



Télescopes à Action Rapide pour les Objets Transitoires

A. Klotz (IRAP)

Première installation en 1995, Première lumière 1998



Calern (Nice)

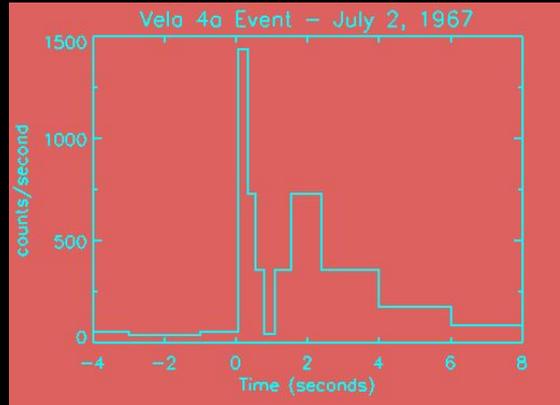
A l'origine, un questionnement Astrophysique



Quel est l'origine des sursauts gamma ?

D'où proviennent -il ?

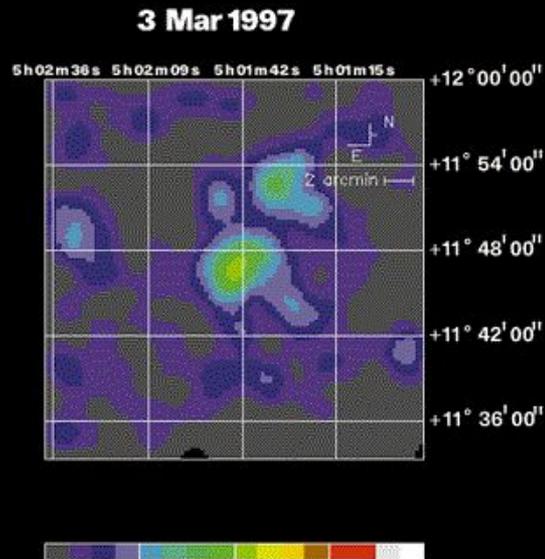
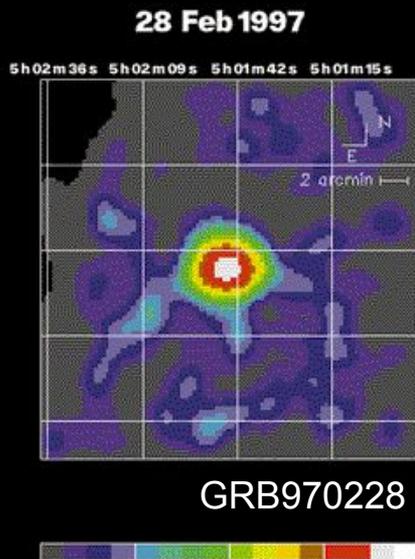
Quels sont les processus physiques ?



Il y a 60 ans !

When ? What ? Where ?

Imagons la source gamma avec des télescopes robotiques



Il y a 27 ans !

**Avec Beppo SAX
en rayonnement X**

**Avec Hubble
en visible**

Le visionnaire - Michel Boer



Travaille au CESR sur les satellites
Gamma : Exosat (1983)
Ulysse, Rosat (1990), X-ray
Hete II (2000)

Discussion avec Albert Bijaoui, sur
programme avec partenariat CNES
sur orbites géostationnaires avec le
Schmidt

Discussion avec José Pacheco
(directeur OCA) en 1994 sur
l'installation d'un télescope dans
l'ancien astrolab"

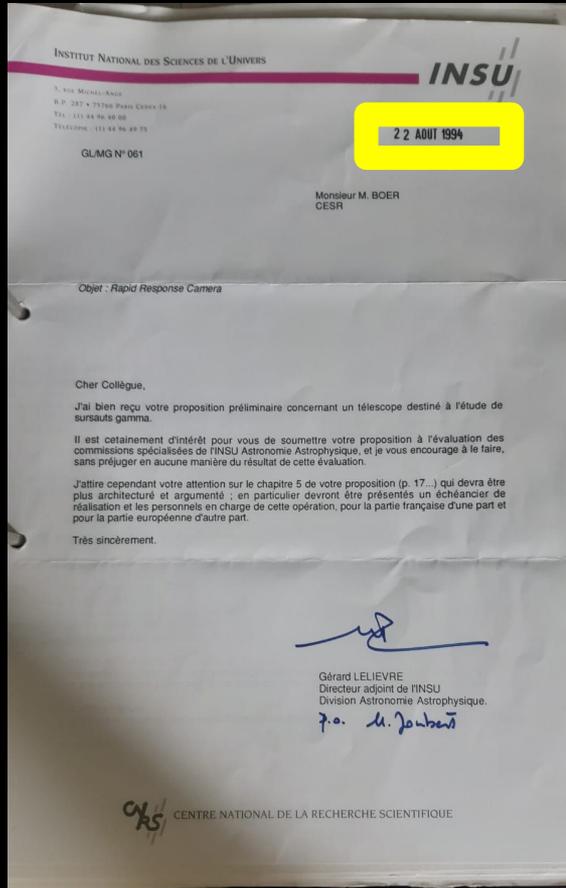
Avantage d'un financement pérenne
pour le programme scientifique

