

GLAST

DES TESTS SOUS FAISCEAU AU LAT EN ORBITE

Johan Bregeon

INFN Sez. Pisa

31 Mars 2008

Plan	GLAST : Large Area Telescope	Etude des pulsars	Tests sous faisceaux	ISOC	Conclusions
	○○○ ○○	○ ○○○	○ ○○ ○○○○○ ○○	○ ○○○○○	

GLAST : LARGE AREA TELESCOPE

Construction

Performances

ETUDE DES PULSARS

Population et modèles

Le cas de Vela

TESTS SOUS FAISCEAUX

Intégration et tests

Prise des données

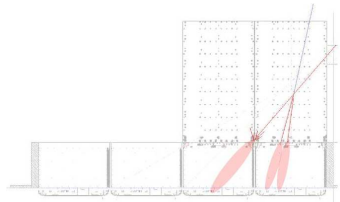
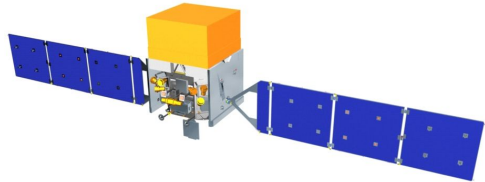
Résultats préliminaires

Etat actuel

ISOC

Flux des données

Contrôle en ligne



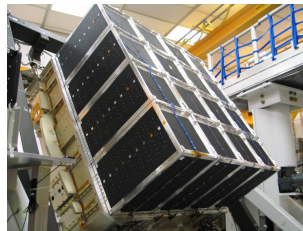
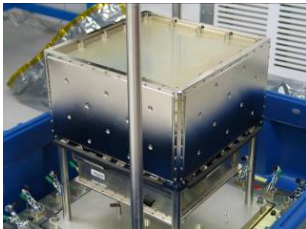
GLAST



- Collaboration internationale
 - USA, Japon, France, Italie, Suède, Allemagne
- 2 instruments embarqués
 - LAT : *Large Area Telescope*
 - GBM : *Glasm Burst Monitor*
- Grand champ de vue
 - 20% du ciel observé à chaque instant
 - tout le ciel couvert toutes les 3h (2 orbites)
- Large gamme d'énergie
 - LAT : $20\text{MeV} < E < 300\text{GeV}$
 - GBM : $10\text{keV} < E < 25\text{MeV}$



CONSTRUCTION



PERFORMANCES

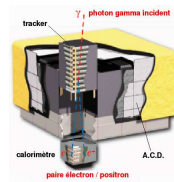
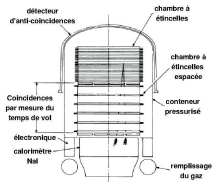
Caractéristique/Mission	EGRET	GLAST-LAT
Durée	1991-2000	2008-2013/2018 ?
Champ de vue (sr)	0.5	~ 2.4
Résolution Angulaire (1)	1.3°	0.4°
Surface Effective (2)	1100cm ²	~ 9000cm ²
Sensibilité (3)	10 ⁻⁷	4 × 10 ⁻⁹
Résolution en énergie ⁽²⁾	20%	10%
Gamme d'énergie	30MeV – 30GeV	20MeV – 300GeV
Temps Mort	100ms/evt	26.5μs/evt
Précision de la datation	100μs	≤ 3μs

Caractéristiques estimées pour le GLAST-LAT et pour son prédécesseur EGRET :

(1) à 1GeV pour 1 photon

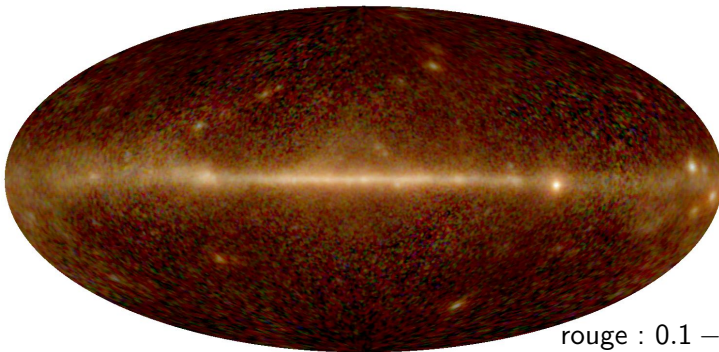
(2) à 100MeV sur l'axe

(3) $\gamma \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ au-dessus 100MeV sur 1an.



