectrum and late-time TeV energy γ -rays^{5,6} of TeV energies (1 TeV). The γ -ray image of the SNR shows a shell morphology similar to that seen in other SNRs, indicating that very-high-energy particle acceleration is efficient in SNRs. This indicates efficient acceleration of particles to energies beyond 100 TeV. The SNR RX J1713.7–3946, located in the southern hemisphere, is the first SNR imaged with the High Energy Stereoscopic System (HESS) of four imaging atmospheric Cherenkov telescopes located in the Namias Highland of Namibia. HESS^{7,8} (we note that V. F. Hess discovered cosmic rays) exploits the most effective detection technique for very-high-energy γ -rays, namely, the imaging of Cherenkov light from air showers. This technique, which was pioneered by the Whipple collaboration⁹, makes use of the fact that whenever a high-energy γ -ray hits the



Premières sources étendues : vestiges de supernovae : RX J1713-3946 et Vela Junior, (thèse de Marianne Lemoine-Goumard)



Sursaut exceptionnel du blazar PKS 2155-304 en 2006

The emission of blazars in very-high-energy gamma-rays viewed as a random stationary process: the case of PKS 2155-304

Variations sensibles à l'échelle de quelques minutes

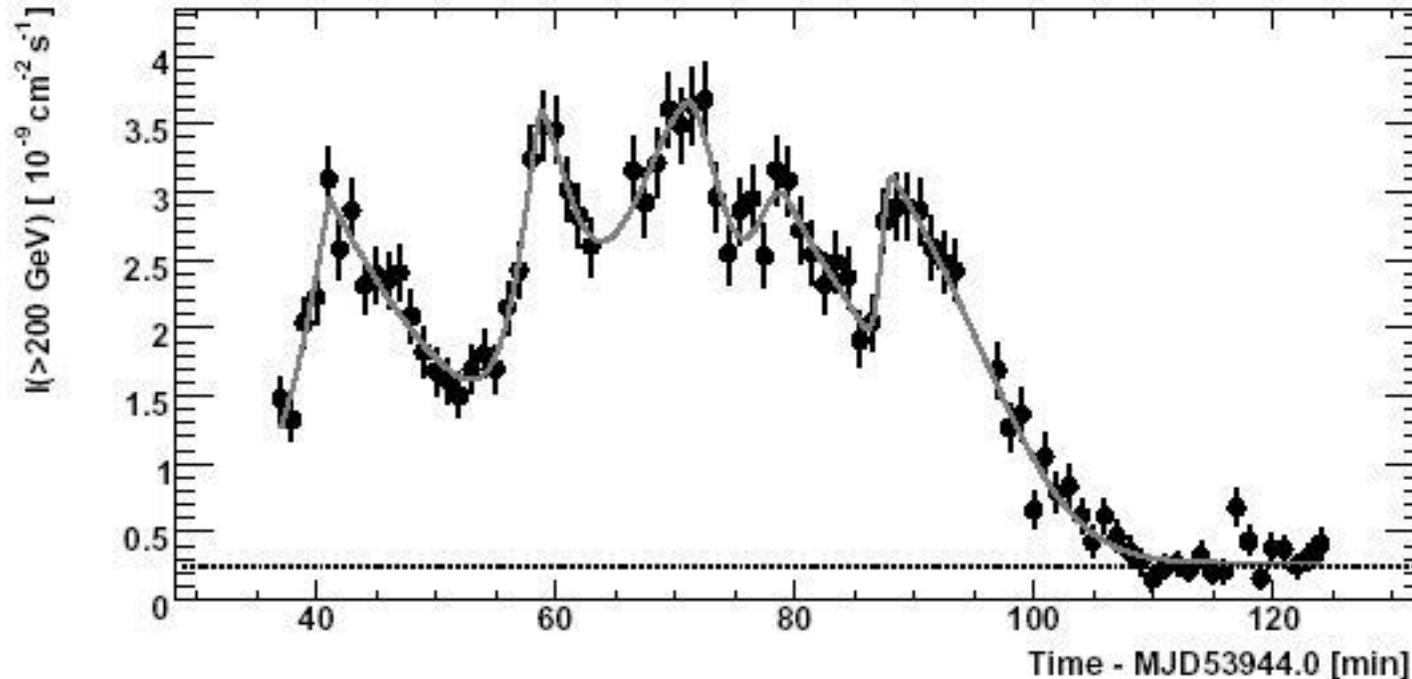
Bernard Degrange*, Giulia Superina, Berrie Giebels and Francesca Volpe†

