



JC2 JOURNÉES CNES JEUNES CHERCHEURS



**12, 13 ET 14
OCTOBRE 2022
CITÉ DE
L'ESPACE**

Présentation

NOUVEL DE LA FLECHE Alix

Titre : Caractérisation de la camera proche Infra Rouge CAGIRE, localisée au focus du télescope Colibri, & reconstruction du flux reçu par la caméra.

Poster : Flux reconstruction for the NIR camera CAGIRE at the focus of the telescope Colibri

Responsable CNES : GEOFFRAY Hervé

Laboratoire : Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie (IRAP)

Directeurs de thèse : ATTEIA Jean-Luc (IRAP) & GRAVRAND Olivier (CEA-LETI)

Co-financement : Lynred

Flux reconstruction for the NIR camera CAGIRE at the focus of the telescope Colibri

Alix NOUVEL DE LA FLECHE
Supervised by Jean-Luc ATTEIA & Olivier GRAVRAND

Context

SVOM : Space based multi-band astronomical Variable Objects Monitor Study transient high energy sources such as Gamma Ray Bursts (GRBs).

Space: ECLAIRS localises the prompt emission of the GRB and sends the position to Ground Follow-up Telescopes (GFTs).

Ground: Colibri (GFT) at Observatorio Astronomico Nacional (Mexico), points the source, looks at the afterglow of the GRB with DRAGGO (VIS) & CAGIRE (IR).

Launch : end of 2023

CAGIRE

+ Infra-red camera : 1.1µm to 1.8µm
+ ALFA sensor : Astronomical Large Format Array

HgCdTe detector
- 2048*2048pixels
+ Up the Ramp mode : Continuously accumulates charges while imaging
- Whole array read every 1.3s

Pre-Processing pipeline

Goals :

- + Provides flux maps from ramps : first step before astronomy analysis
- + Corrects detector effects : Non linearity, noise
- + Corrects environmental effects : Cosmic rays
- + Fast enough to avoid data clogging
- + Uses maps calibrated at CPM under CAGIRE conditions

Pipeline Diagram

1. Finds saturated pixels
+ Defines a useful range of the ramp for each pixel
2. Corrects common modes noise thanks to reference pixels
3. Constructs a differential ramp : subtraction of 2 consecutiv frames
4. Flags cosmic rays impact and corrects the signal of impacted pixels
5. Estimates signal and error for each pixel

Results and Conclusions

This software will be implemented on the telescope.

Preprocessing pipeline:
+ Fast : ~ 1/2 the acquisition time to process a ramp.
+ Suitable for the astronomy pipeline : fluxes computed on sky images are in line with 2MASS catalog.
+ Adapted to correct each pixel & its non linearity

Computes a parameter γ of non linearity by linearly fitting differential ramps (calibrated ramps)

$$d_k = a_0 + a_1 \times k$$

Offset of the fit (flux)
Slope of the fit

$$\gamma = \frac{a_1}{a_0}$$

Note: Different fitting functions have been compared thanks to QSP tests. The linear fit contains the relevant information from the differential ramps.

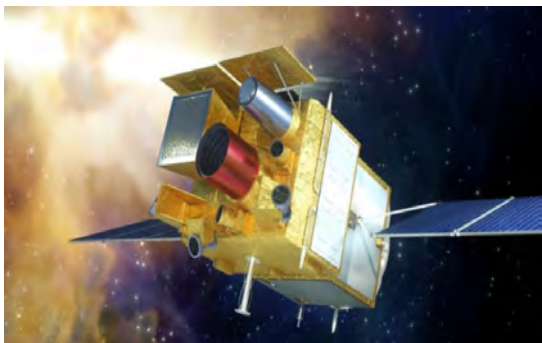
5. Estimates signal and error for each pixel
Computes a_k solving:

$$d_k = a_0 + a_0^2 \times \gamma \times k$$

- a_0 : Signal estimator : proportional to the flux
- γ : Parameter of non linearity
- k : Frame number of the ramps
- d_k : Differential ramp value at frame k

+ Corrects a_0 from flux non linearity thanks to a calibrated relation between incident flux and a_0 (CPM)

Contexte



Vue d'artiste de SVOM

SVOM : Space based multi-band astronomical Variable Object Monitor

Segment spatial : Satellite qui vise à étudier les phénomènes à très haute énergie comme les **sursauts gamma** : « flashes » lumineux courts et intenses (notamment particules γ) provenant par exemple de l'implosion d'une étoile massive.

Segment Sol : GFT : télescope robotique de suivi : **Colibri**, au Mexique

CAGIRE : CApturing Gamma ray burst Infra-Red Emission

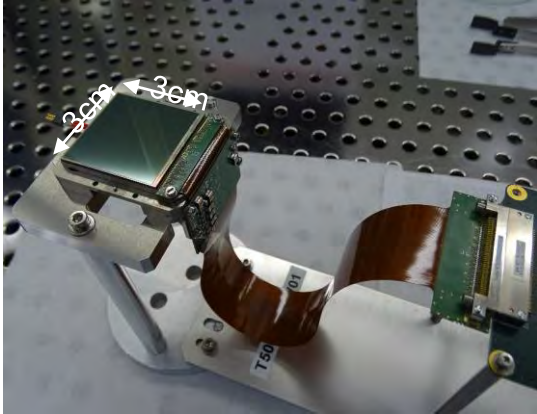
Etudier la contrepartie infrarouge de l'**afterglow** des sursauts gamma
afterglow = seconde partie moins intense du sursaut (X, visible, radio).