PI TAROT [1997 - 2024]

22 août 1994 - Lettre d'Intention

Imagons la source gamma

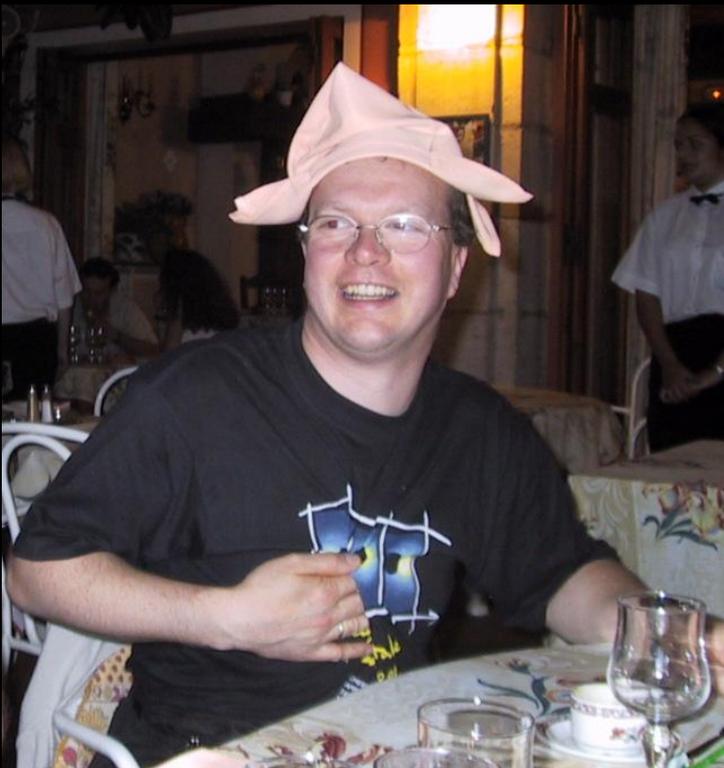
- **Télescope robotique** - L'éclat de la source décroît très rapidement !
- **Télescope grand champ** - Les localisation gamma sont au mieux en arcmin
- **Opéré à distance** - Monture et matériel robuste !



Equipe INSU, TAROT, Calern design et construite Tarot-Calern

Lelièvre donne le GO (INSU) pour 2 télescopes
André Baranne ingénieur opticien (LAM)
Gérard Calvet construit le télescope (INSU)
Jérôme Eysseric s'occupe de l'automatisation (INSU)

Le geek - Alain Klotz



Travaille au CESR, de formation astrochimiste

Rejoint l'équipe en 1998 pour développer le software, et pour mener les programmes d'observation

Construit TAROT-réunion puis TAROT - Nouvelle calédonie

2024 - PI de TAROT

1998 - Première Lumière TCA

TAROT: A status report

Michel Boër, J.L. Atteia, M. Bringer, A. Klotz, C. Peignot*,
R. Malina, P. Sanchez†,
H. Pedersen‡
G. Calvet, J. Eysseric, A. Leroy, M. Meissonier||
C. Pollas, J. de Freitas Pacheco¶

* *Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements (CNRS)*
BP 4346, F 31028 Toulouse Cedex 4, France

† *Laboratoire d'Astronomie Spatiale (CNRS), Marseille, France*

‡ *Copenhagen University Observatory, Denmark*

|| *INSU-CNRS, Division Technique, Paris, France*

¶ *Observatoire de la Côte d'Azur, Nice, France*

Abstract. TAROT-1 is an automatic, autonomous ground based observatory whose primary goal is the rapid detection of the optical counterparts of cosmic gamma-ray burst sources. It will be able to begin imaging any GRB localization 8 seconds after receipt of an alert from CGRO/BATSE or HETE-2. TAROT-1 will reach the 17th V magnitude in 10 seconds, at a 10σ confidence level. TAROT will be able to observe GRB positions given by Beppo-SAX or RXTE, EUV transients from ALEXIS alerts, etc. TAROT will also study a wide range of secondary objectives and will feature a complete automatic data analysis system, and a powerful scheduling software. TAROT will be installed this fall on the Plateau du Calern, 1200m above sea level. We report on the status of the project.

