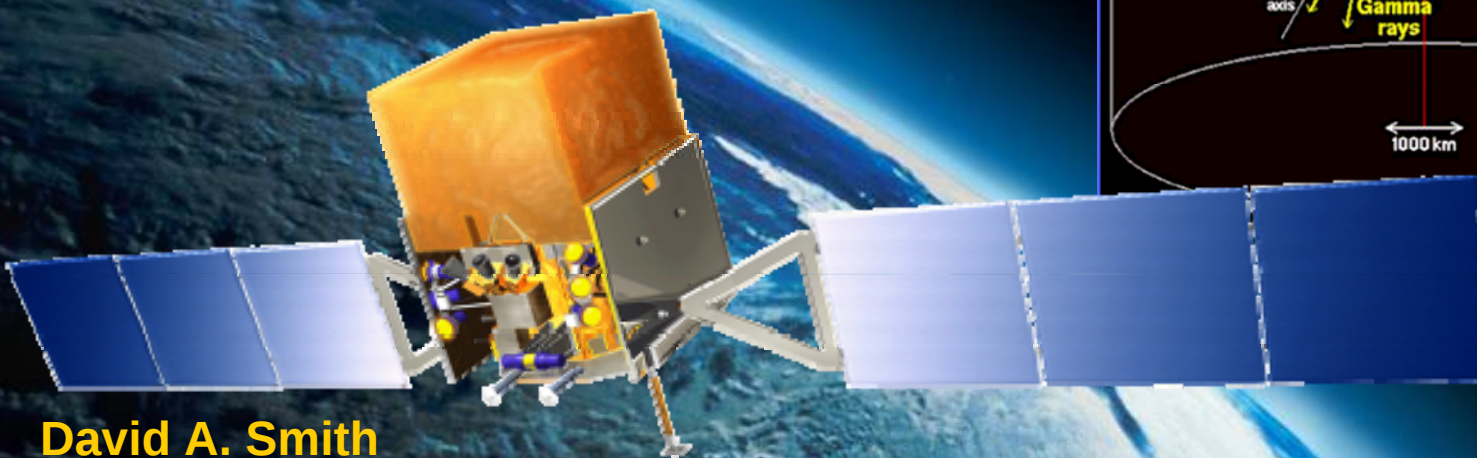
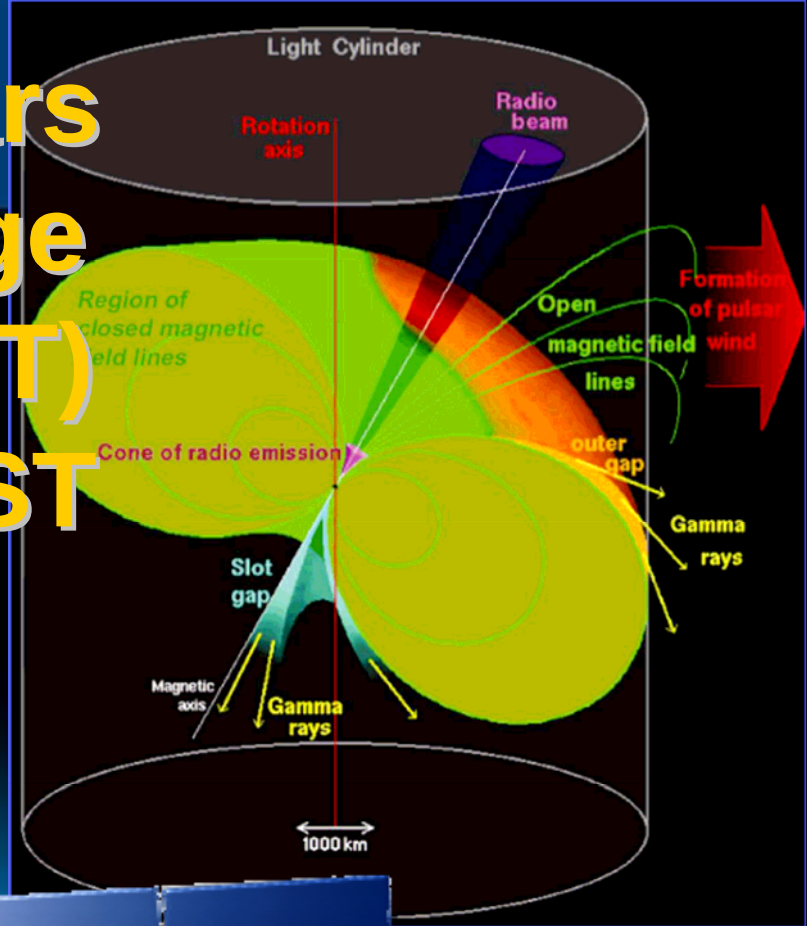




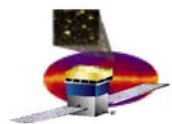
Recherche de pulsars gamma avec le Large Area Telescope (LAT) sur le satellite GLAST



David A. Smith
Centre d'Etudes Nucléaires de Bordeaux-Gradignan
(cenbg / in2p3 / cnrs)
smith@cenbg.in2p3.fr

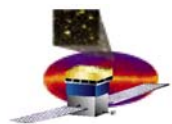
Centre d'étude spatiale des rayonnements
Toulouse, le 26 octobre 2006



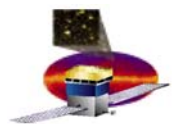


Les pulsars gamma avec GLAST

1. Pourquoi GLAST?
 - a) L'Univers relativiste...
 - b) Successeur d'EGRET sur le Compton GRO.
2. Le GLAST Large Area Telescope (LAT)
 - a) L'instrument
 - b) Les actualités
3. Pulsars : des étoiles à neutrons en rotation rapide
4. Les pulsars gamma
5. (Une partie des) activités bordelaises
 - a) Suivi radio de pulsars choisis
 - b) Détection gamma, avec mesures spectrales
 - c) Valider la datation des événements

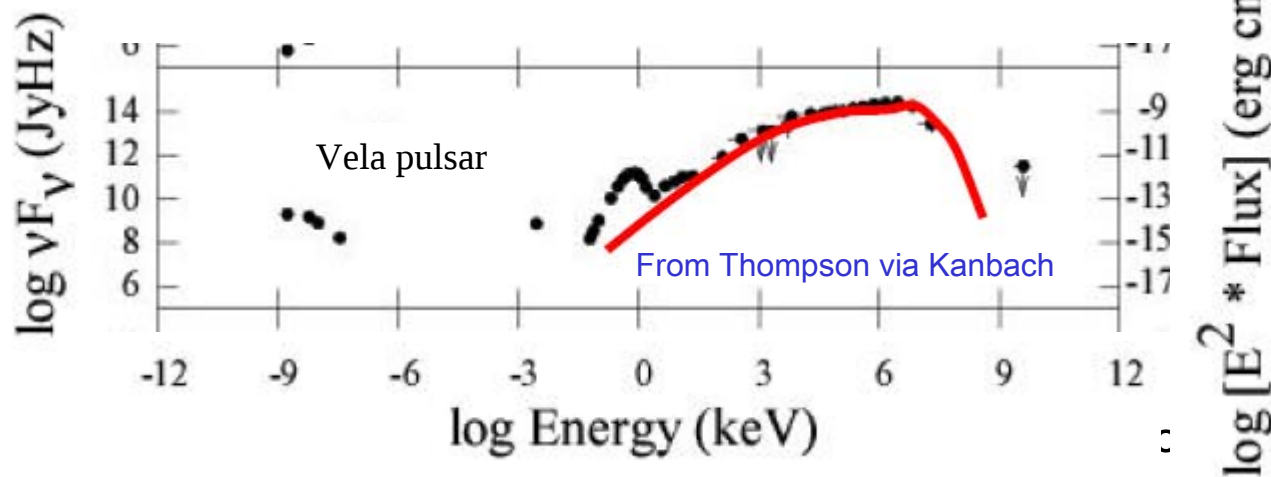


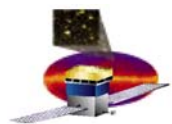
Pourquoi un Gamma Large Area Space Telescope ?



Voir l'Univers relativiste

- Le gros des connaissances sur l'Univers nous est arrivé avec des photons rayonnés dans des milieux thermalisés.
- Une leçon importante – on est aveugle à >90% de la masse de l'Univers!
 - Il convient donc de regarder autrement. Or, les gammas du GeV et du TeV sont générés par des processus foncièrement différents.
- Pour certaines classes d'émetteurs, dont les pulsars, la puissance rayonnée est dominée par les hautes énergies. Difficile de bien comprendre sans aller jusqu'au bout du spectre...





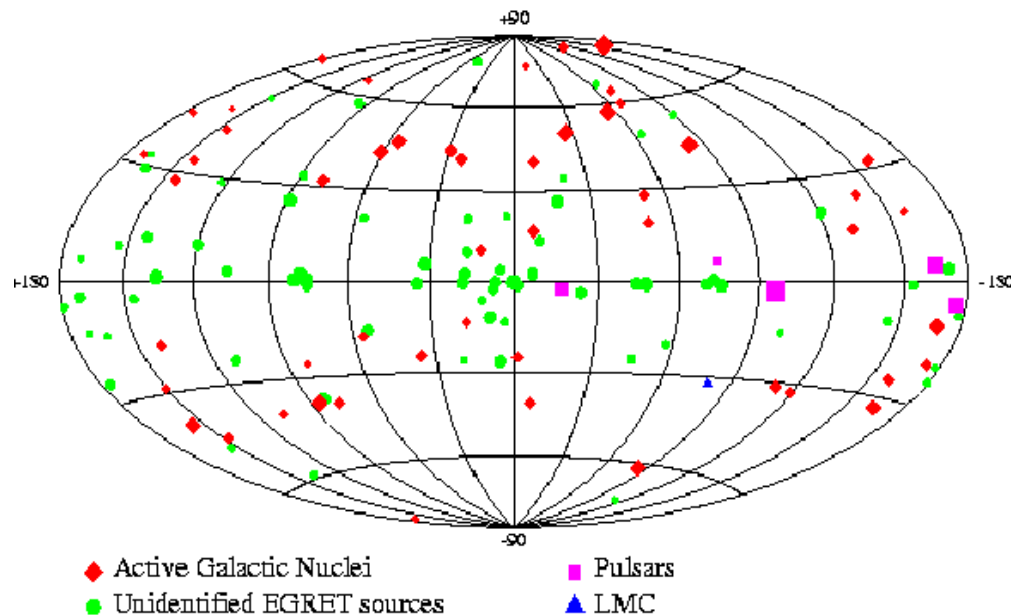
GLAST 25x plus sensible qu'EGRET

- Satellites SAS-2, COS-B *circa* 1975 : Crab, Vela, Geminga en γ (> 35 MeV).
- EGRET a découvert le ciel en gammas du GeV (270 sources)
- GLAST localise les sources avec 2 à 3 fois plus de précision.
- Un volume d'espace $\sim 25^{3/2} = 125$ fois plus grand

Des milliers d'émetteurs gamma seront découverts.

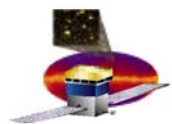
Second EGRET Catalog

$E > 100$ MeV



Largage du CGRO par la navette spatiale, avril 1991.

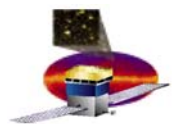




Description du GLAST LAT, et le point sur l'actualité

Mention honorable: **AGILE**, et les télescopes Tcherenkov tels **HESS** sont discutés en

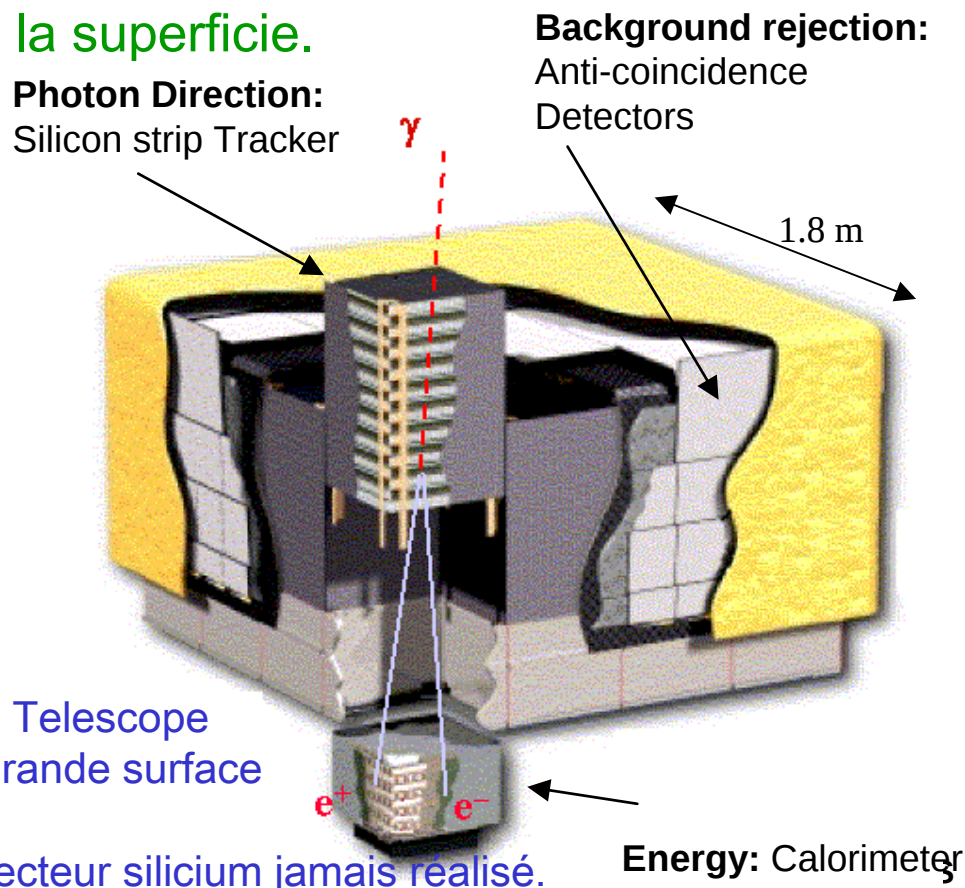
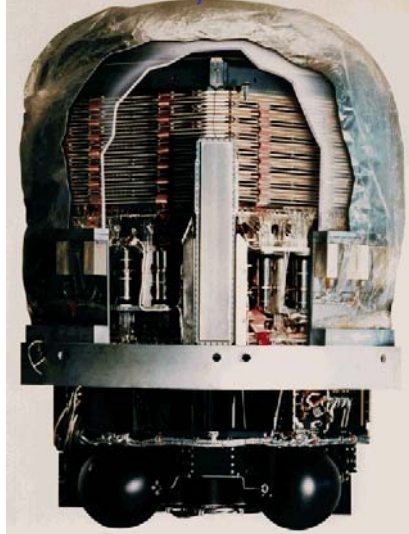
http://www.mpe.mpg.de/IAU_JD02/talks/IAU-Prague-DSmith-Aug-2006.pdf



Principe du GLAST LAT

- Le photon gamma diffuse sur un atome et crée électron-positon.
- Les traces des électrons-positon mesurées par un détecteur en silicium.
- L'énergie mesurée avec des cristaux de CsI et des photodiodes.
- Le poids totale (3 tonnes) limite la superficie.

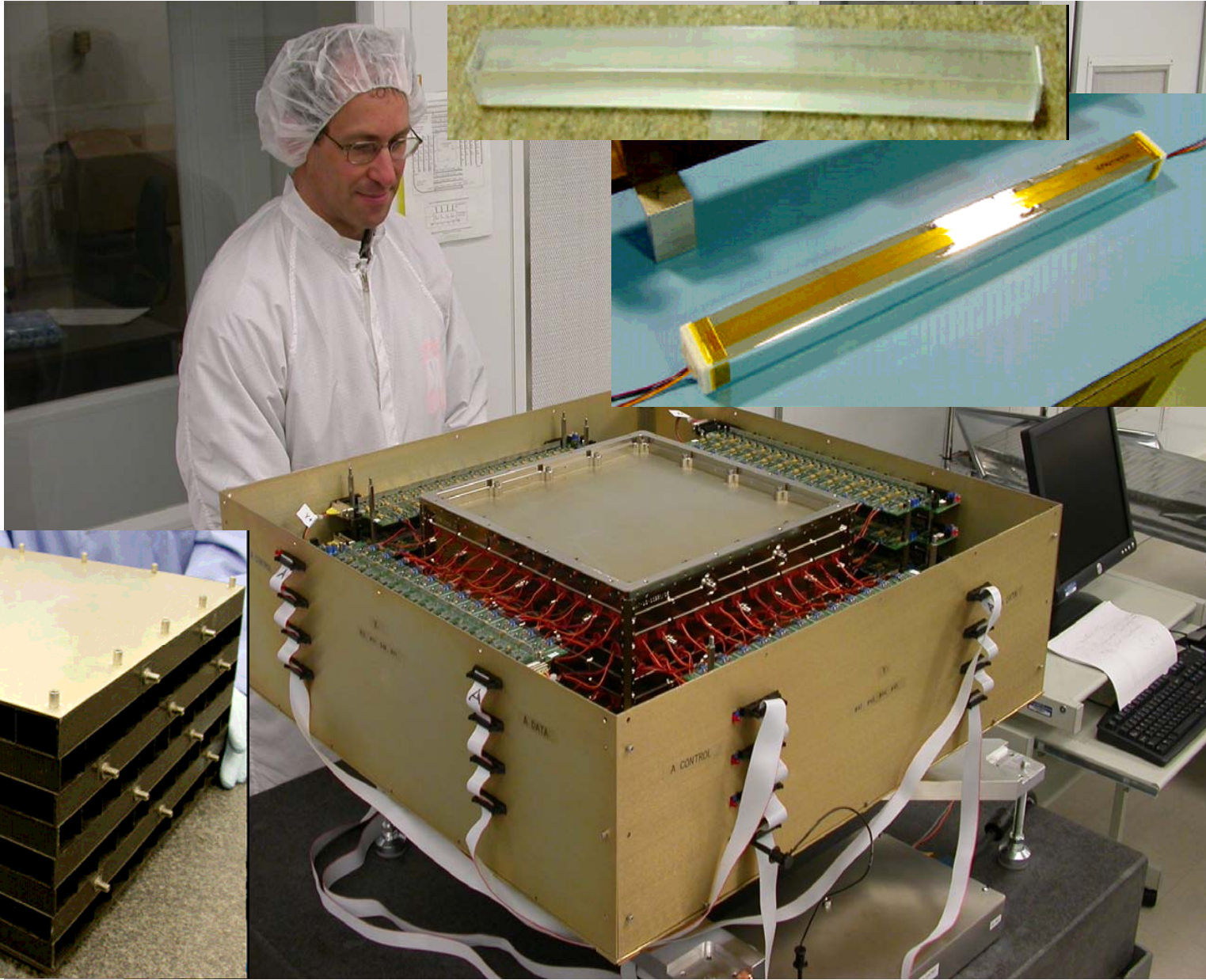
La chambre à étincelles EGRET,
du CGRO, 1991-2000.



LAT = Large Area Telescope
= télescope à grande surface

Le plus grand détecteur silicium jamais réalisé.

David Smith avec un module du calorimètre dans la salle propre du Naval Research Laboratory (Washington D.C.). Structure mécanique en fibres de carbone conçue et réalisée à l'Ecole Polytechnique (In2p3-CNRS). Caractérisation sous faisceau des cristaux CsI par B. Lott et al du CENBG.



