

(version française en-dessous)

Muon reconstruction performance in heavy ion collisions with the CMS Phase-2 detector

Contacts: Florian Damas (florian.damas@cern.ch), Matthew Nguyen (Matthew.Nguyen@cern.ch)

During the next “Long Shutdown” period of the LHC (2026-2028), the CMS apparatus will undergo a major upgrade, called Phase-2, in order to cope with the harsh data-taking conditions of the high-luminosity LHC operational phase. The expected interaction and background rates require important modifications of the muon system [1]. New detection chambers in the forward region will significantly improve the triggering and reconstruction performance. In addition, the installation of a new muon station will increase the acceptance up to a pseudorapidity of 2.8, taking advantage of the extension of the inner tracker [2].

These upgrades will be also beneficial for the performance in heavy ion collisions for which the track multiplicity can reach (or even exceed) the one expected for the ultimate luminosity scenario. Muons, at the core of most of the analyses carried out within the CMS collaboration, represent important physics objects [3] in our study of the quark-gluon plasma, an extremely dense and hot state of matter formed in ultrarelativistic heavy ion collisions [4].

The purpose of this internship is to evaluate the muon reconstruction efficiencies in nucleus-nucleus collisions with the future CMS Phase-2 detector. Depending on the work progress, the student will assess the impact on higher-level observables like quarkonia and electroweak bosons. Such dedicated studies have never been carried out before and will be extremely valuable for the physics program in the upcoming years.

[1] [CMS-TDR-016](#): The Phase-2 Upgrade of the CMS Muon Detectors.

[2] [CMS-TDR-014](#): The Phase-2 Upgrade of the CMS Tracker.

[3] CMS Collaboration, *Measurement of the nuclear modification factors of $Y(1S)$, $Y(2S)$, and $Y(3S)$ mesons in PbPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV* [[Physics Letters B 790 \(2019\) 270](#)].

[4] Wit Busza, Krishna Rajagopal, and Wilke van der Schee, *Heavy Ion Collisions, The Big Picture, and The Big Questions* [[Annual Review of Nuclear and Particle Science 68 \(2018\) 339](#)]

Performances de reconstruction des muons dans les collisions d'ions lourds avec le détecteur CMS Phase-2

Contacts: Florian Damas (florian.damas@cern.ch), Matthew Nguyen (Matthew.Nguyen@cern.ch)

Durant le prochain long arrêt technique du LHC (2026-2028), le détecteur CMS connaîtra une mise à niveau majeure, appelée Phase-2, lui permettant d'affronter les difficiles conditions de prise de données lors de la phase haute-luminosité du LHC. Les taux d'interaction et de bruit de fond attendus nécessitent d'importantes modifications du système à muons [1]. De nouvelles chambres de détection dans la région avant amélioreront considérablement les performances de déclenchement et de reconstruction. De plus, l'installation d'une nouvelle station à muons permettra d'augmenter l'acceptance jusqu'à une pseudorapidité de 2.8, en profitant de l'extension du trajectographe interne [2].

Ces améliorations bénéficieront également aux performances dans les collisions d'ions lourds pour lesquelles la multiplicité des traces peut atteindre (voire dépasser) celle attendue pour le scénario de luminosité ultime. Les muons, au cœur de la plupart des analyses réalisées dans la collaboration CMS, représentent des objets physiques importants [3] dans notre étude du plasma de quarks et de gluons, un état extrêmement dense et chaud de la matière formé lors de collisions d'ions lourds ultrarelativistes [4].

L'objectif de ce stage est de déterminer l'efficacité de reconstruction des muons dans les collisions noyau-noyau avec le futur détecteur CMS Phase-2. Selon l'avancement du projet, l'étudiant évaluera l'impact sur les observables de plus haut niveau comme les quarkonia et les bosons électrofaibles. De telles études dédiées n'ont encore jamais été réalisées et seront extrêmement précieuses pour le programme de physique dans les années à venir.

[1] [CMS-TDR-016](#): The Phase-2 Upgrade of the CMS Muon Detectors.

[2] [CMS-TDR-014](#): The Phase-2 Upgrade of the CMS Tracker.

[3] CMS Collaboration, *Measurement of the nuclear modification factors of $Y(1S)$, $Y(2S)$, and $Y(3S)$ mesons in PbPb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV* [[Physics Letters B 790 \(2019\) 270](#)].

[4] Wit Busza, Krishna Rajagopal, and Wilke van der Schee, *Heavy Ion Collisions, The Big Picture, and The Big Questions* [[Annual Review of Nuclear and Particle Science 68 \(2018\) 339](#)]