

Etude de l'émission diffuse dans la région du Centre Galactique avec H.E.S.S.

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DPhP](#)

Candidature avant le 30/06/2022

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

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 clé dans la région du Centre Galactique pour étudier l'accélération et la propagation de rayons cosmiques et pour rechercher l'annihilation de particules de matière noire dans l'une des régions les plus prometteuses du ciel.

Sujet détaillé

L'observatoire H.E.S.S. (High Energy Stereoscopic System) situé en Namibie est composé de quatre télescopes imageurs à effet Tcherenkov atmosphérique de 12 m de diamètre et d'un de 28 m de diamètre au centre du réseau. Le réseau H.E.S.S. est conçu pour détecter des rayons gamma dans la plage en énergie de quelques dizaines de GeV à plusieurs dizaines de TeV dans le but d'étudier les phénomènes parmi les plus violents à l'oeuvre dans l'Univers. La sensibilité en flux atteinte par H.E.S.S. est de quelques millièmes du flux de la source stable la plus brillante. Des observations en champ profond de régions sélectionnées du ciel comme le balayage de la région du centre de la Voie Lactée, i.e., « the Inner Galaxy Survey (IGS) » sont à l'oeuvre en tant que programmes scientifiques clés. L'observatoire H.E.S.S. est piloté par une collaboration internationale d'environ 230 scientifiques de 39 instituts répartis dans 13 pays.

Les observations H.E.S.S. de la région centrale de la Voie Lactée ont révélé une grande variété d'émetteur gamma comme le trou noir supermassive Sagittarius A*, des nuages moléculaires, des vestiges de supernova ainsi que de possible éjecta de matière. Les observations en champ profond menées par H.E.S.S. sont cruciales pour étudier l'accélération et la propagation des rayons cosmiques dans la région du Centre Galactique. En outre, la région centrale de la Voie Lactée est également la région la plus prometteuse du ciel pour détecter un signal d'annihilation de particules de matière noire. Dans cet environnement dense, les particules de matière noire pourraient s'annihiler aujourd'hui en particules du Modèle Standard et produire des rayons gamma dans l'état final. Le jeu de données massif accumulé avec les observations de H.E.S.S. dans la région du Centre Galactique avec les quatre télescopes de 12 m ont permis aux scientifiques de H.E.S.S. de détecter le premier Pevatron Galactique, un accélérateur de rayons cosmiques jusqu'à des énergies de l'ordre du PeV, et de poser les contraintes les plus fortes à ce jour sur

l'annihilation de particules de matière noire dans la plage en masse du TeV.

L'objectif du stage est d'analyser les observations IGS prises avec H.E.S.S. Dans un premier temps, une nouvelle méthode d'analyse sera développée pour rechercher de nouvelles émissions diffuses dans la région du centre Galactique à l'aide d'une technique d'analyse utilisant des partons pour le signal recherché. Ensuite, un modèle utilisant les caractéristiques spectrale et spatiale au TeV pour les éjecta de matière et l'annihilation de matière noire sera construit. Dans une troisième étape, cette méthode sera appliquée aux données IGS pour évaluer le potentiel de séparation entre un signal de matière noire et des émissions astrophysiques conventionnelles.

Mots clés

Astroparticules

Compétences

Méthode statistique, test de vraisemblance

Logiciels

C++, python

Study to the diffuse emission 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 and propagation 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) observatory located in Namibia is composed of four 12m-diameter imaging atmospheric Cherenkov telescopes and one of 28m-diameter at the center of the array. The H.E.S.S. array is designed to detect gamma rays in the energy range from a few ten GeV up to several ten TeVs in order to study the most violent phenomena in the universe. The gamma-ray flux sensitivity achieved by H.E.S.S. is a few thousandth of the flux of the brightest steady gamma-ray source and deep-field observations of selected key regions of the sky such as the inner Galaxy survey (IGS) are being conducted as key-science observation programs. The H.E.S.S. observatory is operated by an international collaboration of about 230 scientists from 39 scientific institutions in 13 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 carried out by H.E.S.S. are a crucial tool to study acceleration and propagation of cosmic rays in the Galactic Centre region. In addition, this region is the most promising target to search for dark matter signals. 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 by the H.E.S.S. observations of the Galactic Center region with the four 12m-diameter telescopes led the H.E.S.S. scientists to detect the first Galactic Pevatron, a cosmic ray accelerator reaching energies of 10^{15} eV, and to set 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 taken with the full H.E.S.S. instrument. In a first step, we will develop a novel data analysis method to search new diffuse emissions in the Galactic Centre region based multi-template analysis techniques. In a second step, we will build a model of the spectral and spatial features of outflows and dark matter signals at TeV energies. In a third step, we will apply the method to the full H.E.S.S. observational dataset in the Galactic Centre region to assess the potential to separate dark matter signals and conventional astrophysical emissions.

Keywords

Astroparticle Physics

Skills

Statistical analysis, likelihood test

Softwares

C++, python