2002 - Construction TAROT au Chili

2004 - Lancement du satellite Swift

2009 - Lancement de Fermi-GBM

2016 - TAROT-Réunion (prototype)

2024 - TAROT - Nouvelle Calédonie (en partenariat avec le CNES)

New TAROT (oct 2024): Installed in New-Caledonia



A transportable observatory



Une équipe en mouvement



Carole Thiebaut
Doctorante

Frédéric Morand
IE OCA

Gilles Buchholtz
IR Scheduler

Michel Nexon
Mécanicien

Michel Boer

TAROT c'est:

7 formations de doctorants

Mathieu, Carole, Myrtille, Hüsne,
Nu, Karelle, Yassine

3 ingénieurs IR:

Romain, Loic, Salomé

Organisation actuelle

PI A. Klotz



50%
Satellite Tracking
CNES

M. Diet
Engineer
TAROT MCO manager

A. Klotz Team IRAP
Professor

E. Pallier
Engineer
Software manager

A. Koralewski
Techniciens
Scheduler Software

S. Antier Team OCA
Professor Associate
Respo. Science

M. Böer
Director of Research
Respo. ESO

C. Limonta
Techniciens
Network and
Architecture manager

S. Gervasoni
Engineer
MCO Assistant

A. LeCalloch
Engineer
Requêtes

Q. André
Engineer
Images

A. Durroux
Engineer
MCO Assistant

A. Guitard
Respo Adminis
ARTEMIS

GRANDMA
SVOM
...

Partners

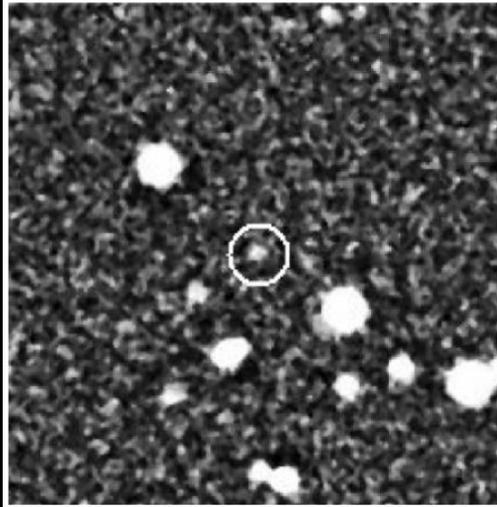
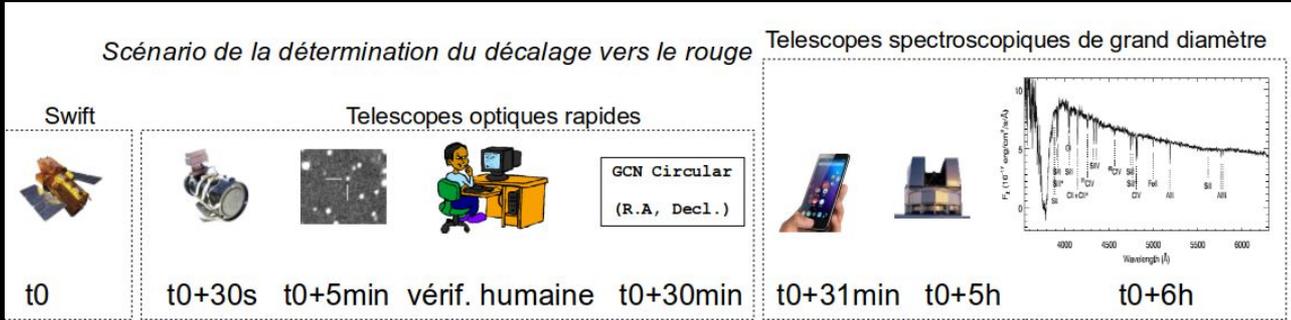
Help

