

# GLAST

Un télescope spatial pour  
comprendre les phénomènes  
les plus violents de l'Univers



## Conférence de presse

Jeu­di 29 mai 2008  
Paris

## DOSSIER DE PRESSE

### Contact presse

CNRS

Cécile Pérol

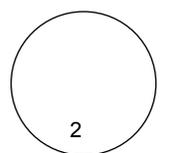
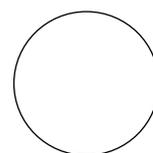
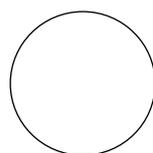
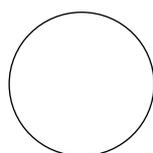
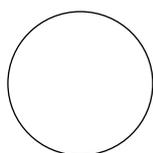
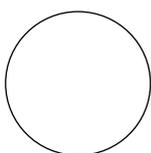
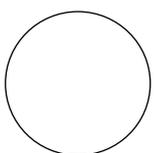
T. 01 44 96 49 88

[cecile.perol@cnrs-dir.fr](mailto:cecile.perol@cnrs-dir.fr)



## *Sommaire*

- Communiqué de presse p3
- Invitation presse p6
- Les intervenants p7
- Contributions et implications des laboratoires français dans GLAST p9
- Objectifs scientifiques de GLAST p12
- Questions/Réponses sur la mission GLAST p14
- Données sur le lancement p18
- Les partenaires p19
- Contacts p20



# GLAST : UN TÉLESCOPE SPATIAL POUR COMPRENDRE LES PHÉNOMENES LES PLUS VIOLENTS DE L'UNIVERS

COMMUNIQUÉ DE PRESSE - PARIS - 29 MAI 2008

[www.cnrs.fr/presse](http://www.cnrs.fr/presse)

**La mission spatiale internationale GLAST (Gamma-Ray Large Area Space Telescope) dédiée à la détection des rayons gamma<sup>1</sup> de haute énergie sera lancée le 3 juin 2008 depuis Cap Canaveral en Floride. Ce télescope spatial permettra de lever le voile sur les nombreux mystères qui entourent les sources connues de rayons gamma, voir de découvrir de nouvelles classes de sources de rayons gamma. Cinq équipes françaises de l'IN2P3-CNRS, de l'INSU-CNRS et de l'IRFU/CEA contribuent à ce projet.**

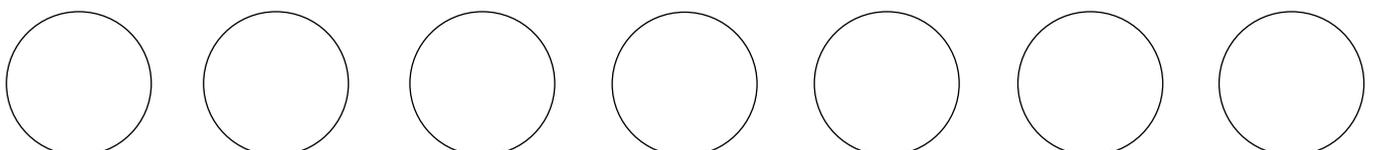
Les rayons gamma manifestent l'existence des phénomènes les plus extrêmes de notre Univers. Les objets célestes associés à ces phénomènes, mettant en jeu des quantités d'énergie inimaginables, sont le siège d'accélération de particules à très haute énergie. La liste de tels objets inclut les noyaux actifs de galaxie, les sursauts gamma<sup>2</sup>, les vestiges de supernovae, les pulsars<sup>3</sup>... Les conditions physiques précises qui prévalent dans ces objets extraordinaires restent en grande partie à déterminer. Grâce à un gain en sensibilité d'un facteur 25 par rapport à la mission précédente, EGRET, GLAST devrait faire découvrir plusieurs milliers de sources de rayons gamma, décuplant ainsi le nombre de sources connues dans ce domaine. GLAST permettra d'étudier également en détail le rayonnement gamma diffus émis par les rayons cosmiques se propageant dans la Galaxie. La présence de matière noire sera aussi activement recherchée. Après une période d'un an, les données de GLAST seront mises à disposition de l'ensemble de la communauté scientifique internationale. La durée de vie prévue de la mission est de 5 ans, prolongeable à 10 ans.

Les rayons gamma étant absorbés par l'atmosphère, il est nécessaire de les détecter depuis l'espace, ce que fera le satellite GLAST à une altitude de 560 km. L'instrument principal, le LAT (Large Area Telescope), qui détectera les rayons gamma d'une énergie entre 30 MeV et 300 GeV explorera l'ensemble du ciel en trois heures grâce à son très grand champ de vue (20% du ciel à tout moment). De nombreuses sources de rayons gamma étant variables, cette surveillance continue du ciel permettra d'alerter la communauté scientifique en cas d'éruptions. Le LAT est principalement composé de trois éléments: un trajectographe permettant de mesurer la direction des rayons, un calorimètre pour mesurer leur énergie et un système permettant de différencier rayons gamma et particules chargées du rayonnement cosmique qui constituent un bruit de fond indésirable. La technologie et les méthodes d'analyse sont similaires à celles employées en physique des particules, les énergies des particules

<sup>1</sup> les rayons gamma représentent la forme de lumière la plus énergétique

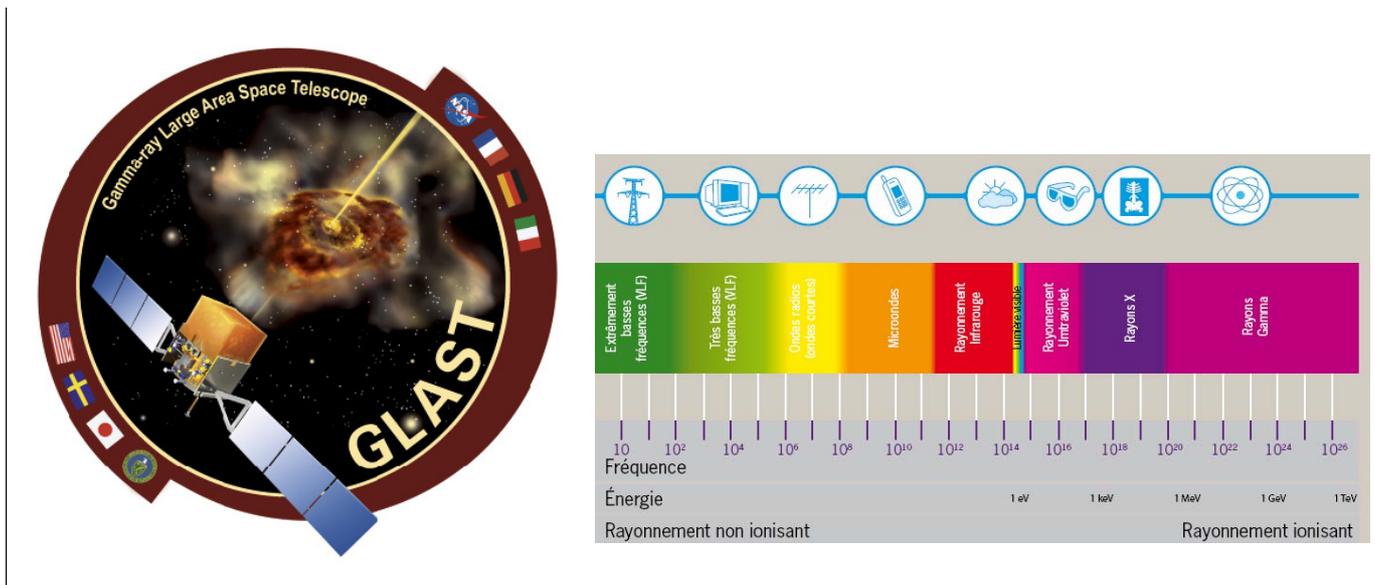
<sup>2</sup> explosions d'étoiles extrêmement lumineuses produisant un jet relativiste

