

Recherche d'émissions diffuses au Centre Galactique avec H.E.S.S.

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+4/5

Formation Ingenieur/Master

Unité d'accueil

Candidature avant le 30/06/2018

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact [MOULIN Emmanuel](#)
+33 1 69 08 29 60
emmanuel.moulin@cea.fr

Résumé

La région centrale de la Voie Lactée est le lieu de phénomènes astrophysiques parmi les plus violents à l'oeuvre dans l'univers. H.E.S.S. conduit un programme scientifique prioritaire dans la région du Centre Galactique pour étudier l'accélération de rayons cosmiques dans le voisinage du trou noir supermassif le plus proche, et pour rechercher l'annihilation de particules de matière noire dans l'une des régions les plus prometteuses du ciel.

Sujet détaillé

Le réseau H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System) composé de télescopes Tcherenkov au sol est situé en Namibie et détecte des rayons gamma dans la plage en énergie de quelques dizaines de GeV à plusieurs dizaines de TeV pour étudier les phénomènes parmi les plus violents l'oeuvre dans l'univers. L'instrument H.E.S.S. est composé de quatre télescopes de 12 m de diamètre et d'un de 28 m de diamètre au centre du réseau. La sensibilité en flux est de quelques millièmes du flux de la source stable la plus brillante en rayons gamma, et des observations en champ profond de régions du ciel clés comme le centre de notre galaxie sont menées comme programmes d'observation prioritaires. L'observatoire H.E.S.S. est piloté par une collaboration internationale de 250 scientifiques environ de plus de 40 instituts dans 12 pays.

Les observations effectuées par H.E.S.S. de la région centrale de la Voie Lactée ont dévoilé une grande variété d'émetteurs gamma. Parmi eux se trouvent le trou noir super massif le plus proche, Sagittarius A*, des nuages moléculaires, des vestiges de supernova ainsi que des éjections de matière provenant du centre de la galaxie. Les observations H.E.S.S. en champ profond sont un outil précieux pour étudier l'accélération et la propagation de rayons cosmiques dans la région du centre Galactique. Cette région est également une cible parmi les plus prometteuses pour la recherche de particules de matière noire. Dans cet environnement dense, les particules de matière noire peuvent s'annihiler aujourd'hui en particules du Modèle Standard avec une possible émission de rayons gamma dans l'état final. Le jeu de données observationnelles obtenu jusqu'à présent avec les quatre télescopes de 12m de diamètre dans la région du Centre Galactique ont permis aux scientifiques de détecter le premier Pevatron Galactique, un accélérateur de particules jusqu'à des énergies de 10^{15} eV, et de mettre les contraintes les plus fortes à ce jour sur l'auto annihilation de particules de matière noire dans la plage en masse du TeV.

L'objectif du stage est d'analyser les données des observations de la région centrale de notre galaxie avec les 5 télescopes de H.E.S.S. Dans un premier temps, nous développerons une méthode d'analyse novatrice pour la recherche d'émissions diffuses comme celles obtenues pour l'éjection de matière au Centre Galactique. Dans une deuxième partie, nous bâtirons une modélisation des caractéristiques attendues d'un tel signal aux énergies du TeV à l'aide des observations à plus basses énergies. Dans un troisième temps, nous appliquerons la méthode sur le lot actuel de données observationnelles qui représente plus de deux fois la statistique en rayons gamma analysée jusqu'à présent.

Mots clés

Physique des astroparticules, Centre Galactique, Matière Noire

Compétences

méthode statistique d'analyse de données, analyse d'un volume massif de données, développement de programmes de calculs

Logiciels

C++/ROOT

Search for diffuse emissions in the Galactic Center region with H.E.S.S.

Summary

The central region of the Milky Way harbors among the most violent astrophysical phenomena in the universe. H.E.S.S. is conducting key-science observation program in the Galactic Centre region to study cosmic-ray acceleration in the neighborhood of the closest supermassive black hole, and to search for dark matter particle annihilation in one of the most promising region of the sky.

Full description

The H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System) array of ground-based Cherenkov telescopes located in Namibia is detecting gamma-rays in the energy range from tens of GeV up to several tens of TeV in order to study the most violent phenomena in the universe. The instrument H.E.S.S. is composed of four 12m-diameter telescopes and one 28m-diameter telescope at the center of the array. The gamma-ray flux sensitivity achieved by H.E.S.S. is a few thousandth of the brightest steady gamma-ray source and deep-field observations of selected key regions of the sky such as the inner Galaxy survey are being conducted as key-science observation programs. The H.E.S.S. observatory is operated by an international collaboration of about 250 scientists from more than 40 scientific institutions in 12 countries.

The H.E.S.S. observations of the inner region of the Milky Way revealed a diversity of gamma-ray emitters including the closest supermassive black hole, Sagittarius A*, molecular clouds, supernova remnants and the base of Galactic outflows. The deep-field observations with H.E.S.S. are a crucial tool to study particle acceleration and propagation of cosmic rays in the Galactic Centre region. The Galactic Center region is the among the most promising targets to search for dark matter. In such a dense environment, dark matter particle may annihilate today into Standard Model particles including a possible emission of gamma rays in the final state. The rich observational dataset accumulated the observations with the four 12m-diameter telescopes of the Galactic Center region led the H.E.S.S. scientists to detect the first Galactic Pevatron, a particle accelerator reaching energies of 10¹⁵ eV, and to place the strongest constraints to date on the self-annihilation of dark matter particles in the TeV mass range.

The goal of the internship is to analyze the observations from the inner Galaxy survey with the full H.E.S.S. instrument. In a first step, we will develop a novel data analysis method to search for diffuse emissions such as Galactic Center outflows. In a second step, we will build a model of the spectral and spatial features of such outflow at TeV energies from lower-energy observations. In a third step, we apply the method to the present observational dataset which amounts to more than doubled photon statistics compared to previously analyzed dataset.

Keywords

Astroparticle physics, Galactic Center, Dark Matter

Skills

statistical method for data analysis, analysis of large data sample, computation software development

Softwares

C++/ROOT