



## Développement d'un détecteur MicroMEGAS 2D léger pour la trajectographie des particules chargées au collisionneur électron-ion (EIC)

**Spécialité** Physique nucléaire

**Niveau d'étude** Bac+4/5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [DPhN/LSN](#)

**Candidature avant le** 30/04/2022

**Durée** 3 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [BOSSU Francesco](#)

+33 1 69 08 86 23

[francesco.bossu@cea.fr](mailto:francesco.bossu@cea.fr)

### Résumé

L'objectif principal du stage est la caractérisation des prototypes MicroMEGAS avec différentes conceptions de lecture 2D. Les résultats de ce stage permettront de décider le design final des détecteurs qui seront construits pour les expériences à l'EIC.

### Sujet détaillé

Les collisions profondément inélastiques d'électrons avec des protons constituent le moyen le plus propre d'étudier la structure interne des nucléons et des noyaux. L'installation de nouvelle génération qui nous permettra d'étudier les propriétés des constituants fondamentaux de la matière, c'est-à-dire les quarks et les gluons, est le collisionneur électron-ion (EIC). C'est un collisionneur à haute luminosité et à haute énergie qui sera construit au Brookhaven National Laboratory (BNL). À l'EIC, la grande précision requise dans la reconstruction des particules générées dans chaque collision e-p demande des exigences strictes sur les choix technologiques du détecteur. En particulier, la reconstruction des électrons et des photons, observables clés à l'EIC, impose de minimiser la quantité de matière que ces particules doivent traverser afin de réduire les diffusions multiples, les pertes d'énergie radiative et les effets de conversion.

Les MicroMEGAS (MM) sont des détecteurs gazeux légers à granularité élevée qui ont été développés et largement utilisés par le CEA-Saclay dans des expériences de physique nucléaire et de physique des particules dans le monde entier, comme COMPASS et ATLAS au CERN et CLAS12 au Jlab. Pour le détecteur EIC, un ensemble de couches cylindriques de tuiles MM a été proposé pour compléter le vertex tracker en silicium comme solution à bas coût pour couvrir de grandes surfaces. La technologie MM proposée est basée sur le Barrel MicroMEGAS Tracker de l'expérience CLAS12, mais avec la capacité de fournir une information bidimensionnelle de la position du passage de la particule chargée.

L'objectif principal de l'R&D en cours est l'optimisation du design du plan de lecture des détecteurs afin d'obtenir les meilleures résolutions possibles dans les deux dimensions, tout en minimisant le nombre de canaux de lecture et l'épaisseur des matériaux utilisés. Il est prévu que plusieurs solutions différentes soient construites dans de petits prototypes.

---

Le but du stage proposé est la caractérisation de la résolution spatiale des différents prototypes en utilisant des rayons cosmiques et des sources radioactives. Un télescope à muons sera utilisé pour reconstruire précisément la trajectoire des rayons cosmiques qui traverseront les prototypes testés. L'étudiant(e) sera en charge de la prise de données avec le télescope à muons et de l'analyse des données recueillies. La comparaison des performances des différents types de lecture sera utilisée pour proposer la meilleure solution de design des MM pour le détecteur EIC. L'analyse des données sera effectuée à l'aide du logiciel ROOT, l'outil standard pour les analyses de données en physique nucléaire et des particules, et de Python. La plupart des logiciels sont déjà disponibles et avec la supervision du personnel du DPhN (Département de physique nucléaire) et du DEDIP (Département\* ), l'étudiant(e) pourra se plonger rapidement dans le projet.

Ce projet de R&D est réalisé en collaboration avec une équipe du BNL. L'étudiant(e) pourra discuter de ses résultats dans des réunions internationales au sein de la collaboration EIC.

### **Mots clés**

Physique des particules, détecteurs, R&D

### **Compétences**

Cinématique relativiste, programmation, simulations Monte-Carlo

### **Logiciels**

Python, C++

---

# Development of a light 2D MicroMEGAS detector for charged particle tracking at the Electron Ion Collider (EIC)

## Summary

The main objective of the internship is the characterization of MicroMEGAS prototypes with different 2D readout designs. The results of the internship will drive the decision of the final design for the detectors that will be built for the EIC experiments.

## Full description

Deep inelastic collisions of electrons off protons are the cleanest way to investigate the inner structure of nucleons and nuclei. The next generation facility that will allow us to study the properties of the fundamental blocks of matter, i.e. the quarks and gluons, is the Electron Ion Collider (EIC), a high-luminosity high-energy collider set to be built at the Brookhaven National Laboratory (BNL). At the EIC, the high precision required in the reconstruction of the particles generated in each e-p collision directly imposes strict requirements on the detector technology choices. In particular, the reconstruction of electrons and photons, key observables at the EIC, imposes the minimization of the amount of material that these particles have to traverse in order to reduce multiple scattering, radiative energy loss and conversion effects.

MicroMEGAS (MM) are light-weight high-granularity gaseous detectors that have been developed and extensively used by CEA-Saclay in nuclear and particle physics experiments around the world, such as COMPASS and ATLAS at CERN and CLAS12 at Jlab. For the EIC detector, a set of cylindrical layers of MM tiles has been proposed to complement the silicon vertex tracker as a cost-effective solution for covering large surfaces. The proposed MM technology is based on the Barrel MicroMEGAS Tracker of the CLAS12 experiment, but with the ability to provide a two dimensional information of the position of the charged particle crossing.

The main focus of the ongoing R&D effort is, therefore, the optimization of the MM signal readout design to achieve the best possible resolutions on both dimensions, while minimizing the number of readout channels and the total material budget of each detector. It is planned that several different solutions will be implemented in small prototypes.

The proposed internship goal is the characterization of the spatial resolution of the various prototypes using cosmic rays and radioactive sources. A muon telescope will be used to precisely reconstruct the direction of cosmic rays that will cross the prototype under test. The student will be in charge of the data taking with the muon telescope and the analysis of the collected data. The comparison of the performance of the various types of readout will be used to refine the MM design for the EIC detector. The data analysis will be performed using the ROOT framework, the standard tool for nuclear and particle physics data analyses, and Python. Most of the software is already available and with the supervision of the DPhN (Department of Nuclear Physics) and DEDIP (Department of Electronics, Detector and Information technology) staff, the student will be able to quickly dive into the project.

This R&D project is done in collaboration with a team at BNL. The student will be able to discuss her/his results within international meetings.

## Keywords

Particle physics, detectors, R&D

## Skills

Relativistic kinematics, programming, Monte Carlo simulations

## Softwares

Python, C++