<sup>3</sup> étoiles à neutrons en rotation rapide sur elle-mêmes résultant de l'effondrement du cœur d'une supernova



détectées étant comparables. Un instrument secondaire, le GBM (Glast Burst Monitor) est dédié à la détection de l'émission de basse énergie (8 keV-30 MeV) des sursauts gamma.

La collaboration GLAST inclut la NASA et la DOE (Department of Energy) du côté américain et des instituts de six pays (Etats-Unis, France, Italie, Japon, Suède et Allemagne). Côté français, cinq équipes y participent : trois équipes de l'IN2P3-CNRS (LLR, CENBG, LPTA<sup>4</sup>), une du CEA (IRFU/Sap<sup>5</sup>) et une de l'INSU-CNRS (CESR<sup>6</sup>). Le Laboratoire Leprince-Ringuet (CNRS/Ecole Polytechnique) a conçu et fabriqué la structure du calorimètre. Des équipes de l'IN2P3-CNRS ont étudié en détail la réponse du détecteur à différents types de particules, grâce à plusieurs tests sur accélérateurs, en particulier au CERN, et des simulations par ordinateur. Ces équipes ont développé des techniques d'analyse et d'étalonnage sophistiquées qui seront mises à profit lors du vol. Le groupe du CEA/Sap a fait l'étude de définition des détecteurs du calorimètre à laquelle une équipe du laboratoire Astroparticule et cosmologie, (APC, CNRS/Université Paris 7/CEA/Observatoire de Paris), a également contribué. Il est en charge de la détection des sources gamma pour en établir le catalogue et les identifier. Il est aussi responsable du modèle d'émission interstellaire. Le CESR contribue à l'identification des sources.



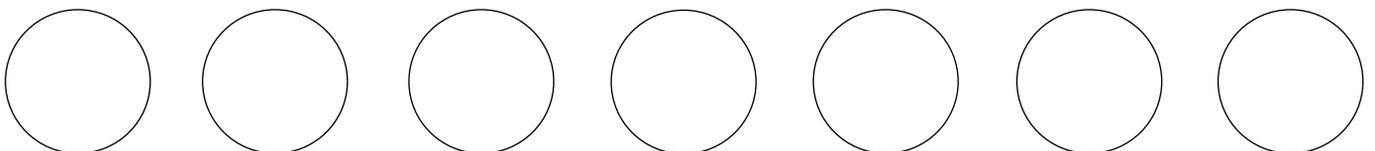
© Sonoma State University/Aurora Simonet

Le spectre électromagnétique. Les rayons gamma correspondent aux rayonnements de plus haute fréquence, ou de manière équivalente de plus grande énergie et de plus courte longueur d'onde. © CENBG

<sup>4</sup> LLR : Laboratoire Leprince-Ringuet (CNRS/Ecole Polytechnique), CENBG : Centre d'Etudes Nucléaires de Bordeaux-Gradignan (CNRS/Université de Bordeaux 1), LPTA : Laboratoire de Physique Théorique et Astroparticules (CNRS/Université Montpellier 2)

<sup>5</sup> Service d'Astrophysique, Saclay

<sup>6</sup> Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements (CNRS/Université Toulouse 3)



## RÉFÉRENCES

Site de GLAST à l'IN2P3 : <http://glast.in2p3.fr/>

Site de GLAST à l'IRFU/CEA : [http://irfu.cea.fr/Sap/Phocea/Vie\\_des\\_labos/Ast/ast\\_visu.php?id\\_ast=1024](http://irfu.cea.fr/Sap/Phocea/Vie_des_labos/Ast/ast_visu.php?id_ast=1024)

Site de GLAST à la NASA : [http://www.nasa.gov/mission\\_pages/GLAST/main/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/main/index.html)

Ressources Multimedia sur GLAST, Sonoma State University (en anglais) : <http://glast.sonoma.edu/resources/multimedia.html>

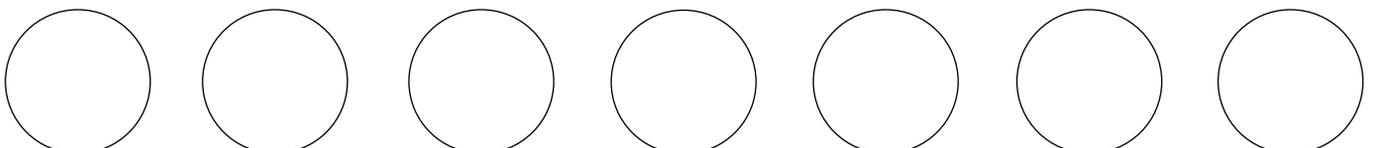
## CONTACTS

Chercheurs  
David Smith  
T 05 57 12 08 91  
smith@cenbg.in2p3.fr

Isabelle Grenier  
T 06 84 51 22 08  
isabelle.grenier@cea.fr

Presse  
CNRS  
Cécile Pérol  
T 01 44 96 49 88  
cecile.perol@cnrs-dir.fr

CEA  
Patrick Cappe de Baillon  
T. 01 64 50 16 49  
patrick.cappedebaillon@cea.fr



## Conférence de presse

### GLAST : un télescope spatial pour comprendre les phénomènes les plus violents de l'univers

**Jeudi 29 mai 2008 à 15h00**

Université Paris Diderot-Paris7

Bâtiment Condorcet

10 rue Alice Domon et Léonie Duquet, Paris 13<sup>e</sup>

A l'occasion du lancement de la mission spatiale internationale GLAST (Gamma-Ray Large Area Space Telescope) dédiée à la détection des rayons gamma de haute énergie, le CNRS et le CEA vous invitent à la conférence de presse de présentation de cette mission jeudi 29 mai à 15h00.

Le télescope spatial GLAST permettra de lever le voile sur les nombreux mystères qui entourent les sources connues de rayons gamma et pourrait en découvrir de nouveaux types. Cinq équipes françaises de l'IN2P3-CNRS, de l'INSU-CNRS et de l'IRFU/CEA contribuent à ce projet. Le lancement de ce satellite est prévu le mardi 3 juin 2008 depuis Cap Canaveral en Floride.

