

Quelles perspectives pour l'observation de sursauts gamma avec CTA ?

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil

Candidature avant le 01/06/2017

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [STOLARCZYK Thierry](#)

+33 1 69 08 78 12

thierry.stolarczyk@cea.fr

Autre lien <http://portal.cta-observatory.org>

Résumé

Le but du stage est d'évaluer les capacités de CTA à observer des sursauts gamma, les phénomènes les plus violents de l'Univers. Le travail consiste à extrapoler à très haute énergie les données acquises par le satellite Fermi, à tenir compte de l'absorption des rayons gamma lors de leur trajet, à simuler la réponse des réseaux de télescopes de CTA et à en déduire le taux d'événements observables.

Sujet détaillé

Les sursauts gamma (GRB pour Gamma Ray Burst) comptent parmi les phénomènes les plus mystérieux de l'astronomie : ils peuvent émettre en quelques dizaines de secondes autant d'énergie qu'une étoile pendant toute sa durée de vie et devenir alors plus brillants que la totalité du reste du ciel. L'explosion initiale est suivie d'une émission s'étendant sur des semaines ou des mois et dont l'intensité et l'énergie décroissent au fil du temps. Découverts accidentellement en 1967, ils sont maintenant détectés à des distances cosmologiques à raison d'un par jour sur l'ensemble de la voûte céleste. Ils ont été observés dans le domaine visible, en radio, en rayons X et en rayons gamma.

Des modèles théoriques expliquent les sursauts par l'effondrement en trou noir d'une étoile très massive ou par la coalescence de deux étoiles à neutrons. Dans ces processus l'énergie est émise essentiellement sous la forme d'un jet dirigé vers l'observateur, fournissant ainsi une explication aux luminosités extrêmes observées. Pour contraindre les modèles il est important d'étudier les sursauts à toutes les longueurs d'onde dès leur apparition.

L'observatoire CTA (Cherenkov Telescope Array) observera la totalité du ciel entre 50 GeV et plus de 100 TeV grâce à une centaine de télescopes répartis sur deux réseaux dans les hémisphères nord et sud, permettant d'obtenir une sensibilité et une résolution temporelle bien supérieures aux instruments existants dans ce domaine d'énergie. Les premières lueurs Tcherenkov résultant de l'interaction des rayons gamma dans l'atmosphère sont attendues dès 2018. Certains télescopes des réseaux seront capables de s'orienter vers une source en quelques dizaines de secondes après réception d'une alerte, ce qui permettra de rechercher des contreparties à très haute énergie aux signaux reçus par d'autres observatoires à grands champs.

Le but du stage est d'évaluer les capacités de CTA à observer des sursauts gamma compte-tenu des observations et des modèles existants. L'étude s'appuiera en particulier sur les observations réalisées par le détecteur LAT du satellite Fermi (30 MeV-300 GeV) qui répertorie une dizaine de sursauts par an. Le travail consistera à extrapoler les courbes de lumière du satellite Fermi aux énergies de CTA, en tenant compte des modèles, de l'absorption des photons lors de leur trajet, puis de déterminer la réponse de CTA à ces signaux en utilisant les outils de simulation existants.

Le stage se déroulera au sein du groupe CTA du service d'astrophysique de l'Irfu (CEA Saclay, Orme des merisiers). Il est susceptible d'être suivi d'une thèse sur l'analyse des premières données de CTA.

Mots clés

Astrophysique, astroparticules

Compétences

phénoménologie, analyse de données, outils de simulation, génie logiciel

Logiciels

C, C++, Python, Linux.

Perspectives for GRB observations in CTA

Summary

The goal of the internship is to investigate the capabilities of CTA to observe Gamma Ray Bursts (GRB), the most violent phenomena in the Universe. The work plan consists in extrapolating to very high energies the data collected by the Fermi Satellite, in accounting for the gamma ray absorption in their intergalactic travel. The CTA telescope array response will be simulated in order to deduce the observable event rate.

Full description

Gamma ray bursts (GRB) are among the most mysterious astronomical events: they can emit as much energy as a star in its entire lifetime in a few tens of second and thus become brighter than the whole observable sky. The initial explosion is followed by an emission lasting for weeks or months with an intensity and energy decreasing with time. Accidentally discovered on 1967, they are now detected at cosmological distances at a rate of one per day on the whole celestial sphere. They have been observed in the visible domain, in radio, with X-rays and with gamma-rays.

Theoretical models explain the GRB as the collapse of a very massive star or as the coalescence of two neutron stars into a black hole. In these processes the energy is essentially emitted as a jet toward the observer, thus explaining the extreme observed luminosities. Constraining these models requires observing the GRB at all wavelengths as soon as they appear.

The CTA observatory (Cherenkov Telescope Array) will observe the whole sky with energies ranging from 50 GeV to 100 TeV thanks to a hundred of telescopes installed on two sites in the northern and southern sites respectively, reaching an unprecedented sensitivity and time resolution in this energy domain. The first Cherenkov glows from the interaction of gamma-rays in the atmosphere are expected in 2018. Some telescopes will have the ability to point toward a source after a few tens of seconds following an alert, thus allowing the search for very high energy counterparts to the signals received by wide field observatories.

The goal of the internship is to investigate the capacities of CTA to observe GRB on the basis of the existing models. The study will use the data from the LAT detector on the Fermi satellite (30 MeV-300 GeV) that collects around one GRB per month. The work will consist in extrapolating the Fermi light curves to the higher CTA energies, taking into account the theoretical models and the gamma-ray absorption during their travel to the Earth. The CTA response will then be obtained from running existing simulation tools.

The internship will be hosted by the CTA group of the Irfu astrophysics division (CEA Saclay, Orme des merisiers). It can be potentially followed by a PhD.

Keywords

Astrophysics, astroparticle

Skills

Phenomenology, data analysis, simulation, software development

Softwares

C, C++, Python, Linux.