Longueurs d'ondes décalées vers le rouge du fait de l'expansion de l'univers : **redshift**.



COLIBRI à l'Observatoire de Haute Provence

Sujet et objectifs



ALFA (Astronomical Large Format Array)

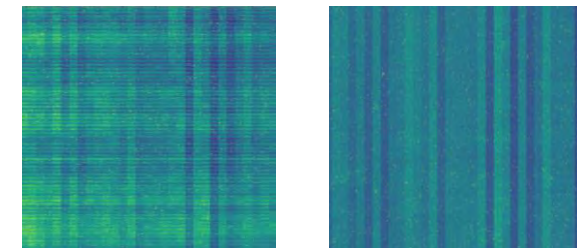
Développé par Lynred et le CEA-LETI.
2048 × 2048 pixels de 15μm de large

Objectifs de la thèse :

Caractériser la caméra CAGIRE dans sa totalité (détecteur + chaîne de lecture)
Développer une pipeline de traitement des images acquises par la caméra

Pourquoi traiter les images ?

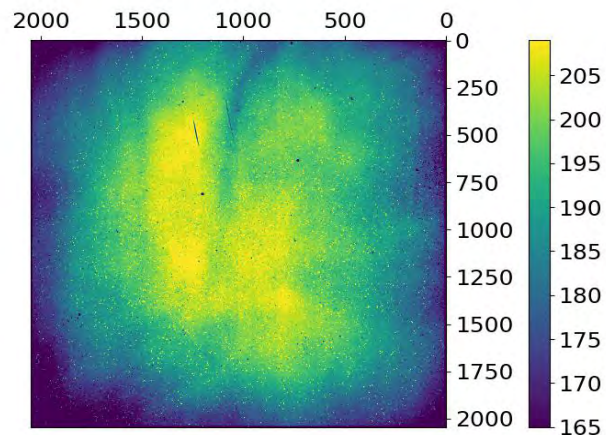
- Signal légèrement non linéaire
- Bruit lié à l'électronique de lecture
- Effets liés à l'environnement comme l'impact des rayons cosmiques.



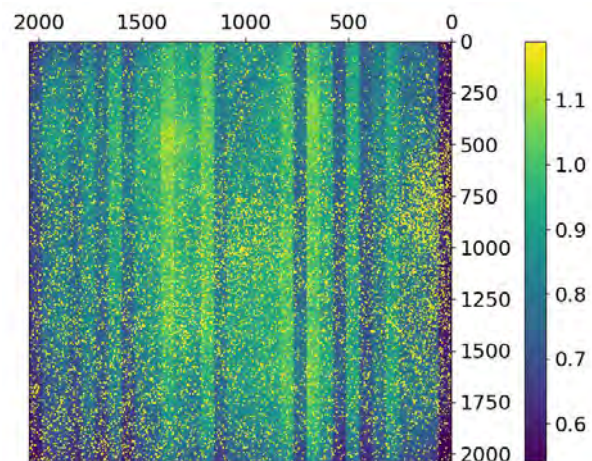
Bruit avant et après correction

Premiers résultats

Pipeline de traitement des images



Carte de calibration du signal et erreur associée



Développée grâce à des analyses de données de caractérisation acquises sur le détecteur (au CEA – IRFU).

Testée sur des images du ciel acquises par un imageur semblable à CAGIRE au Mexique, elle fournit des résultats adaptés au traitement des images astrophysiques.

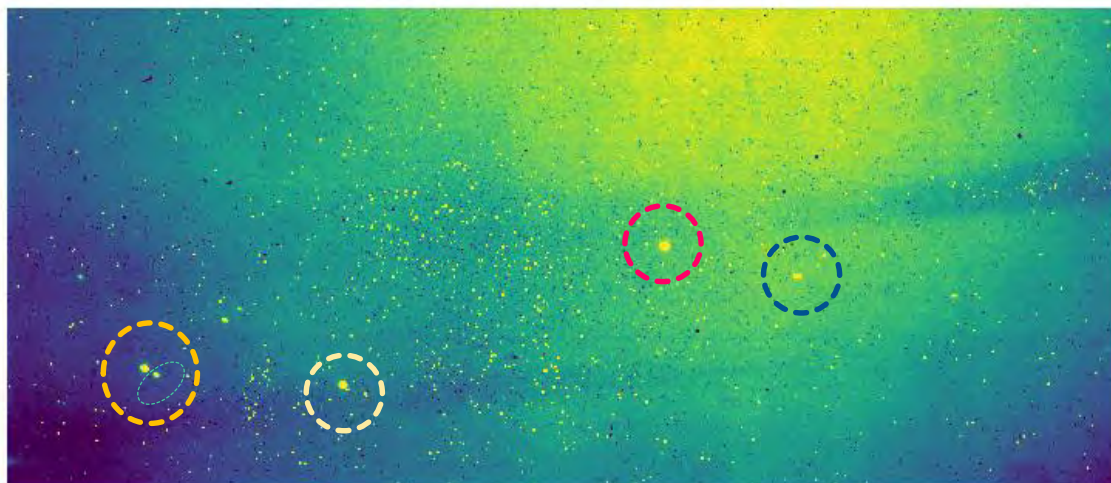


Image du signal calculé par la pipeline à partir de rampes sur le ciel.

Elle répond aux critères de rapidité et de robustesse demandés