- **Introduction** : *Michel Spiro*, Directeur de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3-CNRS)

- **L'astronomie gamma**

*Benoît Lott*, Directeur de recherche au Centre d'études nucléaires de Bordeaux Gradignan (CNRS/Université de Bordeaux 1)

- **Les missions de GLAST**

*Isabelle Grenier*, Laboratoire Astrophysique interactions multi-échelles (CEA/CNRS/Université Paris 7)

- **L'instrument principal de GLAST**

*Berrie Giebels*, Laboratoire Leprince-Ringuet (CNRS/Ecole Polytechnique)

### Coupon-Réponse

Nom : .....Prénom : .....

Nom du média : .....

Mobile : .....

Mél : .....

Assistera à la conférence: ...Oui.../...Non.....

Contact Presse  
CNRS  
Cécile Pérol  
T 01 44 96 49 88  
[cecile.perol@cnrs-dir.fr](mailto:cecile.perol@cnrs-dir.fr)

CEA  
Patrick Cappe de Baillon  
T. 01 64 50 16 49  
[patrick.cappedebaillon@cea.fr](mailto:patrick.cappedebaillon@cea.fr)



## Les intervenants



**Berrie Giebels** est chargé de recherche CNRS au laboratoire Leprince-Ringuet (LLR, CNRS/Ecole Polytechnique). Il a réalisé une maîtrise de physique de l'université Toulouse III puis un doctorat à l'université de Bordeaux I en 1998, portant sur la reconversion d'une centrale solaire en un détecteur pour l'astronomie gamma de haute énergie. Il effectue ensuite ses études postdoctorales sur GLAST au Stanford Linear Acceleration Center de l'université de Stanford, USA. Chargé de recherches au Laboratoire Leprince-Ringuet depuis 2001 dans le groupe d'astrophysique, Berrie Giebels est membre de

l'expérience GLAST, mais aussi de HESS, qui étudie les rayons gamma dans une gamme d'énergie située au-dessus de celle de GLAST. Cette complémentarité est un des aspects particulièrement intéressants pour l'étude des objets les plus extrêmes.

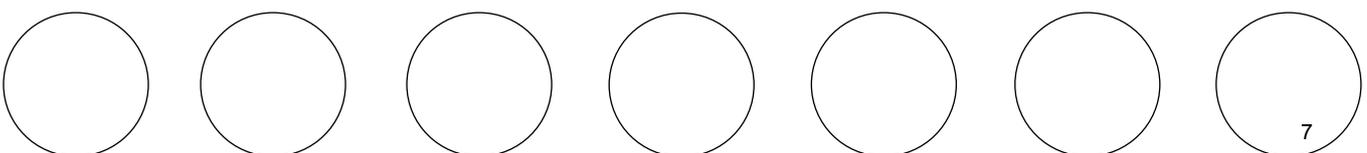
Page web : <http://polywww.in2p3.fr/~berrie>



**Isabelle Grenier** est professeur à l'Université Paris Denis Diderot et astrophysicienne au Commissariat à l'Energie Atomique (CEA-Saclay). Directeur adjoint du laboratoire Astrophysique-Interactions-Multi-échelles (AIM, Université Paris-Diderot/CEA/CNRS), elle est spécialiste des astres de haute énergie dans l'Univers. Elle a participé depuis 1982 à de nombreux programmes spatiaux internationaux pour observer le ciel en rayons X et gamma, notamment COS-B, Gamma-1, INTEGRAL et EGRET.

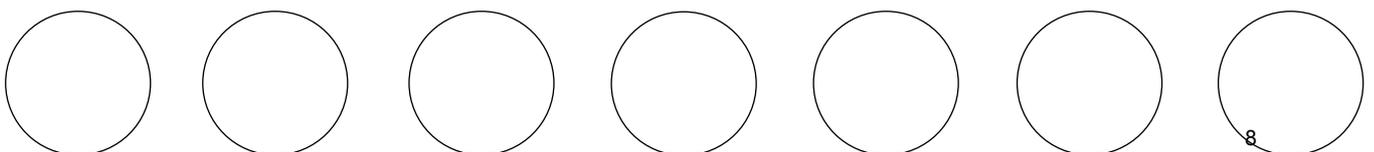
Isabelle Grenier a découvert une population de sources gamma non identifiées aux environs proches du Soleil dans la Ceinture de Gould, sources qui se sont finalement avérées être en grande partie dues à des nuages de gaz invisibles à d'autres longueurs d'onde et qui contribuent au bilan de la matière noire normale dans la Galaxie (découverte du gaz noir en 2005) ; cartographie du tiers des nuages moléculaires de la Voie Lactée et estimation de leur masse. Isabelle Grenier étudie aussi la propagation des rayons cosmiques dans le milieu interstellaire, l'origine de l'émission gamma des étoiles à neutrons et de leur vent de particules relativistes. Elle fait partie des responsables scientifiques du satellite GLAST à la NASA depuis 1997 (NASA GLAST Science Working Group) et est co-responsable avec Seth Digel (Stanford University) vis-à-vis de la NASA de l'élaboration et de la publication des catalogues de sources gamma de GLAST à 1, 2 et 5 ans ainsi que du modèle d'émission gamma interstellaire de la Voie Lactée.

Auteur avec André Brahic du livre "Lumières d'étoiles, les couleurs de l'invisible", paru en 2008 aux éditions Odile Jacob.





**Benoît Lott** est directeur de Recherches au Centre d'études nucléaires de Bordeaux-Gradignan (CENBG, IN2P3-CNRS/Université de Bordeaux). Il est ingénieur de l'ENSPS (Strasbourg), Docteur en physique nucléaire de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg (1986). Benoît Lott entre au CNRS en 1988 et poursuit des recherches en physique nucléaire sur les mécanismes de réaction entre ions lourds, successivement à Strasbourg, Rochester (USA) et au GANIL, à Caen. Il travaille depuis l'an 2000 en astronomie gamma au CENBG, et a réalisé un séjour de deux ans à l'Université de Stanford (USA). Sur GLAST, Benoît Lott a été le coordinateur de plusieurs expériences sur accélérateurs (en particulier au CERN), permettant de vérifier la réponse du détecteur à différentes particules et de les comparer aux prédictions de simulations sur ordinateurs. Il est coordinateur, avec un collègue italien, du groupe de travail sur les « Blazars et autres noyaux actifs de galaxie » de la collaboration GLAST et prépare activement l'exploitation scientifique des données dans cette thématique.





