

Les sursauts gamma (GRBs)

Ce sont les événements les plus lumineux de l'Univers, émettant principalement dans le domaine gamma. Ils se distribuent en deux populations :



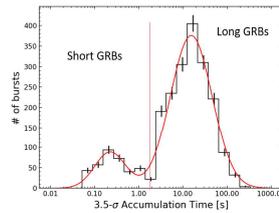
Sursauts courts
Fusion d'objets compacts



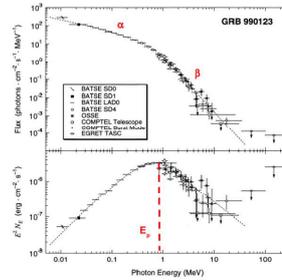
Sursauts longs
Effondrement d'étoile massive

Du fait de leur distance ils pourraient être utilisés en cosmologie comme chandelles standards en comprenant mieux la physique de leurs jets ultra-relativistes.

De nombreux télescopes spatiaux fournissent des données spectroscopiques (Fermi, Swift, SVOM). Pour compléter ces informations une autre approche peu développée est d'étudier la polarisation de l'émission en gamma.



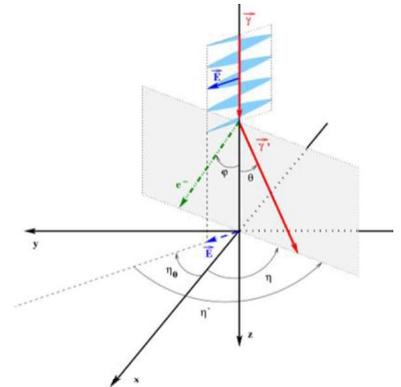
Durées d'émission des GRBs [5]



Spectre de GRB990123 [4]

La polarimétrie gamma repose sur la diffusion Compton.

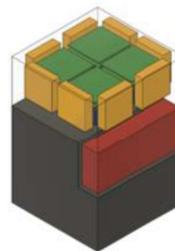
La détermination de l'angle azimutal de diffusion η grâce aux énergies déposées et aux positions d'interaction des photons sert alors à estimer la fraction et l'angle de polarisation.



Mission COMCUBE-S pour la mesure de la polarisation des sursauts gamma

Sélectionnée par l'ESA pour une phase d'étude de faisabilité (Phase A), cette collaboration européenne (IJCLab (Orsay), UCD (Dublin), Clyde Space (Glasgow) + CEA (Saclay)) propose d'utiliser une constellation de CubeSat « Compton ».

La configuration optimale retenue : 27 CubeSats également espacés en orbite basse équatoriale à 500 km d'altitude. Ses performances ont été obtenues par simulation de la détection de sursauts par les satellites.



Polarimètre composé de 3 types de détecteurs :

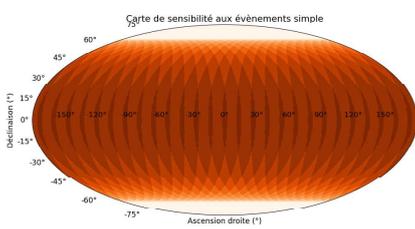
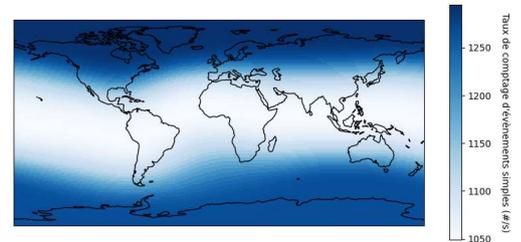
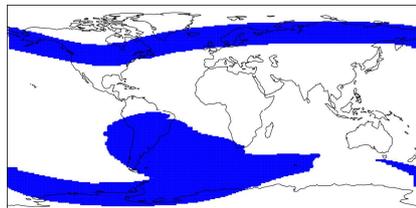
- 2 détecteurs silicium double face à pistes (D1 en vert)
- Scintillateurs au GAGG (D2A en bleu)
- Scintillateurs au CeBr₃ (D2B en jaune)



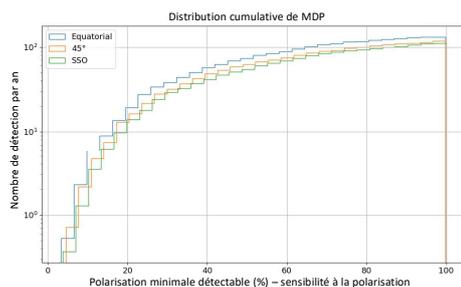
Simulation des performances

L'estimation des performances de polarimétrie s'obtient par l'outil de simulation MEGALib basée sur GEANT4. Les sursauts sont simulés à une position dans le ciel et un moment aléatoires, en prenant en compte le bruit de fond et les zones de non-observation dues aux ceintures de radiation de Van Allen.

Les paramètres nécessaires aux simulations (spectres, courbes de lumière) sont tirés d'observations réelles (catalogue GBM) [5] ou estimés par des distributions ajustées sur les observations [1-3] et [6]. Un modèle de masse du satellite est ensuite nécessaire pour simuler la détection.



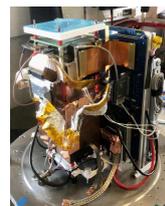
Surface efficace moyenne de 1500 cm². Taux de détection de 520 GRBs/an, plus que toute autre mission existante ou prévue.



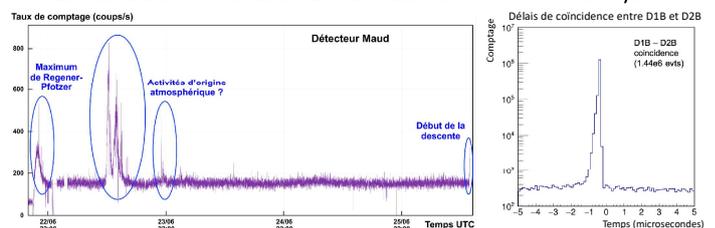
35 sursauts de faible fraction de polarisation (MDP ≤ 30%) détectables par an.

Test du prototype

Un prototype est développé au sein de la collaboration et a été testé en juin 2024 lors d'un vol ballon stratosphérique transatlantique organisé par le CNES.



Le test a été un succès et les données sont en cours d'analyse.



Références

- [1] Ghirlanda et al. 2016, A&A, vol 594
- [2] Lan et al. 2019, MNRAS, vol 488, Issue 4
- [3] Lien et al. 2014, ApJ, vol 783, Issue 1
- [4] Piron, C. R. Physique, 2015, vol 17, Issue 6
- [5] Poolakkil et al., 2021, ApJ, vol 913, Issue 1
- [6] Yonetoku et al. 2010, PASJ, vol 62, Issue 6