E. Le Floch for TRE
ESO

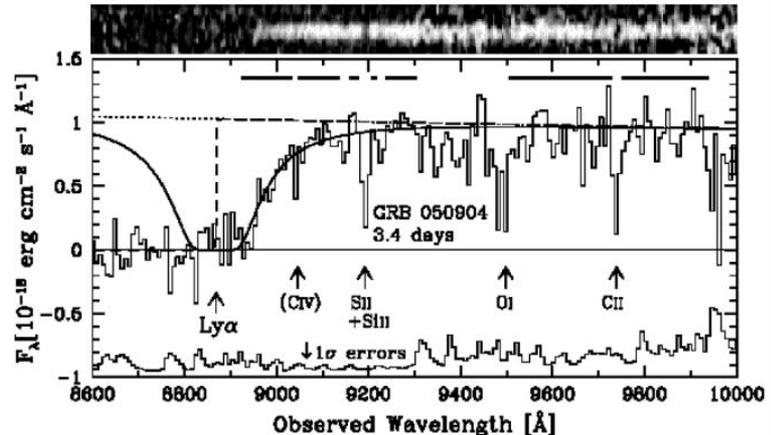
Direction OCA en soutien !

Plus de 200 sursauts détectés par TAROT à ce jour

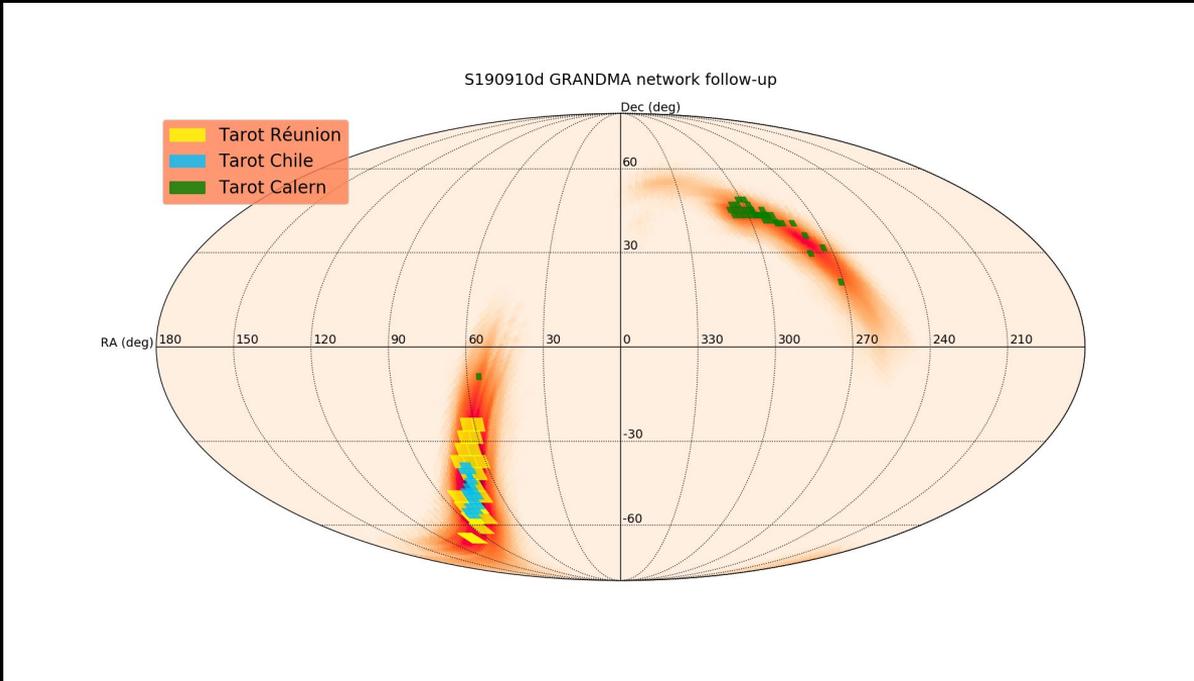
Detection of a very bright optical flare from a gamma-ray burst at redshift 6.29



$z=6.29$ 880 Ma après le Big Bang 12,9/13,8 Ga



Avènement Astronomie GRAVITATIONNELLE - Observer la contrepartie électromagnétique des ondes gravitationnelles



