

Focalisation sélective de la lumière sur des cibles en mouvement (English below)

Offre de thèse, 2024-2027. Financement déjà acquis.

Laboratoire : Laboratoire Interdisciplinaire de Physique (LIPhy), Grenoble, France

Superviseurs : Dr. Dorian Bouchet et Prof. Emmanuel Bossy

Description du projet

La lumière se propage de manière simple dans les milieux homogènes tels que le vide et l'air, ce qui permet à notre cerveau d'interpréter facilement l'information optique capturée par nos yeux. Cependant, **il reste extrêmement difficile de faire de l'imagerie optique lorsque la lumière se propage dans des milieux complexes**. Par exemple, il est très difficile de visualiser des processus biologiques tels que les infections virales dans des organismes vivants, car la lumière est diffusée de manière incontrôlée par les tissus biologiques environnants. **Ce défi nous motive à mieux comprendre la façon dont la lumière se propage dans les milieux complexes.**

Au cours des dernières décennies, la possibilité de générer des ondes lumineuses structurées a été largement utilisée afin de focaliser la lumière à travers des milieux diffusants complexes sur des objets ciblés. Cependant, ces techniques nécessitent généralement de marquer ces cibles à l'aide de molécules fluorescentes servant d'étoiles guides, ce qui rend souvent impossible leur utilisation dans des applications pratiques. Ce projet de thèse abordera maintenant la question suivante : **comment structurer la lumière afin de détecter de manière optimale des cibles mobiles non marquées, et de focaliser sélectivement la lumière sur ces objets ?** D'un point de vue conceptuel, le projet associe des outils issus de la théorie des ondes et de la théorie de l'information afin de comprendre comment extraire de manière optimale l'information contenue dans les ondes diffusées mesurées, afin de pouvoir focaliser la lumière sur des cibles en mouvement sans avoir recours à des molécules fluorescentes. D'un point de vue expérimental, une preuve de principe sera réalisée avec des globules rouges circulant dans un circuit microfluidique, qui sera caché derrière un milieu diffusant complexe.

Le but de cette expérience sera d'abord de détecter la présence d'une nanoparticule parmi ces globules rouges, puis de focaliser sélectivement la lumière sur cette particule.

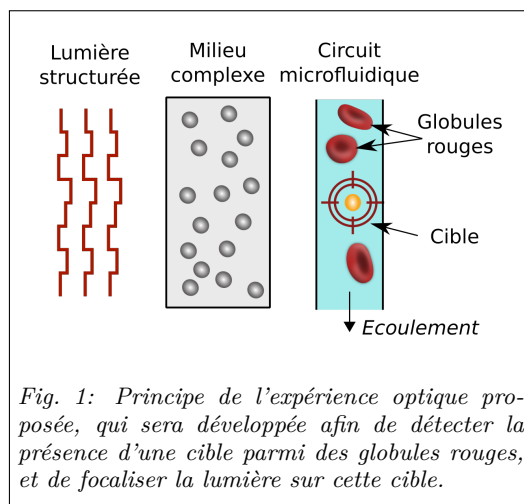


Fig. 1: Principe de l'expérience optique proposée, qui sera développée afin de détecter la présence d'une cible parmi des globules rouges, et de focaliser la lumière sur cette cible.

Profil du candidat ou de la candidate

Le candidat ou la candidate doit être titulaire d'un Master en physique ou en ingénierie. Il/elle doit être motivé.e pour (i) apprendre de nouveaux concepts en physique et (ii) les appliquer pour le développement expérimental d'un nouveau type de microscope optique.

Pour plus d'information

Contact : Dorian Bouchet (dorian.bouchet@univ-grenoble-alpes.fr)

Site web personnel : <https://sites.google.com/view/dorianbouchet>

Site web du laboratoire : <https://liphy.univ-grenoble-alpes.fr>

Références:

- D. Bouchet *et al.*, *Physical Review Letters* 127, 253902 (2021)
- S. Gigan *et al.*, *Journal of Physics Photonics* 4, 042501 (2022)

Optimal selective focusing of light on moving targets

PhD proposal, 2024-2027. Funding already secured.

Laboratory: Laboratoire Interdisciplinaire de Physique (LIPhy), Grenoble, France

Supervisors: Dr. Dorian Bouchet and Prof. Emmanuel Bossy

Project description

Light propagates in a simple way in homogeneous media such as vacuum and air, which allows our brain to easily interpret optical information captured with our eyes. However, **it remains extremely challenging to perform optical imaging when light propagate through complex media**. For instance, it is very difficult to monitor biological processes such as viral infections in living organisms, because light is scattered by surrounding biological tissues in an uncontrolled way. **This challenge motivates us to get a better fundamental understanding of how light propagates in complex media.**

In the last decades, the possibility to generate shaped light waves has been widely employed to focus light onto target objects hidden behind complex scattering media. However, these techniques typically require to label the targets using fluorescent molecules to be used as guidestars, which is often not possible to achieve in practical applications. This PhD project will now tackle the following question: **how can we shape light in order to optimally detect unlabeled moving targets, and selectively focus light on these objects?** On the conceptual side, the project associates tools from wave theory and information theory in order to understand how to optimally extract information from the measured scattered waves, as needed to focus light on moving targets without the need of fluorescent molecules. On the experimental side, the project involves the development of a proof-of-principle system based on red blood cells flowing in a microfluidic network, that will be hidden behind a complex scattering medium. The goal of this experiment will be first to detect the presence of a nanoparticle among red blood cells, and then to selectively focus onto this particle.

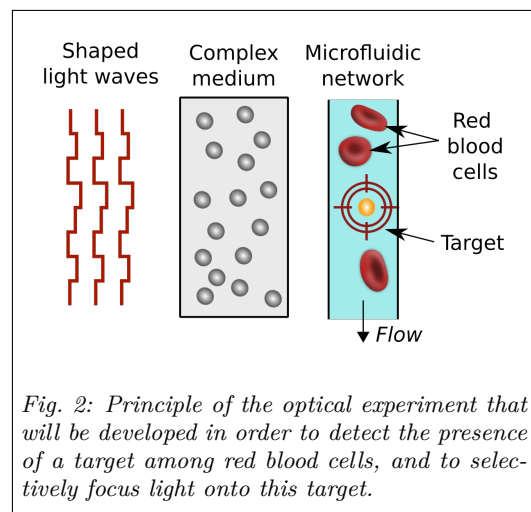


Fig. 2: Principle of the optical experiment that will be developed in order to detect the presence of a target among red blood cells, and to selectively focus light onto this target.

Profile of the candidate

The candidate must have a Master's degree in Physics or Engineering. He/she needs to be motivated in (i) learning new concepts in physics and (ii) applying them for the experimental development of a new kind of optical microscope.

For further information

Contact: Dorian Bouchet (dorian.bouchet@univ-grenoble-alpes.fr)
 Personal webpage: <https://sites.google.com/view/dorianbouchet>
 Laboratory website: <https://liphy.univ-grenoble-alpes.fr>

References:

- D. Bouchet *et al.*, *Physical Review Letters* 127, 253902 (2021)
- S. Gigan *et al.*, *Journal of Physics Photonics* 4, 042501 (2022)