

## Etude d'un système de recyclage de gaz en vue du développement de détecteurs Micromegas scellés pour la tomographie muonique

**Spécialité** Instrumentation

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil**

**Candidature avant le** 15/05/2018

**Durée** 3 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [PROCUREUR Sebastien](#)

+33 1 69 08 39 22

[sebastien.procureur@cea.fr](mailto:sebastien.procureur@cea.fr)

**Autre lien** <https://www.nature.com/articles/nature24647>

### Résumé

L'objectif est de tester un système de recyclage/purification de gaz et une méthode de préparation des détecteurs Micromegas pour les utiliser en mode scellé ou semi-scellé. Ce travail est destiné à se poursuivre en thèse pour réaliser des instruments de tomographie muonique étanches et autonomes.

### Sujet détaillé

Depuis 3 ans l'équipe a développé et construit plusieurs télescopes à muons de très grande précision et particulièrement robustes. Trois de ces instruments ont notamment été déployés autour de la pyramide de Kheops, et ont participé à la découverte d'un grand vide dans le cadre de la mission ScanPyramids. L'autonomie de ces instruments est actuellement limitée par leur consommation en gaz, de l'ordre de 0.5 L/h, qui interdit par ailleurs de les placer dans des endroits confinés (galerie ou intérieur de pyramide). La prochaine version des télescopes, actuellement en cours de développement, sera équipée d'un mode de gestion électronique du gaz, permettant a priori de réduire la consommation d'un facteur 2 à 5. Il semble cependant difficile d'aller plus loin sans un système spécifique de purification/recyclage du gaz, car il a été observé que la qualité du gaz se dégrade, probablement à cause du dégazage des matériaux du détecteur. Une autre expérience a récemment montré qu'il était possible de limiter fortement ce dégazage en soumettant initialement les détecteurs à un cycle de mise à vide et d'étuvage. Une enceinte à vide a donc été réalisée très récemment, et des capsules absorbantes d'humidité ont été mises au point. L'objectif du stage est donc de mesurer de manière systématique la dégradation du mélange gazeux en fonction de différents paramètres (nombre de cycles de mise à vide, température d'étuvage, etc.) afin de mettre au point une méthode de préparation des détecteurs. Cette dégradation peut être mesurée en monitorant le gain des détecteurs en cosmiques (muons), et également avec des sondes de mesures de température/pression/humidité (YoctoPuce). L'objectif final de ces tests est de pouvoir disposer à terme de télescopes gazeux fonctionnant plusieurs mois sans apport ni rejet de gaz, ce qui constituerait une avancée majeure pour la tomographie muonique et ses applications. Une thèse est également proposée en continuation de ce sujet, et dont l'objectif est de réaliser une chambre à

---

projection temporelle (TPC) scellée ou semi-scellée. Ce type d'instruments est beaucoup plus sensible à la qualité du gaz que les télescopes actuels, mais son potentiel est bien plus élevé encore, puisqu'il permettrait de réaliser des instruments beaucoup plus compacts et surtout pratiquement isotropes.

### **Mots clés**

Détecteurs de particule; Micromegas; Muographie; Tomographie muonique

### **Compétences**

chambre à vide, cartouches absorbantes, sondes YoctoPuce, banc de test cosmique

### **Logiciels**

C/C++; ROOT

---

## **Study of a gas recycling system for the development of sealed Micromegas detectors for muon tomography**

### **Summary**

The goal is to test a recycling/purification gas system and a preparation method of Micromegas detectors to use them in sealed or semi-sealed mode. This work is supposed to be continued in a PhD to develop muon tomography instruments with large autonomy

### **Full description**

Since 2014 the team has developed and built several high precision and robust muon telescopes. Three of them has been deployed around the Great Pyramid of Khufu and participated to the discovery of a big void within the ScanPyramids mission. The autonomy of these instruments is currently limited by their gas consumption, typically 0.5 L/h, which also restricts their use in confined places (galleries or inside a pyramid). The next telescope generation, currently in development, will be equipped with an electronic control of the gas flow, allowing a reduction of the consumption by a factor 2 to 5. However, it seems difficult to go beyond without a specific purification/recycling system, as it was observed that the gas quality degrades, probably because of the outgassing of the detector's materials. Another experiment has recently shown that this outgassing can be strongly reduced through an initial preparation of the detectors with vacuum and heating cycles. A vacuum chamber was therefore built by the team, and specific humidity absorbers were also developed. The goal is therefore to measure in a systematic way the degradation of the gas mixture as a function of various parameters (number of vacuum cycles, heating temperatures, etc.) in order to determine a preparation procedure of the detectors. This degradation can be measured either by monitoring the gain with cosmic muons, or by following the gas parameters (T,P,H) with dedicated YoctoPuce probes. The final objective of these tests is to develop gaseous detectors which could be operated during several months without any gas supply or release. This would be a major progress for muon tomography and its applications.

A PhD is also proposed to continue this work, and whose main goal is to develop a sealed or semi-sealed Time Projection Chamber (TPC). This type of instrument is much more sensitive to the gas quality compared to the current telescopes, but its potential is even higher, as it could provide more compact devices, with practically isotropic acceptance.

### **Keywords**

Particle detectors; Micromegas; Muography; Muon tomography

### **Skills**

vacuum chamber, humidity catchers, YoctoPuce probes, cosmic test bench

### **Softwares**

C/C++; ROOT