Laboratoire Leprince-Ringuet, École polytechnique & IN2P3/CNRS

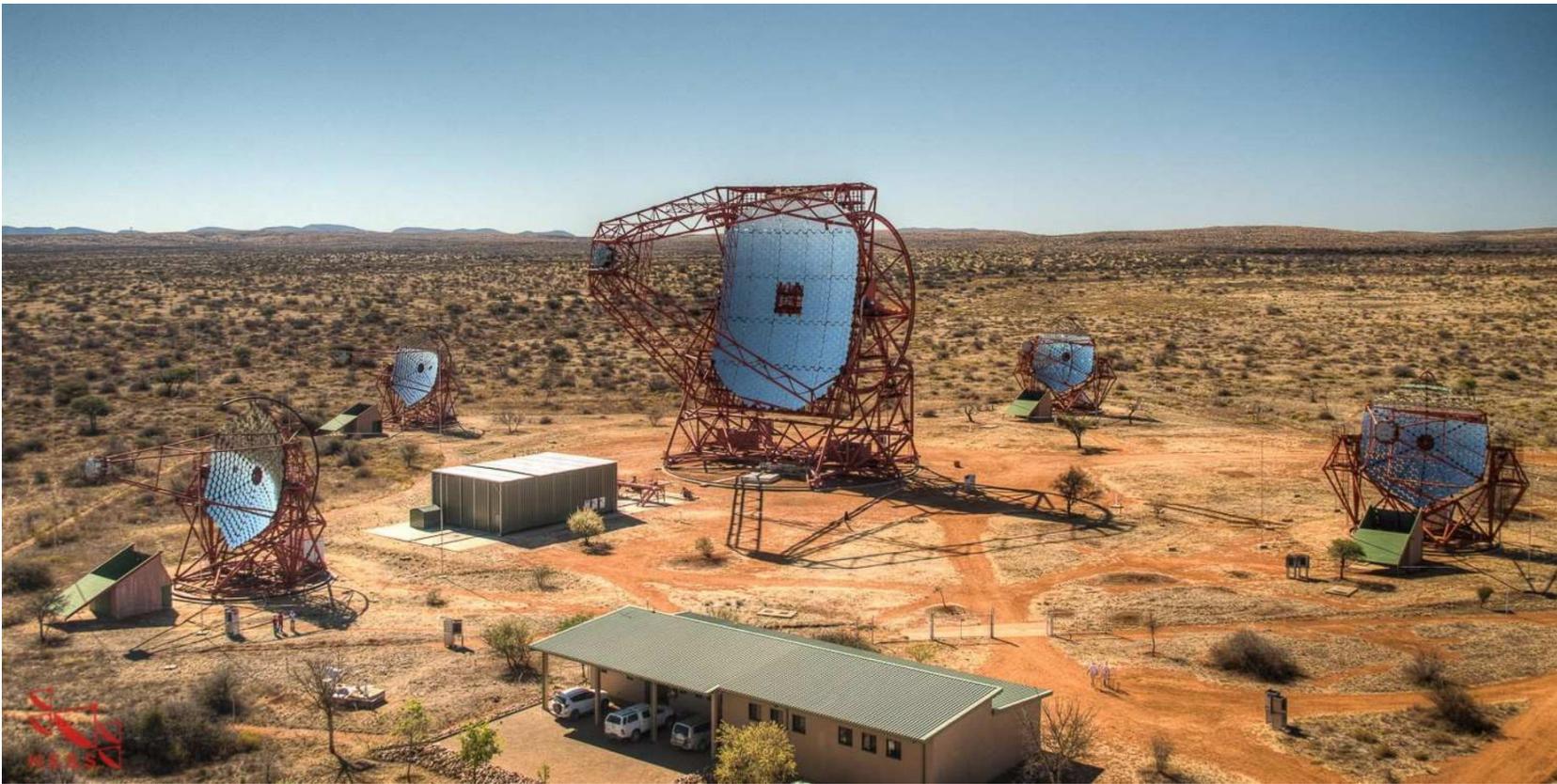
E-mail: degrange@llr.in2p3.fr, superina@llr.in2p3.fr,