LAT (Large Area Telescope)

20 MeV-300 GeV

Budget: \$ 160 M

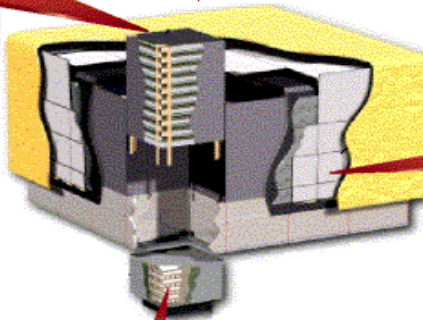
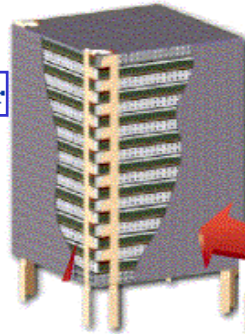
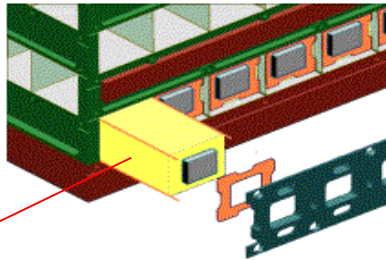
fine pitch: 228 μm
 12 x 0.03 X_0 front-end
 4 x 0.18 X_0 back-end
 2 blank planes
 884736 ch. of electronics

Si Tracker



CsI Calorimeter

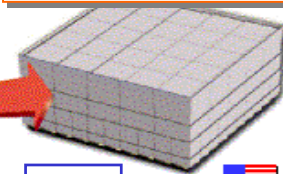
8.6 X_0 8 x 12 bars
 2.0 x 2.8 x 35.1 cm



Pair conversion telescope

16 towers

- Veto
- Tracker
- Calorimeter



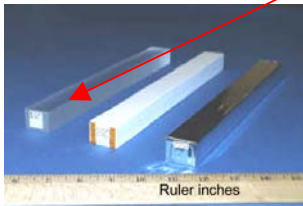
ACD

89 scintillator tiles

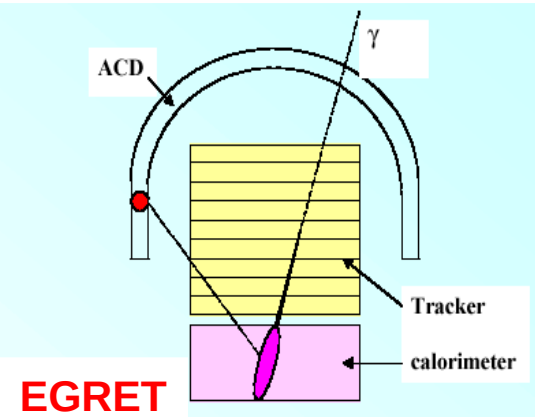
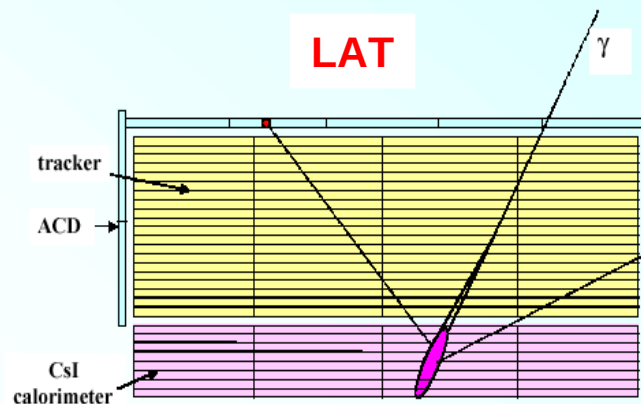
0.9997 efficiency

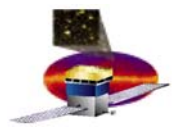


Plastic scintillator to reject charged cosmic rays



Plus compact
 ==> champ de vue
 4.8 fois plus grand



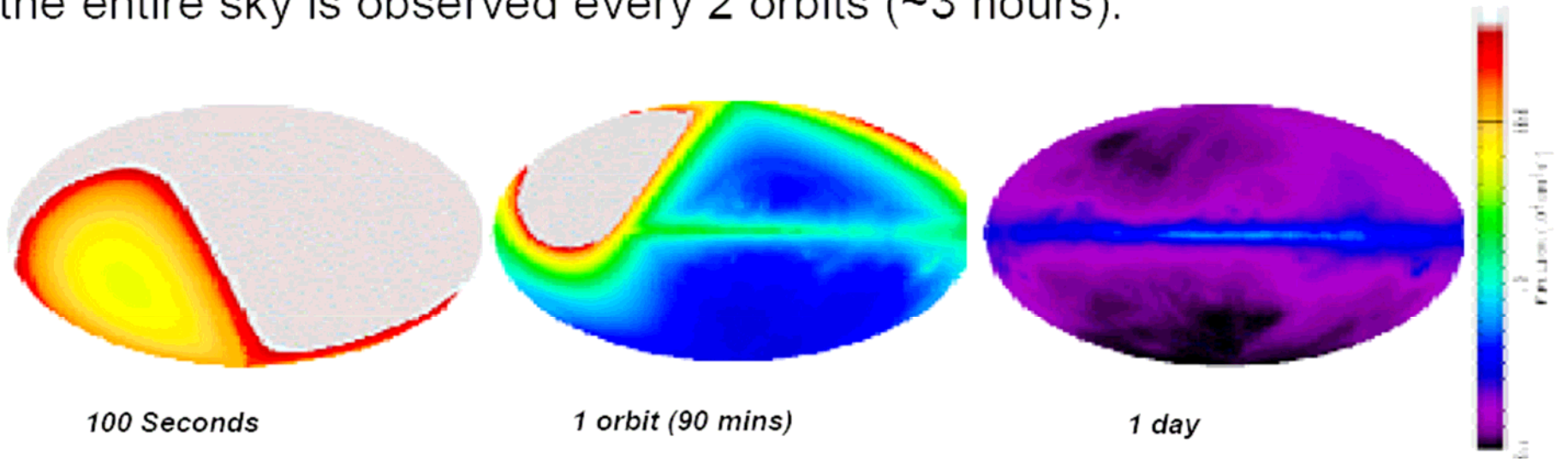


Cartographie céleste continue

GLAST ne “pointera” qu’exceptionnellement.

Field of View and Transient Monitoring

The field of view of the LAT is huge, $\sim 20\%$ of the sky at any instant, and can cover up to 75% of the sky every orbit. In scanning mode the the entire sky is observed every 2 orbits (~ 3 hours).





Actualités

<http://www-glast.slac.stanford.edu>

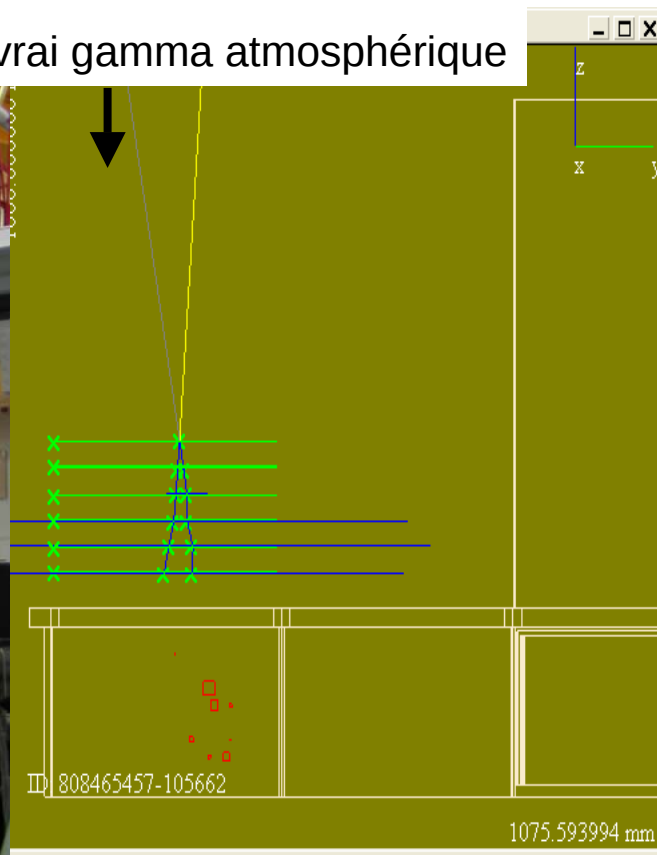


- ❑ Le LAT terminé depuis décembre (SLAC).
- ❑ Actuellement -- 3 mois de “thermal vacuum environmental” au NRL.
- ❑ Septembre -- spacecraft integration at General Dynamics in Tuscon, Az.
- ❑ Lancement depuis la Floride, 7 octobre 2007.

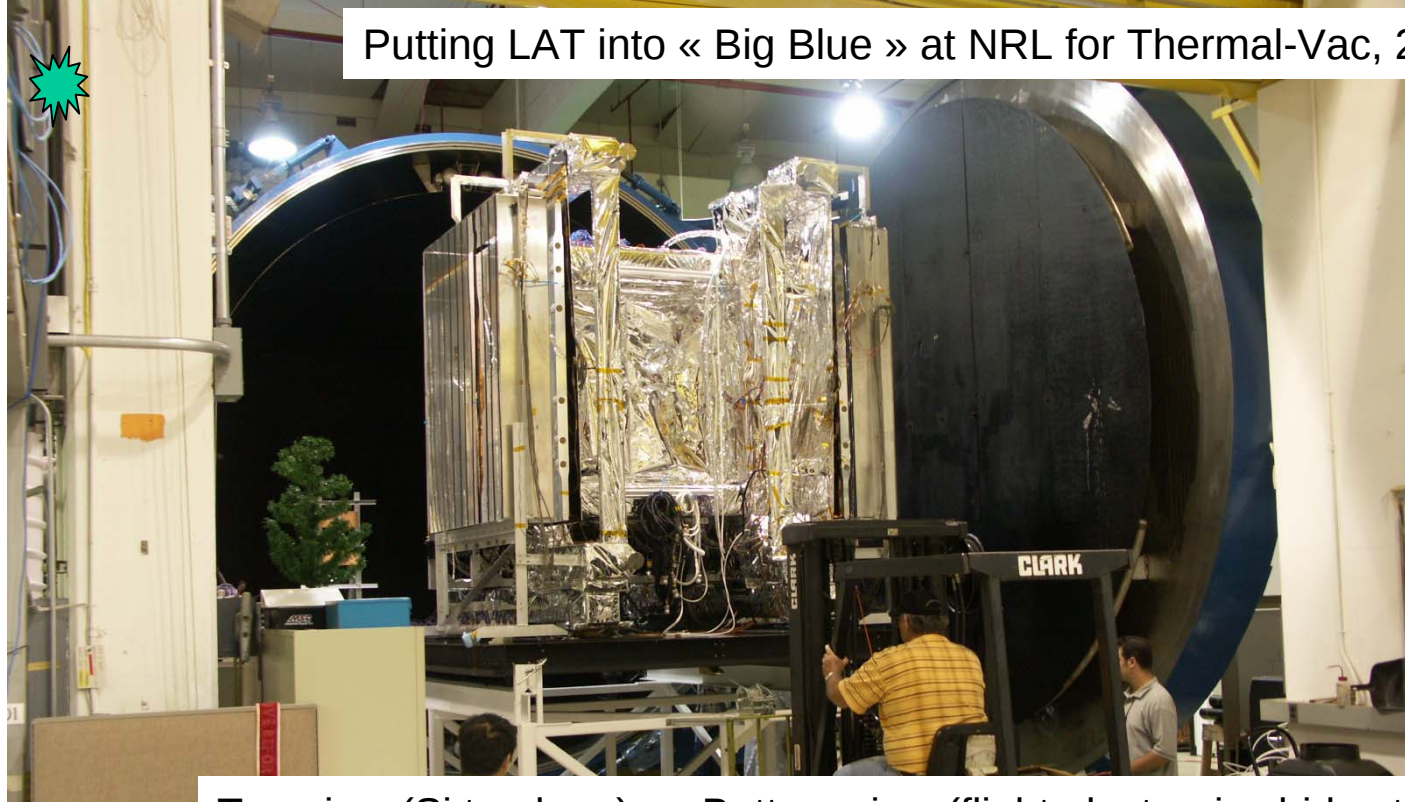


Achèvement du LAT, 23/11/05.

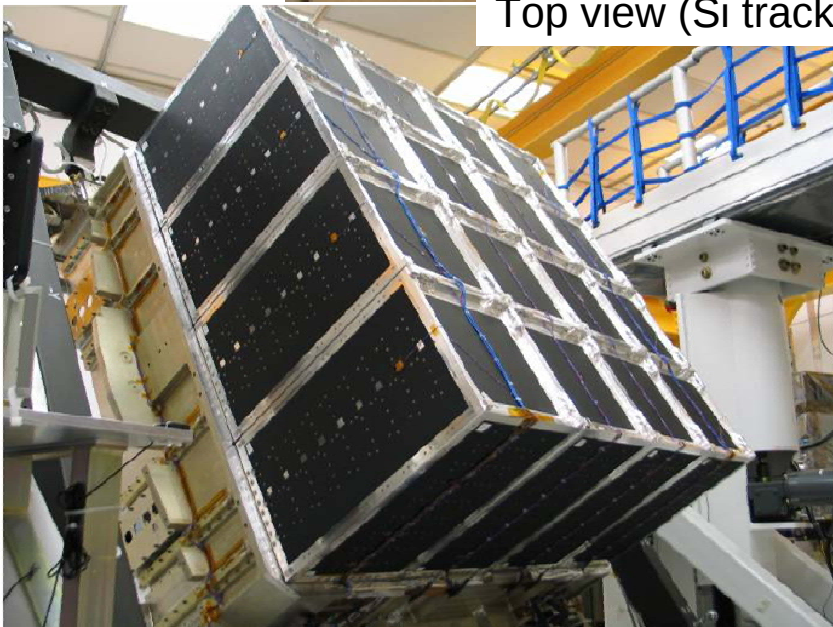
Un vrai gamma atmosphérique



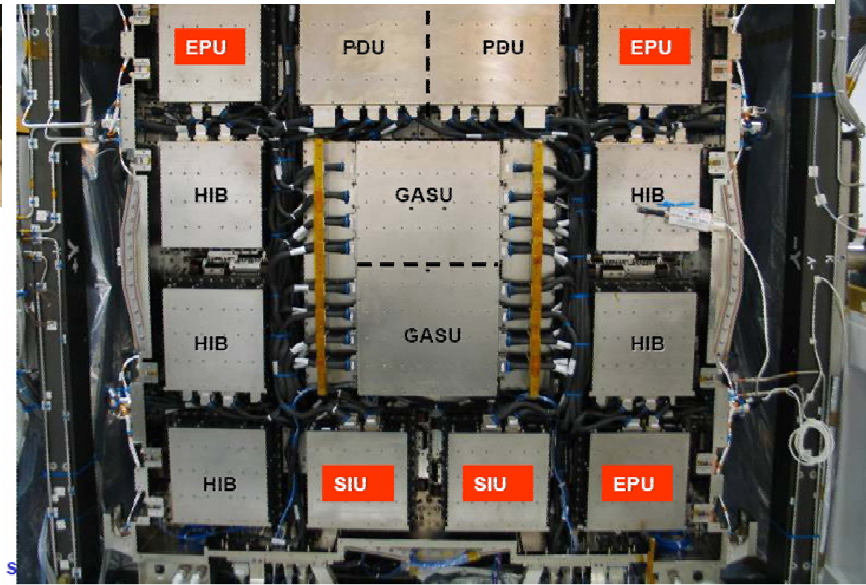
Putting LAT into « Big Blue » at NRL for Thermal-Vac, 25/7/06.



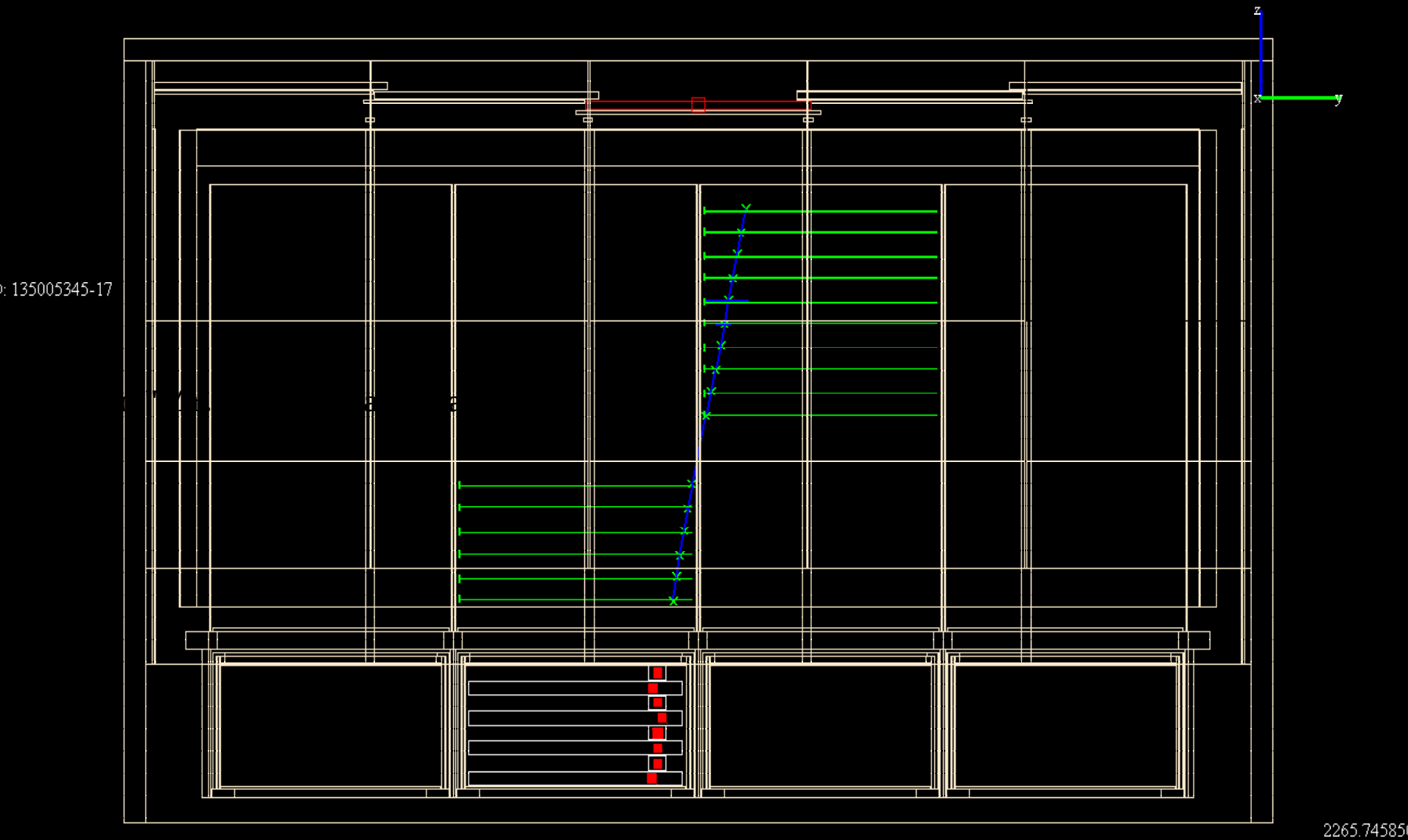
Top view (Si trackers)



Bottom view (flight electronics hides the CAL)

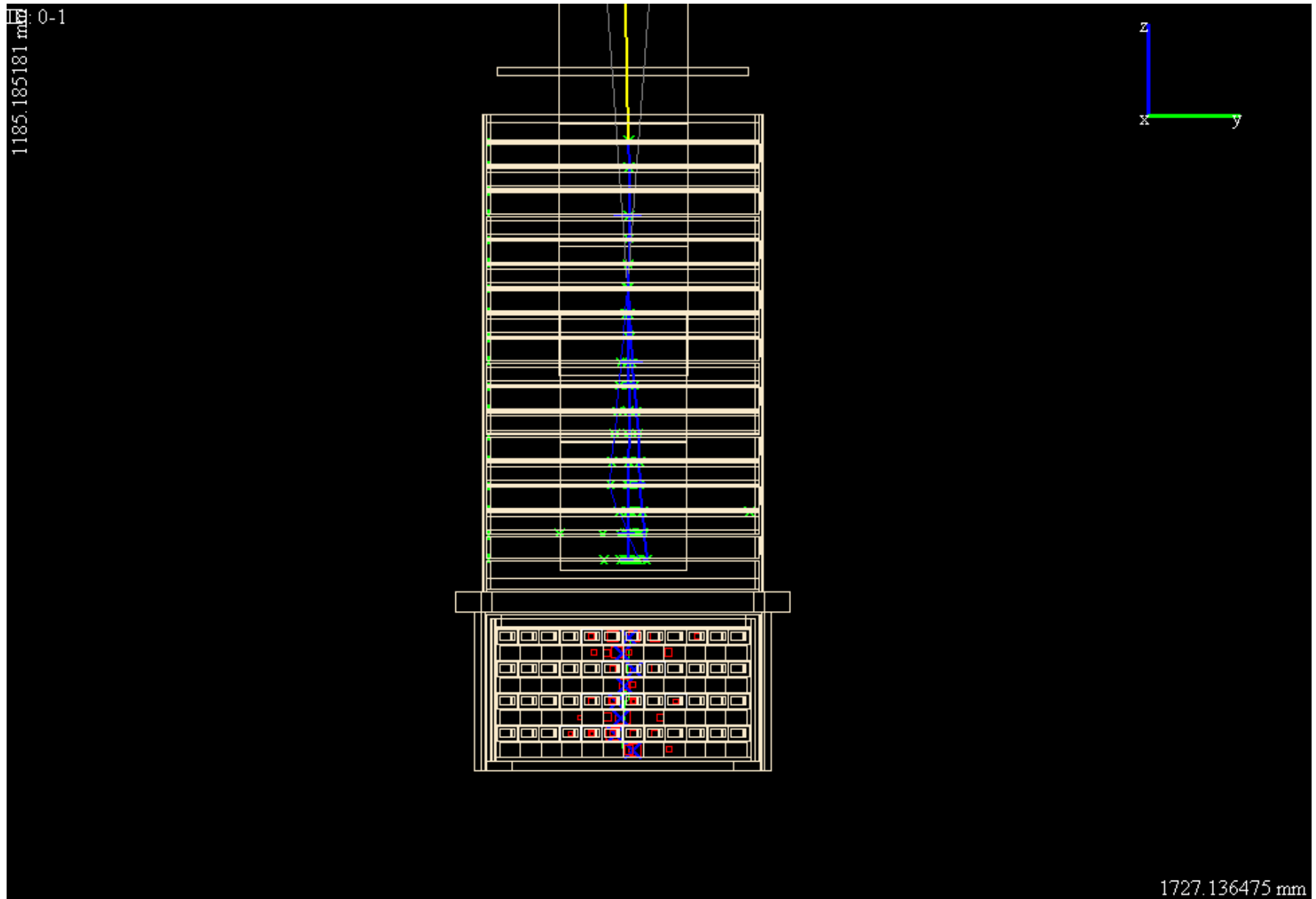


Muons atmosphériques vus par le LAT Calibration Unit

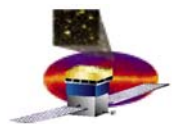


Event display by Riccardo Giannitrapani, INFN Udine
“Movie” by Anders Borgland, SLAC

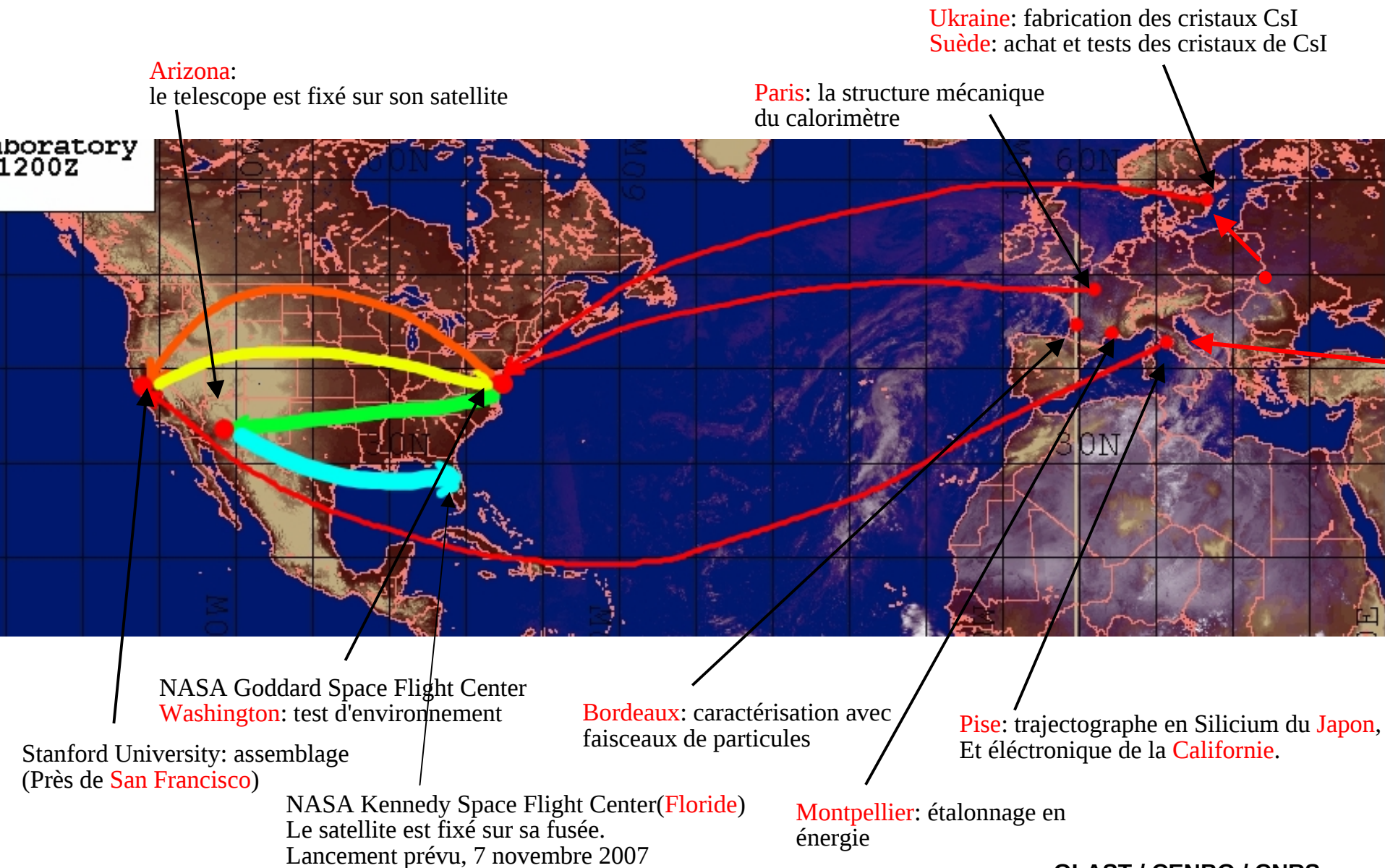
Electrons de 5 GeV du CERN PS vus par le LAT Calibration Unit , 1 août 2006.



