IRFU : Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'univers

Saclay

DEDIP/DEPHYS

Simulations Monte Carlo de tomographie muonique à l'aide de détecteurs Micromegas pour les applications sociétales

Spécialité Instrumentation

Niveau d'étude Bac+4

Formation Master 2

Unité d'accueil DEDIP/DEPHYS

Candidature avant le 28/02/2019

Durée 5 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact ATTIE David
+33 1 69 08 11 14
david.attie@cea.fr

Autre lien
http://irfu.cea.fr/Phocea/Vie_des_labos/News/index.php?id_news=3388

Résumé

Les simulations Monte Carlo sont nécessaires pour estimer le potentiel de la tomographie muonique à répondre aux questions sociétales pour les applications industrielles. Le stage vise à développer et à simuler les muographies qui serait visibles par les instruments conçus par l'institut à partir de détecteur gazeux inventé au CEA

Sujet détaillé

• Contexte :
La tomographie muonique ou muographie est une technique d'imagerie pénétrante utilisant les muons, particules élémentaires issus de l'interaction des rayons cosmiques avec la haute atmosphère. Elle permet d'imager des objets de grande opacité (faible longueur de radiation) de manière non invasive et non destructive.
Ces particules interagissent avec la matière qu'elles traversent et peuvent être déviées ou absorbées. La reconstruction de leur trajectoire permet donc d'étudier et d'imager les milieux traversés. Depuis quelques années, grâce à l'évolution des technologies de détection, cette technique est en plein essor. Au CEA, la recherche et le développement des détecteurs gazeux pour la physique a permis aux détecteurs Micromegas (Micro Mesh Gaseous Structure), inventés à l'Irfu, de sortir pour la première fois des laboratoires dans le but de traquer les muons cosmiques dans divers endroits (le château d'eau de Saclay en 2015 et la pyramide de Khéops depuis 2016).
Suite aux résultats obtenus grâce aux télescopes conçus, construits et opérés par l'équipe de l'Irfu, l'intérêt pour cette technique ne cesse de croître chez les industriels, en particulier en France. Selon les applications, des études de simulation doivent être faite pour estimer l'aptitude de cette technique à répondre aux besoins exprimés.
• But :
L'objectif du stage est de mettre en place un outil de simulation Monte Carlo basé sur Geant4 (générateur de muon, propagation, modèle géométrique, détection et reconstruction) permettant d'obtenir une image représentative de celle

fournit ou attendue par les instruments développés (télescope, chambre à projection temporelle ou TPC) par l'équipe de l'Irfu pour la muographie. Les simulations pourront alors être comparées à des données existantes, ce qui est nécessaire pour l'analyse des données.
• Le candidat :
Le candidat est un étudiant en Master ou en école d'ingénieur en physique, astrophysique ou traitement du signal.

Mots clés

Tomographie muonique, détecteur gazeux, détecteur Micromegas, TPC, chambre à projection temporelle, simulation Monte Carlo, Gean

Compétences

Simulation Monte Carlo, analyse de données

Logiciels

C/C++, Geant4, ROOT, Garfield/Garfield++, Magboltz

Monte Carlo simulations of muon tomography using Micromegas detectors for societal applications

Summary

Monte Carlo simulations are essential to estimate the potential of muon tomography to answer social questions in industrial applications. This project expects devoloping the required simulation tools to simulate muographies, which would be visible by the instruments designed using gaseous detectors invented at CEA.

Full description

• Context :
Muon tomography or muography is a penetrating imaging technique using muons, elementary particles from the interaction of cosmic rays with the upper atmosphere. It makes possible to image high opacity (low radiation length) objects in a non-invasive and a non-destructive way.
These particles interact with the material they pass through and they can be scattered or they can be absorbed. The reconstruction of their trajectory allow to study and to image the crossed mediums. In recent years, thanks to the evolution of detection technologies, this technique has become more and more attractive. At the CEA, the research and development of gaseous detectors for physics allowed Micromegas (Micro Mesh Gaseous Structure) detectors, invented at Irfu, to go out laboratories for the first time in order to track cosmic muons in various locations (the water tower of Saclay in 2015 and the pyramid of Cheops since 2016).
Following the results obtained with telescopes designed, built and operated by the Irfu's team, this technique continues to increase the interest of manufacturers, particularly in France. Depending on the application, simulation studies are needed to estimate the ability of this technique to meet the expressed needs.
• Goal of the project:
The objective of this project is to implement a Monte Carlo simulation tool based on Geant4 (muon generator, propagation, geometric model, detection and reconstruction) to obtain an image allowing to obtain an image representative of the one given or expected by the instruments developed (telescope, temporal projection chamber or TPC) by the Irfu's team for muography. Simulations can then be compared to real data, which is essential to perform the data analysis.
• Candidate:
The candidate should be a Master student or a student in Engineering School in physics, astrophysics or signal processing.

Keywords

Muon tomography, gaseous detector, Micromegas detector, TPC, time projection chamber, Monte Carlo simulation, Geant4

Skills

Monte Carlo simulation, data analysis

Softwares

C/C++, Geant4, ROOT, Garfield/Garfield++, Magboltz