EGRET vs GLAST-LAT

Mission EGRET



rouge : 0.1 – 0.4 GeV

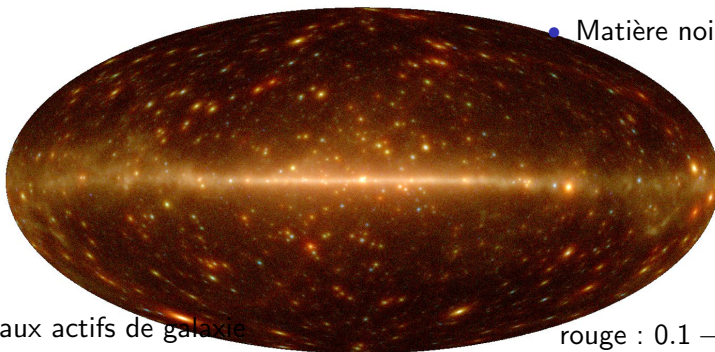
vert : 0.4 – 1.6 GeV

bleu : > 1.6 GeV

EGRET vs GLAST-LAT

Simulation 1an LAT

- Le Soleil et la Lune
- Restes de supernova
- Matière noire...



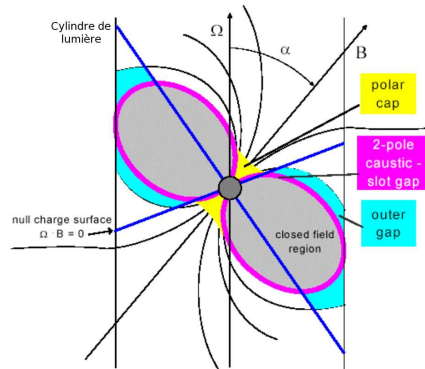
- Noyaux actifs de galaxie
- Sursauts gamma
- Binaires X, microquasars

rouge : 0.1 – 0.4 GeV
vert : 0.4 – 1.6 GeV
bleu : > 1.6 GeV

PULSARS

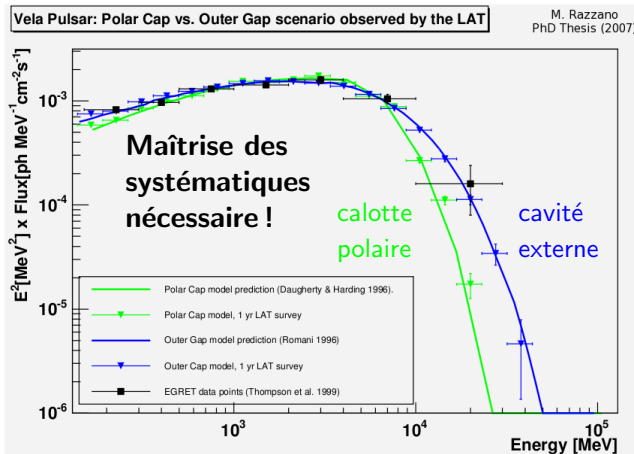
- Population en 2007...
 - 2000 pulsars radio, dont
~ 80 avec $T < 10ms$
 - 7 pulsars gamma vue par EGRET
 - ...attendue après GLAST
 - 50 – 100 pulsars jeunes et énergétiques
 - 10 pulsars millisecondes
 - 50 – 100 pulsars *radio quiet* (*Geminga*)
- étude statistique des populations (origines, mécanisme de formation)

⇒ Modèles d'émission haute énergie



LE CAS DE VELA

• Distinction entre les modèles d'émission



INCERTITUDES SYSTÉMATIQUES

- **imperfection de la simulation Monte-Carlo**
- connaissance des fonctions de réponse de l'instrument (surface effective, résolution angulaire, résolution en énergie)
- **qualité des données prises en orbite**
- algorithmes de sélection des photons
- modélisation du fond gamma diffus
- méthode d'analyse du spectre de la source
- (...)

