



## Etrangeté dans le nucléon; hadronisation des quarks en kaons à COMPASS

**Spécialité** Physique nucléaire

**Niveau d'étude** Bac+4/5

**Formation** Ingenieur/Master

**Unité d'accueil** [DPhN/LSN](#)

**Candidature avant le** 30/09/2022

**Durée** 4 mois

**Poursuite possible en thèse** non

**Contact** [KUNNE Fabienne](#)  
+33 1 69 08 43 45  
[fabienne.kunne@cea.fr](mailto:fabienne.kunne@cea.fr)

**Autre lien** <http://wwwcompass.cern.ch/>

### Résumé

Le stage consiste en une analyse de données de physique obtenues par l'expérience COMPASS au CERN. Le but est l'étude de l'hadronisation des quarks étranges en kaons, et l'extraction de fonctions de distribution et de fragmentation des partons dans le secteur de l'étrangeté.

### Sujet détaillé

Les données inclusives de diffusion profondément inélastique (DIS) où un lepton (un muon par exemple) entre en collision avec un nucléon ( $\mu p \rightarrow \mu' X$ ), sont depuis des années la source principale d'informations sur la structure du nucléon. Analysées dans le cadre de la QCD perturbative (pQCD), et avec l'ajout de seulement quelques données d'autres réactions, elles ont fourni une image complète de la distribution des différentes saveurs de parton (up, down, strange...

Parton Distribution Functions, PDF). Cette image est remise en question par l'avènement de données précises du LHC, en particulier dans le secteur de l'étrangeté.

Les données DIS semi-inclusives (SIDIS), où, en plus du lepton diffusé, on détecte les hadrons sortant (par exemple :  $\mu p \rightarrow \mu' p K$ ), ont le potentiel de fournir les éclaircissements requis. Ceci est possible grâce à " l'étiquetage " de la saveur des quarks par les hadrons (un kaon K dans l'exemple ci-dessus). La description du SIDIS dans pQCD nécessite la détermination expérimentale d'un autre ensemble de fonctions, les Fonctions de Fragmentation (FF) des quarks. Les multiplicités de hadrons (kaons, pions, protons) sont les observables requises. Elles sont ensuite analysées dans un fit pQCD simultané des PDF et FF.

L'expérience en cible fixe COMPASS au CERN a entrepris un programme de mesures de ces multiplicité, avec un accent particulier sur la production de kaons, porteurs de quarks de saveur "étrange". Le stagiaire se concentrera sur l'analyse

des données. Il se familiarisera avec les fondamentaux de la physique expérimentale: simulation du dispositif expérimental par les techniques modernes de Monte-Carlo, analyse statistique de données, comparaison avec des calculs théoriques.

---

Finalement, l'étudiant utilisera un logiciel existant pour extraire les Fonctions de Fragmentation des quarks et des gluons à partir des multiplicités de hadrons mesurées.

Le stagiaire sera intégré dans l'équipe COMPASS du DPhN à Saclay, qui est leader dans ce domaine de physique et a des responsabilités importantes au sein de la Collaboration à la fois dans les activités de construction de détecteurs et d'analyse de données. Du côté de la théorie, il recevra les conseils d'un théoricien du DPhN, expert des techniques pQCD utilisées entre autres par la Collaborationn NNPDF (Neural Network PDF).

### **Mots clés**

physique hadronique, quarks, hadron, nucléon, quark étrange

### **Compétences**

Méthodes fondamentales de la physique expérimentale: Simulation d'expérience par technique moderne de Monte-Carlo, traitement et analyse statistique de grandes quantités de données, comparaison à des calculs théoriques.

### **Logiciels**

C++, Geant, environnement ROOT,

---

# Strangeness in nucleon; quark hadronisation into kaons at COMPASS

## Summary

We propose an internship focused on physics data analysis to extract the multiplicities of kaons produced in the COMPASS experiment at CERN. The goal is to study the hadronization of strange quarks into kaons, and extract parton distribution functions and fragmentation functions in the strange quark sector.

## Full description

Inclusive Deep Inelastic Scattering (DIS) data where a lepton collides on a nucleon, have been for years the primary source of information on the structure of the nucleon. Analysed in the framework of perturbative QCD (pQCD), and with the addition of only few data from other reactions, they have provided a complete picture of the distribution of the various parton flavours (up, down, strange...) in terms of Parton Distribution Functions (PDFs). This picture is challenged by the advent of precise LHC data, in particular in the strangeness sector.

Semi-Inclusive DIS (SIDIS) data, where in addition to the scattered lepton, hadrons produced in the final state are measured, have the potential to provide the required clarification. This, thanks to the tagging of quark flavours by the outgoing hadrons. The description of SIDIS in pQCD requires the experimental determination of another set of functions, the parton Fragmentation Functions (FFs). Hadron multiplicities are the relevant observables. They are then put to best use in a simultaneous pQCD fit to PDFs and FFs.

The COMPASS fixed target experiment at CERN has undertaken a programme of measurements of these multiplicity observables, with a particular emphasis on the production of kaons, i.e. hadrons with open strangeness. The intern will focus on the analysis of data collected by COMPASS. He will learn and successfully use the fundamentals of the experimental physics: simulation of the experimental equipment by modern Monte-Carlo techniques, statistical analysis of big

samples of data, comparison with theoretical calculations. Finally, the student will use existing software to extract quark and gluon fragmentation functions from the measured hadron multiplicities.

The student will be integrated in the COMPASS DPhN Saclay team, who is a leader in this physics topics and has important responsibilities inside the collaboration both in hardware and analysis activities. On the theory side, he will receive guidance from a theoretician of DPhN Saclay, expert in the pQCD fitting techniques used by the NNPDF

(Neural Network PDF) collaboration.

## Keywords

hadronic physics, quarks, hadron, nucleon, strange quark

## Skills

Fundamentals methods of experimental physics: simulation of the experimental equipment by modern Monte-Carlo techniques, statistical analysis of big samples of data, comparison with theoretical calculations.

## Softwares

C++, Geant, environnement ROOT,