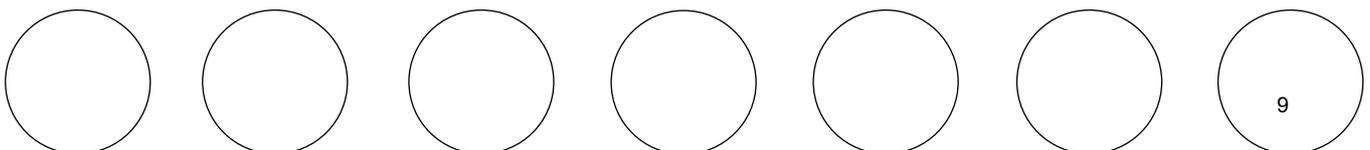
## Contributions et implications des laboratoires français dans GLAST

Laboratoire Leprince-Ringuet (LLR), CNRS/Ecole Polytechnique, Palaiseau

- **Conception et fabrication de la structure du calorimètre en fibre de carbone et composite époxy :**  
une réalisation "qualifiée spatial" originale et robuste dans un matériau encore peu utilisé dans ce domaine;
- **Développement de logiciels :**  
structure du code de reconstruction et outils de manipulation des données, vérification et supervision du satellite;
- **Calibration et reconstruction :**  
mise au point d'algorithmes permettant d'estimer l'énergie des photons incidents et contributions à la calibration du calorimètre;
- **Préparation, prise de données et analyse des tests en faisceaux au CERN :**  
ces tests en 2006 avec des faisceaux de photons, d'électrons et de protons ont permis de vérifier la réponse de l'instrument et de s'assurer que sa simulation est suffisamment précise;
- **Compréhension de l'instrument et optimisation de ses performances :**  
coordination du groupe de travail sur cette activité qui est nécessaire pour la compréhension, le suivi, et l'optimisation du télescope pendant son exploitation;
- **Etude des noyaux actifs de galaxie,**  
dont particulièrement la population la plus énergétique qui nécessite une coordination avec des observatoires au sol.

Service d'Astrophysique (SAP) CEA/IRFU, Saclay

- **Etude de définition, faisabilité et performance des détecteurs du calorimètre :**  
le dépôt d'énergie des particules est repéré par la lumière émise dans des cristaux scintillants de iodure de césium (CsI) captée par des photodiodes
- **Etablissement du catalogue des sources gamma vues par LAT :**  
mise au point de la méthode de détection de plusieurs milliers de sources tout au long de la mission, caractérisation des sources (position, brillance, spectre en énergie, variabilité...), recherche de contreparties dans des catalogues à d'autres longueurs d'onde pour identifier l'objet émetteur de rayons gamma ; mise au point de la chaîne informatique de détection et



d'identification. Le groupe est responsable de la production du catalogue GLAST à 1 an, 2 ans et 5 ans de données.

- **Modèle d'émission diffuse galactique :**

Ce modèle prédit les cartes d'émission gamma d'origine interstellaire sur tout le ciel. Il est construit à partir de la distribution du gaz interstellaire et des rayons cosmiques dans la Galaxie. Ces dernières sont contraintes par des cartographies à de multiples longueurs d'onde spécifiques de l'émission du gaz, des poussières et de la lumière des étoiles. Le groupe est responsable de l'étude et de la mise au point du modèle.

- **Etude du gaz sombre de la Galaxie :**

étude multi-longueurs d'onde des traceurs du gaz interstellaire et de ses poussières pour évaluer la part importante de gaz invisible et contraindre ses propriétés

- **Etude des pulsars :**

étude de l'émission gamma de l'ensemble des pulsars de la Galaxie selon les différents modèles en compétition pour confronter les prédictions aux populations de sources détectées par LAT. Etude conjointe de l'émission pulsée (clignotante) de l'étoile à neutrons et du vent de particules relativistes propulsé par l'étoile.

- **Etude des noyaux actifs de galaxie :**

Participation à l'élaboration d'un catalogue de milliers d'objets susceptibles d'émettre en rayons gamma et mesures de leur distance. Observations infrarouges et optiques au VLT.

- **Etude des micro-quasars galactiques :**

campagnes de suivi multi-longueurs d'onde des éruptions des sources transitoires vues par LAT dans la Galaxie

- **Etude des contraintes sur le nombre de dimensions de l'espace-temps par LAT**

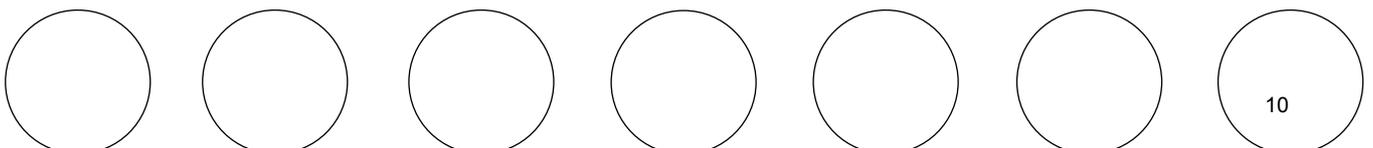
### Centre d'Etudes Nucléaires de Bordeaux-Gradignan (CENBG), CNRS/Université de Bordeaux 1, Gradignan

- **Tests de prototypes avec faisceaux d'accélérateurs (en particulier au CERN)**, ayant permis de vérifier la réponse de l'instrument aux différents types de particules détectées en orbite et de la comparer aux résultats de simulations sur ordinateur;

- **Validation de la précision des horloges GPS du détecteur**, dans l'optique de la détection des sources périodiques que sont les pulsars;

- **Etude des pulsars et de leurs nébuleuses :** coordination du groupe de travail sur cette thématique, développement et tests d'outils d'analyse, coordination des mesures d'éphémérides avec des radiotélescopes ;

- **Etude des noyaux actifs de galaxie:** coordination du groupe de travail sur cette thématique, développement d'outils d'analyse, préparation de campagnes d'observations simultanées avec d'autres télescopes.



**Laboratoire de Physique Théorique et Astroparticules (LPTA), CNRS/  
Université Montpellier 2, Montpellier**

- **Etalonnage du calorimètre :**

Contribution aux campagnes sur faisceaux d'accélérateurs. Suivi des performances du calorimètre lors de sa construction et son intégration au LAT. Développement et exploitation des outils pour l'étalonnage du calorimètre en orbite à l'aide des ions contenus dans le rayonnement cosmique.

- **Etude des sursauts gamma :**

Coordination du groupe de travail sur cette thématique pour la première année d'opération de GLAST. Validation des outils d'analyse spectrale des sources, combinant les deux instruments GBM et LAT.

- **Etude de la matière noire :**

Etude de la sensibilité du LAT aux signaux de matière noire, en particulier supersymétrique. Mise en place des stratégies d'analyse du centre Galactique et des naines sphéroïdes.

- **Simulations massives :**

Mise à contribution du centre de calcul de l'IN2P3-CNRS (Lyon) pour les simulations massives requises par la collaboration LAT.