⇒ **Sources multiples et additives !**

GLAST : LARGE AREA TELESCOPE

Construction

Performances

ETUDE DES PULSARS

Population et modèles

Le cas de Vela

TESTS SOUS FAISCEAUX

Intégration et tests

Prise des données

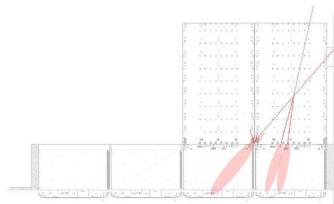
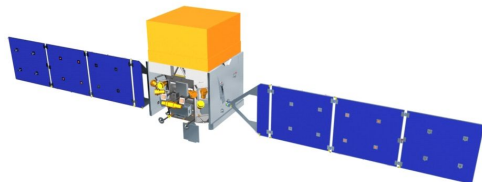
Résultats préliminaires

Etat actuel

ISOC

Flux des données

Contrôle en ligne



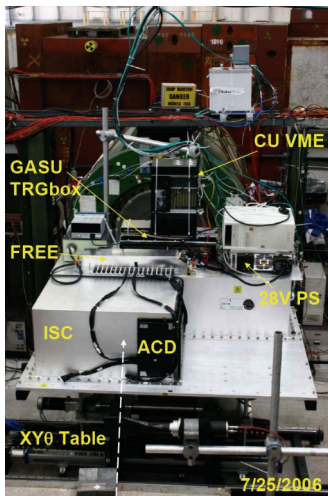
GLAST des tests sous faisceau au LAT en orbite

PRISE DES DONNÉES

- 1800 *runs* pour 100M evts
 - 4 semaines au CERN-PS
 - 11 jours au CERN-SPS
 - 3 jours au GSI
 → ~ 60 personnes
- 330 configurations
 - angle d'incidence
 - point d'impact
 - intensité du faisceau
 - configuration des registres

Particules	Energies
γ	0 – 2.5 GeV
e^-	1, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 280 GeV/c
e^+	1 GeV/c à travers une cible en MMS
p	6, 10, 100, 150 GeV/c
π	5, 20 GeV/c
C, Xe	1, 1.5 GeV/n (ions lourds)

ZONE EXPÉRIMENTALE



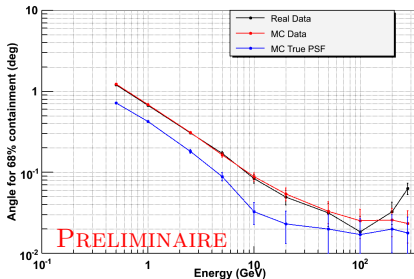
⇒ détecteur compact permettant une grande liberté de mouvement pour couvrir l'espace des phases

RÉSOLUTION ANGULAIRE

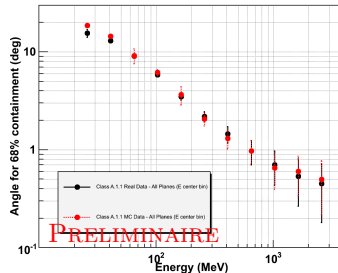
• Photons γ

- γ produits par rayonnement de freinage
- $E < 2500 \text{ MeV}$
- angle : $0^\circ < \theta < 45^\circ$

Angle for 68% containment (deg), Beam Incidence Angle = 0 deg



Tower 2 - Angular Resolution Vs. Reconstructed Energy at Normal Incidence (2.5 GeV Electron beam)



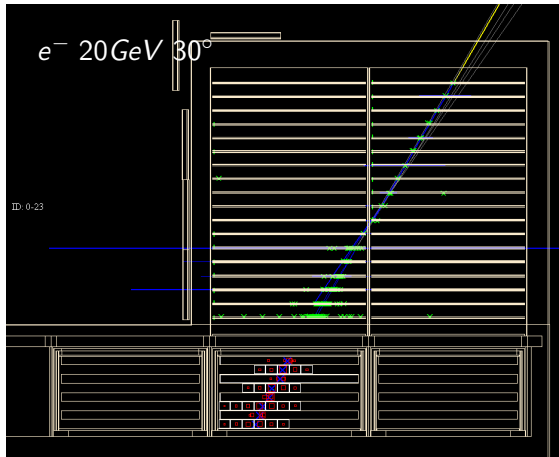
• Électrons

- $500 \text{ MeV} < E < 280 \text{ GeV}$
- angle : $0^\circ < \theta < 45^\circ$

⇒ Accord données/MC $\sim 5\%$

CASCADES ÉLECTROMAGNÉTIQUES (1)

