

## Master 2 "Systèmes Complexes, Optique, Lasers (SCOL)": Research Training 2022-2023

Appel à sujet de stage

Laboratoire: PhLAM

Superviseur: Eric Louvergneaux

Tél : 03 20 33 64 43, E-mail : eric.louvergneaux@univ-lille.fr

Collaborateur(s): Jean-François Henninot

Thématique: Dynamique des Systèmes Complexes

Master 2:

<input checked="" type="checkbox"/> Master 2 SCOL	<input type="checkbox"/> Master 2 MME (GP-SCP)
<input checked="" type="checkbox"/> Option Complex Systems (GP-IKS)	<input type="checkbox"/> Option Condensed Matter
<input type="checkbox"/> Option Atmospheric Sciences and Spectroscopy	<input type="checkbox"/> Option Condensed Matter/Pharma
<input type="checkbox"/> Option Deep Tech Photonics (GP-IKS)	<input type="checkbox"/> Option Dilute Matter and Spectroscopy

### **Effets du bruit sur les ondes de choc générées lors de la propagation dans les cristaux liquides**

Tout le monde a déjà entendu parler des ondes de chocs. Une de ses conséquences est ce "boum" que l'on entend lorsqu'un avion dépasse la vitesse du son. C'est aussi le cas des mascarets, ces mini murs d'eau qui remontent le cours des fleuves. Ils résultent de la brusque surélévation de l'eau à l'entrée des fleuves ou des estuaires qui est provoquée par l'onde de la marée montante lors des grandes marées. Ces "mini-tsunamis" sont accompagnés de vagues dans leur sillage, appelées ondes de chocs dispersives.

De manière générale, les ondes de choc (ou "chocs") sont créées lorsqu'un changement abrupt intervient dans un système (brusque surélévation d'eau dans le cas du mascaret). Nous sommes concernés ici par la génération d'ondes de choc en optique; et plus particulièrement, les chocs obtenus suite à l'injection dans un milieu non-linéaire d'un faisceau laser présentant une discontinuité de son profil d'intensité.

Notre objectif est d'étudier ces ondes de choc lors de la propagation optique dans un milieu - un cristal liquide - qui est stochastique. Le caractère stochastique (agitation thermique de l'orientation moyenne des molécules du cristal liquide) modifie l'émergence et l'observation, par exemple, de la structure générique d'une onde choc déterministe (sans bruit). En effet, en absence de bruit, la structure de l'onde est toujours composée pour un côté (amont) d'ondes solitaires et à l'autre extrémité (aval) d'ondes linéaires dispersives. Le but ici est d'étudier l'impact du bruit sur la formation ainsi que sur l'observation de la structure de l'onde choc. Est-ce que celle-ci présente encore des ondes linéaires dispersives? Est-ce que ces ondes dispersives sont observables expérimentalement ou sont "noyées" dans le bruit? Voici quelques exemples de questions fondamentales auxquelles nous essayerons de répondre.

Le système utilisé est une lame de cristal liquide dans laquelle nous étudions les effets de la propagation non-linéaire des faisceaux lumineux. Le stage comprendra des aspects principalement de montages et réalisations d'expériences d'optique, ainsi que des simulations numériques pour comprendre et expliquer les phénomènes observés expérimentalement.

**Mots clés:** ondes de choc, cristaux liquides, optique non-linéaire, réponse non-locale, photonique

## Master 2 "Systèmes Complexes, Optique, Lasers (SCOL)": Research Training 2022-2023

Call for research training subject

Laboratory: PhLAM

Supervisor: Eric Louvergneaux

Tél : 03 20 33 64 43, E-mail : eric.louvergneaux@univ-lille.fr

Collaborator(s): Jean-François Henninot

Topic: Complex System Dynamics

Master 2:

<input checked="" type="checkbox"/> Master 2 SCOL	<input type="checkbox"/> Master 2 MME (GP-SCP)
<input checked="" type="checkbox"/> Option Complex Systems (GP-IKS)	<input type="checkbox"/> Option Condensed Matter
<input type="checkbox"/> Option Atmospheric Sciences and Spectroscopy	<input type="checkbox"/> Option Condensed Matter/Pharma
<input type="checkbox"/> Option Deep Tech Photonics (GP-IKS)	<input type="checkbox"/> Option Dilute Matter and Spectroscopy

### **Noise effects on optical shock waves generated during the propagation through liquid crystals**

Everyone has heard of shock waves. One of its consequences is this "boom" that we hear when an airplane exceeds the speed of sound. It is also the case of tidal bores, these mini water walls that come round the rivers. They result from the sudden elevation of water at the entrance of rivers or estuaries. These "mini-tsunamis" are accompanied by waves in their wake, called dispersive shock waves.

Generally speaking, shock waves (or "shocks") are created when an abrupt change occurs in a system (abrupt rise in water in the case of a tidal bore). We are here concerned with the generation of shock waves in optics; and more particularly, the shocks resulting from the injection of a laser beam exhibiting an intensity profile discontinuity through a non-linear medium.

The goal is to study shock waves during optical propagation through a medium - a liquid crystal - which is stochastic. The stochastic nature (thermal agitation of the mean orientation of liquid crystal molecules) changes the emergence and observation, for instance, of the generic structure of the deterministic (without noise) shock wave. Indeed, without noise, the wave pattern is always composed on one side (upstream) of solitary waves and on the other end (downstream) of dispersive linear waves. The goal, here, is to study the effect of noise on formation and observation of the shock wave pattern. Does it still depict dispersive linear waves? Are these dispersive linear waves still visible or are they blurred by noise? Here are some of the fundamental questions we will try to answer.

The system is a slice of liquid crystal through which we explore the nonlinear effects obtained during optical propagation. The thesis will mainly include aspects of setups and realizations of optical experiments, as well as numerical simulations to understand and explain the experimentally observed phenomena.

**Key words:** Shock waves, liquid crystals, nonlinear optics, non-local response, photonics