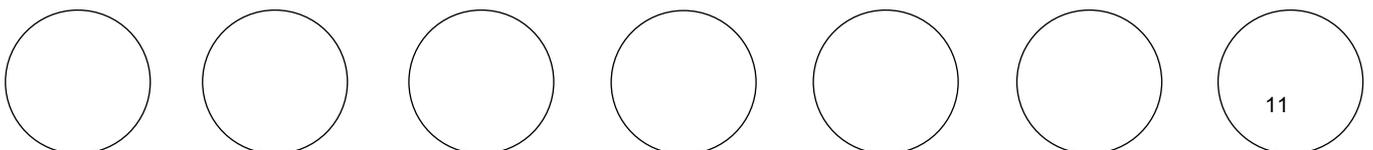
**Centre d'Etude Spatiale du Rayonnement (CESR), CNRS/Université de  
Toulouse 3, Toulouse**

- **Établissement du catalogue des sources :**

Mise en place des outils et méthodes pour l'identification des sources qui seront détectées par le LAT. Préparation de catalogues de contreparties potentielles des sources gamma.

- **Étude des étoiles massives :**

coordination du groupe de travail sur cette thématique.





## *Objectifs scientifiques de GLAST*

Le Gamma-Ray Large-Area Space Telescope (GLAST) est un observatoire spatial révolutionnaire qui:

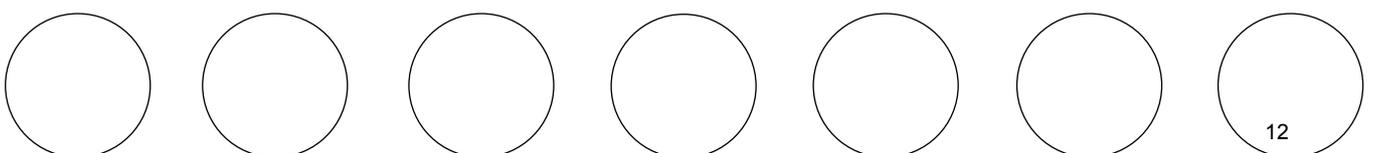
- explorera les environnements les plus extrêmes de l'Univers, où la nature met en jeu des énergies considérablement supérieures à celles disponibles sur Terre.

- recherchera des signes de nouvelles lois physiques et la nature de la mystérieuse Matière Noire.

- permettra d'expliquer comment les trous noirs accélèrent de grandes quantités de matière à une vitesse proche de celle de la lumière (les « jets ».)

- aidera à percer les mystères des explosions gigantesques que sont les sursauts gamma.

- apportera des réponses aux problèmes depuis longtemps ouverts concernant les sursauts solaires, les pulsars et l'origine des rayons cosmiques.





## *Questions/Réponses sur la mission GLAST*

### **QUE SIGNIFIE L'ACRONYME "GLAST" ?**

Gamma-ray Large Area Space Telescope (Télescope Spatiale de Grande Aire pour Rayons Gamma)

### **QUELS SONT LES BUTS DE LA MISSION ?**

L'Univers est le siège de nombreux phénomènes formidables et exotiques, dont certains génèrent des quantités inimaginables d'énergie. GLAST permettra d'accéder à ce monde extrême. Les astronomes disposeront d'un outil puissant pour étudier comment les trous noirs, connus pour attirer la matière environnante, peuvent accélérer des jets de gaz à des vitesses fantastiques. Les physiciens seront capables de chercher des signaux de nouveaux processus fondamentaux inaccessibles aux accélérateurs et observatoires terrestres.

### **QUELS SONT LES PRINCIPAUX OBJECTIFS DE LA MISSION GLAST ?**

- Comprendre les mécanismes d'accélération de particules dans les noyaux actifs de galaxie, les étoiles à neutrons et les vestiges de supernova ;
- Résoudre le ciel vu en rayons gamma : caractériser les sources inconnues et l'émission diffuse.
- Déterminer le comportement des sursauts gamma et des sources variables à haute énergie
- Sonder la Matière Noire et l'Univers Primordial.

### **QUE GLAST VA-T-IL ETUDIER ?**

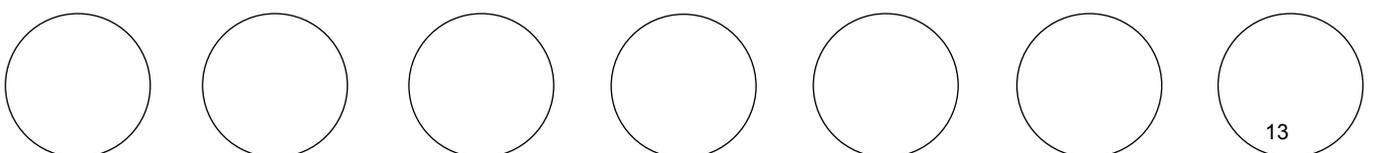
1. **Les blazars et les noyaux actifs de galaxie** : certaines galaxies dites actives abritent en leur centre un trou noir supermassif (de plusieurs centaines de millions de fois la masse du soleil) qui produit un jet de matière relativiste. Ce jet est orienté vers la Terre dans le cas des blazars.

2. **Les sursauts gamma**, qui sont des explosions d'énergie gigantesques (appelées dans certains cas « hypernovae ») donc visibles à des distances considérables ; leur comportement à haute énergie est très mal connu.

3. **Les pulsars**, étoiles à neutrons en rotation rapide sur elles-mêmes résultant de l'effondrement du cœur d'une supernova. Plusieurs milliers de pulsars sont connus dans le domaine radio, moins d'une dizaine dans le domaine des rayons gamma.

4. **Les vestiges de supernovae et l'origine des rayons cosmiques** : les vestiges de supernovae sont constitués de la matière éjectée lors de l'explosion, qui est progressivement ralentie par interaction avec le milieu interstellaire. Les rayons cosmiques, dont l'origine reste mystérieuse, pourraient être accélérés dans les ondes de chocs résultant de cette interaction.

5. **La voie lactée** : les rayons cosmiques qui se propagent dans la galaxie interagissent avec la matière présente et produisent un fond diffus très apparent sur les cartes du ciel réalisées en rayons gamma



6. **Le fond diffus gamma:** contrairement au fond galactique mentionné précédemment, ce fond a une origine extragalactique, et est uniforme dans toutes les directions. Il est peut-être constitué de différentes composantes, certaines connues (noyaux actifs de galaxie non résolus), d'autres plus hypothétiques (autres types de galaxie, matière noire).

7. **L'Univers primordial :** la lumière de l'ensemble des étoiles, ayant existé depuis le début de l'Univers, baigne celui-ci dans un rayonnement ambiant qu'il est difficile de mesurer directement. Les effets d'atténuation que ce rayonnement induit sur les rayons gamma se propageant sur de grandes distances vont permettre d'estimer la densité de manière indirecte.

8. **Le système solaire: Soleil, Lune et Terre.** Ces trois corps proches sont tous sources de rayons gamma, qui résultent soit de particules accélérées in-situ (éruptions solaires), soit de rayons cosmiques interagissant avec la surface (Lune) ou l'atmosphère (Terre).

9. **La matière noire :** des particules pouvant constituer la mystérieuse matière noire peuvent s'annihiler mutuellement et créer des rayons gamma observables par GLAST. Ces recherches sont complémentaires de celles effectuées avec des accélérateurs terrestres, tels que le LHC.