TAROT a suivi de 90% des alertes de la campagne O3 et a répondu en moins de 1h30

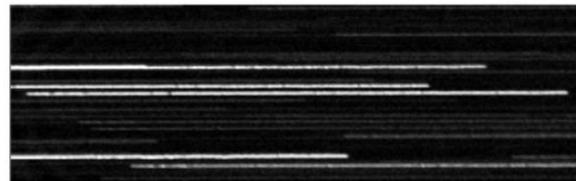
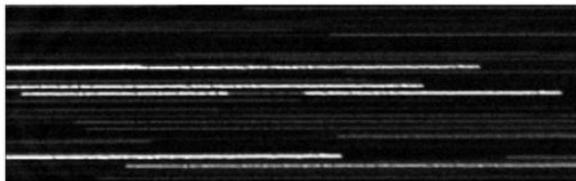
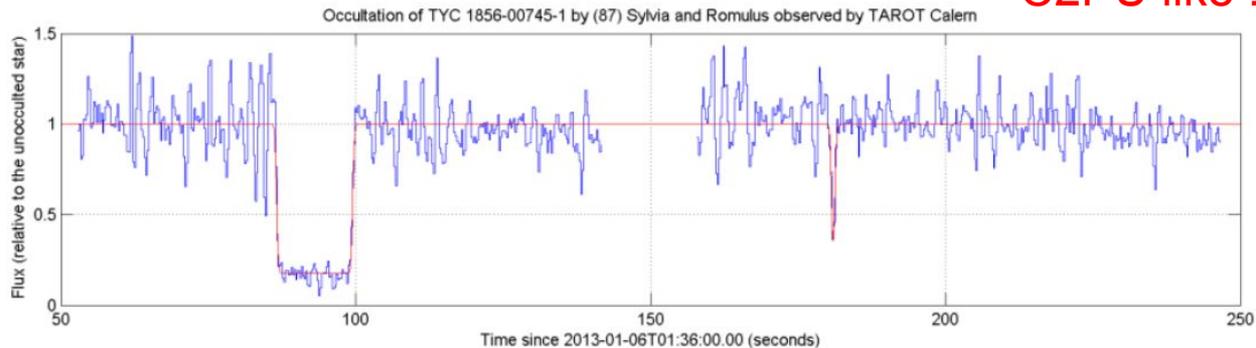
Science en dehors des sursauts gamma

Occultation d'étoiles par des astéroïdes

92 occultations positives depuis 2004

- Déterminer la forme à la précision kilométrique
- En cas de corps double, aide à déterminer la masse volumique

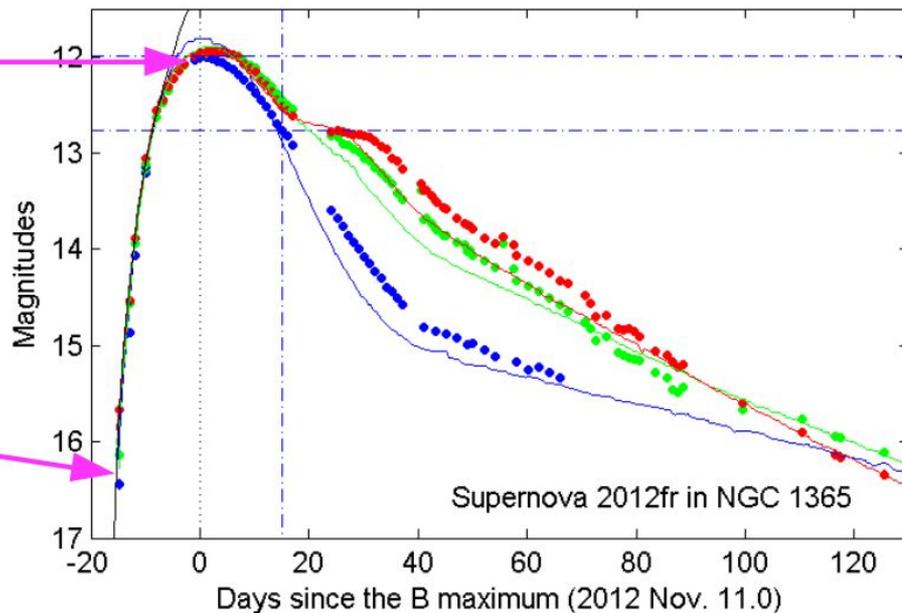
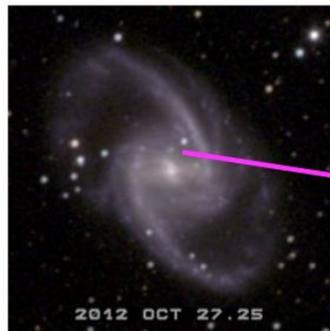
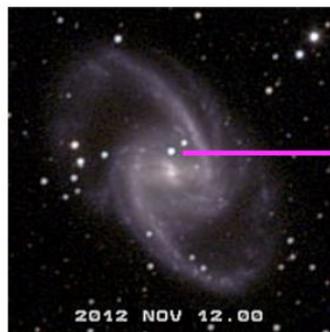
C2PU like :)



