

# Spécialité de Master « Optique, Matière, Paris »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

Proposition de stage (**ne pas dépasser 1 page**)

Date de la proposition : 09 Octobre 2017

## Responsable du stage / internship supervisor:

Nom / name: SARAZIN Prénom/ first name : XAVIER  
Tél : 01 64 46 85 87 Fax :  
Courriel / mail: sarazin@lal.in2p3.fr

## Nom du Laboratoire / laboratory name: Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire

Code d'identification : UMR 8607 Organisme : CNRS-IN2P3 / Univ. Paris-Saclay

Site Internet / web site: <https://www.lal.in2p3.fr/>

Adresse / address: LAL, Centre scientifique d'Orsay, Bat. 200, BP 34, 91898 Orsay Cedex

Lieu du stage / internship place: LAL

## Titre du stage / internship title: Recherche de la non linéarité électromagnétique du vide avec l'expérience DeLLight

### Résumé / summary

La théorie quantique de l'électromagnétisme prédit que l'indice optique du vide est modifié lorsque le vide est soumis à un champ électromagnétique intense. Cette propriété optique non linéaire du vide n'a encore jamais été observée. L'expérience DeLLight (Deflection of Light by Light) cherche à mesurer ce phénomène en utilisant des impulsions laser femtosecondes ultra intenses produites par l'installation laser LASERIX récemment installée au Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire. L'idée originale du projet DeLLight est d'observer la variation d'indice du vide par effet de réfraction optique. Deux impulsions laser ultra courtes (femtosecondes) et ultra intenses (plusieurs Joules) sont focalisées l'une sur l'autre. Leur interférence crée un gradient d'indice dans le vide. Une troisième impulsion sonde de plus faible intensité vient traverser cette zone de vide modifié et est réfractée. La réfraction, de l'ordre du picoradian, est détectée grâce à un interféromètre de Sagnac. La proposition d'expérience DeLLight a été publiée en 2016 dans le journal « European Physical Journal »:

X. Sarazin et al., "Refraction of light by light in vacuum", Eur. Phys. J. D 70, 13 (2016)

Des premiers développements d'un interféromètre de Sagnac ont pu être menés avec succès, afin d'étudier la sensibilité de la mesure. Des simulations préliminaires ont montré que le signal prédit par QED devrait pouvoir être observé avec l'installation LASERIX actuel.

L'objectif du travail de stage sera de valider la méthode de mesure de l'interféromètre Sagnac en mesurant de très faibles gradients d'indice d'un plasma gazeux. Le travail sera complété par des calculs numériques des effets recherchés. Ce stage pourra conduire à une publication scientifique dans le domaine de la métrologie en optique. Si l'étudiant prolonge ce stage en une thèse, l'objectif du travail de thèse sera de réaliser l'expérience DeLLight dans le vide avec des impulsions femtosecondes de 2J focalisées sur quelques microns (environ  $10^{20}$  W/cm<sup>2</sup>).

L'expérience DeLLight étant à ce jour la seule expérience actuelle qui cherche à observer la variation d'indice absolue, les résultats obtenus à la fin de cette thèse constitueront des résultats de très grand impact scientifique.

Le groupe de recherche DeLLight est constitué de deux chercheurs du LAL à temps plein (François Couchot et Xavier Sarazin) qui travaillent en collaboration avec l'équipe LASERIX (3 chercheurs + 3 ingénieurs laser). Deux autres physiciens collaborent également au projet à temps partiel (Arache Djannati APC 20%, Marcel Urban, émérite LAL, 20%)

**Toutes les rubriques ci-dessous doivent obligatoirement être remplies**

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Oui / Yes

Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: Ecole doctorale PHENICS

Lumière, Matière, Interactions

Lasers, Optique, Matière

Fiche à transmettre (fichier pdf **obligatoirement**) sur le site <http://stages.master-omp.fr>