10. **Tester la physique fondamentale:** certaines théories de gravité quantique prédisent que la vitesse de la lumière n'est pas constante mais dépend de l'énergie des photons, ce que GLAST pourra tester.

11. **Les sources non-identifiées et l'inconnu :** une grande fraction des sources détectées par EGRET n'ont pu être associées à des objets connus dans d'autres domaines de longueur d'onde et restent donc non-identifiées. Des classes de sources entièrement nouvelles sont peut-être à découvrir.

#### QUE CETTE MISSION APPORTE-T-ELLE DE NEUF ?

GLAST est le premier observatoire qui balayera le ciel complet chaque jour et avec une grande sensibilité. Il offrira une chance unique de comprendre l'Univers, constamment variable, aux énergies extrêmes. GLAST détectera des milliers de sources de rayons gamma, la plupart étant des trous noirs supermassifs dans le cœur de galaxies lointaines. GLAST utilise le principe d'Einstein  $E = mc^2$  pour convertir les rayons gamma en matière afin de retracer

leur origine cosmique. Les observations de GLAST peuvent révéler des signatures de nouvelle physique, incluant la possibilité d'identifier la particule inconnue qui compose la matière noire.

#### A QUELLES QUESTIONS ESPERE-T-ON REpondre AVEC GLAST ?

Comment les trous noirs accélèrent-ils la matière des jets de matière à des vitesses proches de celle de la lumière ?

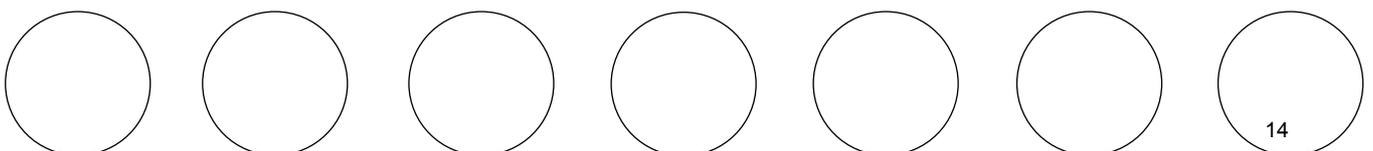
Qu'est-ce qui constitue la mystérieuse matière noire ?

Quel mécanisme produit les explosions gigantesques que sont les sursauts gamma ?

Comment les éruptions solaires génèrent-elles des particules de haute énergie ?

Comment fonctionnent les pulsars ? Quelle est l'origine des rayons cosmiques ?

Quels autres astres luisent dans le domaine des rayons gamma ?



### **QUE SONT LES RAYONS GAMMA ?**

Les rayons gamma sont la forme de lumière la plus énergétique du spectre électromagnétique.

### **QUELLES SONT LES MISSIONS ANTERIEURES DONT GLAST EST LE SUCCESSEUR ?**

GLAST est dans la lignée des instruments EGRET et BATSE à bord de l'observatoire Compton Gamma-ray Observatory (CGRO) opérationnels entre 1991 et 1999. GLAST aura un champ de vue et une surface collectrice 5 fois supérieures à EGRET et une sensibilité améliorée d'un facteur 25. GLAST aura également de meilleures performances que celles de BATSE (dédié aux sursauts gamma).

### **QUELLE EST LA TAILLE DU SATELLITE ?**

2,8 m de haut et 2,5 m de diamètre quand il est replié. Il tient donc juste dans la coiffe de la fusée, dont le diamètre est de 3 m. GLAST devient un peu plus haut et beaucoup plus large en orbite quand l'antenne de communication se déploie et les panneaux solaires s'ouvrent.

### **COMBIEN DE TEMPS LA MISSION DURERA-T-ELLE ?**

Il est prévu que GLAST fonctionne pour une durée minimale de 5 ans, mais le but est qu'il puisse être en opération pendant 10 ans.

### **OÙ L'ANALYSE DES DONNEES AURA-T-ELLE LIEU ?**

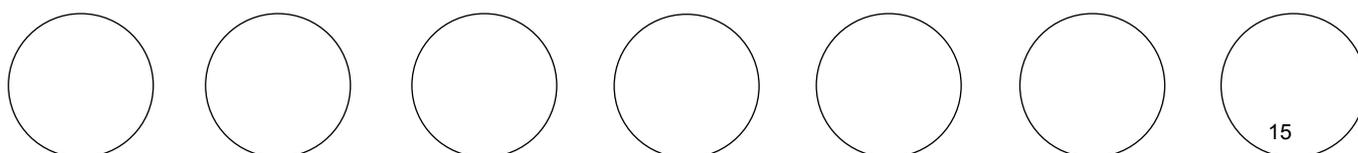
Dans le monde entier. L'analyse des données sera assurée par l'équipe internationale de GLAST et par le centre scientifique de la mission situé au Goddard Space Flight Center (GSFC) de la NASA. Le Centre d'opération de l'instrument LAT est situé au Centre de l'accélérateur linéaire de Stanford (SLAC), à Menlo Park en Californie.

### **QUEL EST L'INTERET DE GLAST POUR LE GRAND PUBLIC ?**

L'Univers apparaît remarquablement différent en dehors du domaine étroit de couleurs que nos yeux peuvent voir. Les spectaculaires "lunettes" pour rayons gamma de haute énergie constituées par GLAST révéleront des merveilles cachées, ouvrant nos esprits à de nouvelles possibilités et découvertes, étendant notre compréhension de l'Univers et de la place que nous y tenons. Ces nouvelles perspectives nous aideront à penser différemment et serviront d'inspiration à de nouvelles générations d'étudiants.

### **GLAST ETUDIERA L'ORIGINE DES RAYONS COSMIQUES. COMMENT CES RAYONS NOUS AFFECTENT-ILS ?**

Bien que vous puissiez ne jamais être bombardé vous-même par un rayon cosmique (nous en sommes protégés par l'atmosphère de la Terre), nous sommes constamment bombardés par les gerbes de particules secondaires créées lors de l'interaction de ces rayons cosmiques avec l'atmosphère. Ces particules ne sont pas aussi énergétiques mais elles produisent un "fond" de radiation constant, auquel nous sommes soumis en permanence. Les vaisseaux spatiaux et les avions volant à haute altitude ressentent certainement leurs effets. Les particules de haute énergie étant concentrées en minces faisceaux, elles peuvent perturber les ordinateurs et l'électronique sensible de ces instruments, qui doivent être protégés pour les vaisseaux voyageant en dehors de l'atmosphère.



## COMBIEN COUTENT LA CONCEPTION, LA CONSTRUCTION ET LE LANCEMENT DE GLAST ?

Contribution américaine 600 M\$ (400 M €);  
Contribution internationale 90 M\$ (60 M €);  
Total : 690 M\$ (460 M €).