Programme de supernovae

Decouverte de 15 supernovae proches depuis 2007

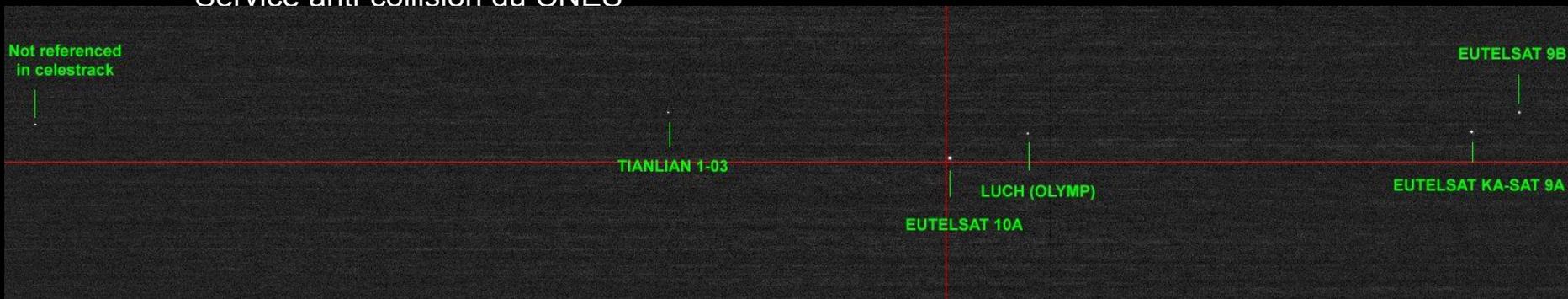
- Observations précoces (<3 jours après l'explosion)
- Suivi photométrique (SNIa calibration si Cepheides)
- Recherche des "shock breakouts"



Suivi astrométrique de satellites artificiels

Astrométrie de satellites artificiels (TRE, CNES/IRAP/ARTEMIS)

- Mesure de la position à plusieurs dates : Calcul de l'orbite pour extrapolations
- Science :
 - Service pour mise en orbite des satellites civils opérés par le CNES
 - Surveillance routinière de l'orbite géostationnaire (débris)
 - Service anti-collision du CNES



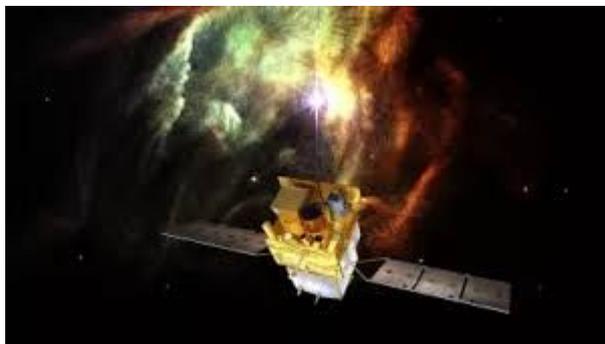
Etude de l'environnement
du satellite Eutelsat10A

