



## Mesure de la production double de charme dans les collisions Pb-Pb à 5 TeV au CERN avec LHCb

**Spécialité** Physique nucléaire

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [DPhN/LQGP](#)

**Candidature avant le** 01/03/2023

**Durée** 3 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [AUDURIER Benjamin](#)  
+33 1 69 08 73 08  
[benjamin.audurier@cea.fr](mailto:benjamin.audurier@cea.fr)

### Résumé

Le projet du stage porte sur l'étude et la mesure de la production double charme avec les données Pb-Pb enregistrées en 2018 par la collaboration LHCb. La majeure partie du stage consistera à analyser les données en utilisant de code d'analyse ROOT et les différents outils PYTHON existants. Une seconde partie concernera l'interprétation des résultats du stage, qui serviront de base pour l'analyse des futures données Pb-Pb prévues pour 2023. Cette analyse sera l'un des aspects d'une future thèse, en parallèle d'études de trajectographie basées sur l'utilisation de Graph Neural Network.

### Sujet détaillé

#### # SYNOPSIS

Les collisions d'ions lourds constituent un laboratoire privilégié pour étudier le plasma de quark et de gluons (QGP), un état exotique de la matière qui aurait existé quelques micro-secondes après le Big Bang. Parmi les outils de traque du QGP, les hadrons contenant un quark charmé (comme le méson D0) ont très tôt joué un rôle de premier plan. Produites aux premiers instants de la collision, ces particules traversent/interagissent avec le QGP si celui-ci se forme. Elles en sont alors affectées, et nous renseignent alors sur ce milieu. Ainsi, l'étude de la double production simultanée de charme est sensible aux propriétés de transport du QGP. Cette étude est d'autant plus intéressante qu'elle n'a encore jamais été conduite en collisions ion-ion au LHC. L'atout de LHCb réside dans son appareillage spécialisé dans la détection des particules composées de quarks lourds.

En 2018, la collaboration LHCb a enregistré un large lot de données utilisé pour les premières publications de la collaboration avec des collisions Pb-Pb à haute-énergie. En 2023, de nouvelles données seront enregistrées, enrichies par les améliorations de l'appareillage expérimental mises en place lors des derniers upgrades de LHCb. Elles comprennent un nouveau système de trajectographie plus efficace et plus robuste dans l'environnement à fort taux d'occupation de ce détecteur en collisions ion-ion.

---

## #Projet de stage

Le projet du stage porte sur l'étude et la mesure de la production double charme avec les données Pb-Pb enregistrées en 2018 par la collaboration LHCb en s'inspirant de travaux publiés[1]. La majeure partie du stage consistera à analyser les données en utilisant de code d'analyse ROOT et les différents outils PYTHON existants. Une seconde partie concernera l'interprétation des résultats du stage, qui serviront de base pour l'analyse des futures données Pb-Pb prévues pour 2023. Cette analyse sera l'un des aspects d'une future thèse[2], en parallèle d'études de trajectographie basées sur l'utilisation de Graph Neural Network. Enfin, le ou la candidate participera et présentera ses travaux aux réunions de la collaboration LHCb pendant son stage.

## #References:

1. Phys. Rev. Lett. 125 (2020) 212001
2. <https://instn.cea.fr/these/mesure-de-la-production-double-de-charme-dans-les-collisions-pb-pb-a-5-tev-au-cern-avec-lhcb/>

## Mots clés

Plasma de quark et gluon, physique des hautes énergies

## Compétences

## Logiciels

ROOT, PYTHON, C++

---

# Measurement of double charm production in Pb-Pb collisions at 5 TeV at CERN with LHCb.

## Summary

The internship project is to study the double charm production in the 2018 Pb-Pb sample with the LHCb detector. A large part of the internship will be dedicated to data analysis using the ROOT framework together with PYTHON analysis tools. Another part will focus on the interpretation of the analysis's results. Finally, this work will serve later to analyze the forthcoming 2023 ion run, which will be one of the aspects of the future thesis project, alongside tracking studies based on Graph Neural Networks.

## Full description

### # Research overview

Heavy-ion collisions are the golden system to study the quark-gluon plasma (QGP), an exotic state of matter that presumably existed a few microseconds after the Big Bang. Among the probes to study the QGP, the production of hadrons containing charm quark (e.g D0 mesons) is one of the historical smoking guns. Indeed, being produced in the very first stages of the collisions, these particles keep track of their subsequent interactions with the QGP. In particular, the study of simultaneous double charm production, never carried out in ion-ion collisions at the LHC, could shed a light on the transport properties of the QGP.

In 2018, the LHCb collaboration has recorded Pb-Pb data leading to the first publications of the collaboration in ion-ion collisions. A new Pb-Pb sample is foreseen for 2023. These new data will benefit from the latest LHCb upgrade which increases the detector capability thanks to the new tracking system.

### # INTERNSHIP project

The internship project is to study the double charm production in the 2018 Pb-Pb sample with the LHCb detector, following the methodology of Ref[1]. A large part of the internship will be dedicated to data analysis using the ROOT framework together with PYTHON analysis tools. Another part will focus on the interpretation of the analysis's results. Finally, this work will serve later to analyze the forthcoming 2023 ion run, which will be one of the aspects of the future thesis project[2], alongside tracking studies based on Graph Neural Networks. The selected candidate will participate and report to the LHCb meeting during the internship, and his/her report will be used by the collaboration.

1. Phys. Rev. Lett. 125 (2020) 212001
2. <https://instn.cea.fr/these/mesure-de-la-production-double-de-charme-dans-les-collisions-pb-pb-a-5-tev-au-cern-avec-lhcb/>

## Keywords

Quark-Gluon plasma, High-energy physics

## Skills

## Softwares

ROOT, PYTHON, C++