Event display by Riccardo Giannitrapani, INFN Udine
“Movie” by Anders Borgland, SLAC

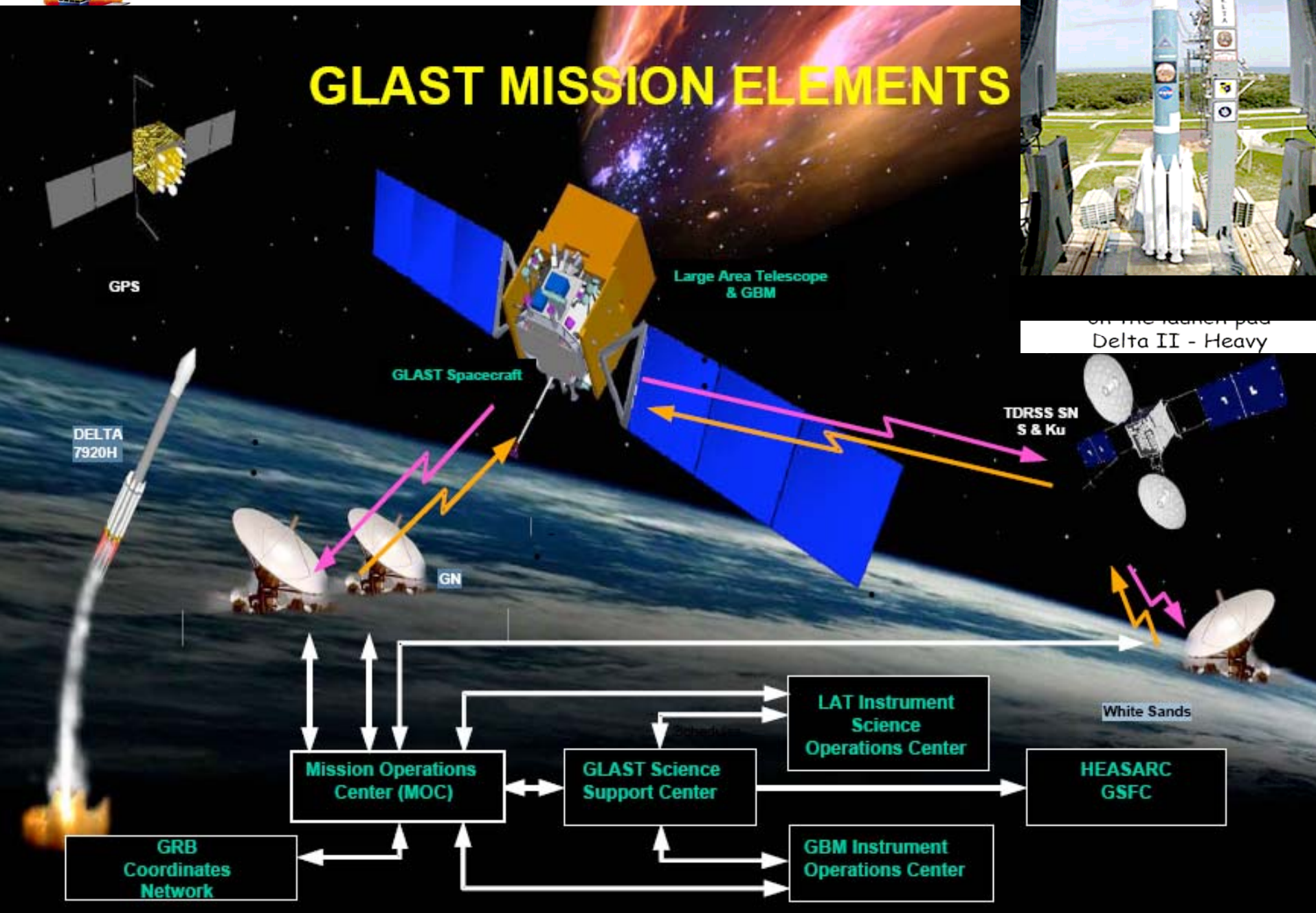


Qui construit GLAST ?

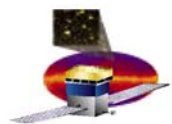




GLAST MISSION ELEMENTS

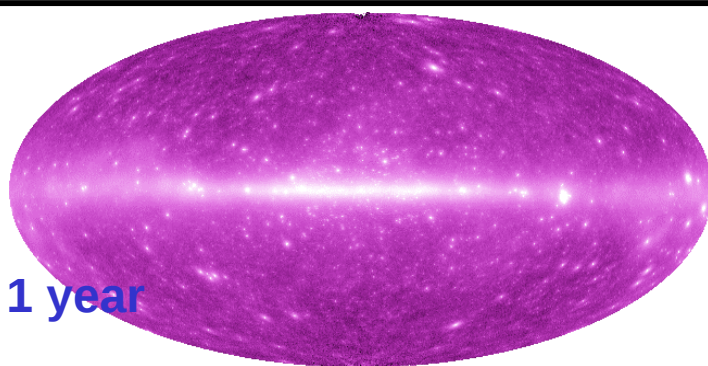


on the launch pad
Delta II - Heavy

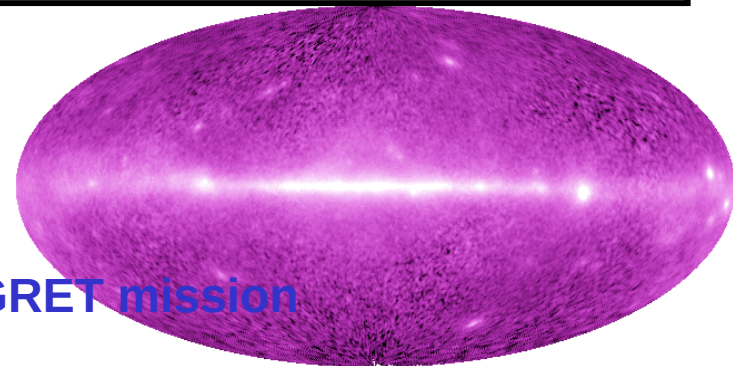


Résumé des performances

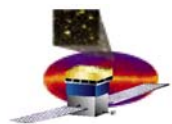
	LAT	EGRET
Energy Range	20 MeV – >300 GeV	20 MeV – 30 GeV
Peak Effective Area	9000 cm ²	1500 cm ²
Angular Resolution @ 10 GeV	0.1°	0.5°
Energy Resolution (on-axis, 100 MeV– 10 GeV)	<10%	10%
Field of View	2.2 sr	0.5 sr
Deadtime per Event	27 μs	100 ms
source sensitivity	$<6 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$1 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$



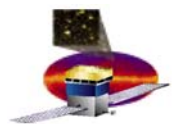
LAT 1 year



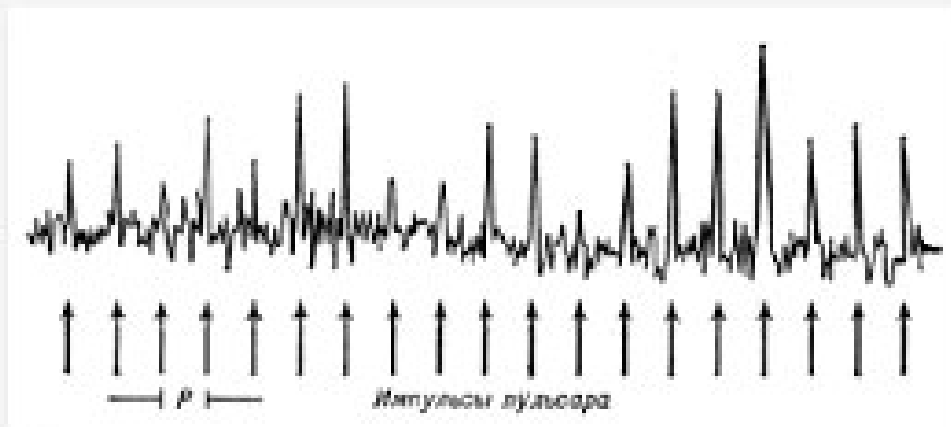
EGRET mission



Un bref rappel sur les pulsars

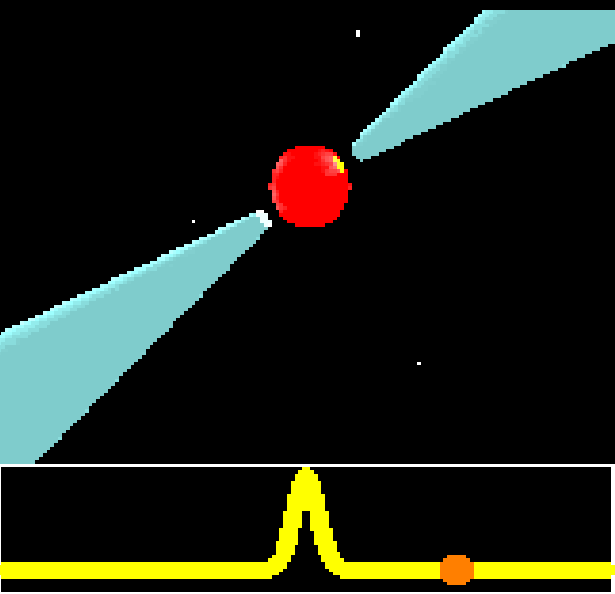


La découverte en radio: 1967

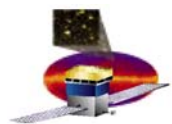


La période 1,33730113 seconde de PSR 1919+21 entre Jocelyn Bell et Anthony Hewish

MPIfR-Bonn Pulsar Group



- Pour étudier la scintillation interstellaire, ils ont été les premiers à mettre des RC courts dans leur électronique
- Une ruée scientifique pendant 5 ans
- Le Crabe vu en optique en 1969 (magnitude 17).
Une bonne blague – peu connus en 2006, mag > 23 !
- Aujourd'hui: 1627 pulsars connus



Vie et mort d'une étoile

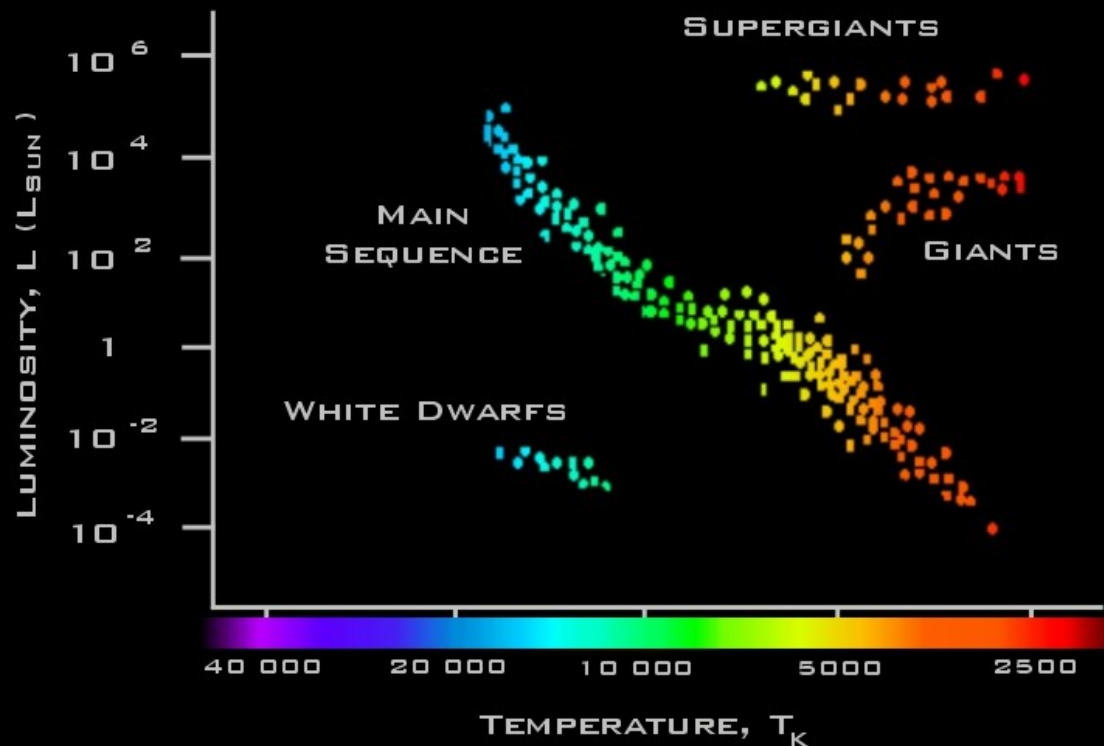


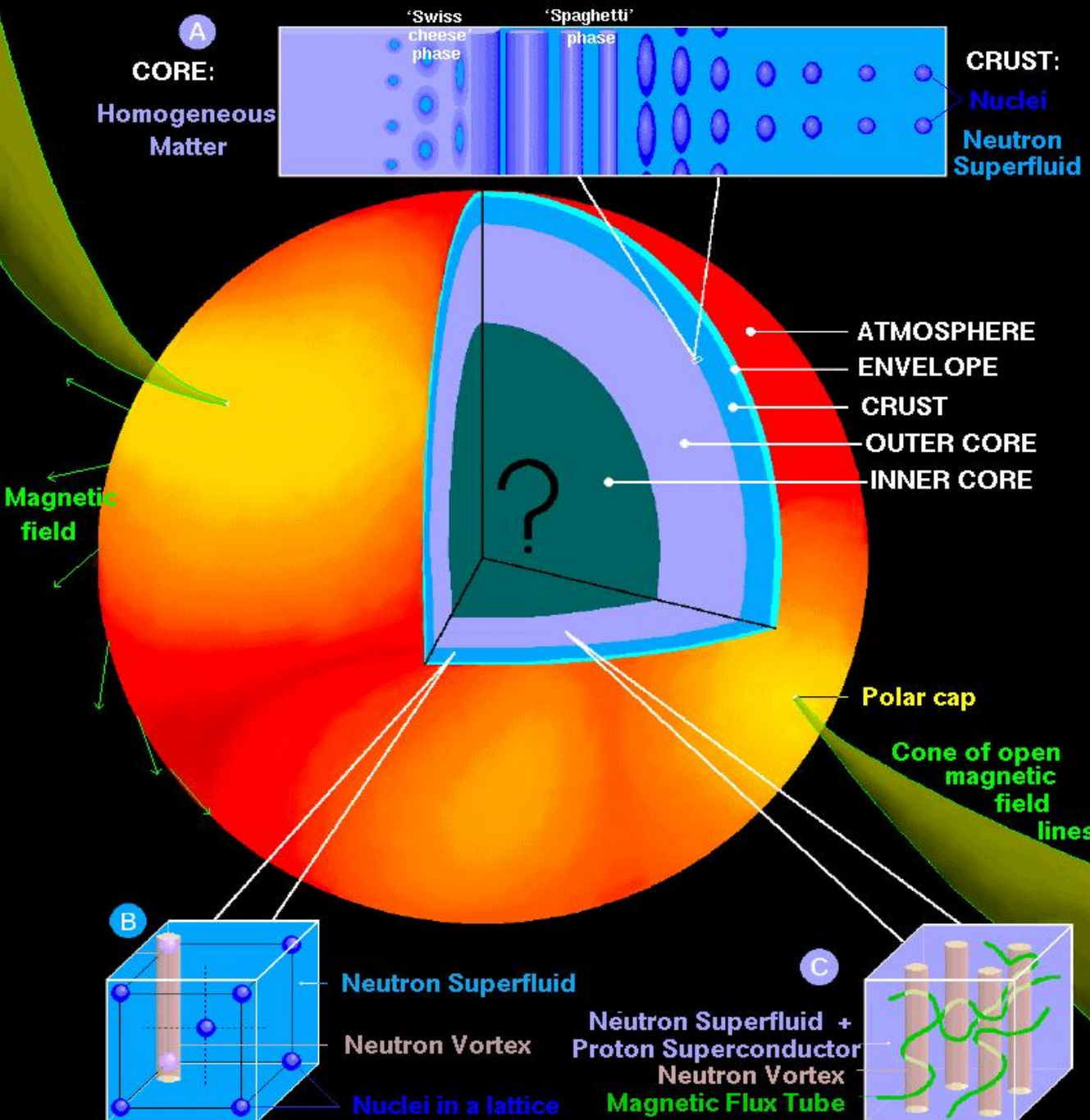
Diagramme « Hertzsprung - Russell »



Supernova
nébuleuse du Crabe

A NEUTRON STAR: SURFACE and INTERIOR

SR, Toulouse, 26 octobre 2006

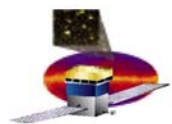


Rayon de 10 km.

Masse 1.4 fois celle sur Soleil.

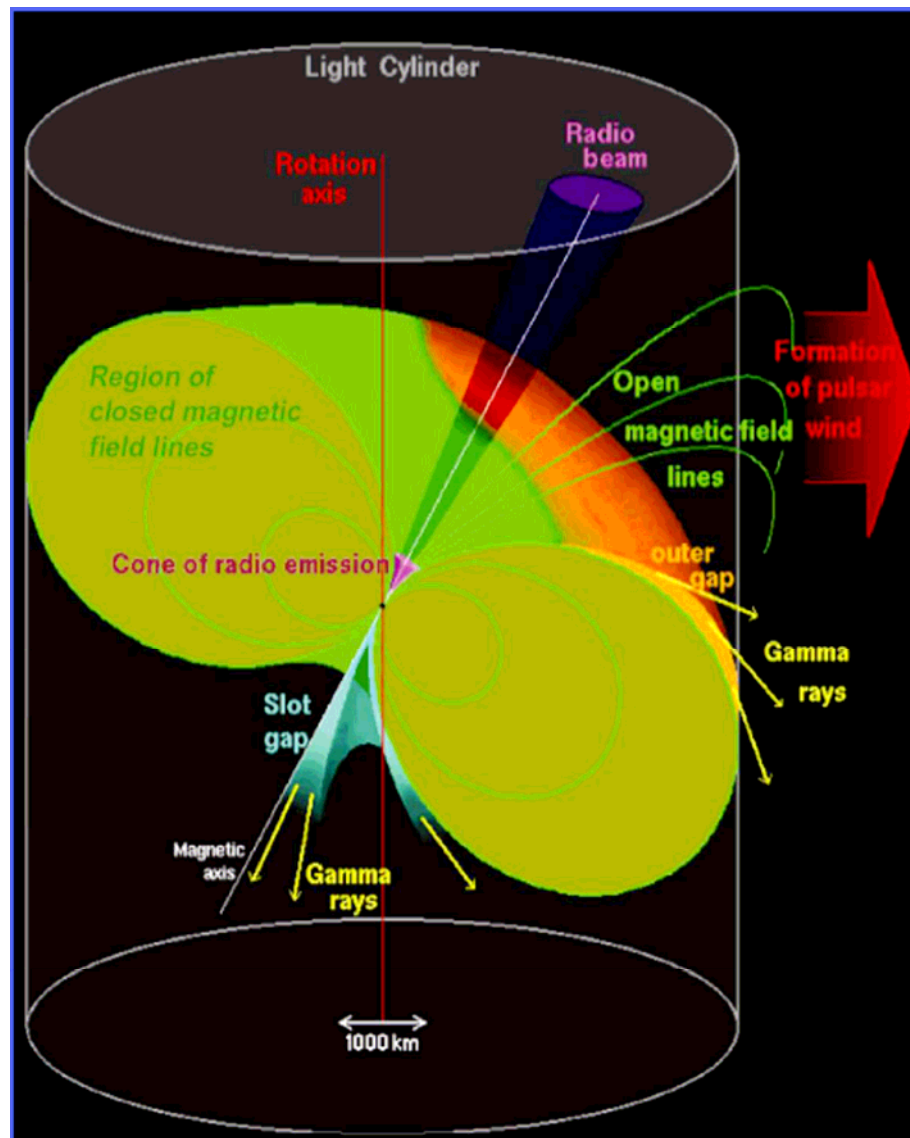
**Croûte en fer.
Intérieur en neutrons superfluides.**

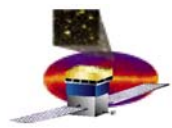
Le tout tourne plus vite qu'un moteur de scooter!



