

18/10/2017 at 15h00

Amphi Carnot

Studying the variable emission of astrophysical objects in 100 MeV to TeV gamma rays: the B2 1215+30 blazar with the Fermi-LAT and the Crab Nebula with H.E.S.S.

Abstract

The non-thermal processes taking place in the Universe are studied indirectly through the detection of γ s using space and ground detectors. The current state-of-the-art experiments are the *Fermi* Large Area Telescope (LAT) in space and the ground-based *H.E.S.S.*, VERITAS and MAGIC experiments. The monitoring of the very-high-energy sources indicates the diverse physics taking place in astrophysical environments. In order to study the most energetic form of radiation and the most violent phenomena taking place in the Universe, individual source analysis are important. BL Lac objects, a type of active galaxies, are the most abundant source class detected both in the GeV and TeV energies. Pulsar Wind Nebulae are the most numerous identified source classes in the galactic plane. Both these source classes are found to have variable γ emission.

In this thesis the gamma ray variability from the BL Lac object B2 1215+30 using data from the Fermi-LAT is presented. A bright flare, with 16 times the average quiescent flux was detected in February 2014. In collaboration with the VERITAS experiment, the gamma-ray variability was investigated over five decades in energy. This work resulted in the detection of a luminous flare, seen simultaneously in GeV and TeV energies by both instruments. These results were used to set constraints on the size of the emission region and on the Doppler factor. Additionally the long-term variability was studied using almost nine years of Fermi-LAT data. The later resulted in the detection of new flux enhancements which are used to characterize the long-term variability from 100 MeV up to 500 GeV.

A part of the work was dedicated to study the flux variability of the Crab Nebula at TeV energies using more than a decade of H.E.S.S. observations. The Crab Nebula, a Pulsar Wind Nebula located in the galactic plane, the best studied object in the sky is an ever surprising source. The Crab Nebula spectrum is measured from this work goes from 280 GeV up to 62 TeV. Making this the first measurement that extends to such very-high-energies. Considered as a standard candle for ground-based gamma-ray astronomy is also used for calibration and instrument studies. The detection of GeV flares from the Fermi-LAT satellite were unexpected and motivated the search of flux variations at TeV energies with the H.E.S.S. experiment. The position of the Crab Nebula in the northern hemisphere and the location of H.E.S.S. in Namibia make this investigation challenging due to the large systematic uncertainties introduced by non-optimal observation conditions. The work on the Crab Nebula shows that the systematic uncertainties can be reduced by taking into account the atmospheric transparency. No flux variations were found at energies above 1 TeV from the H.E.S.S. I data. A flare reported by the Fermi-

LAT in September 2016 in the GeV range was investigated using the H.E.S.S. II data. The results did not show any evidence of any simultaneous variability seen by both experiments. However, flux variations from the Crab Nebula at TeV energies are not excluded.

Résumé

Les processus non thermiques se produisant dans l'Univers sont étudiés indirectement par la détection des rayons gamma au sol et dans l'espace à l'aide de satellites. Les expériences actuelles sont le satellite Fermi-LAT et les expériences au sol tel que H.E.S.S., VERITAS et MAGIC. La surveillance des sources d'énergie très élevées indique une physique diversifiée. Afin d'étudier la forme la plus énergétique de radiation et les phénomènes les plus violents qui se déroulent dans l'Univers, l'analyse des sources individuelles est importante. BL Lac, un type de galaxie active, est la classe la plus abondante détectée dans les énergies du GeV au TeV. Les nébuleuses de vent de Pulsar sont la classe la plus nombreuse identifiée dans le plan galactique. Ces deux classes de sources ont des émissions variables de rayons gamma en fonction du temps.

Dans cette thèse, la variabilité de l'objet BL Lac B2 1215 + 30 est étudiée avec les données du satellite Fermi-LAT. Une grande variation de flux détectée par Fermi-LAT en février 2014 est apparue être simultanée avec un flare très lumineux observé au TeV par l'expérience VERITAS. En collaboration avec la collaboration VERITAS, la variabilité du flux de rayons gamma a été utilisée pour établir des contraintes sur la taille de la région d'émission et sur le facteur Doppler. La variabilité à long terme, en utilisant près de neuf ans de données du Fermi-LAT de 100 MeV jusqu'à 500 GeV, a permis de détecter plusieurs flares.

Ensuite, la variabilité du flux de la nébuleuse de crabe au TeV est étudiée avec une décennie d'observations à l'aide de l'expérience H.E.S.S. La nébuleuse du crabe, une nébuleuse de vent de Pulsar située dans le plan galactique, est l'un des objets les plus étudiés. Le spectre de la nébuleuse du crabe est mesuré de 280 GeV jusqu'à 62 TeV. Ceci est la première mesure qui s'étend à ces très hautes énergies. Considérée comme une "chandelle standard" dans l'astronomie gamma, la nébuleuse du crabe est une source largement utilisée pour l'étalonnage et l'études d'instruments. L'observation de variations du flux au GeV par le satellite Fermi-LAT a par conséquent été une découverte inattendue. Ces variations de flux au GeV ont motivé la recherche de variations de flux au TeV en utilisant les données de l'expérience H.E.S.S. La position de la nébuleuse de crabe dans l'hémisphère nord et la localisation de H.E.S.S. en Namibie rendent cette enquête complexe en raison des importantes systématiques introduites par des conditions d'observation non optimales.

Le travail sur la nébuleuse du crabe montre que la prise en compte de la transparence atmosphérique pour l'étude de l'évolution du flux avec le temps résulte en une réduction des effets systématiques. Aucune variation de flux n'a été observée à des énergies supérieures à 1 TeV par les données de

H.E.S.S. Les variations de flux au delà du TeV ne sont pas exclus. Ces variations de flux peuvent ne pas être observé car le flux peut varier pour une échelle de temps plus courte que les effets systématiques. Une autre variation de flux au GeV signalée par le Fermi-LAT en septembre 2016 par télégramme astronomique, a été étudiée avec H.E.S.S. II. Les résultats n'ont montré aucune preuve de variabilité simultanée observée par les deux expériences.