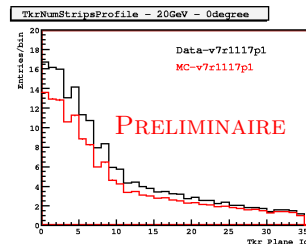
- Pré-cascade dans le trajectographe
- Profils longitudinaux et transversaux
- Échelle absolue en énergie



CASCADES ÉLECTROMAGNÉTIQUES (2)

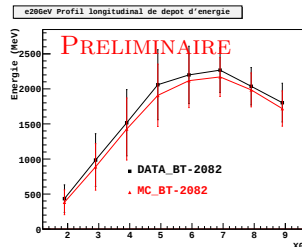
Nombre de pistes de Silicium touchées

- pré-cascade EM dans le trajectographe (tungstène)
- écart données/MC > 10%



Énergie déposée par couche

- forme bien reproduite
- énergie plus grande dans les données
- décalage sur le nombre de longueur de radiation



CASCADES ÉLECTROMAGNÉTIQUES (3)

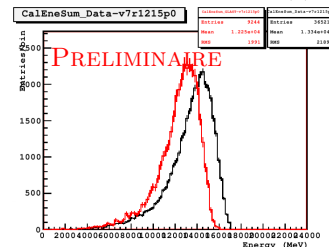
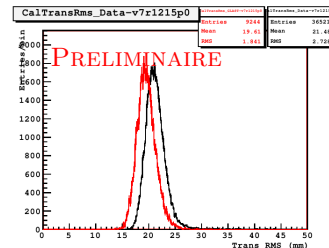
Profil Transverse

- $CalTransRms \sim$ moment d'inertie pesé par l'énergie
 - $\Delta 7 - 15\%$ variant sur l'espace des phases (énergie, angle)
- ? reconstruction de la position longitudinale (piédestaux, asymétrie, étalonnage)

Énergie déposée totale

- énergie plus grande dans les données
- $\Delta 8\%$ en moyenne sur l'espace des phases (énergie, angle)

⇒ Écarts significatifs Données/MC



CASCADES HADRONIQUES (1)

- Identification des photons

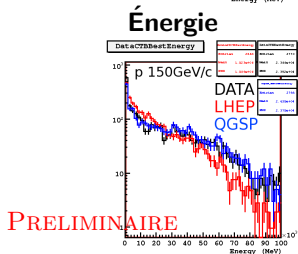
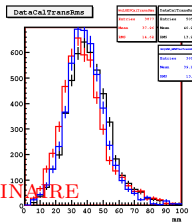
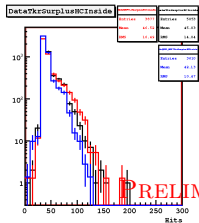
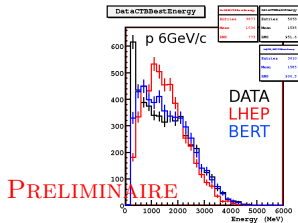
- taux de protons $\sim 10^5 \times$ Taux de γ
- l'*ACD* permet l'identification de l'essentiel des particules chargées
- mais il n'est pas parfait !
- algorithmes d'identification basés sur le Monte-Carlo

déclenchement	5kHz
filtre à bord	400Hz
γ au sol	qqz Hz

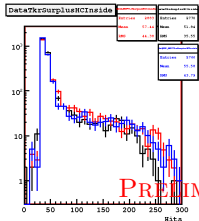
- Modèles de cascades hadroniques dans GEANT4

- BERT : Cascade intranucléaire de Bertini ($1\text{GeV} < E < 10\text{GeV}$)
 - LHEP : modèle par défaut ($10\text{MeV} < E < 10\text{TeV}$)
 - QGSP : plasma de quarks-gluons ($20\text{GeV} < E < 10\text{TeV}$)
- contrôle des observables sur la gamme d'énergie
- impact des différents modèles sur l'identification des particules

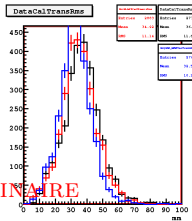
CASCADES HADRONIQUES(2)



Pistes touchées



Profil transverse



APPORTS DES TESTS SOUS FAISCEAU

- Validation de la simulation Monte-Carlo
 - résolution angulaire du trajectographe
 - profil des cascades électromagnétiques
 - choix des modèles de physique hadronique
 - différences résiduelles significatives Données/MC
 - interaction avec les développeurs de GEANT4
- Analyse en cours...
 - nouvel étalonnage des détecteurs (procédure ajournée)
 - mesure plus robuste du profil transverse, moins dépendante de l'étalonnage en énergie
 - ajout de biais systématiques dans le Monte-Carlo (une fois compris et mesurés...)

