

## Proposition de Stage-M2/Thèse en Physique Hadronique (2012 – 2015)

---

Titre: Diffusion Compton Profondément Virtuelle à Jefferson Lab (USA)

Responsable: Carlos Muñoz Camacho,  
Groupe PHEN,  
Institut de Physique Nucléaire – Orsay.

Contact: tel.: 01 69 15 63 02  
e-mail: munoz@ipno.in2p3.fr

---

### Description:

Le nucléon représente 99% de la matière visible de l'univers, et pourtant des questions fondamentales concernant sa structure sont encore sans réponse: quel est l'origine de sa masse, quel est l'origine de son spin... ?

Les expériences DVCS (Deeply Virtual Compton Scattering) à Jefferson Lab (Virginie, USA) étudient la structure du proton en termes des quarks et des gluons, les degrés de liberté de la Chromo-dynamique Quantique (QCD). En particulier, elles ont comme but de mesurer les Distributions de Partons Généralisées (GPDs) qui relient la position et l'impulsion des quarks à l'intérieur du proton, permettant ainsi une reconstruction 3-D de la structure interne du nucléon.

Deux nouvelles expériences (l'une sur le proton, l'autre sur le neutron) ont eu lieu pendant l'automne 2010 à Jefferson Lab (JLab). Un faisceau d'électrons polarisés a été envoyé sur des cibles de hydrogène et de deutérium liquide. On étudie les événements DVCS, où le proton (ou le deuton) émet un photon dans l'interaction:

$$e + p \rightarrow e + p + \gamma \quad \text{ou} \quad e + D \rightarrow e + \gamma + n (+p) ,$$

ainsi que l'électroproduction de pion neutres:

$$e + p \rightarrow e + p + \pi^0 \quad \text{ou} \quad e + D \rightarrow e + \pi^0 + n (+p) .$$

Le spectromètre du Hall A à JLab a été utilisé pour détecter l'électron diffusé et un calorimètre électromagnétique a servi à mesurer les photons émis.

L'étudiant(e) participera à l'analyse des deux expériences. Il/elle devra jouer un rôle moteur dans la gestion de l'ensemble des données : décodage des données brutes, calibration des détecteurs, analyse physique finale et interprétation. Il/elle devra aussi développer la simulation Monte Carlo du dispositif expérimental, à l'aide de GEANT 4, nécessaire pour calculer l'acceptance de l'expérience. En fonction du profil et goût de l'étudiant(e), il/elle pourra participer à des prises de données à Jefferson Lab pendant la durée de la thèse et/ou contribuer aux projets instrumentaux en cours dans l'équipe.

## PhD Thesis Subject (and internship) in Hadronic Physics (2012 – 2015)

---

Title: Deeply Virtual Compton Scattering at Jefferson Lab (USA)

Advisor: Carlos Muñoz Camacho,  
Groupe PHEN,  
Institut de Physique Nucléaire – Orsay.

Contact: tel.: 01 69 15 63 02  
e-mail: munoz@ipno.in2p3.fr

---

### Summary:

Nucleons represent 99% of visible matter in the Universe, and yet there are still many outstanding questions concerning their inner structure: what is the origin of their mass, what is the origin of their spin...?

Deeply Virtual Compton Scattering (DVCS) experiments at Jefferson Lab (Virginia, USA) study proton and neutron structure in terms of quarks and gluons, the degrees of freedom of Quantum Chromodynamics (QCD). In particular, these experiments aim at measuring the so-called Generalized Parton Distributions (GPDs) that correlate the position and momentum of quarks inside the nucleon, and thus allow 3-D imaging of the nucleon internal structure.

Two new experiments (one on the proton and one on the neutron) took data last year (Fall 2010) at Jefferson Lab (JLab). A polarised electron beam scattered on a liquid hydrogen and deuterium targets. We are interested in the DVCS events, where the proton (or the neutron/deuteron) emits a photon:

$$e + p \rightarrow e + p + \gamma \quad \text{ou} \quad e + D \rightarrow e + \gamma + n (+p) ,$$

as well as the neutral pion electroproduction events:

$$e + p \rightarrow e + p + \pi^0 \quad \text{ou} \quad e + D \rightarrow e + \pi^0 + n (+p) .$$

The Hall A high resolution spectrometer was used to detect the scattered electron and a dedicated electromagnetic calorimeter measured the emitted photons.

The student will participate to the data analysis of these experiments. He/she will play a leading role in the calibration of detectors, physics analysis and the interpretation of the results. He/she will also need to develop the Monte Carlo simulation of the experiments, based on GEANT 4, that will be needed to compute the acceptance. Depending of the interests of the student, he/she may be involved with some data taking at Jefferson Lab, and/or contribute to some of the hardware projects of the team.