Pulsar: étoile à neutron en rotation

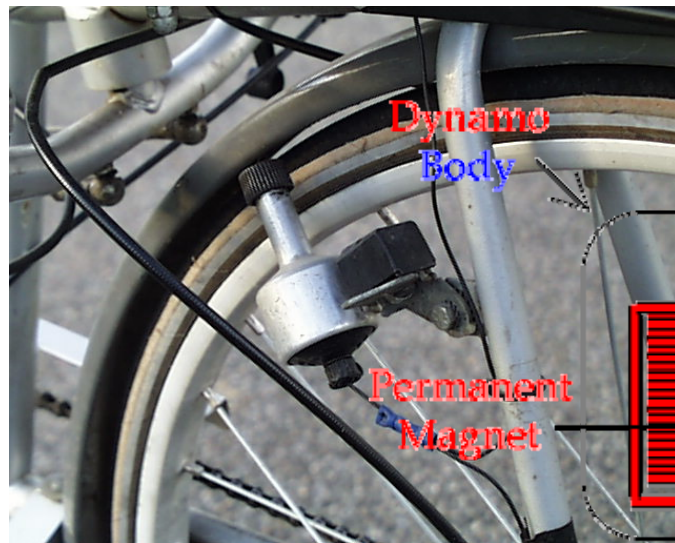
- < 2 ms à ~ 10 s par rotation
- Champ magnétique à la surface: $\sim 10^{12}$ gauss
- *“Soit un dipôle en rotation, les équations de Maxwell donnent...”*
- Électrons arrachés de la surface ; accélérés ; brehmstralung ; cascade d'électrons ; émission radio forte ; émission de gammas aussi.
- Débat sur zone(s) et mécanisme(s) précises...



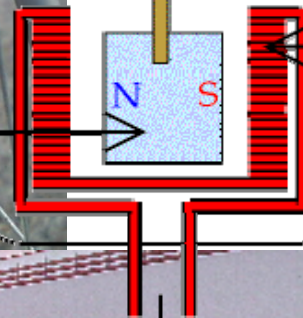


Un pulsar, c'est un dynamo cosmique!

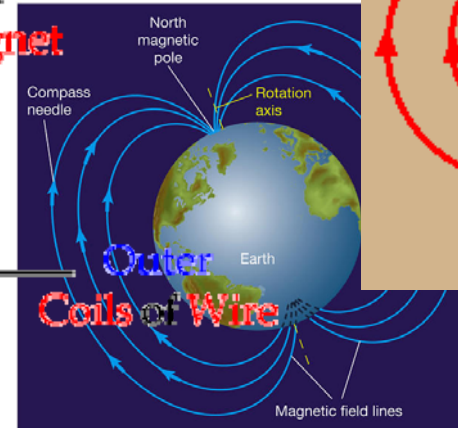
Bicycle Dynamo



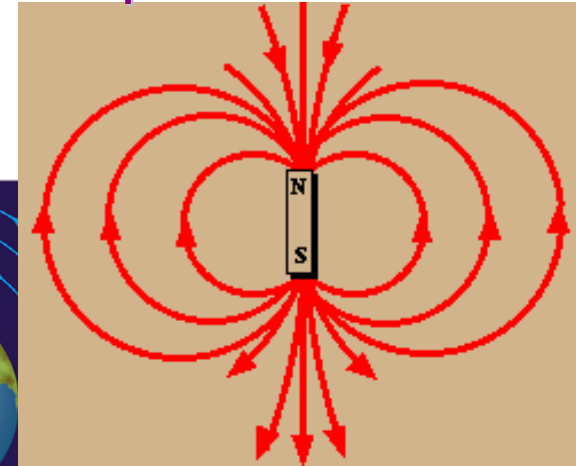
Rotation
of
Magnet



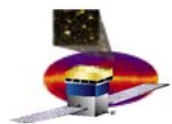
Electrical
Output



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

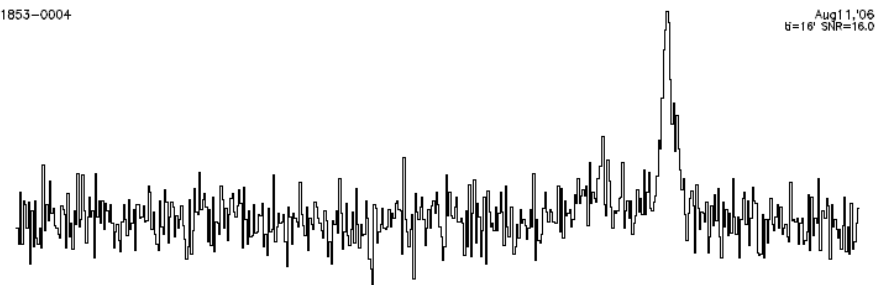
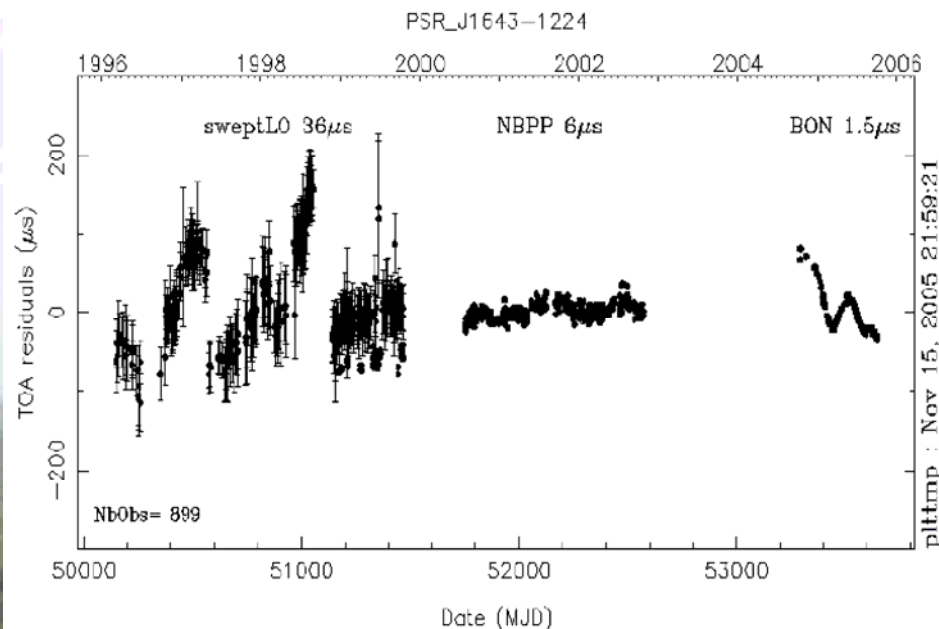
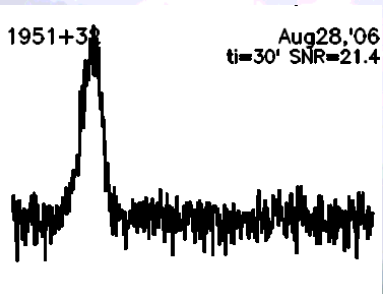


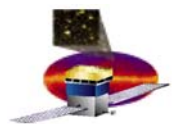
- La terre est un aimant ($50 \mu\text{Tesla}$).
- Une étoile à neutrons aussi: cent millions de tesla!
- Ça tourne, et ça génère un milliard de million de volts!
- Les électrons arrachés de la surface sont accélérés, puis rayonnent des gammas.



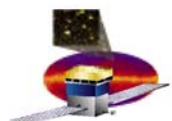
The Nançay Radio telescope

(Sologne, région Centre)





Les pulsars vus en rayons gamma



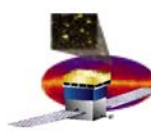
Gamma ray pulsars

From G. Kanbach, 363rd Heraeus seminar, May 2006 – other authors order these differently...

High-Energy Pulsars: Multiwavelength Detections

PSR	P (ms)	$\dot{E}/d^2$ rank	radio	opt	X _{low}	X _{hi}	γ_{low}	γ_{hi}
high confidence γ -ray detections								
B0531+21 (Crab)	33.4	1	P	P	P	P	P	P
B0833-45 (Vela)	89.3	2	P	P	P	P	P	P
J0633+1746 (Geminga)	237.1	3	P?	P	P	P	?	P
B1706-44	102.5	4	P	?	D			P
B1509-58	150.7	5	P	D	P	P	P	
B1951+32	39.5	6	P		P		P	P
B1055-52	197.1	33	P	D	P		P	P
candidate γ -ray detections								
B0656+14	384.9	18	P	P	P		?	?
B0355+54	156.4	36	P		D			?
B0631+10	287.7	53	P		D			?
B0144+59	196.3	120	P					?
ms PSR γ -ray detection & candidates								
J0218+4232	2.32	43	P		P			P
B1821-24	3.05	14	P		P			?
Likely PSR - γ -ray source positional coincidence								
B1046-58	123.7	8	P		D			D?
J1105-6107	63.2	21	P		D			D?
B1853+01	267.4	27	P					D?

P = pulsed detection, P? = low significance pulsation, D = unpulsed detection



Profils en radio (1700 connus), optique, rayons X, et gammas (9 connus)

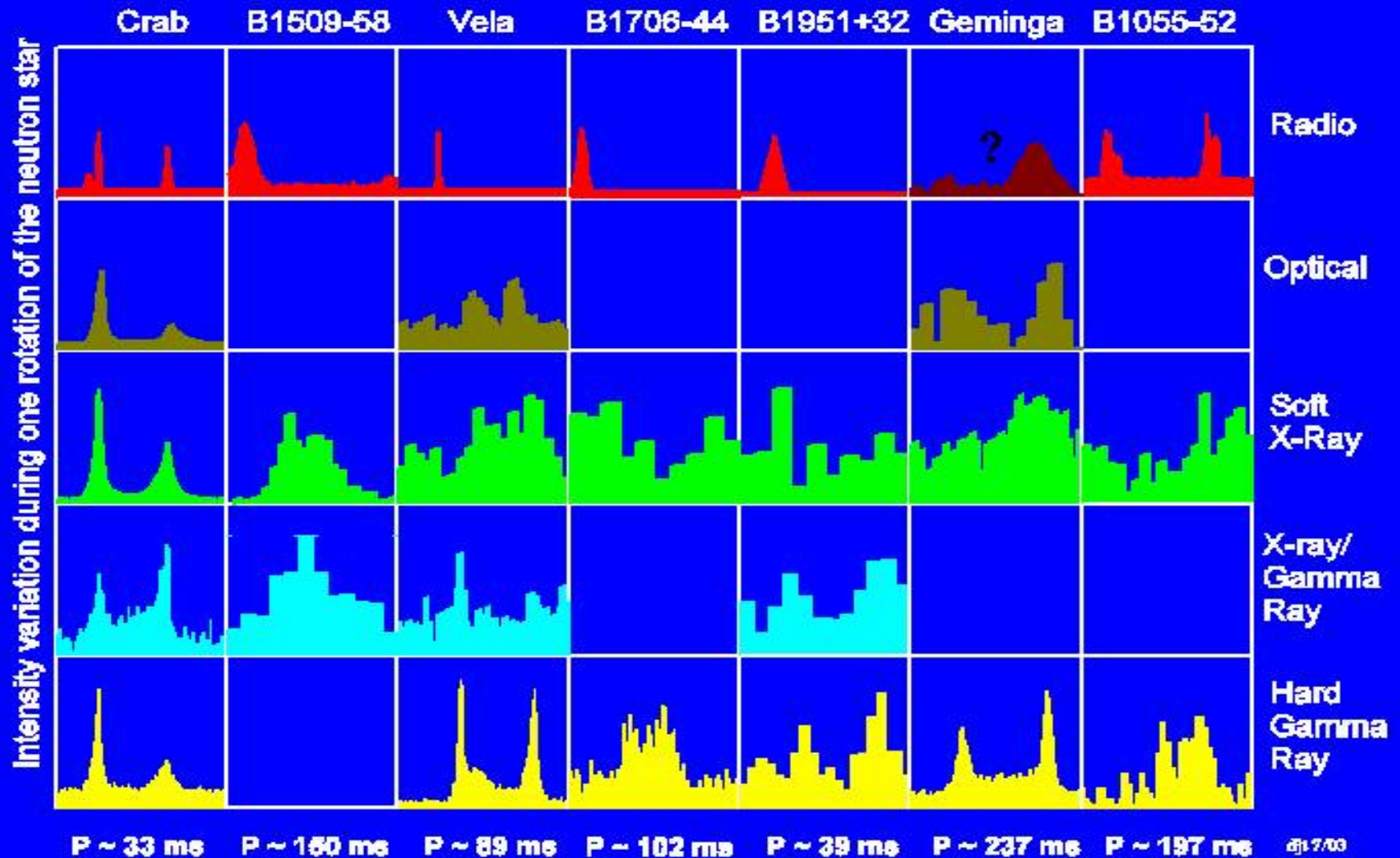


Figure courtesy of D.J. Thompson

Geometry of Polar Cap radio and γ -ray beams

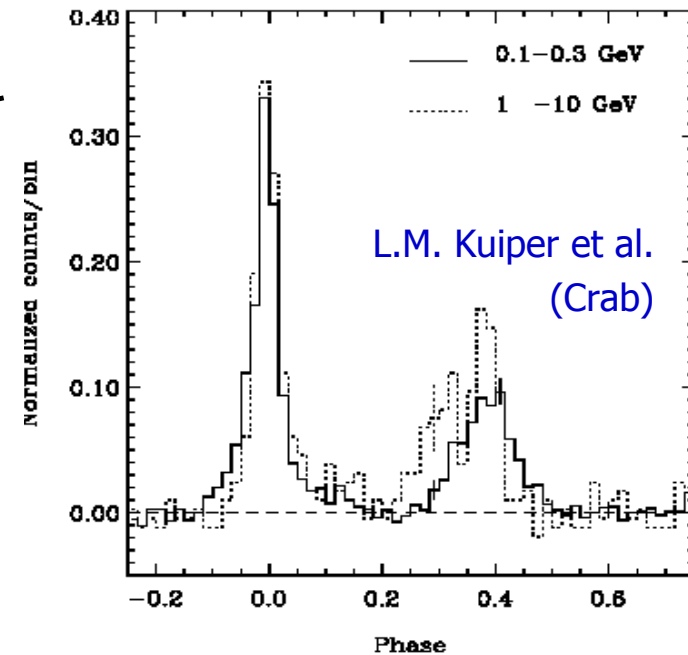
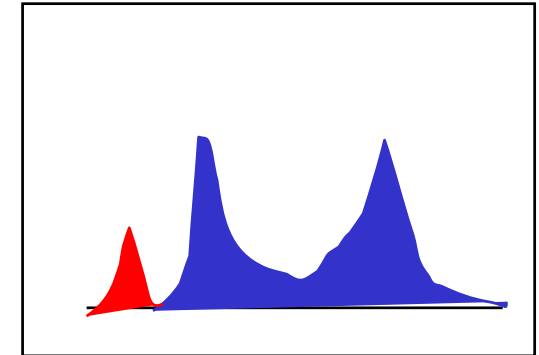
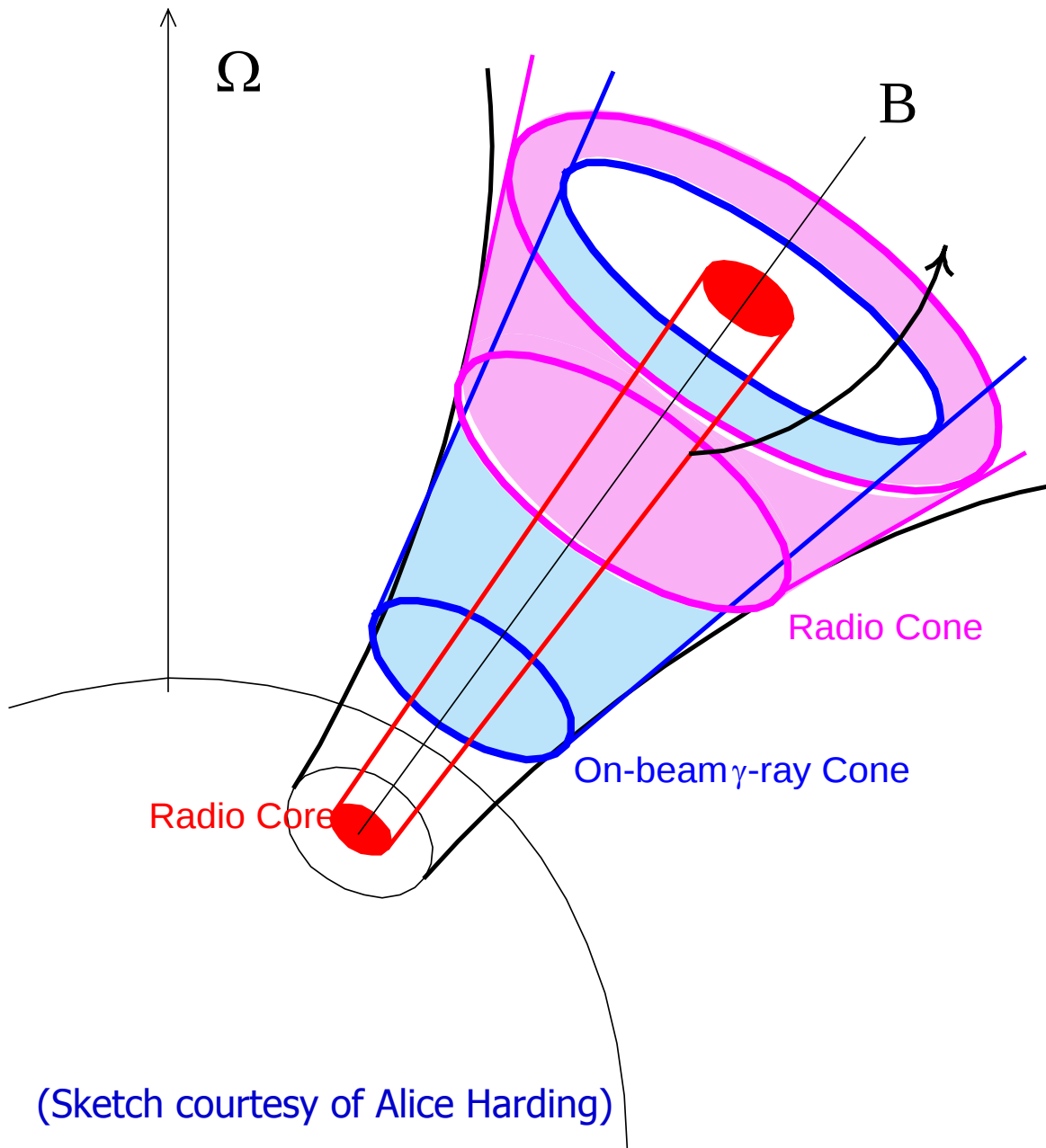
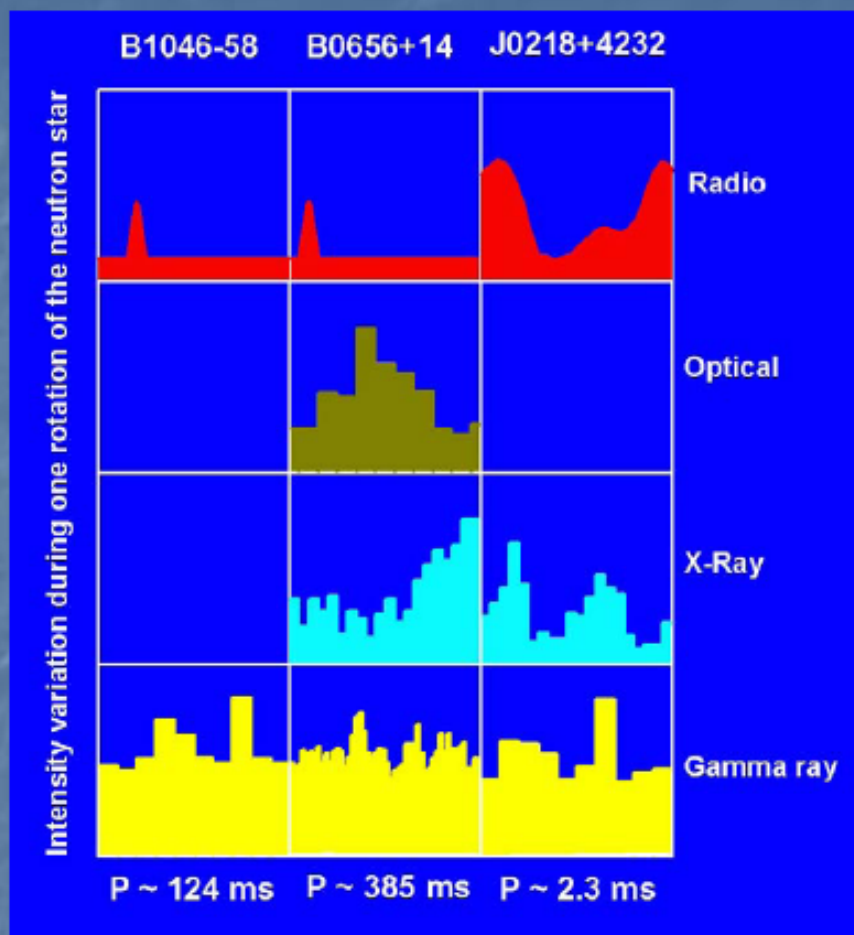
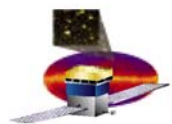


Fig. 12. EGRET pulse profiles (60 bins) using CGRO EGRET Cycle 0–VI data: 1–10 GeV, dotted line; 100–300 MeV, solid line. The profiles are normalized on their emission in P1. Typical error bars are indicated for both profiles. A clear increase is visible in the LW2 phase interval (0.25–0.32) for the 1–10 GeV energy interval with respect to the 100–300 MeV interval.