## QUELLE EST L'ORBITE DE GLAST ?

Bien que les rayons gamma puissent se propager sur de longues distances dans l'Univers pour nous apporter leur information, ils ne peuvent pénétrer profondément l'atmosphère terrestre. Les détecteurs doivent en conséquence être placés au dessus de l'atmosphère. A cette fin, GLAST sera lancé en orbite circulaire autour de la Terre à une altitude d'environ 560 km. Ceci est une orbite basse, choisie pour minimiser les effets des particules chargées qui entourent la Terre et qui créeraient un bruit de fond indésirable dans les détecteurs, tout en assurant la pleine durée de la mission. A cette altitude, l'observatoire accomplira un tour de la Terre en 95 minutes. En mode "balayage du ciel", GLAST sera capable de voir l'ensemble du ciel en seulement deux orbites, soit 3 heures.

## QUE FAIT LE LARGE AREA TELESCOPE (LAT) ET COMMENT CELA MARCHE T-IL ?

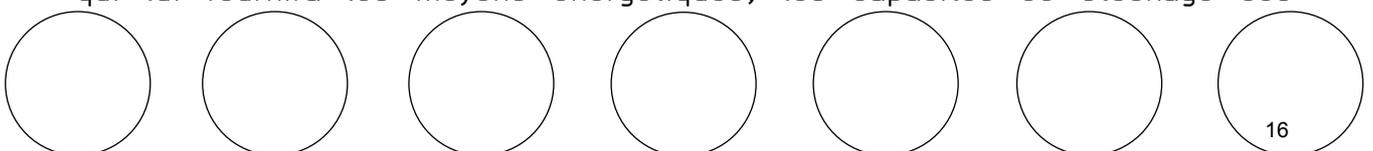
Le LAT détecte les rayons gamma en utilisant la fameuse équation d'Einstein,  $E=mc^2$ , via un effet connu sous le nom de "création de paire". Quand un rayon gamma pénètre une des couches de tungstène du trajectographe, le détecteur dédié à la mesure de sa direction, son énergie peut se transformer en une paire de particules subatomiques : un électron, et son anti-particule, le positron. La projection de la direction de ces particules, mesurée par plusieurs détecteurs en silicium du trajectographe, permet ainsi de remonter à la source émettrice du rayon gamma. L'énergie des particules est ensuite absorbée puis mesurée dans un autre détecteur, le calorimètre. La somme des énergies de ces particules donne ainsi l'énergie du rayon gamma incident. Comme le LAT est bombardé en permanence par une myriade de particules autres que les rayons gamma, on le coiffe d'un « chapeau », un troisième détecteur, qui signale que la particule incidente n'est pas un rayon gamma. La condition simultanée de l'absence de signal dans ce « chapeau », avec la présence d'une paire électron/positron dans le LAT, signale la présence d'un rayon gamma. Ainsi, en mesurant les rayons gamma un par un, le LAT peut reconstruire des images astronomiques, tout en mesurant aussi leur énergie.

## QUI A PARTICIPE A LA CONSTRUCTION DU LAT ?

Le U.S. Department of Energy (DOE) et la NASA se sont associés pour l'assemblage du LAT, l'instrument le plus important de GLAST. Il y a eu des contributions importantes venant de la France, de l'Italie, du Japon et de la Suède. Le laboratoire qui a géré la construction du LAT est le Stanford Linear Accelerator Center, qui est financé par le DOE, mais situé à l'université de Stanford et géré par lui. Le LAT est le fruit du travail de centaines de scientifiques, d'ingénieurs et de techniciens.

## OÙ A ETE TESTE LE LAT ?

Le LAT a été longuement testé pendant l'été 2006 au U.S. Naval Research Laboratory à Washington, D.C., mais aussi dans des faisceaux de particules délivrés par des accélérateurs au Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN) et au German Heavy Ion Facility (GSI). Le LAT a ensuite été délivré au site de General Dynamics en Arizona pour son assemblage avec le vaisseau spatial qui lui fournira les moyens énergétiques, les capacités de stockage des



données, et les moyens directionnels pour remplir sa mission d'exploration de l'Univers. Suite à cette intégration mécanique, toutes les interfaces de commandes, de données, et d'alimentation ont été rigoureusement testées pour s'assurer de la compatibilité avec cet instrument spatial dont la fabrication s'est faite aux quatre coins du monde.

#### **QUE FAIT LE GLAST BURST MONITOR (GBM) ?**

Le GLAST Burst Monitor (GBM) a été choisi comme instrument complémentaire de la mission GLAST. Le GBM permet de détecter des rayons X et des rayons gamma entre 8 keV et 30 MeV.

#### **QUI A CONTRIBUE À LA FABRICATION DU GBM ?**

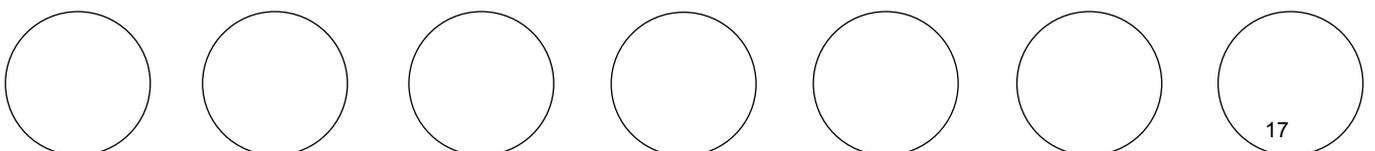
La conception du GLAST Burst Monitor et de l'analyse de ses données est le fruit d'une collaboration entre le National Space Science and Technology Center aux U.S.A. et le Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (MPE) en Allemagne.

#### **COMMENT LES INSTRUMENTS FONCTIONNERONT-ILS ENSEMBLE ?**

Le GBM a un champ de vue encore plus grand que celui du LAT. Le GBM peut voir dans toutes les directions en même temps, sauf là où la Terre bloque sa vue. Quand le GBM détecte un sursaut gamma brillant, il signale immédiatement au LAT d'observer cette région du ciel. Le LAT fera cela si l'objet n'est pas déjà dans son champ de vue, et s'il est possible de tourner dans cette direction au vu des contraintes logistiques.

#### **UN EXEMPLE DE PROUESSE TECHNOLOGIQUE**

Le LAT est un détecteur pesant 3 tonnes, avec presque un million de voies d'électronique, mais il ne consomme que la moitié de la puissance d'un sèche-cheveux.



## ***DONNÉES SUR LE LANCEMENT:***

### **QUAND ET OÙ AURA LIEU LE LANCEMENT ?**

Le lancement est prévu pour le 3 juin 2008 depuis Cap Canaveral, sur la côte Est de la Floride. GLAST sera transporté par un lanceur Delta II Heavy, avec 9 fusées d'appoint à combustible solide. Les fusées d'appoint proviennent de la série de lanceurs Delta III (d'où le terme Heavy, ou « lourd »), mais sont montées sur une Delta II, composée de 2 étages.

### **QUAND SONT ATTENDUS LES PREMIERS RESULTATS ?**

L'observatoire est activé et testé pendant les 60 premiers jours après le lancement. La « première lumière » pourrait être finalisée au 90ème jour.