berrie@llr.in2p3.fr, volpe@llr.in2p3.fr

An Exceptional VHE γ -ray Flare of PKS 2155-304

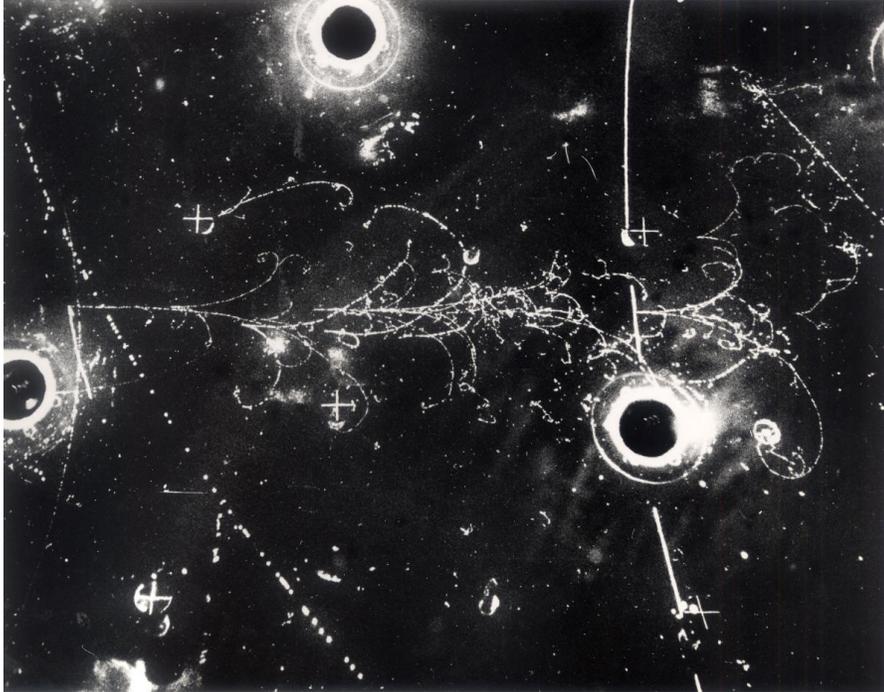


H.E.S.S. II



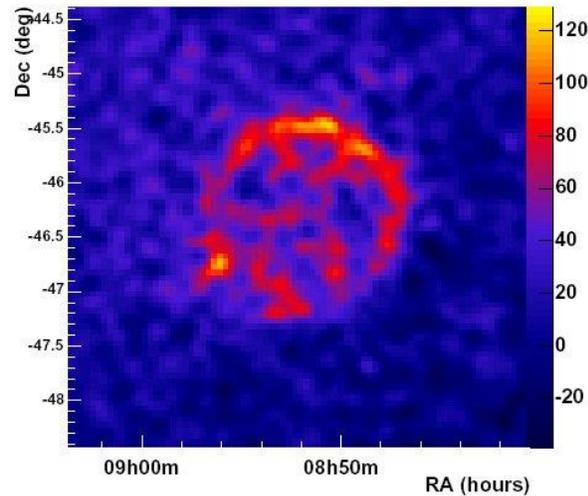
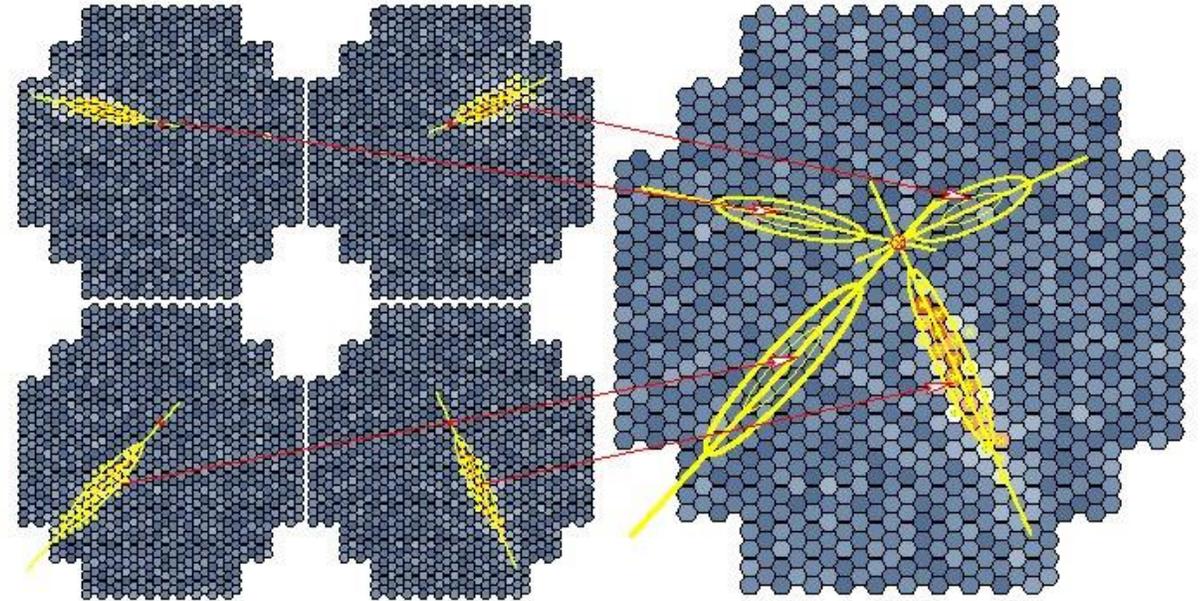
- ❑ Nouveau grand télescope depuis 2012 : réflecteur de 614 m^2 (28 m de diamètre)
- ❑ Caméra de 2048 photodétecteurs

Des images ... pour construire d'autres images



Structure du proton :

- Quarks u u d
- Gluons
- Paires q \bar{q}



Vestige de supernova
en coquille