How many of the new pulsars found in EGRET error boxes are gamma-ray pulsars?

Examples:

PSR J1016-5857

PSR J1015-5719

PSR J1420-6048

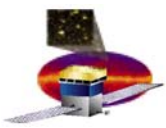
PSR J1637-4642

PSR J1837-0559

PSR J2229+6114

All have energy budgets consistent with EGRET sources. No timing information for EGRET era.

Are these lower-confidence EGRET pulsar detections real?



Multi-longueur d'onde : spectres du pulsar et de son environnement.

Analyses de sources étendues avec le LAT en développement.

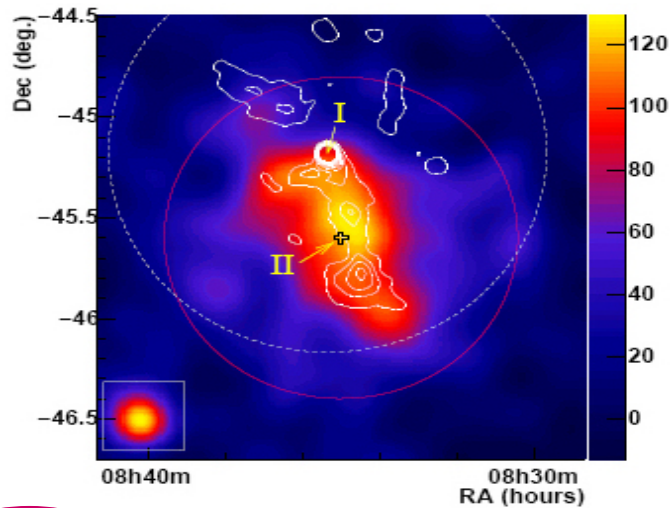


Figure 1: Smoothed map of region surrounding Vela pulsar, as seen by HESS. White contours represent X-ray observations by ROSAT. Strong X-ray and gamma ray emission around the pulsar is indicated in position I. Position II indicates the centre of gravity of the emission excess (Aharonian et al., 2006).

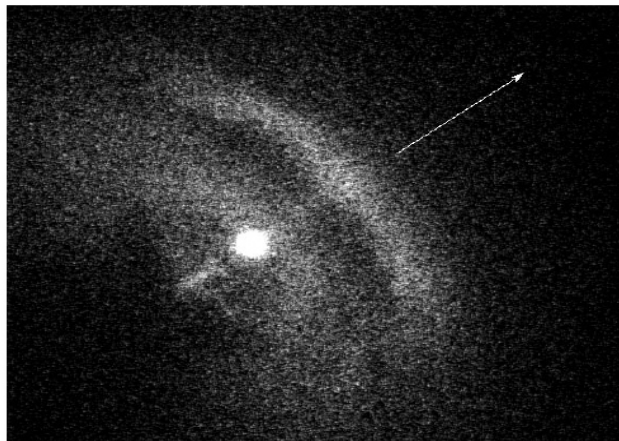
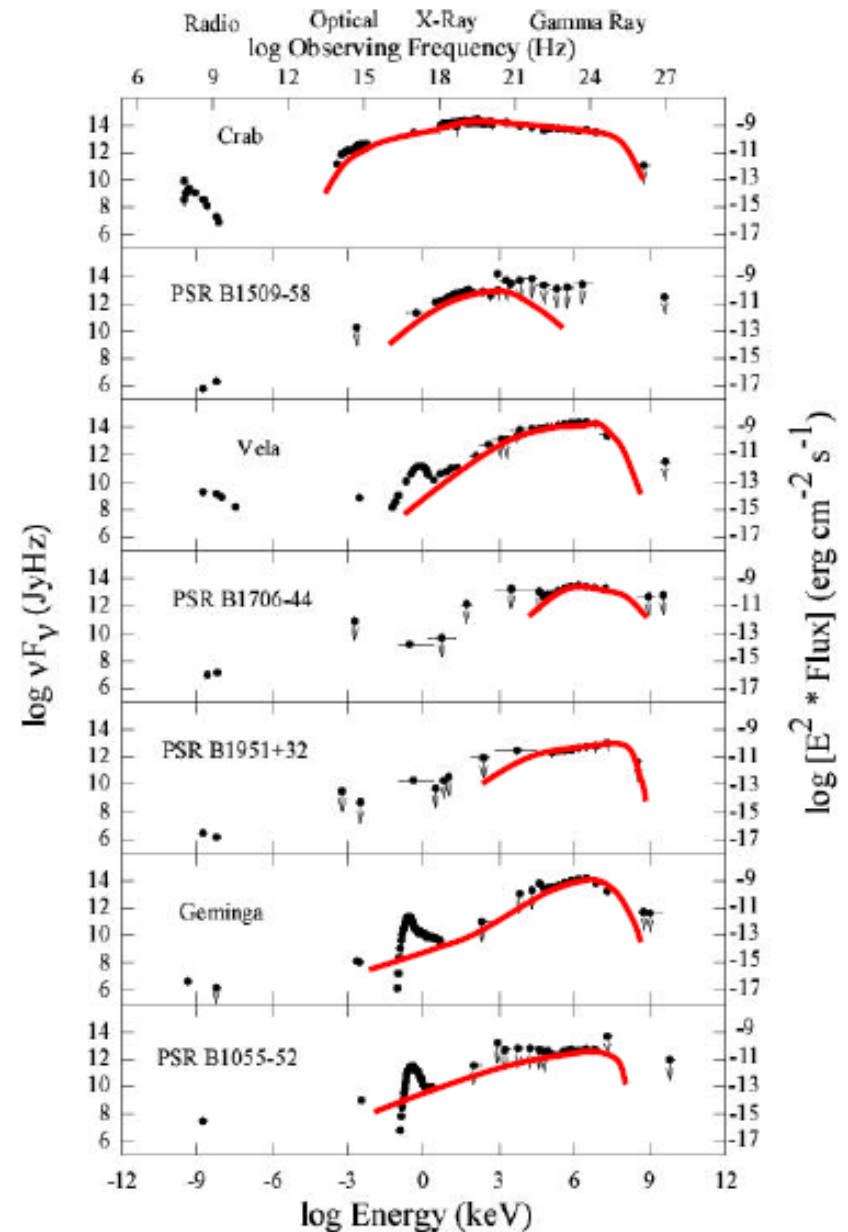
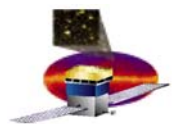
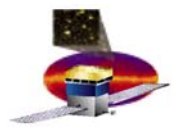


Figure 2: X-ray image of the Vela pulsar surrounded by its nebula, taken with the Chandra High-Resolution Camera. The arrow indicates the proper motion of the pulsar (Caraveo et al., 2001).





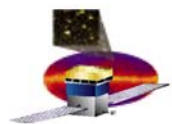
Les pulsars gamma à Bordeaux



Composition du groupe

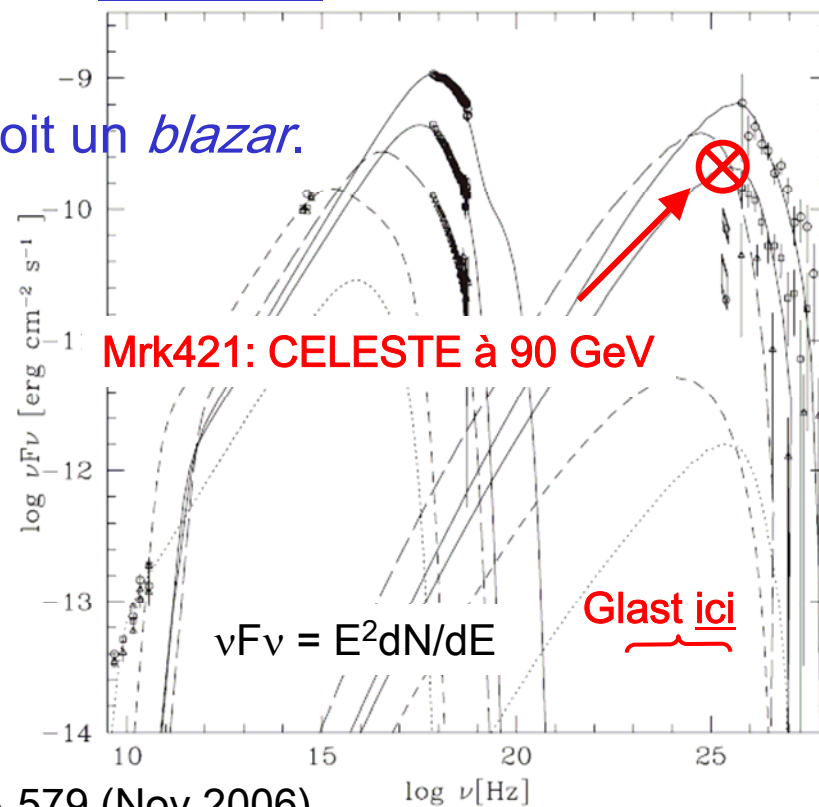
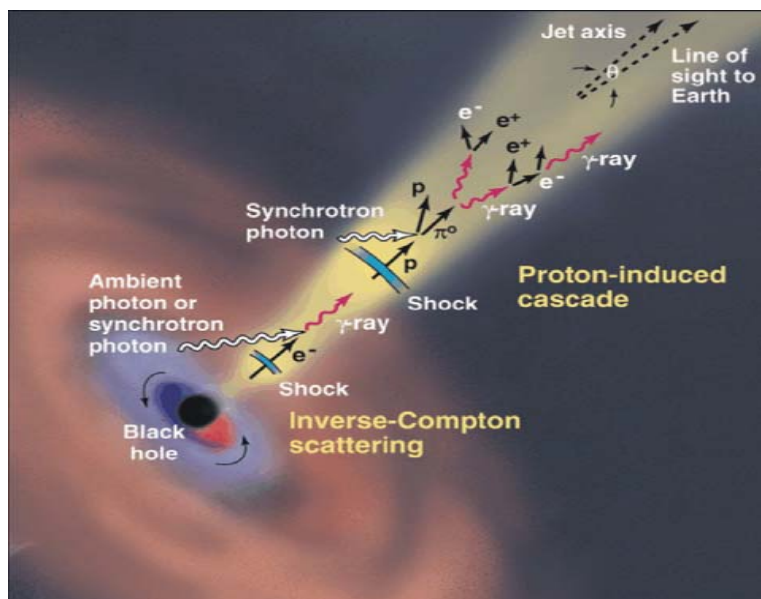
- Benoît Lott (en 2ème année de mise à disposition au SLAC) est co-responsable des tests sous faisceaux, et du AGN (blazar) Science working group. Il joue un rôle important dans les calibrations en vol.
- Vincent Lonjou (postdoc CNRS depuis un mois) travaille avec Benoît sur l'analyse des blazars.
- Denis Dumora, Thierry Reposeur, et David Smith travaillent à l'analyse des pulsars, et ont travaillé sur les calibrations et faisceaux.
- Damien Parent et Lucas Guillemot ont démarré leur travaux de thèse sur les pulsars il y a un mois.
- Marianne Lemoine-Goumard, CR2 récent, ancienne de HESS, viendra au CENBG début décembre. Elle travaillera sur les pulsars et, peut-être, sur les calibrations en vol.

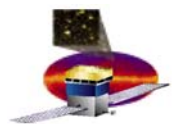
En tout: $9 = 5 \text{ CNRS} + 1 \text{ MdC} + 1 \text{ post-doc} + 2 \text{ thésitifs}$



Des milliers de blazars pour GLAST

- Le ciel gamma est dominé par des objets extragalactiques, c'est à dire, très très loins et horriblement intenses.
- Ils coïncident avec des « quasars » connus en radio, optique, et rayons X.
- ❖ Modèle: un trou noir d'un milliard de masses solaires, entouré par un disque de poussière. La matière rayonne fortement en tombant sur le trou noir. Un énorme jet sort du système.
- ❖ Si le jet est orienté vers la Terre, on voit un *blazar*.

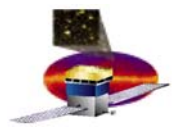




Les pulsars gamma à Bordeaux

Je ne parlerai que de:

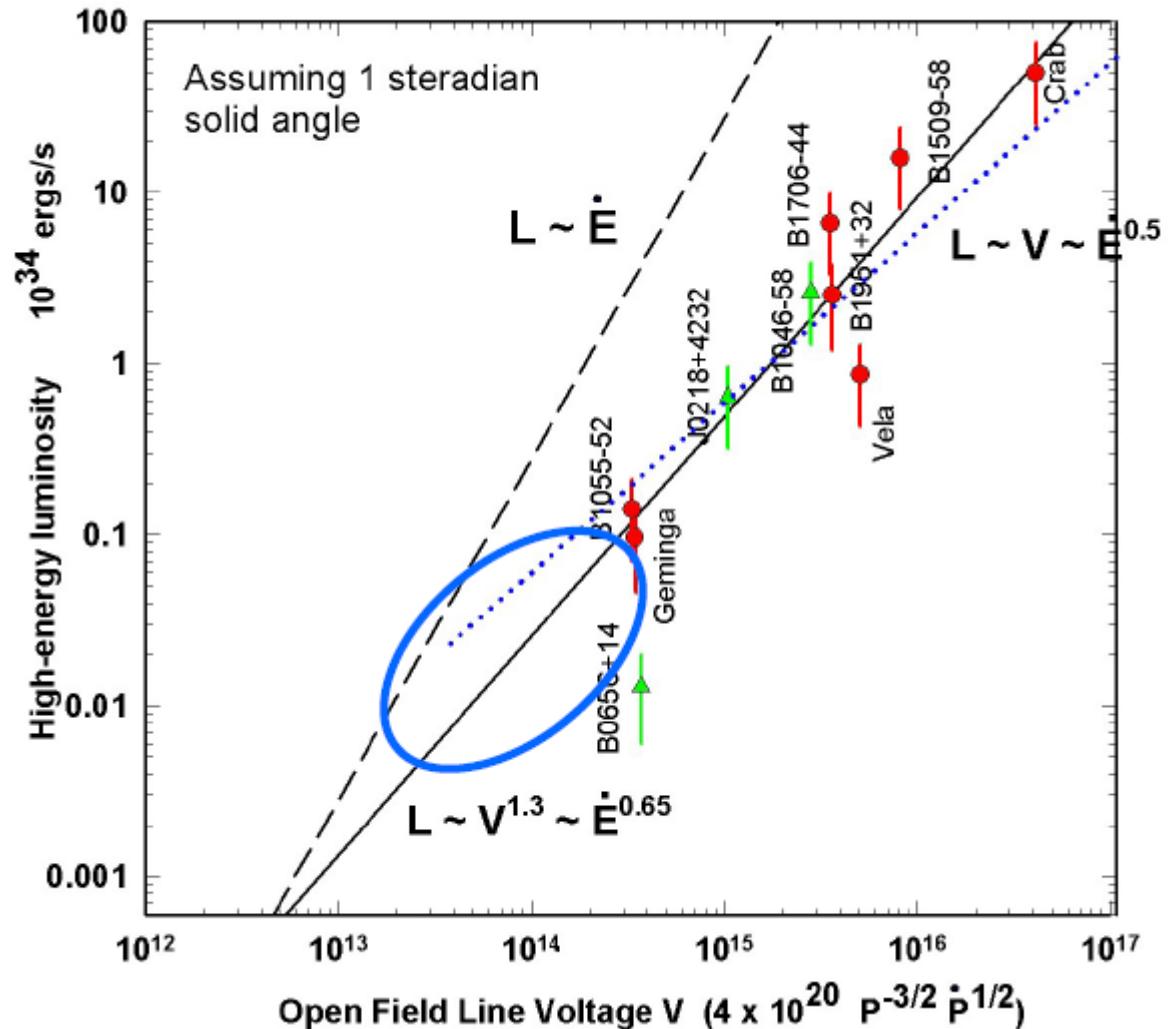
1. Stocker & entretenir une database d'éphémérides
 - Choix des meilleurs candidats
 - Suivi radio
2. Analyse: détection et spectres (*Data Challenge II*)



La luminosité γ est proportionnelle à une puissance de la perte d'énergie de rotation

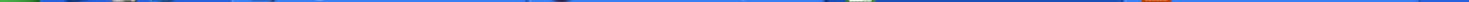
Le LAT explorera la zone
de l'ovale bleue,

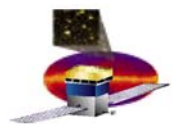
→ $V < 4 \times 10^{14}$ volts



From D.J. Thompson, 363rd Hereaus seminar, May 2006

Tous les pulsars "célèbres" y sont.



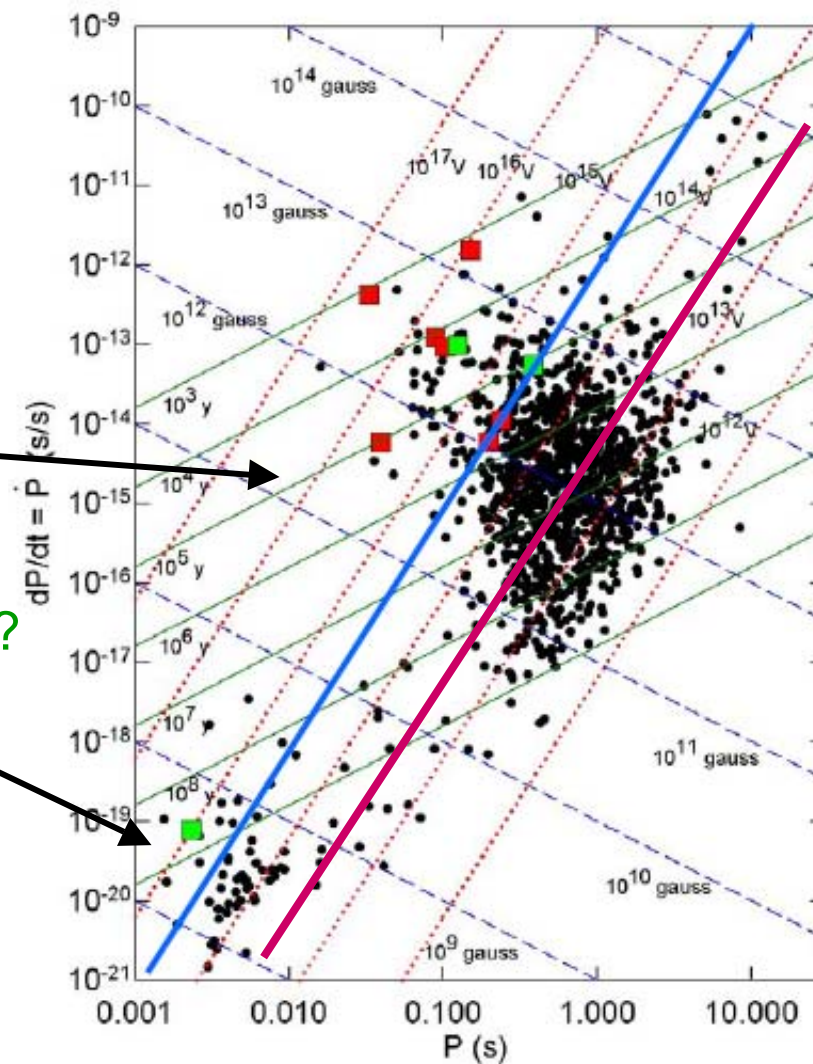


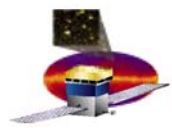
Ligne bleue: sensibilité EGRET
 $V > 4E14$ volts

Ligne rouge: sensibilité GLAST LAT
 $V > \sim 3E13$ volts

On atteint le gros de la population...

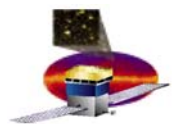
...verra-t-on tant de pulsars milliseconde?





Voir la signature pulsé en gammas

- Si le signal gamma est *fort*, un transformé de Fourier (FFT) donne P .
La distance $\approx$ dispersion $v=c/n(\lambda)$ est un paramètre libre supplémentaire.
- Sensibilité 10x meilleure si on connaît P d'avance. NOTRE CHOIX ★
- D'ailleurs, la phase γ relative à la phase radio est richissime en physique.
- *Intérêt d'avoir des éphémérides radio précises pour les pulsars candidats à une émission gamma.*
- Les candidats gammas sont les pulsars jeunes et turbulents. Freinage de rayonnement fort, ainsi qu'étoile à neutron instable.
- *Besoin de re-mesurer des éphémérides radio plusieurs fois par an, pour 5 à 10 ans.*
- *Besoin d'une grosse campagne de datation radio.*



Ils l'ont fait pour EGRET et il faut le refaire pour GLAST

Cette fois:

- 3x plus de pulsars radio,
- 25x plus de sensibilité gamma,
- tous les pulsars seront vus tout le temps.

