

## Proposition de stage – Année 2020-2021

**Niveau du stage** : M2

**Durée du stage** : 4 mois

**Ouverture éventuelle vers un sujet de thèse** : Oui

**Type de financement envisagé** : École doctorale ou Labex LIO

**Responsable du stage** : Nicolas Chanon

**Téléphone** : +33 4 72 44 85 01

**Email** : [n.chanon@ipnl.in2p3.fr](mailto:n.chanon@ipnl.in2p3.fr)

**Adresse** : IP2I Lyon – Bureau 115

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

**Equipe d'encadrement** : Groupe CMS

**Thématique** : Physique des particules expérimentale

**Intitulé du stage** : Recherche de violation de CP dans le secteur du quark top avec CMS au LHC

**Description du travail demandé** :

L'Univers observable est composé majoritairement de matière et non d'antimatière, tandis que les deux devraient être également produits lors du big-bang. La symétrie CP (symétrie d'inversion de la charge électrique et réflexion spatiale), qui relie particules et antiparticules, est un ingrédient clé pour expliquer ce mystère. Ce stage expérimental vise à chercher la violation de CP dans le secteur du quark top, pour tenter d'expliquer l'asymétrie matière / antimatière. Il s'inscrit dans la recherche de physique au-delà du modèle standard avec les données de collisions proton-proton récoltées à CMS (Compact Muon Solenoid), une expérience généraliste de physique des particules au LHC (Large Hadron Collider).

L'analyse sera conduite dans le secteur du quark top, qui est suspecté de jouer un rôle majeur dans les théories au-delà du modèle standard de par sa haute masse. La symétrie CP est violée en physique des saveurs légères où des tensions sont de plus observées entre la théorie et l'expérience, qui impliquent indirectement des quarks tops. C'est pourquoi une mesure de précision directe de la violation de CP avec les quarks top est extrêmement importante.

Pendant le stage, les données à 13 TeV du Run 2 du LHC collectées à l'expérience CMS seront analysées, en se focalisant sur la production de top solitaire, très sensible à la violation de CP. Une étude phénoménologique sera aussi conduite pour explorer les signaux attendus. Dans le cadre du stage, l'étudiant utilisera le logiciel ROOT, et programmera en python et en C++. Le stage pourra aussi s'effectuer en collaboration avec d'autres groupes du CERN, et l'étudiant pourra être amené à présenter son travail au CERN.

## Internship offer – Year 2020-2021

**Internship level:** M2

**Duration:** 4 months

**Possible PhD follow up:** Yes

**Proposed PhD funding type:** Doctoral school or labex LIO

**Supervisor:** Nicolas Chanon

**Phone:** +33 4 72 44 85 01

**Email:** : n.chanon@ipnl.in2p3.fr

**Address:** IP2I Lyon – Bureau 115

Domaine Scientifique de la Doua – Bât. Paul Dirac

4 rue Enrico Fermi – 69622 Villeurbanne Cedex - France

**Mentoring team:** CMS group

**Research field:** Experimental particle physics

**Internship title:** Searches for CP violation in the top quark sector with CMS at the LHC

### Work description:

The observable Universe is made primarily of matter and not antimatter, while both should be equally produced at the big-bang. CP symmetry (symmetry under inversion of the electric charge and spatial reflection), mirroring particles and antiparticles, is a key piece in this puzzle. This experimental internship will search for CP violation in the top quark sector, contributing to the understanding of the matter/antimatter asymmetry. It is a search for physics beyond the standard model with data from proton-proton collisions collected at CMS (Compact Muon Solenoid), a multi-purpose experiment of particle physics at the LHC (Large Hadron Collider).

The analysis will be conducted in the top quark sector, suspected to play a major role in theories beyond the standard model because of its high mass. The CP symmetry is violated in light flavour physics, where tensions are observed between theory and experiment, involving indirectly top quarks. Therefore a direct precision measurement of CP violation with top quarks is of utmost importance.

During the internship, 13 TeV data of LHC Run 2 collected at the CMS experiment will be analyzed, focusing on single top events, extremely sensitive to CP violation. A phenomenological study will be also conducted to explore the expected signals. Within the internship, the student will use the software ROOT, and program in python and C++. The internship could also be done in collaboration with other CERN teams, and the student could present the work at CERN.