



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

**Spécialité** Astrophysique

**Niveau d'étude** Bac+4

**Formation** Ingenieur/Master

**Unité d'accueil** [DPhP](#)

**Candidature avant le** 30/06/2019

**Durée** 4 mois

**Poursuite possible en thèse** non

**Contact** [MOULIN Emmanuel](#)

+33 1 69 08 29 60

[emmanuel.moulin@cea.fr](mailto:emmanuel.moulin@cea.fr)

**Autre lien** <https://www.mpi-hd.mpg.de/hfm/HESS/>

### Résumé

La région centrale de la Voie Lactée est le site de phénomènes parmi les plus violents dans l'univers qui peuvent être étudiés par les réseaux de télescopes Cherenkov au sol. La collaboration H.E.S.S. mène une campagne d'observation dans la région du Centre Galactique en tant que programme scientifique prioritaire pour étudier l'accélération de rayons cosmiques dans le voisinage du trou noir super massif le plus proche, et pour rechercher des signaux d'annihilations 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 Cherenkov 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 les plus violents à l'œuvre dans l'Univers. La sensibilité en flux gamma atteinte par H.E.S.S. correspond à quelques millièmes du flux de la source gamma stable la plus brillante. Des observations massives de régions clés du ciel comme le balayage de la région centrale de la Galaxie (IGS) sont menées en tant que programmes d'observations scientifiques prioritaires. L'observatoire H.E.S.S. est piloté par une collaboration internationale d'environ 230 scientifiques de 39 instituts scientifiques dans 13 pays.

Les observations de H.E.S.S dans la région centrale de la Voie Lactée ont révélé une grande variété d'émetteurs en rayons gamma comme le trou super massif le plus proche Sagittarius A\*, des nuages moléculaires, des vestiges du supernovæ et la base d'éjecta Galactiques. Les observations massives menées par H.E.S.S. sont un outil unique pour étudier l'accélération et la propagation de rayons cosmiques dans la région du Centre Galactique. Par ailleurs, cette région est la cible la plus prometteuse du ciel pour rechercher des signaux de matière noire. Dans cet environnement dense, des particules de matière pourraient s'annihiler encore aujourd'hui en particules du Modèle Standard avec une émission possible de rayons gamma dans l'état final. Le volume du jeu de données acquis avec les observations de la

---

région du Centre Galactique menées avec les quatre télescopes de 12 m de diamètre ont permis aux scientifiques de H.E.S.S. de découvrir le premier Pevatron Galactique – un accélérateur de particules jusqu'à des énergies de 1015 eV, et de poser les contraintes les plus fortes à ce jour sur la section efficace d'annihilation de particules de matière noire dans la plage en masse du TeV.

L'objectif du stage est d'analyser les données du programme d'observations IGS prise avec l'ensemble du réseau H.E.S.S. Dans un premier temps, nous développerons une méthode d'analyse de données novatrice pour rechercher de nouvelles émissions diffuses au TeV en lien avec les éjecta du Centre Galactique. La deuxième étape consistera à développer un modèle des caractéristiques spectrales et spatiales de ces émissions au TeV à partir des observations à plus basse énergie. Dans la troisième étape, nous appliquerons la méthode développée à l'ensemble du jeu de données H.E.S.S. au Centre Galactique représentant plus deux fois le volume de données précédemment analysé.

### **Mots clés**

Physique des astroparticules, Centre Galactique, Matière Noire

### **Compétences**

Expérience H.E.S.S., méthode statistique d'analyse de données, analyse d'un volume massif de données, développement de programmes de calculs

### **Logiciels**

C/C++, ROOT

---

## Search for diffuse emissions in the Galactic Centre with H.E.S.S.

### Summary

The central region of the Milky Way harbors among the most violent astrophysical phenomena in the universe that can be probed with ground-based Cherenkov telescopes. The H.E.S.S. collaboration is conducting a long-term key-science observation program to survey the Galactic Centre region in order to study cosmic-ray acceleration in the neighborhood of the closest supermassive black hole, and to search for dark matter particle annihilation signals in one of the most promising regions 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 tens of GeV up to several tens of TeV 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 particle accelerator reaching energies of 10<sup>15</sup> 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 such as Galactic Center outflows. In a second step, we will build a model of the spectral and spatial features of outflows at TeV energies from lower-energy observations. In a third step, we will apply the method to the full H.E.S.S. observational dataset in the Galactic Centre region which amounts to more than doubled photon statistics compared to the previously analyzed dataset.

### Keywords

Astroparticle physics, Galactic Center, Dark Matter

### Skills

H.E.S.S. experiment, statistical data analysis method, analysis of large data sample, development of computational program

### Softwares

C/C++, ROOT