⇒ Mesure des incertitudes systématiques induites sur l'identification des γ et la réponse de l'instrument en cours

GLAST : LARGE AREA TELESCOPE

Construction

Performances

ETUDE DES PULSARS

Population et modèles

Le cas de Vela

TESTS SOUS FAISCEAUX

Intégration et tests

Prise des données

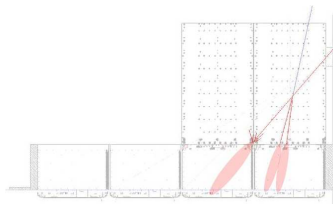
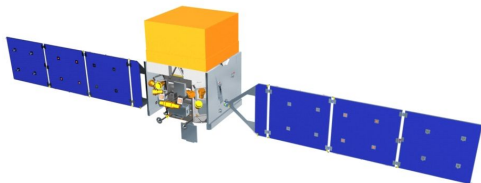
Résultats préliminaires

Etat actuel

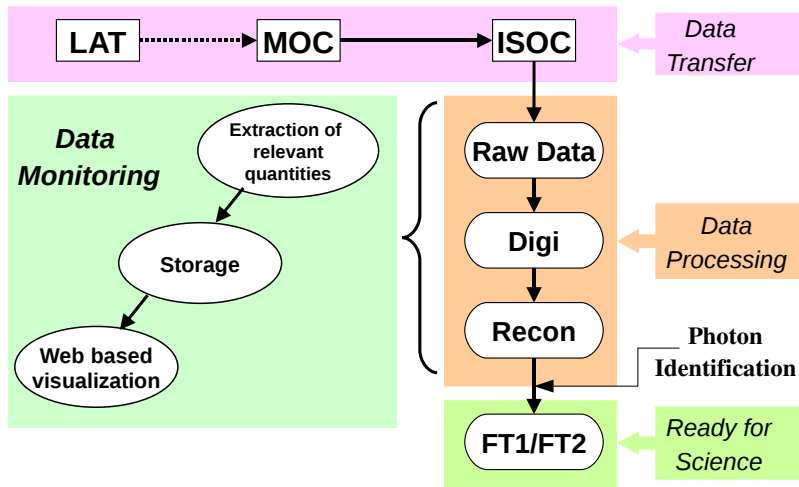
ISOC

Flux des données

Contrôle en ligne



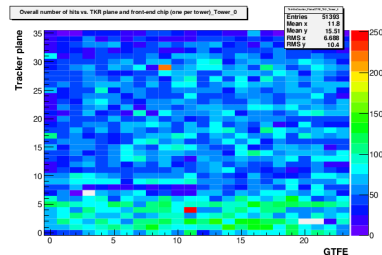
FLUX DES DONNÉES



QUALITÉ DES DONNÉES (1)

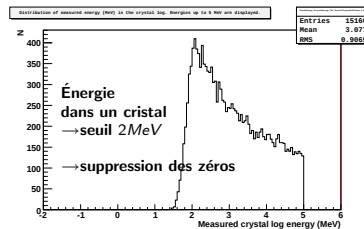
Données brutes : *FastMon*

- graphique dans l'espace des phases de l'électronique
- révèle les problèmes du matériel