Suivi du lancement de quatre
satellites Galileo

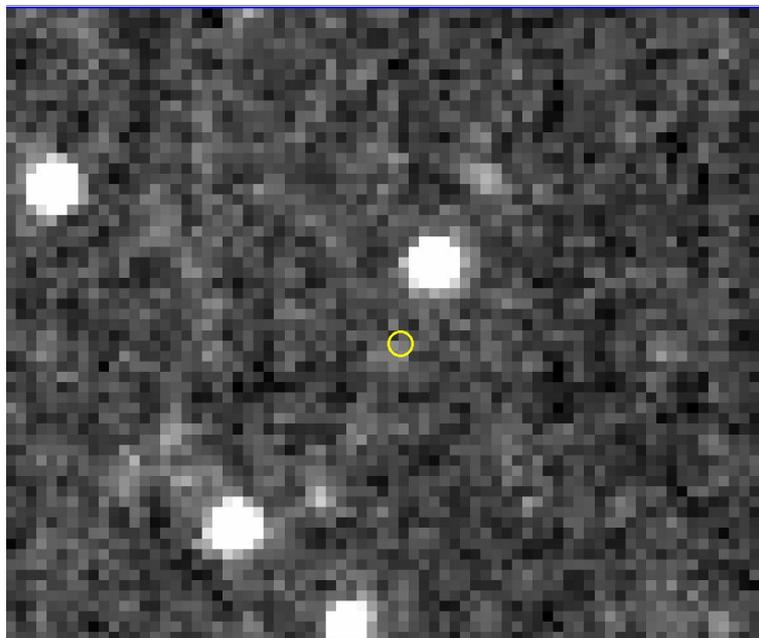




Avant hier, détection de l'émission visible rémanente du sursaut gamma ECLAIRs GRB 241002A (X mous)



24 juin 2024



Le plus rapide

+ 45 min post T0

Sur Tarot-Réunion

2024-10-01 T17:56:29

r mag: 18.9+/-0.2

DéTECTÉ par telescope

X à bord de Swift



PRETS pour la prochaine Alerte !



TAROT science: about 2 pub/year



Publications and students over the last 5 years

GRB: Rapid follow-up of GRBs to investigate the early time of the optical afterglow

Ready for O4 II: GRANDMA Observations of Swift GRBs during eight-weeks of Spring 2022, A&A, Tosta e Melo et al
Understanding the Nature of the Optical Emission in Gamma-Ray Bursts: Analysis from TAROT, COATLI, and RATIR Observations, MNRAS, 2023 R. L. Becerra et al
GRANDMA and HXMT Observations of GRB 221009A -- the Standard-Luminosity Afterglow of a Hyper-Luminous Gamma-Ray Burst, ApJL, 2023, Kann et al.
Modeling GRB 170202A fireball from continuous observations with the Zadko and the Virgin Island Robotic Telescope, ApJ, 2022, Gendre et al.
GRB 160410A: the first Chemical Study of the Interstellar Medium of a Short GRB, MNRAS, 2021, Fernandez et al
Modelling the prompt optical emission of GRB 180325A: the evolution of a spike from the optical to gamma-rays ApJL, 2020, Becerra et al.
Reverse Shock Emission Revealed in Early Photometry in the Candidate Short GRB 180418, ApJ, 2020, R. Becerra

GW: Search of optical counterpart of GW events

GRANDMA Observations of Advanced LIGO's and Advanced Virgo's Third Observational Campaign, Antier et al., MNRAS, 2020
The first six months of the Advanced LIGO's and Advanced Virgo's third observing run with GRANDMA, Antier et al., MNRAS, 2020
Limits on the Electro-Magnetic Counterpart of Binary Black Hole Coalescence at Visible Wavelength, K. Noysena et al., ApJ 2019

Other sources

Scaling slowly rotating asteroids by stellar occultation, A&A 679, A60 (2023)
MUPHOTEN : a MULTI-band PHOTometry Tool for TElescope Network, 2022, Duverne et al., PASP, 134, 114504.
A large topographic feature on the surface of the trans-Neptunian object (307261) 2002 MS4 measured from stellar occultations, A&A 678, A167 (2023)
Observations of the RRc variable LINEAR 1169665 with the robotic telescope TAROT, F. Le Borgne et A. Klotz, GEOS RR, 2019

PhD students

2017 – 2020 : K. Noysena (sup. A. Klotz & Boer), 100 % du temps dédié à l'exploitation scientifique de TAROT
2019 – 2022 : P. A. Duverne (sup. Antier & Hello) 10 % du temps dédié à l'exploitation scientifique de TAROT

2016 - ondes grav - 2009 zadko
avec les gens de igo qui faisaient
un interformètre,
2012 reliquat de matériel pour un
prototypage ambition , les makes
alain - technologie en céramique
2016 Première lumière réunion
2014 - extension du programme
avec 2014, de l'assemblée,
diversification du program,
observation du déploiement
d'aribna, séparation des 5 galiléos,
image
2024 à première lumière à TNC
(image de SVOM), TCH

230 sursauts, lointain 050904, Apj
ondes grav,
SVOM

1980 projet TAROT, astrolab, 73
cantine, semirot
INSU, surveillance de l'oca