### **A QUOI RESSEMBLERONT LES IMAGES DE GLAST ?**

Les images de GLAST seront des cartes d'intensité de rayons gamma, et auront souvent des couleurs différentes qui représentent des gammes d'énergie différentes. Ces cartes comporteront soit un petit nombre de sources, soit le ciel entier. Il y aura aussi, dans certains cas, une information sur les spectres énergétiques et des données temporelles. Un exemple de ciel simulé de GLAST est montré plus bas.

### **COMMENT SERONT DISTRIBUEES LES DONNEES ?**

Les données seront mises sur internet par le GLAST Science Support Center (GSSC) au Goddard Space Flight Center de la NASA.

### **COMMENT ET OÙ LES DONNEES SERONT-ELLES TRAITÉES ?**

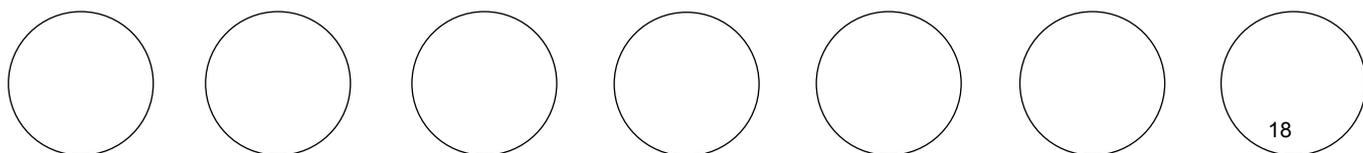
L'analyse des données sera effectuée dans deux centres scientifiques séparés : au Stanford Linear Accelerator Center, et au Marshall Space Flight Center de la NASA à Huntsville. Les données sont ensuite transférées au GSSC, puis distribuées à la communauté scientifique.

### **OÙ SE DEROULENT LES OPERATIONS DE VOL ?**

Les opérations de vol sont gérées au Goddard Space Flight Center de la NASA.

### **GLAST SERA T-IL RENOMME APRES LE LANCEMENT ?**

Oui. GLAST recevra un nouveau nom une fois qu'il sera en orbite.





## LES PARTENAIRES

La mission GLAST de la NASA est un projet interdisciplinaire entre l'astrophysique et la physique des particules, réalisée conjointement avec le U.S. Department of Energy, avec des contributions importantes d'institutions françaises, allemandes, italiennes, japonaises, suédoises et américaines.

### LA COLLABORATION IMPLIQUEE DANS L'INSTRUMENT INCLUT :

#### Institutions Françaises (\*)

Institut national de Physique Nucléaire et de Physique des Particules, IN2P3-CNRS :

Centre d'études nucléaires de Bordeaux Gradignan (CENBG, CNRS/Université de Bordeaux 1)

Laboratoire de physique théorique et astroparticules (LPTA, CNRS/Université Montpellier 2), Montpellier

Laboratoire Leprince-Ringuet de l'École Polytechnique (LLR, CNRS/École Polytechnique)

Institut national des sciences de l'univers, INSU-CNRS :

Centre d'étude spatiale des rayonnements (CERS, CNRS/Université Toulouse 3)

Institut de recherches sur les lois fondamentales de l'Univers, IRFU-CEA :

Service d'astrophysique (SAP, CEA)

(\*) Le laboratoire APC (Astroparticule et Cosmologie, CNRS/Université Paris 7/CEA/Observatoire de Paris) a contribué à l'activité instrumentale. Le Centre d'Etude Spatiale sur le Rayonnement (CESR), le Laboratoire de l'observatoire de Grenoble (LAOG) et l'observatoire de Nançay, tous trois de l'INSU-CNRS, sont des partenaires dans l'exploitation de l'instrument.

#### Institutions Allemandes

Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics

#### Institutions Italiennes

Instituto Nazionale di Fisica Nucleare, Italian Space Agency (ASI), Istituto di Fisica Cosmica, Milano, CNR, INFN et Université de Bari, INFN et Université de Padova, INFN et Université de Perugia, INFN et Université de Pisa, INFN et Université de Roma 2, INFN et Université de Trieste, INFN et Université de Udine

#### Institutions Japonaises

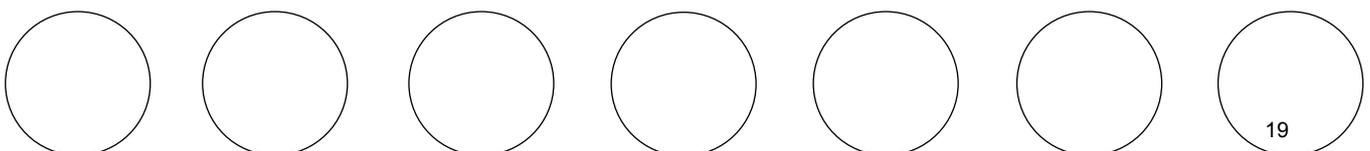
University of Tokyo, Tokyo Institute of Technology, Institute for Cosmic-Ray Research (ICRR), Institute for Space and Astronautical Science (ISAS), Hiroshima University

#### Institutions Suédoises

Royal Institute of Technology (KTH), Stockholms Universitet

#### Institutions Etats-uniennes

Los Alamos National Laboratory, NASA's Goddard Space Flight Center, Astrophysics Science Division





## Contacts :

Berrie Giebels  
**Laboratoire Leprince-Ringuet** (CNRS/Ecole Polytechnique)  
Palaiseau  
email: [berrie@llr.in2p3.fr](mailto:berrie@llr.in2p3.fr)  
Tél : 0169335553

Isabelle Grenier  
**Astrophysique interactions multi-échelles** (SAP-CEA/Université Paris 7)  
Gif-sur-Yvette  
email: [isabelle.grenier@cea.fr](mailto:isabelle.grenier@cea.fr)  
Tél : 0684512208

Jürgen Knödlseder  
**Centre d'étude spatiale des rayonnements** (CNRS/Université de Toulouse 3)  
Toulouse  
email: [jürgen.knodlseder@cesr.fr](mailto:jürgen.knodlseder@cesr.fr)  
Tél : 0561556663

Benoît Lott  
**Centre d'études nucléaires de Bordeaux Gradignan** (CNRS/Université de Bordeaux)  
Bordeaux-Gradignan  
email: [lott@cenbg.in2p3.fr](mailto:lott@cenbg.in2p3.fr)  
Tél : 0557120890

Frédéric Piron  
**Laboratoire de Physique Théorique et Astroparticules** (CNRS/Université de Montpellier 2)  
Montpellier  
email: [piron@lpta.in2p3.fr](mailto:piron@lpta.in2p3.fr)  
Tél : 0467149304

David Smith  
**Centre d'études nucléaires de Bordeaux Gradignan** (CNRS, Université de Bordeaux 1)  
Bordeaux-Gradignan  
email: [smith@cenbg.in2p3.fr](mailto:smith@cenbg.in2p3.fr)  
Tél : 0557120891

