



## Optimisation de détecteurs pour le PICOSEC-Micromégas à haute résolution temporelle

**Spécialité** Instrumentation

**Niveau d'étude** Bac+4/5

**Formation** Master 1

**Unité d'accueil** [DEDIP/DEPHYS](#)

**Candidature avant le** 12/06/2020

**Durée** 3 mois

**Poursuite possible en thèse** non

**Contact** [SOHL Lukas](#)  
+33 1 69 08 71 38  
[lukas.sohl@cea.fr](mailto:lukas.sohl@cea.fr)

### Résumé

Le stagiaire participera activement à la caractérisation et à l'amélioration du détecteur en optimisant la photocathode et le mélange gazeux pour le projet PICOSEC-Micromégas. Cela se fera par des mesures au laboratoire et/ou une analyse concluante des données en fonction des compétences et des intérêts du stagiaire.

### Sujet détaillé

Contexte scientifique :

Des détecteurs avec une résolution temporelle de plusieurs dizaines de picosecondes et une tenue au flux de particules élevées sont nécessaires pour une séparation précise des événements dans de futures expériences de physique des particules dans le cadre du HL-LHC au CERN.

Le détecteur PICOSEC-Micromegas, basé sur détecteurs gazeux à anode micro-segmenté (MPGD), relève ce défi. Il est basé sur un détecteur Micromegas couplé à un radiateur Cherenkov et une photocathode. Tous les électrons primaires émanent de la photocathode et le jitter temporel des différentes positions d'ionisation primaire dans le volume gazeux est réduit. La faisabilité du concept PICOSEC-Micromégas a été démontrée et des valeurs de résolution temporelle allant jusqu'à 24 ps ont été mesurées avec un faisceau muons au SPS du CERN.

Les effets des différents paramètres du détecteur, tels que l'intensité du champ électrique, le rendement lumineux de la photocathode et le mélange gazeux sur la résolution temporelle doivent être étudiés. Différentes campagnes de mesures sont proposées pour caractériser l'impact de ces paramètres sur les performances et la stabilité du détecteur.

Sujet :

Différentes tâches sont possibles et peuvent être combinées selon la disponibilité et intérêt de l'étudiant. Celles-ci sont les suivantes :

- Mesure de l'efficacité d'extraction de différents matériaux de photocathode (B4C, DLC, CsI, ...) dans un

---

monochromateur

- Mesure de la corrélation entre l'intensité du champ électrique et le nombre d'électrons extraits d'une photocathode
- Mesure de la forme de signal caractéristique de différents mélanges gazeux et estimation de sa bonne adaptation aux spécifications recherchées
- Mesure de la résolution temporelle dans différents mélanges gazeux dans un faisceau laser

Tous les sujets sont adaptables et incluent des mesures en laboratoire suivies d'une analyse de données dédiée.

Candidat :

Le candidat recherché est un étudiant en M1/M2 (ou L3 avec des notes exceptionnelles) en physique, ou en physique appliquée. Une connaissance expérimentale de la physique des particules avec une expérience de laboratoire serait un avantage. Une affinité pour le travail en laboratoire ainsi que la programmation et la volonté d'acquérir de nouvelles compétences sont nécessaires. Une connaissance du C/C++ avec des connaissances supplémentaires sur ROOT serait avantageuse.

Groupe de travail :

Le groupe travaillant sur les MPGD au DEDIP est mondialement connu pour son développement de détecteurs gazeux. Il a été pionnier dans le développement des détecteurs Micromégas qui sont aujourd'hui utilisés dans un grand nombre d'expériences de physique des particules et de physique nucléaire. Le stagiaire intégrera un laboratoire de R&D de haut niveau et aura accès à l'atelier de fabrication des détecteurs Micromégas. De plus, le projet est étroitement lié au laboratoire diamant LCD, qui participe à la production et au développement pour les matériaux de photocathode robustes, et au laboratoire LiDYL qui propose un système laser UV femtoseconde.

### **Mots clés**

Micromégas, haute résolution temporelle, trajectrographe, photocathode, photodétecteur

### **Compétences**

Le travail se fera dans le cadre d'un groupe de travail international avec des collaborateurs francophones et non francophones. Une bonne compréhension de l'anglais est requise.

### **Logiciels**

C/C++

---

## Optimization of the fast-timing PICOSEC-Micromegas detector

### Summary

The student will actively participate in the characterisation and improvement of different detector components like the photocathode and the gas mixture for the PICOSEC-Micromegas project. This will be done by measurements at the laboratory and/or conclusive data analysis depending on the skills and interests of the student.

### Full description

Scientific Context:

Detectors with a time resolution of several 10 ps and a good robustness in high particles flux are necessary for an accurate measurement in future particle physics experiments like the HL-LHC at CERN.

The PICOSEC-Micromegas detector concept is a Micro-Pattern Gaseous Detector (MPGD) based solution addressing this particular challenge. It is based on a Micromegas detector coupled to a Cherenkov radiator and a photocathode. All primary electrons are located in the photocathode and the time jitter due to different primary ionisation positions in the gaseous volume is substituted. A high time resolution feasibility has been demonstrated with this concept and time resolution values of up to 24 ps have been measured with muons from the CERN SPS particle beam.

The effects of different detector parameters like electric field strength, light yield of the photocathode and gas mixture on the time resolution has to be understood. Different measurements are proposed to characterise individually the impact of these components on the detector performance and stability.

Subject:

Different tasks are possible and can be combined depending on the availability and interest of the student. These are in the following:

- Measuring the extraction efficiency of different photocathode materials (B4C, DLC, CsI, ...) in a monochromator
- Measuring the correlation of the electric field intensity and the number of extracted electrons from a photocathode
- Measuring the characteristic waveform of different gas mixtures and estimate its suitability
- Measuring the time resolution of different gas mixtures with a Laser beam

All topics are scalable and include measurements in the lab followed by a dedicated data analysis.

Candidate:

The candidate should be a M1/M2 student (or L3 with exceptional grades) from the domain of physics, or applied physics. An experimental particle physics background with relevant lab experience would be a benefit. An affinity to laboratory work as well as coding and the willingness to learn new competences is required. A fundamental knowledge of C/C++ with additional knowledge about ROOT would be advantageous.

Working Group:

The IRFU (DEDIP) working group is world famous for its gaseous detector development. It was a pioneer in the development of Micromegas detectors which are nowadays used in any large scale physics experiments. It offers high-class R&D laboratories and access to workshops to produce Micromegas detector components. Furthermore the project is tightly bounded with the LCD diamond lab, that participates in the production and development of robust photocathode materials, and with access to a femtosecond UV laser setup for characterisation measurements.

The student will have independent access to the laboratory and to the computer infrastructure. A tight mentoring on a one-to-one basis will be offered.

### Keywords

---

Micromegas, Fast-timing, tracking, photocathode, MPGD, photodetector

### **Skills**

The project work will be done in an international working group with francophone and non-francophone collaborators. A good understanding of English is required.

### **Softwares**

C/C++