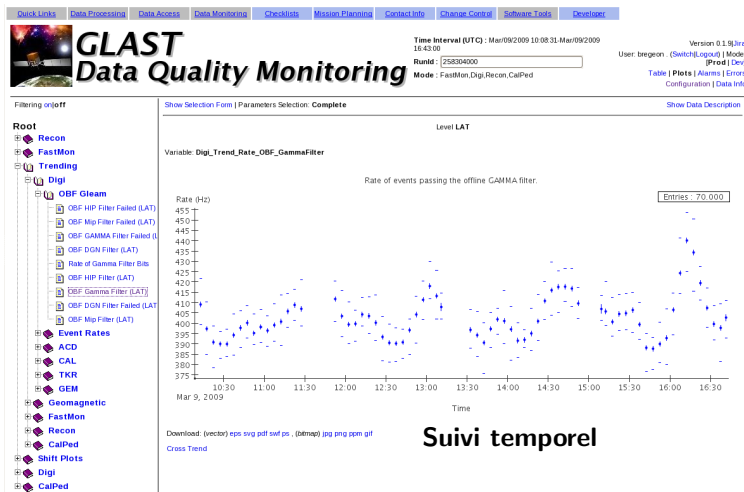
Données reconstruites

- étalonnage des détecteurs
- seuils des discriminateurs (déclenchement, veto)
- algorithmes de reconstruction





INTERFACE WEB

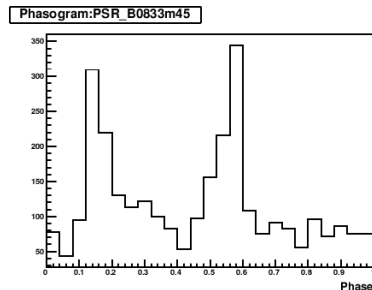


...RETOUR À VELA (1)

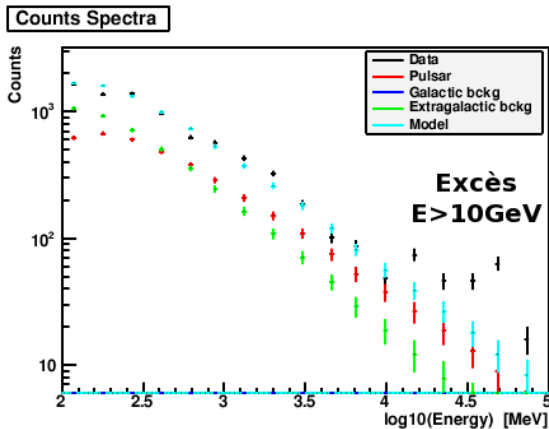
- *Operation Simulation 2* : OpsSim2
 - **simulation** de 2 semaines de prise de données en orbite
 - production des données de la simulation Monte-Carlo
 - *reprocessing* par la chaîne standard d'analyse des données, en partant du format binaire compressé en provenance du satellite

⇒ Vela durant l'OpsSim2

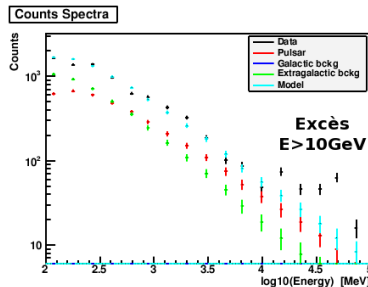
- phasogramme : vérification du *Timing* et de l'efficacité de la sélection de photons dans les pics
- source punctiforme : vérification de la *PSF*
- flux : vérification de l'acceptance



...RETOUR À VELA (2)



...RETOUR À VELA (2)



- Données corrompues lors de la conversion du format Monte-Carlo au format binaire compressée
 - manque 2 bits au *ToT* ...
 - taux de particules chargées élevé après la sélection des γ

⇒ **Comprendre l'instrument et l'analyse des données**

CONCLUSIONS

- $J - 46$: lancement prévu le 16 Mai 2008 de Cap Canaveral
- étude des données faisceau
- nouvel étalonnage du module d'étalonnage
 - ajout des systématiques mesurées dans le Monte-Carlo
 - étude de l'impact des différences données/MC sur l'identification des photons
- développement des outils de contrôles
- identification des observables sensibles
 - amélioration des algorithmes et des seuils
- étude des systématiques sur les fonctions de réponses de l'instrument et sur les méthodes d'analyse des sources

CONCLUSIONS

- $J - 46$: lancement prévu le 16 Mai 2008 de Cap Canaveral
- étude des données faisceau
- nouvel étalonnage du module d'étalonnage
 - ajout des systématiques mesurées dans le Monte-Carlo
 - étude de l'impact des différences données/MC sur l'identification des photons
- développement des outils de contrôles
- identification des observables sensibles
 - amélioration des algorithmes et des seuils
- étude des systématiques sur les fonctions de réponses de l'instrument et sur les méthodes d'analyse des sources
- + La mission GLAST sera renommée après son lancement :
<http://glast.sonoma.edu/glastname>