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 422:671–680, 1994 February 20

TIMING BEHAVIOR OF 96 RADIO PULSARS

Z. ARZOUMANIAN,¹ D. J. NICE,² AND J. H. TAYLOR³

Joseph Henry Laboratories and Department of Physics, Princeton University, Princeton, NJ 08544

AND

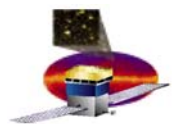
S. E. THORSETT⁴

Owens Valley Radio Observatory, California Institute of Technology, MS 105-24, Pasadena, CA 91125

Received 1993 June 1; accepted 1993 August 25

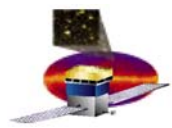
1. INTRODUCTION

In anticipation of the launch of the *Compton Gamma Ray Observatory*, and mindful of the requirement for accurate, contemporaneous timing parameters in order to observe pulsars at gamma-ray energies, we began an extensive series of pulsar timing observations with the NRAO 43 m telescope in 1989 August. About 120 pulsars north of -45° declination were selected, with preference given to objects considered most likely to be detectable in gamma rays. Our observing list also



Ephemerides database for the LAT

- La grosse campagne radio a démarré:
 - Parkes dans le sud
 - Jodrell et Nançay (*cocorico!*) dans le nord
- Arecibo & Green Bank: plus sensible mais moins disponible
 - Les garder en réserve pour les très faibles en radio, et/ou les recherches profondes de contreparties gamma qui seront découvertes
 - (la localisation de LAT permettra des choses impossibles avec EGRET...)
- Nous voudrions vos éphémérides en rayons X s.v.p.
- Les éphémérides atterriront dans une base de données (un fichier FITS, à vrai dire) à la NASA GSSC (Glast Science Support Center) qui sera lu par les Science Tools.
- A Bordeaux, on se charge de
 - Remplir la database (échanges avec les radioastronomes)
 - Veiller sur la qualité de son contenu

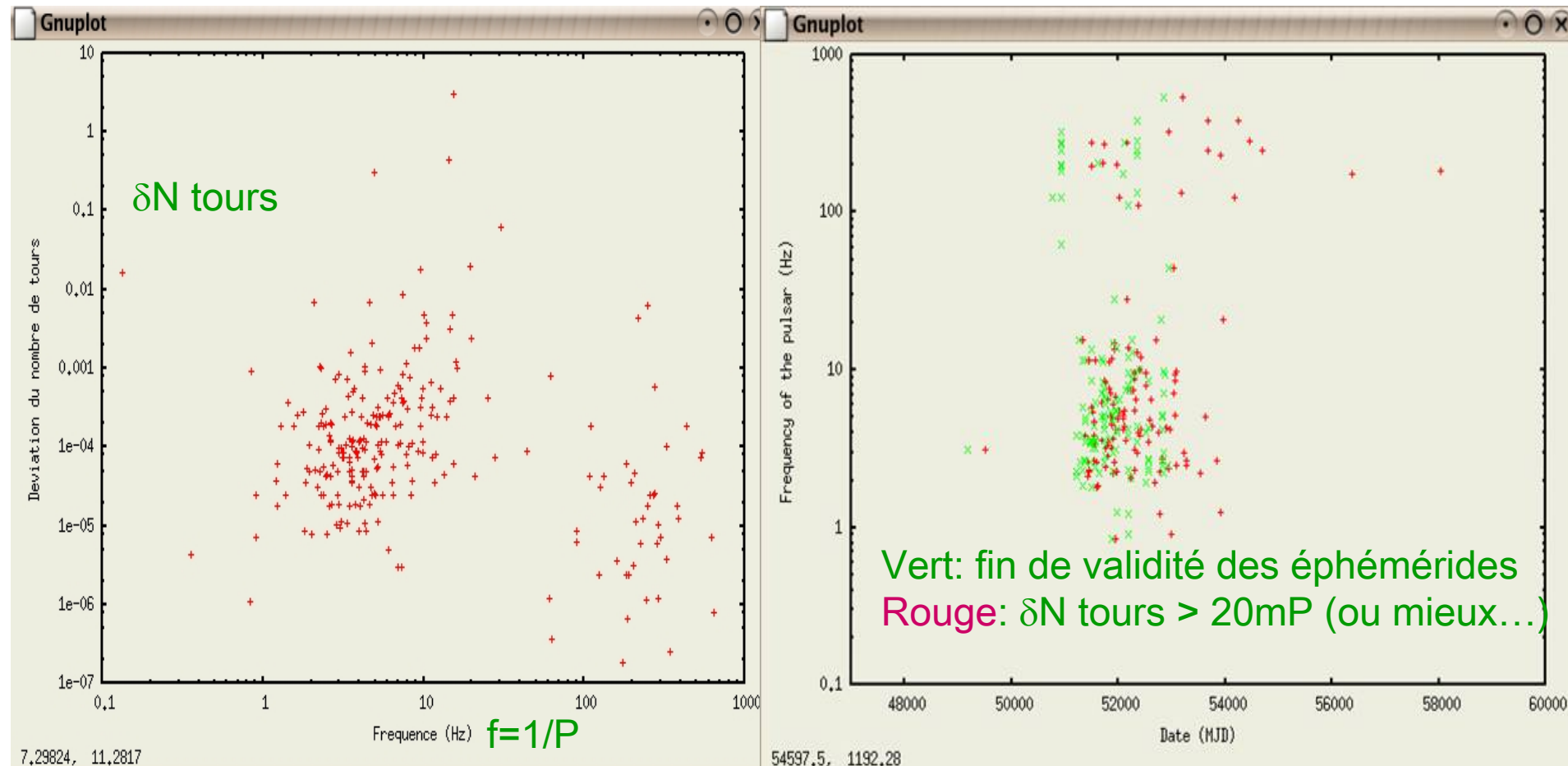


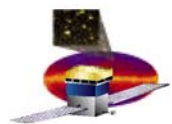
Comment savoir si le produit est périmé?

(Lucas Guillemot, CENBG)

Ici: pour les 250 pulsars, propagation des incertitudes sur $P, \dot{P}$ – on vise une précision de 2% d'un tour pour un pulsar typique (soit 50 bins pour le phasogramme). Plus pour les pulsars forts.

Quelques visites radio par an pour les candidats forts...

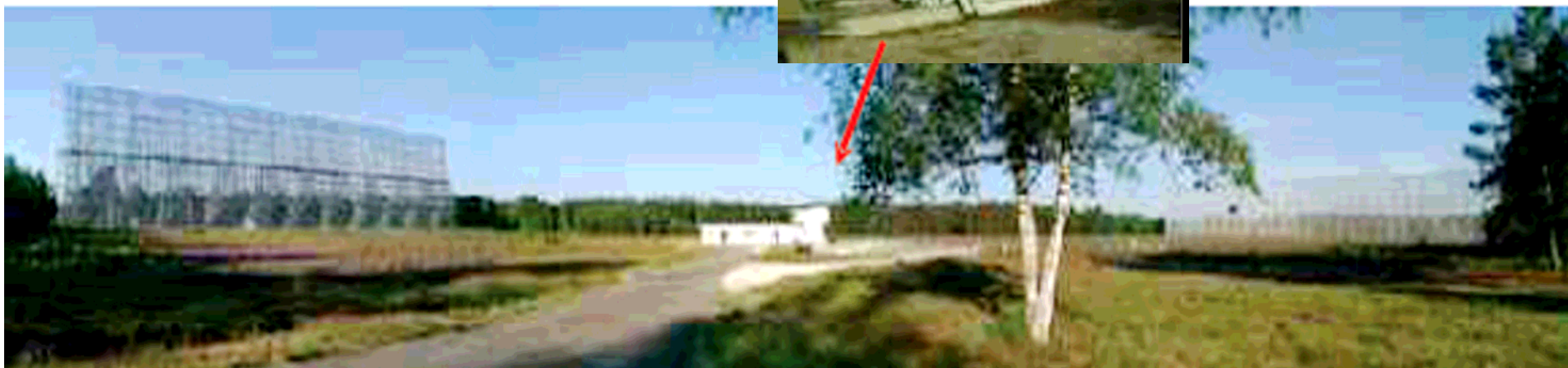
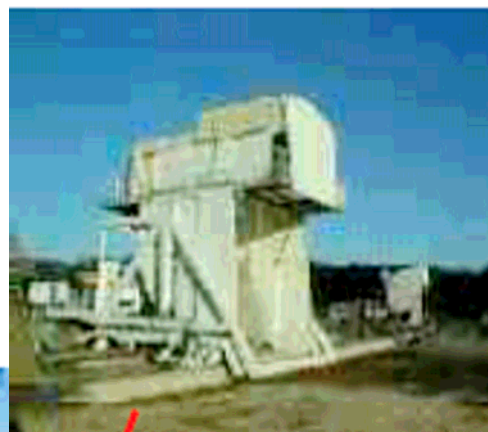




Nançay: un atout pour la France

Les principaux grands radio télescopes à antenne simple du monde, performants en datation de pulsars:

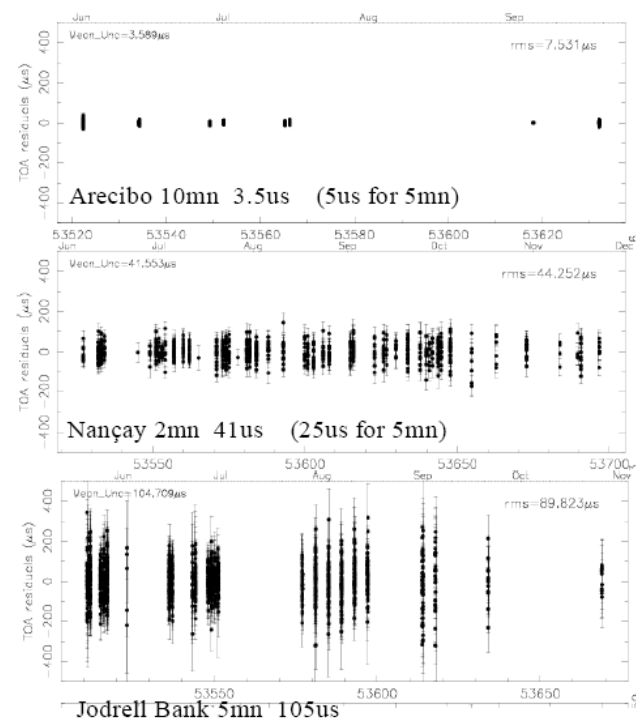
1. Arecibo (Puerto Rico) 300 mètres
2. Green Bank, Jodrell, **Nançay**, Effelsburg 100 mètres
3. Parkes, en Australie (ciel du sud) 100 mètres



Les observations et la chronométrie des pulsars au radiotélescope de Nançay

G. Theureau, I. Cognard, voir

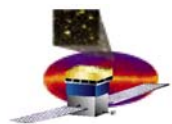
http://www.mpe.mpg.de/IAU_JD02/poster/JD02-44.pdf



*Comparison of timing
quality between
Arecibo, Nançay
and Jodrell Bank
for the well known
relativistic binary
pulsar
PSRJ1906+0746.*

*Note in particular
the high sampling
rate obtained at
Nançay*

Ismaël Cognard
Chargé de Recherche LPCE / CNRS Orléans
icognard@cnrs-orleans.fr



"Chronométrie de pulsars haute énergie"

(Ismaël Cognard et Gilles Theureau)

- XMM: Natalie Webb (CESR)
- HESS : Yves Gallant (LPTA-Montpellier)
- GLAST : Dumora & Smith (CENBG)
- ~140 pulsars and >500 hours for the 2nd half of 2006.
- Requesting "key program" status in November.
- ~80 déjà observés

RADIOTELESCOPE DE NANCAY - FORT

OBSERVING TIME REQUEST / DEMANDE DE TEMPS

semester 2006b : July 1st 2006 to December 31st 2006

IMPORTANT: Fill ALL relevant items in boxes below / remplir TOUS les champs concernés !

DEADLINE / DATE LIMITE : May 2nd 2006, 12^h UT

SEND TO / ENVOYER À (10 copies) :

Mrs Nicole HALLET, GEPI, Observatoire de Paris, F- 92195 Meudon Cedex, FRANCE.

Fax : +33 1 45 07 79 39

Phone n° : +33 1 45 07 75 98

E-mail : Nicole.Hallet@obspm.fr

PUBLIC TITLE : Multi wavelength study of pulsars. Long-term timing of XMM-Newton, HESS and GLAST sources

ABSTRACT / résumé : We present here a joint program gathering the high energy pulsar French community around the radio follow-up of X- and gamma-ray pulsars for the building of a complete multi-wavelength sample. The goal of this project is double : 1) provide strong constraints on the physics and emission mechanisms of pulsars , 2) guarantee the success of pulsar harvest at high energy by providing good and contemporaneous ephemerides for folding the few gamma and X-ray photons . The French community is well involved in the last generation of gamma-ray and X-ray detectors and the availability of the NRT and its dedicated backend BON represents a very good opportunity for acquiring the necessary and complementary radio data.

When GLAST is launched in late 2007, the sensitivity of the Large Area Telescope (« LAT ») to ~GeV gamma rays will be roughly 25 times greater and the angular resolution significantly better than it was for EGRET on the Compton Gamma Ray Observatory, flown from 1991 to 2000. One foresees that GLAST could detect over a hundred gamma ray pulsars, as compared to the fewer than 10 presently known. However, these pulsed detections require excellent and dense radio timing over long periods, because the photon rates from the fainter pulsars will be very low. Furthermore, pulsars likely to emit detectable gamma ray fluxes are mainly young pulsars suffering substantial timing noise and glitches. The purpose of the present request is to establish a pilot program prior to requesting long-term timing for GLAST and to establish the performance of the Nançay telescope for this particular class of pulsars. Assuming the success of this initial program, we aim to build towards a "key program" consisting of the long-term timing of about 140 pulsars. We aim to have this program in place by mid-2007, and would hope to continue the program during the 5 to 10 years of the GLAST mission.

The HESS contribution consists in the regular timing of a selected list of eight good candidate pulsars which are to be observed by the experiment, in its current initial configuration, over the second semester of 2006. The contemporaneous radio ephemerides obtained will allow a sensitive search for pulsed gamma-ray emission in the HESS data. As a longer-term goal, this part of the program also aims to build collaboration and expertise for joint pulsar observations with the second phase of HESS, due to be completed in 2008. The threshold energy for HESS-II is expected to be lowered to a few tens of GeV, allowing in particular promising studies of the gamma-ray spectral cutoffs critical in distinguishing between models.

The XMM-Newton contribution consists in the simultaneous follow-up of two millisecond pulsars J1909-3744 and J1911-1114 during the 15 days covering the X-satellite time allocation as TOO and a regular observation during previous months.

Finally, we note that the list of targets for both HESS and XMM-Newton are subsets of those already included in the full GLAST target list.

ASKING FOR KEY PROGRAMME STATUS ? / Demande de statut de programme clé ? :

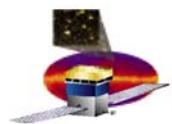
Yes

Année : 2006b

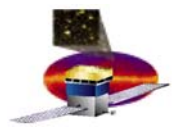
N° :

Reçu le :

(do not fill this field / ne pas remplir ce champ)



DC2, detection, and spectra starts here



Répetitions générales

- Un an après le lancement, les données GLAST deviendront publiques
(c'est la politique de la NASA)
- On voudra aller *vite*. Logiciels et analyses prêts *avant* la mise sur orbite.
- « **Data Challenge 2** » Une équipe a préparé une simulation très réaliste du ciel, vue pendant 55 jours dans l'espace.
- 2 mois pour découvrir les secrets, avec les Science Tools à disposition.
(*"Kickoff" 1 mars, et "closeout" 1 juin 2006*)

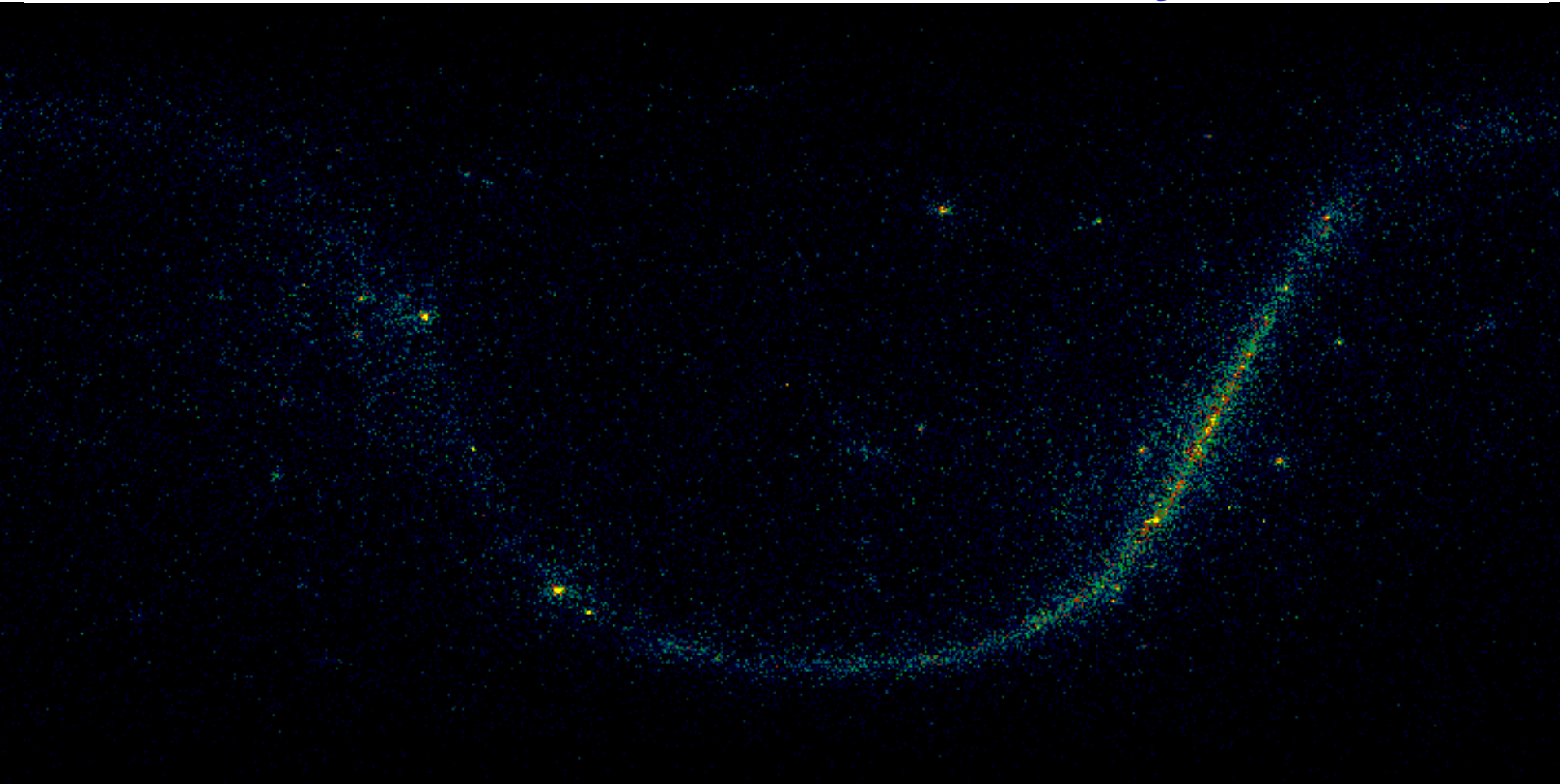
Le ciel vu en gammas.

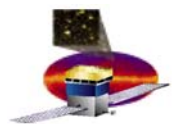
(les 55 jours de la simulation pour le Data Challenge II)

Chaque "clignotement" est une orbite (90 minutes).

La "ligne" est la voie lactée.

Les points sont des galaxies, des pulsars, des vestiges de supernovae, et autres choses – un modèle du ciel très soigné.





A Bordeaux: une recherche automatisée des 98 pulsars dont les éphémérides étaient dans la base de données.

PSR_J1821p17

Coordinates : (275.31 , 17.26)

Spin ephemeris :

Epoch = 223214400 seconds GLAST MET TT

Phi0 = 0.0159660257290852

F0 = 0.73170015807460498

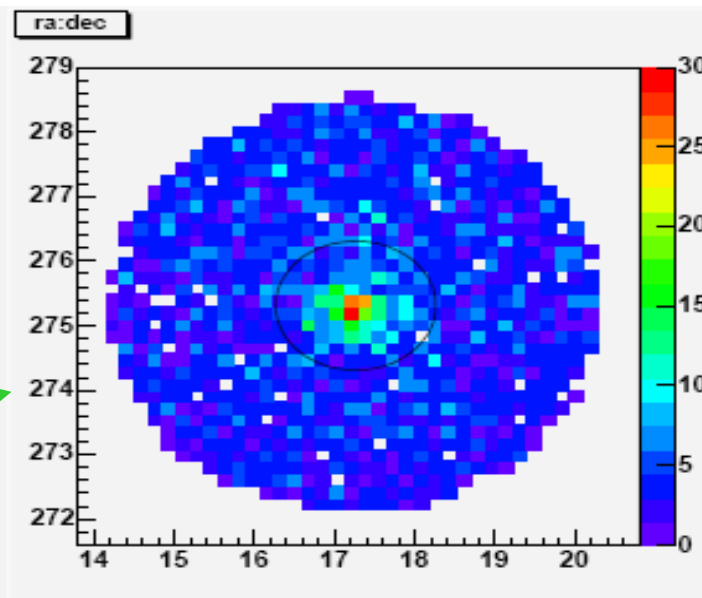
F1 = -4.6578508234602305e-16

F2 = 5.93018e-31

Radius of search region : 1.0 deg

gtpsearch parameters :

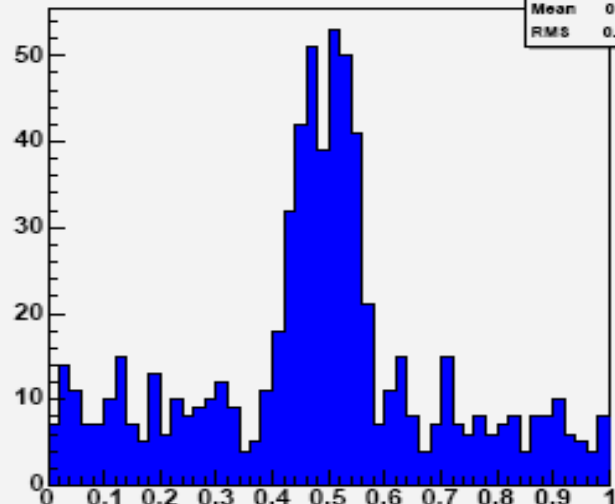
Chance probability range: (2.19355717435018e-33, 2.19377652748316e-33)



Photon map
 χ^2 vs frequency

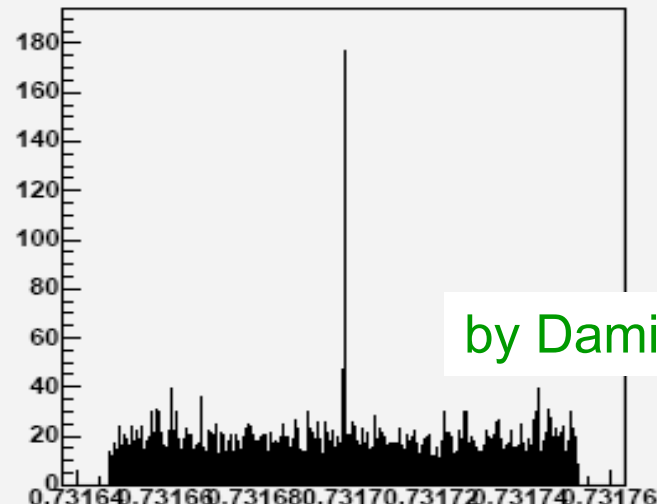
Light curve

Pulsar Phase PSR_J1821p17, energy > 20MeV

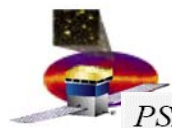


pulse	
Entries	888
Mean	0.4801
RMS	0.2228

CHI2 Test, F0:0.7317, stat:176.951

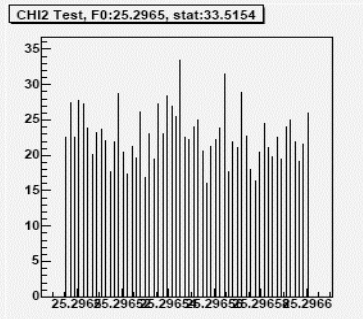
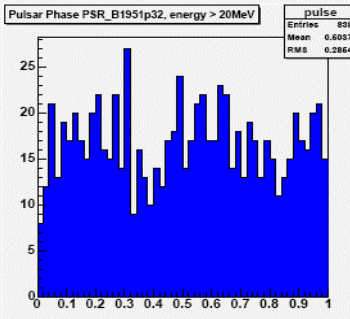
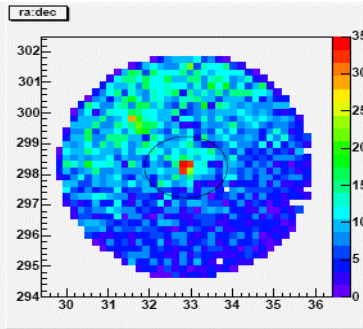


by Damien Parent



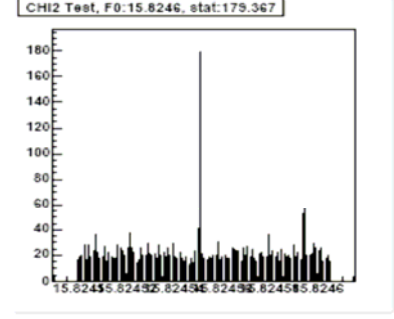
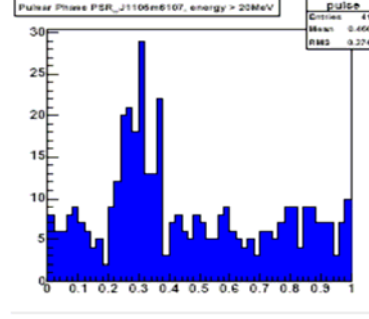
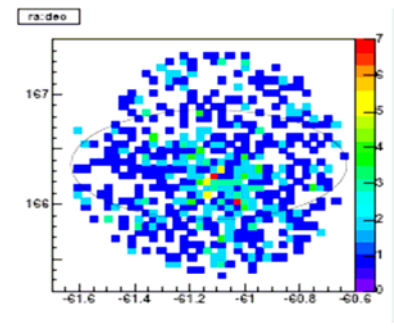
PSR B1951p32

Coordinates : (298.24, 32.88)
Spin ephemeris :
Epoch = 223214400 seconds GLAST MET TT
Phi0 = 0.17360813880881099
F0 = 25.296544938611799
F1 = -3.7471951663999999e-12
F2 = -1.97e-24
Radius of search region : 1.0 deg
gtpsearch parameters :
Chance probability range: (0.000108574748668884, 0.00010858560506896)



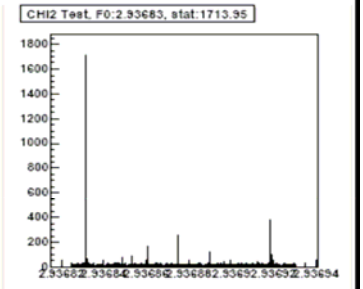
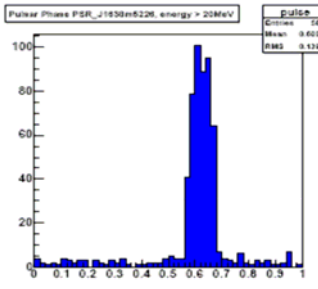
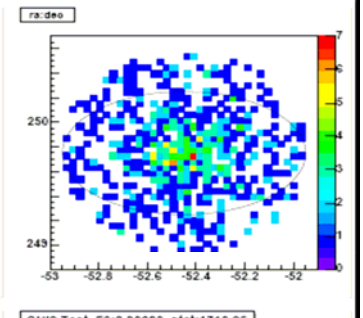
PSR J1105m6107

Coordinates : (166.36, -61.13)
Spin ephemeris :
Epoch = 223214400 seconds GLAST MET TT
Phi0 = 0.50254092982868304
F0 = 15.8245504522858
F1 = -3.9565794463056902e-12
F2 = 1.97852e-24
Radius of search region : 0.5 deg
Energy of gselect : [20MeV - 300GeV]
gtpsearch parameters :
Chance probability range: (6.8699557576399e-34, 6.87968270468976e-34)



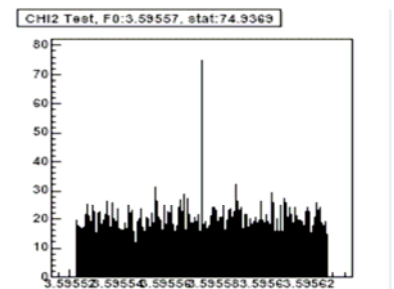
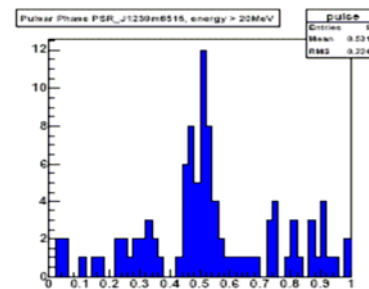
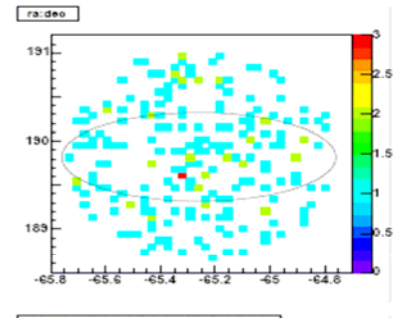
PSR J1638m5226

Coordinates : (249.75, -52.45)
Spin ephemeris :
Epoch = 223214400 seconds GLAST MET TT
Phi0 = 0.412207633185348601
F0 = 2.9368316152062599
F1 = -2.28569163012943e-14
F2 = 3.55778e-28
Radius of search region : 0.5 deg
Energy of gselect : [20MeV - 300GeV]
gtpsearch parameters :
Chance probability range: (1.2407594693266e-99)



PSR J1239m6515

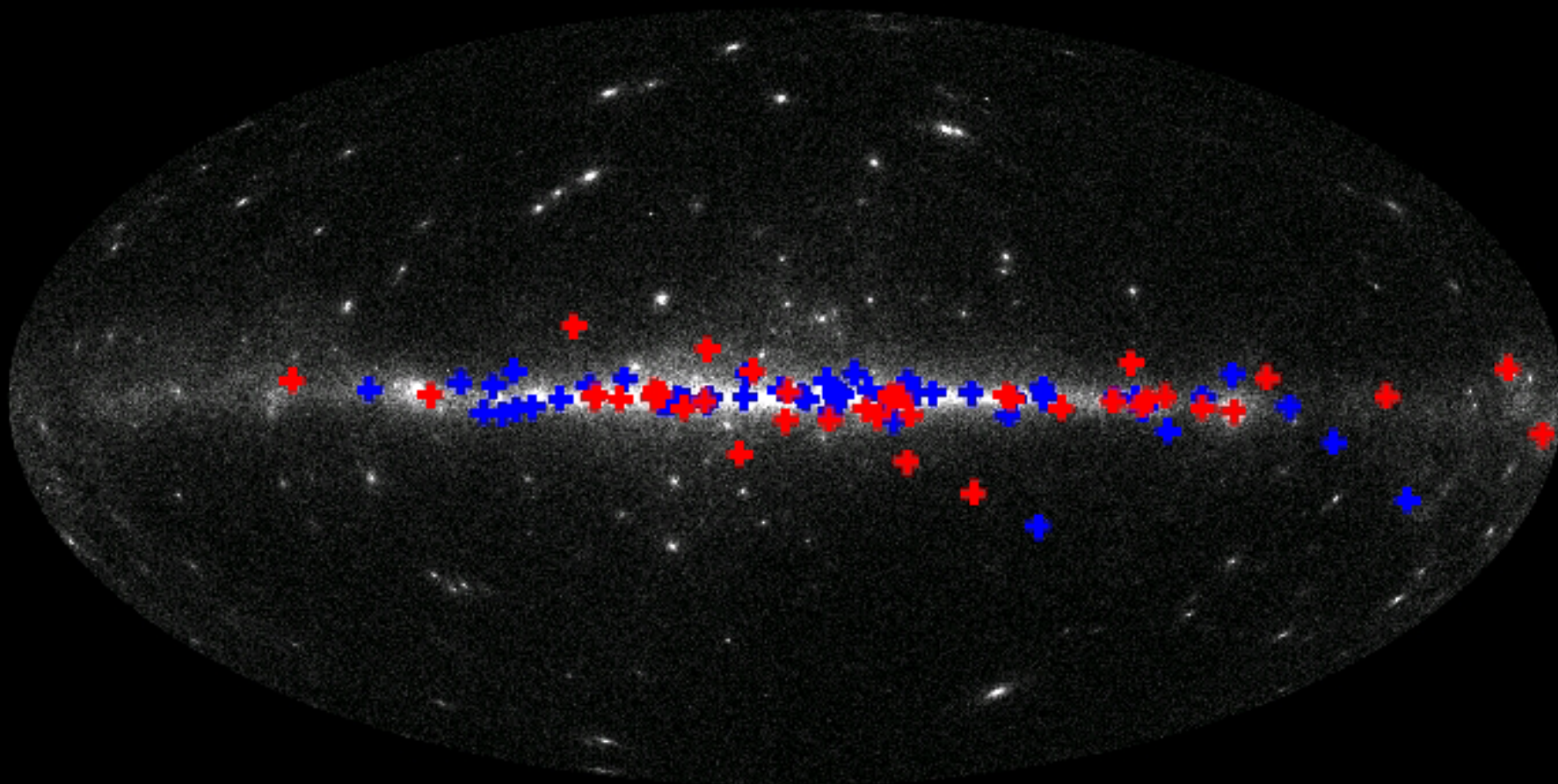
Coordinates : (189.82, -65.16)
Spin ephemeris :
Epoch = 223214400 seconds GLAST MET TT
Phi0 = 0.61901709601534105
F0 = 3.5955749973067399
F1 = -3.77502256977361e-12
F2 = 7.92682e-24
Radius of search region : 0.5 deg
Energy of gselect : [20MeV - 300GeV]
gtpsearch parameters :
Chance probability range: (1.626138943267e-12, 1.62638121561824e-12)





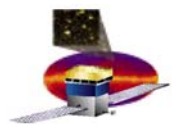
Sky map: of 98 pulsars with known ephemerides, 44 easily detected

DC2 gamma-ray sky



The crosses represent the DC2 data base (98 pulsars).

The red crosses represent 44 pulsars with the gtrtpulsar result in Bordeaux.

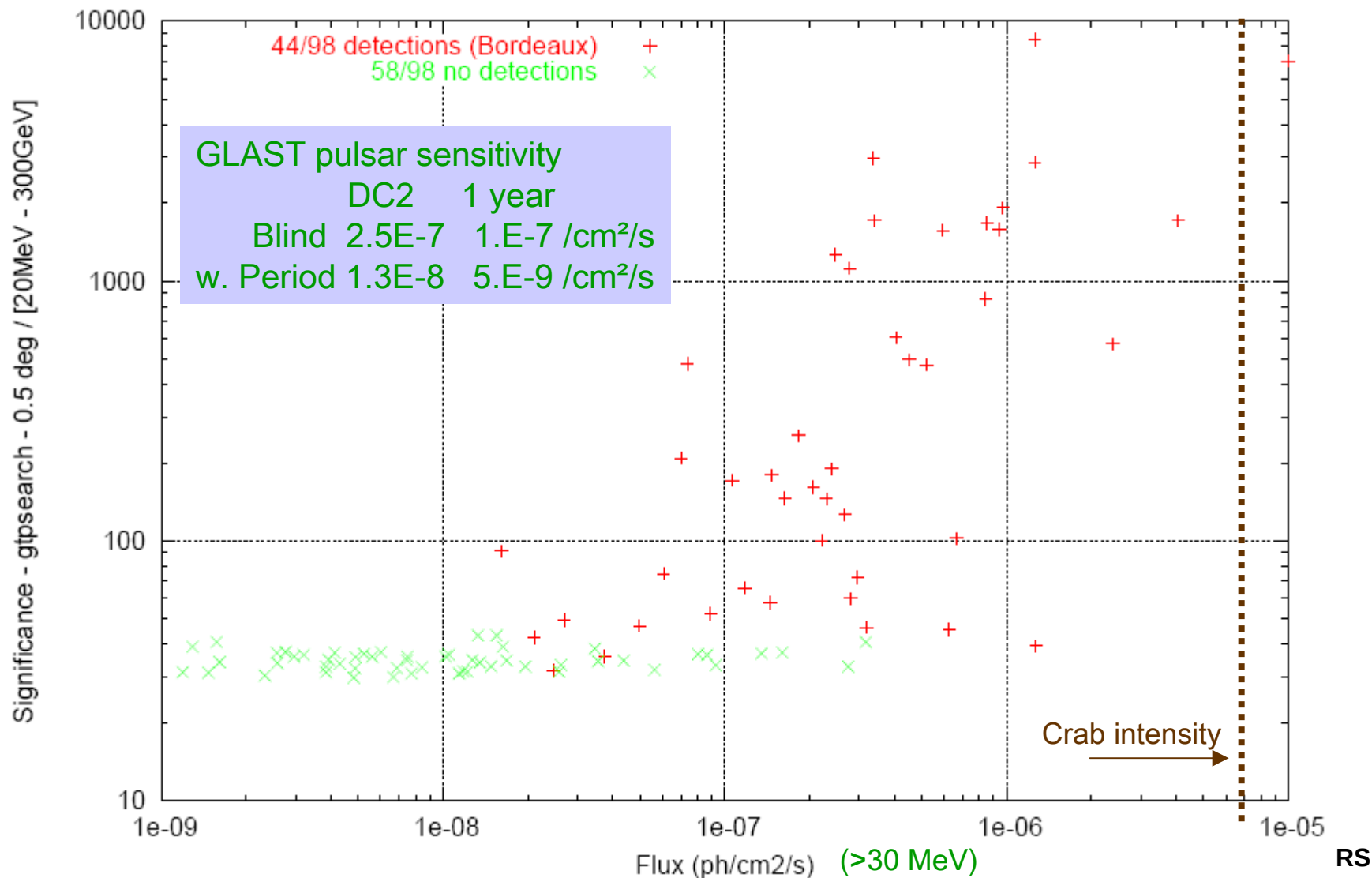


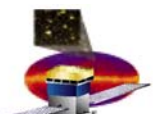
LAT gamma pulsar sensitivity

Gtpsearch test statistic versus true flux of the 98 simulated pulsars with known ephemerides.

(D. Parent)

Significance vs Flux - DC2Catalog





- Sensitivity depends on diffuse gamma background (e.g. galactic latitude) and pulse profile. True backgrounds to be known on orbit.

- *predictions: several tens to many hundreds of new gamma ray pulsars.*

Figure: ApJ 604:775-790 (2004) "Role of Beam Geometry in Population Statistics and Pulse Profiles of Radio and Gamma-Ray Pulsars", Gonthier, Van Guilder, & Harding

788

GONTHIER, VAN GUILDER, & HARDING

Vol. 604

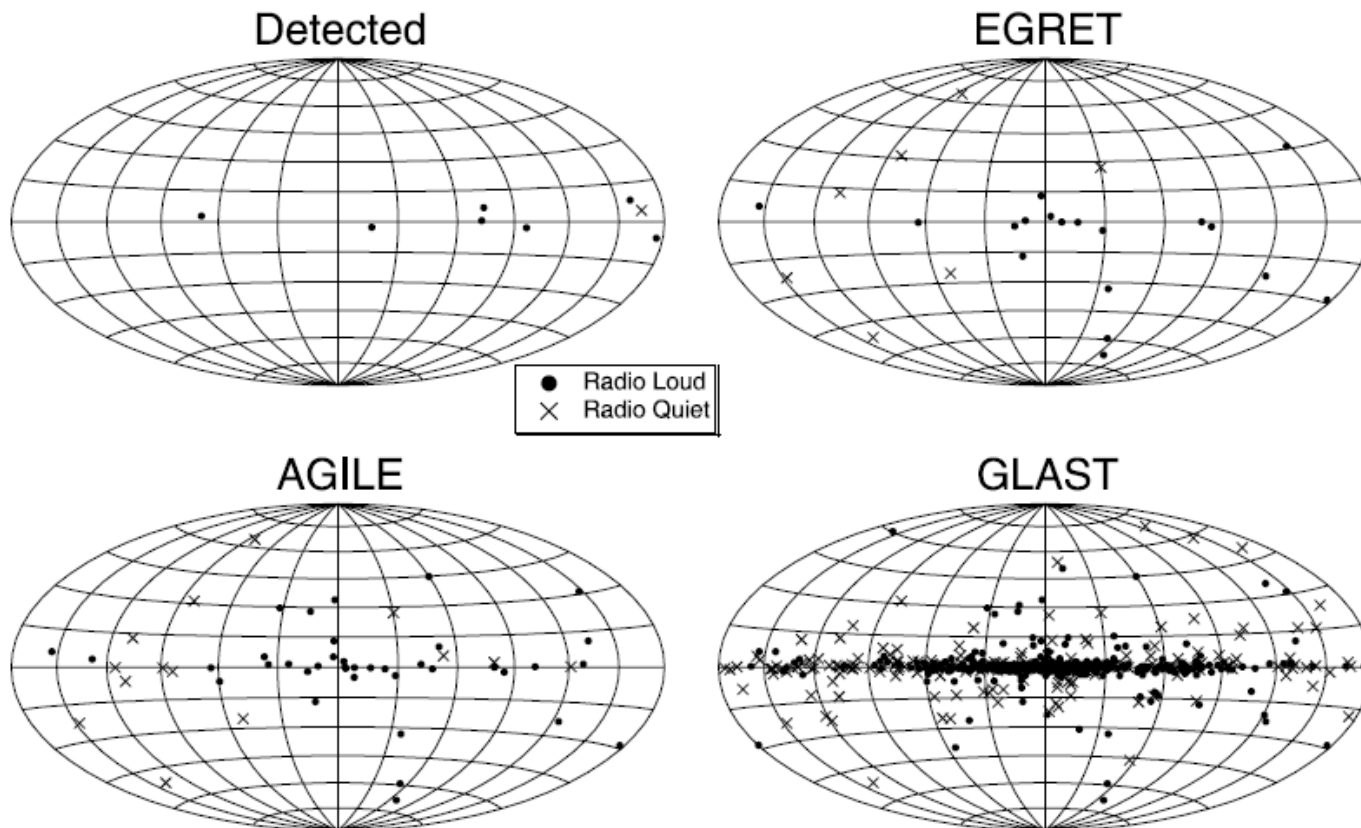
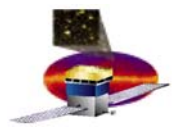
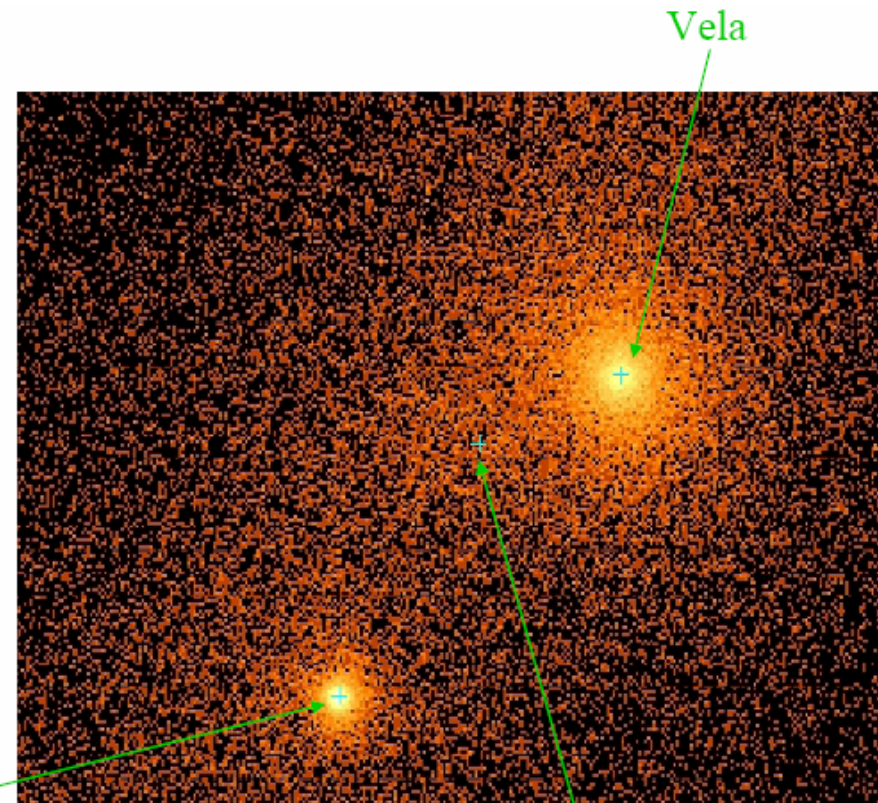
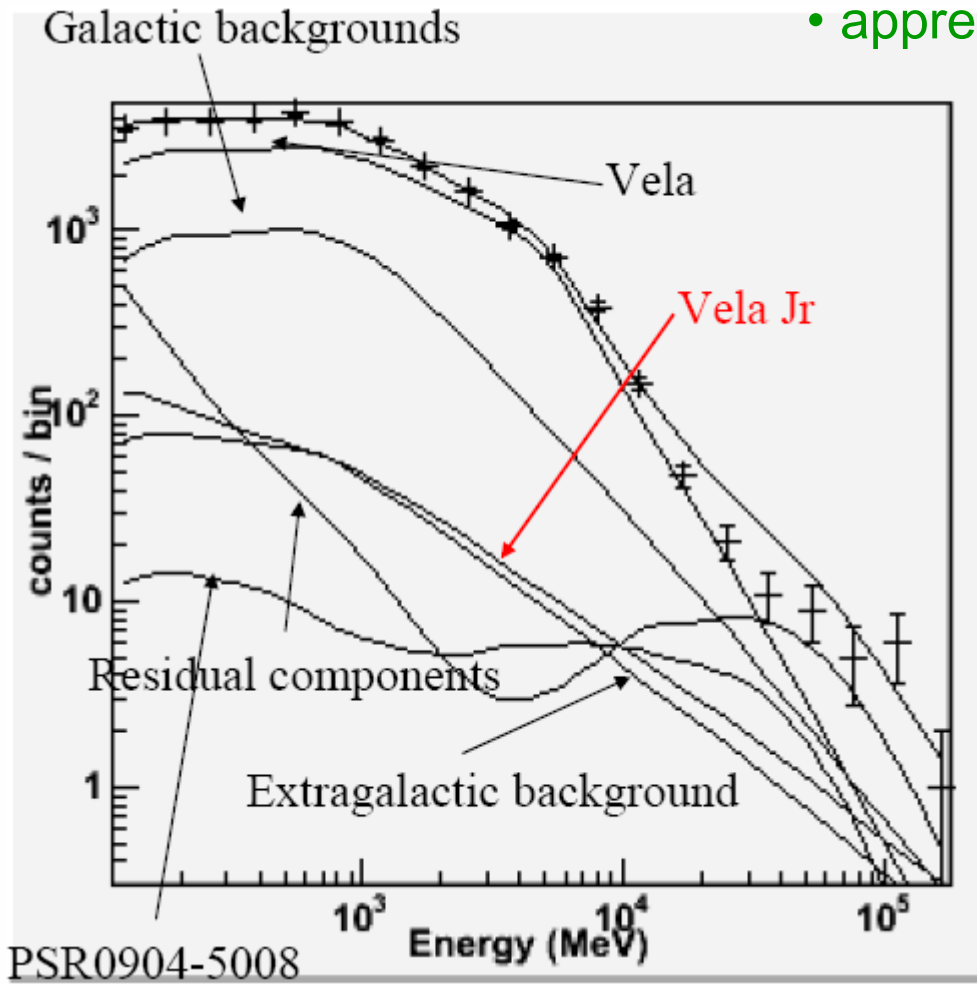


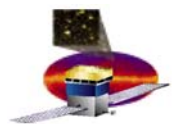
FIG. 12.—Aitoff plots of radio-quiet (crosses) and radio-loud (dots) γ -ray pulsars detected by EGRET (top left) and simulated for EGRET (top right), AGILE (bottom left), and GLAST (bottom right), assuming a field decay constant of 2.8 Myr.



analyses par méthode de vraisemblance

- "scanning/survey mode" → la réponse instrument varie incessamment
- failles entre tours ; confusion de sources → LIKELIHOOD ANALYSIS
- apprentissage bien entamé à Bordeaux (ici : étude d'Omar Tibolla, Padoue)





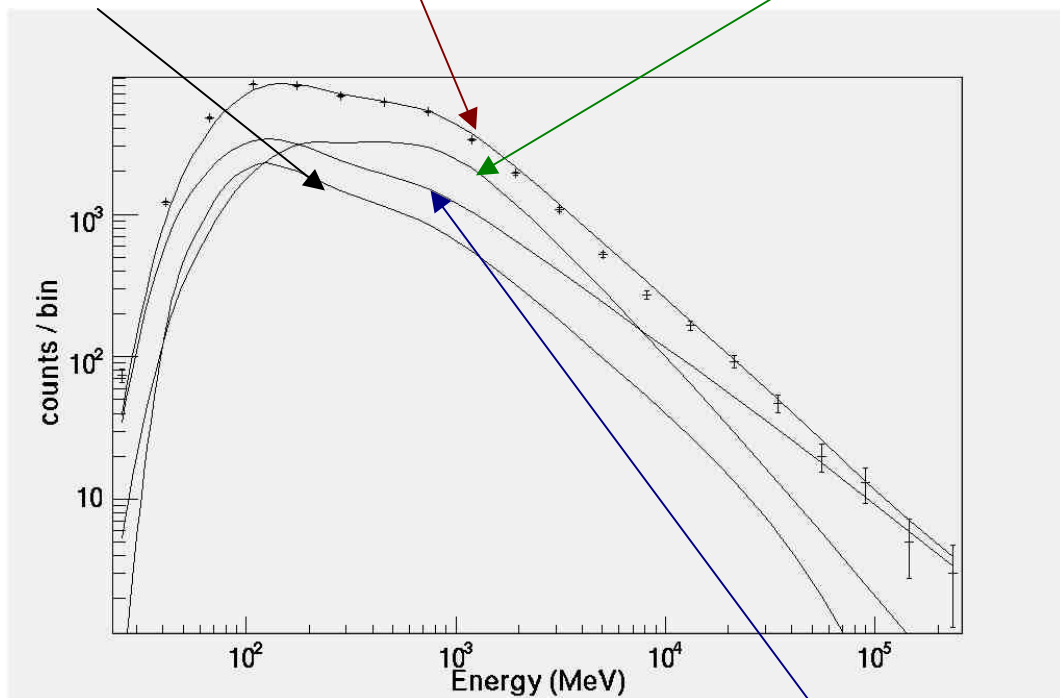
Damien Parent, CENBG, work in progress...

Cut-offs & spectral hardness to discriminate between e.g. polar cap and outer gap.

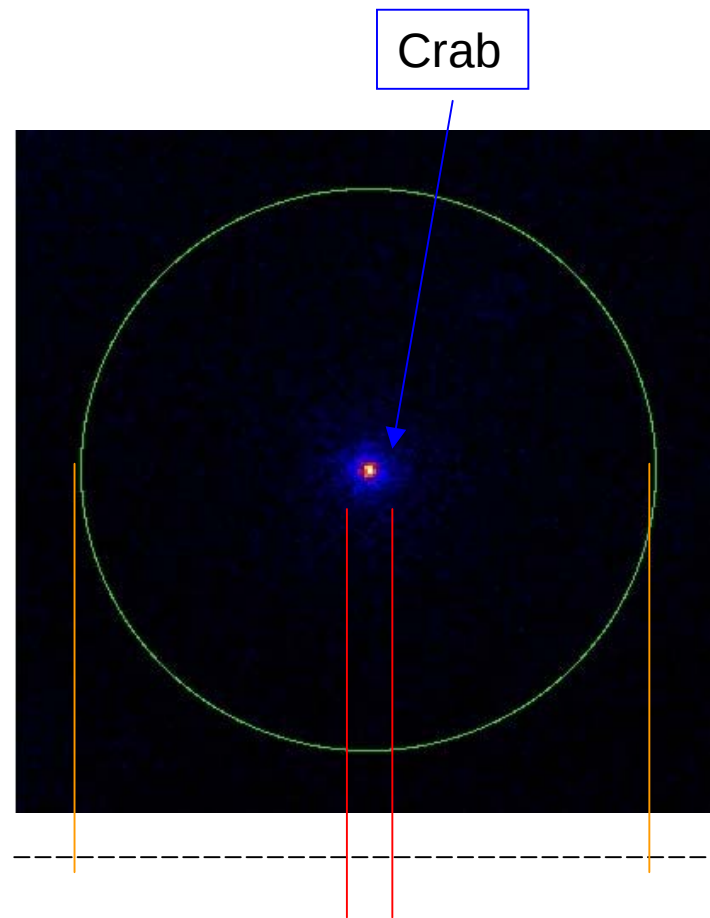
3 composantes additionnées

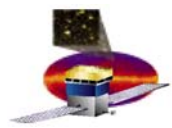
Galactic sur $\pi 10^2 \text{ deg}^2$

PSR B0531+21

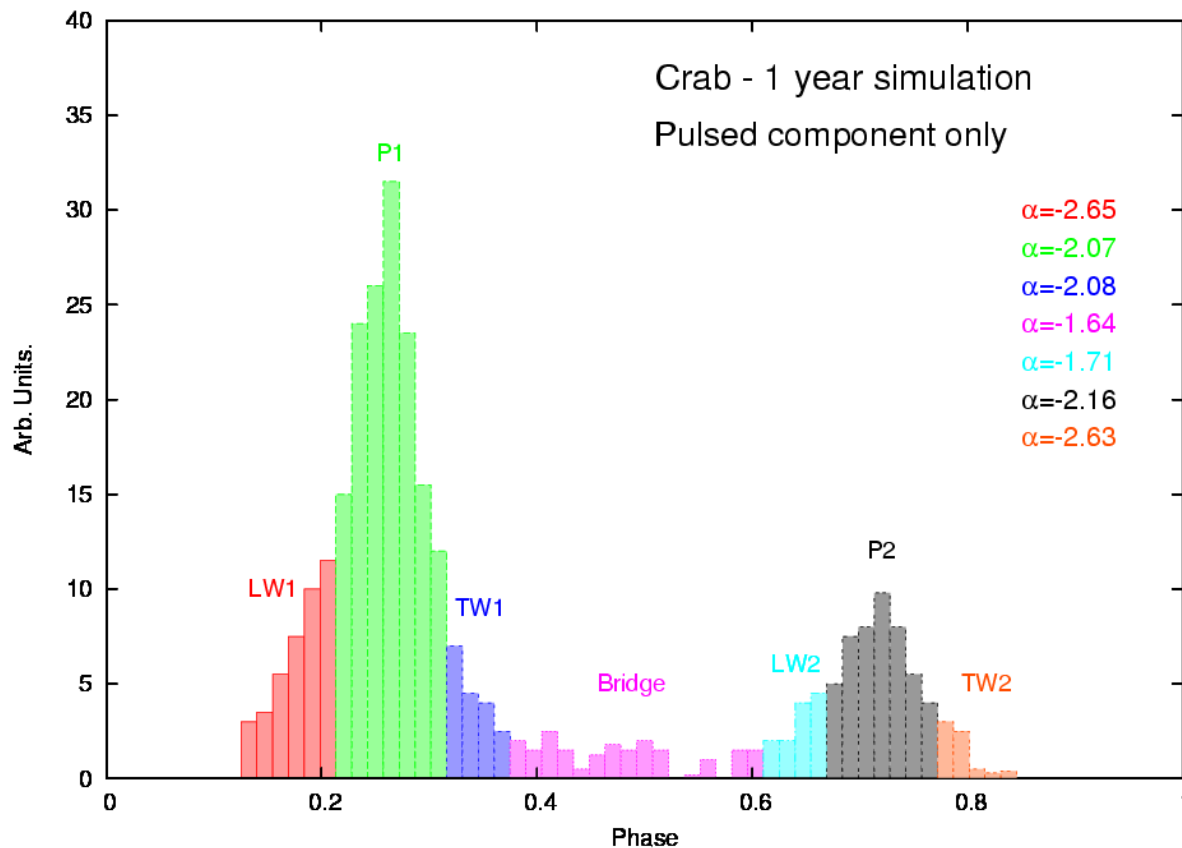


Extragalactic

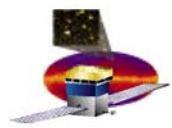




On travaille aussi à la spectroscopie résolue en phase.
Ici – une première simulation.

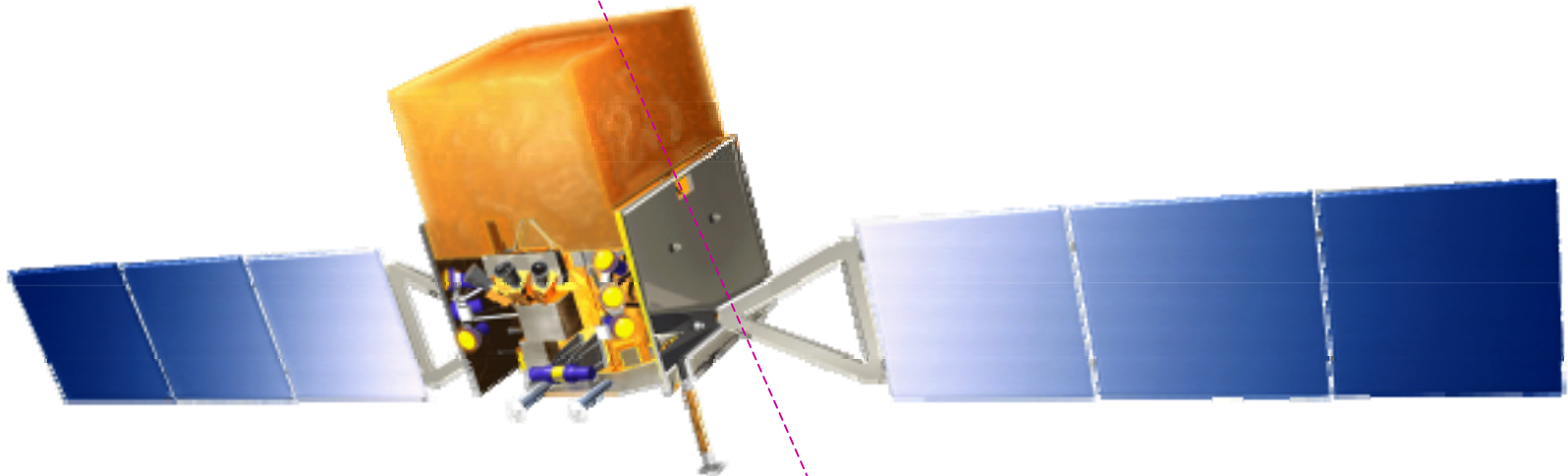
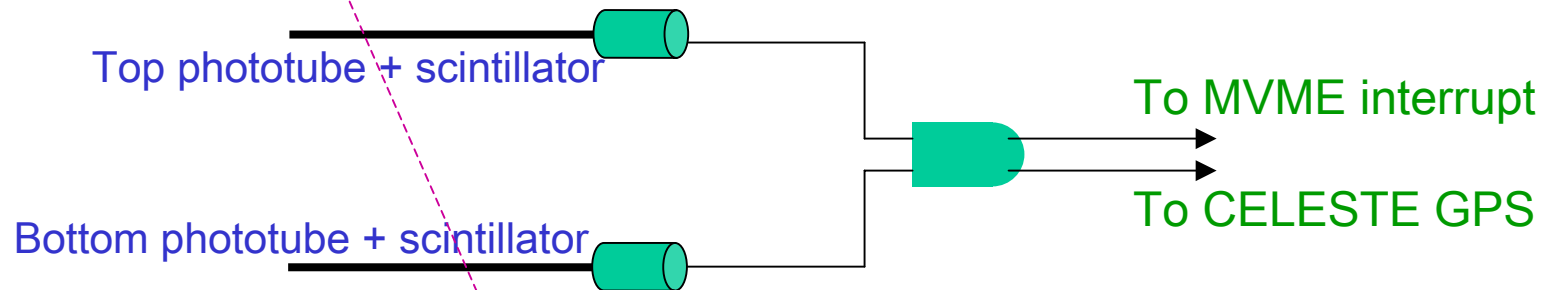


Thierry Reposeur,
Marie-Hélène Grondin

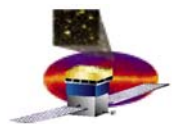


Je vais à General Dynamics en Arizona dans 2 semaines

- Des satellites ont eu des problèmes de datation...
- Utiliser le GPS de CELESTE pour dater les muons, et comparer avec les dates obtenues avec GLAST.
- Travail fait avec Denis Dumora



Track of a single atmospheric muon

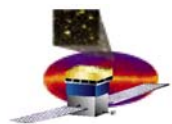


Conclusions

- A Bordeaux nous avons contribué à la réalisation de GLAST. Nous nous apprêtons à découvrir de nouveaux pulsars gamma dès 2008.
- Le grand radio télescope de Nançay nous aide.
- Nous espérons éclaircir les mécanismes d'accélération autour des étoiles à neutrons, et mieux connaître les populations d'étoiles à neutrons.

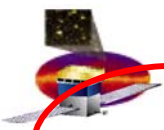


Stagiaires bordelais à Nançay, le 29 juin 2006



sadgage

Extra slides....



CELESTE

CENBG, Ecole Polytechnique, Collège de France, Montpellier, Toulouse (~30 chercheurs)

1998-2004:

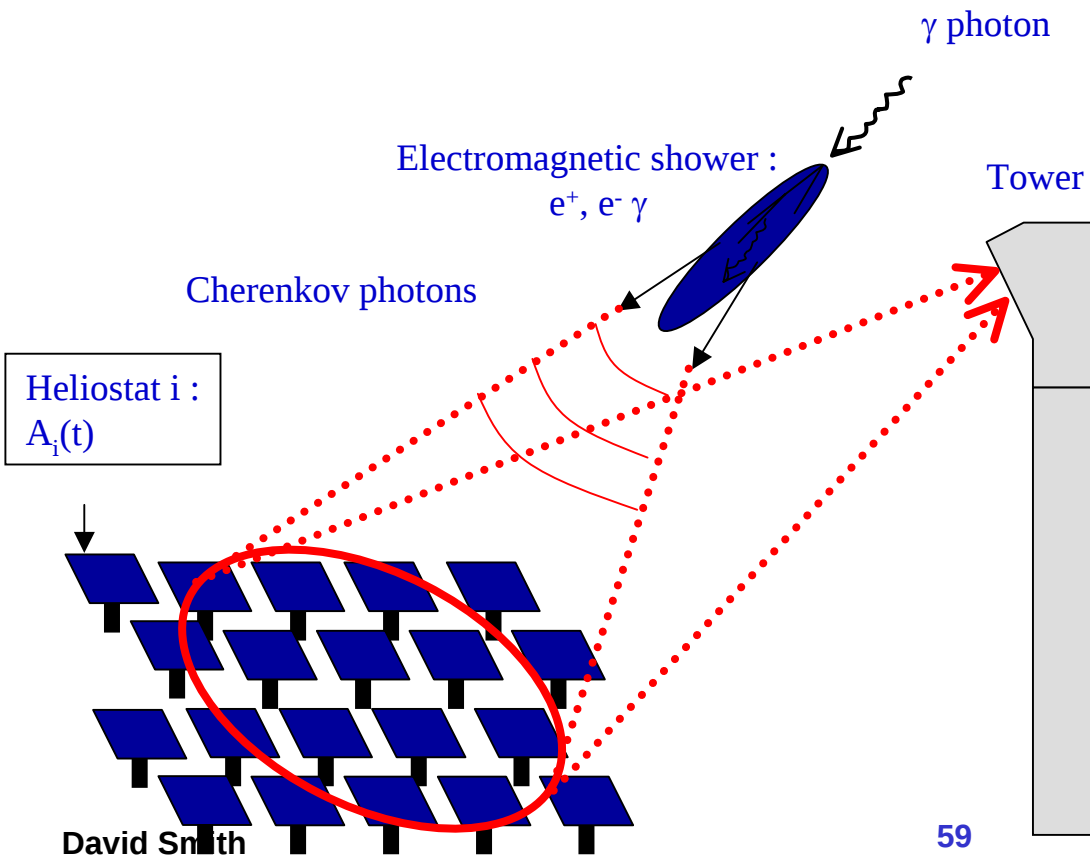
seuls au monde entre 10 et 100 GeV.

(Près de Font Romeu)

Thémis

CELESTE

CAT



La meilleure contrainte sur le spectre pulsé du Crabe

CELESTE Crab Pulsar Limit (ApJ 566:343-357, 2002)

