**Laurent LARGER**

représenté par Pierre-Ambroise LACOURT

Professeur des universités

FEMTO-ST - UMR6174

laurent.larger@femto-st.fr**Axe 1 : Matériaux avancés, ondes
et systèmes intelligents**

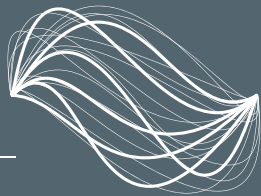
Dispositif : Projet conjoint ISITE-industrie

Gyroscope utilisant une lumière laser piégée dans un disque cristallin

Initialement découvert par Lord Rayleigh en acoustique, expliquant la propagation de murmures sous le dôme de la cathédrale Saint-Paul de Londres, les résonateurs à modes de galerie se déclinent aussi en optique. Une lumière laser piégée dans un disque cristallin de grande pureté (typiquement des cristaux fluorés), de quelques millimètres de diamètre, peut parcourir une distance de l'ordre du kilomètre par réflexion totale interne, lorsque la périphérie du disque est polie avec une très grande précaution (conduisant à une rugosité de l'ordre du nanomètre). Ce dispositif très simple possède des propriétés physiques de propagation de l'onde lumineuse très intéressante, linéaire ou non linéaire. Dans le second cas, une lumière laser continue peut être transformée en un peigne de fréquences optiques quasi-équidistantes, équivalent dans le domaine temporel à une succession d'impulsions lumineuses extrêmement régulières. Dans le premier cas linéaire, la résonance d'un facteur de Qualité de l'ordre du milliard, permet une extrême sélectivité et sensibilité par rapport à tous les paramètres physiques régissant la propagation de la lumière, rendant le dispositif potentiellement intéressant pour des applications en métrologie. Dans ce cas linéaire, par exemple, le sens de rotation de la lumière dans le disque doit respecter la constance de la vitesse de la lumière, et permet, dans le cas d'une rotation du disque et via la comparaison interférométrique des faisceaux lumineux se propageant de manière horaire et anti-horaire, de mesurer la rotation avec une extrême précision. Cette approche innovante de gyroscope optique présente potentiellement des avantages technologiques en termes de compacité du système, et dans des domaines applicatifs haut de gamme (navigation inertielle). La société multinationale française iXblue, dont la division photonique est basée à Besançon et est issue d'une spin-off de l'institut FEMTO-ST, est un des leaders mondiaux des gyroscopes à fibre optique (nécessitant des kilomètres de fibre) pour un marché très haut de gamme. Elle est de fait particulièrement intéressée par une approche technologique nouvelle.

UBFC

UNIVERSITÉ
BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ



ISITE-BFC

1st ISITE-BFC seminar

October, 13th 2020



Laurent LARGER

represented by Pierre-Ambroise LACOURT

University professor

FEMTO-ST - UMR6174

laurent.larger@femto-st.fr

Axis 1: Advanced materials, waves and smart systems

Device: ISITE-industry joint project

Trapped laser light into an optical disc resonator for gyroscopic application

Originally described by Lord Rayleigh in the field of acoustics and motivated by the whisper propagation under the dome of the Saint-Paul cathedral in London, whispering gallery modes are also observed in Optics. When trapped at the periphery of a high purity crystalline disc (typ. fluoride crystals) of a few millimeters diameter, a laser light can propagate over hundreds of thousands round trips covering a distance close to a kilometer, thanks to the total internal reflection of the disc periphery walls and provided the latter crystalline walls can be finely and cautiously polished down to nanometer roughness. This simple device exhibits amazing physical properties for the lightwave, whether linear or nonlinear. In the nonlinear case, a continuous wave laser light can be converted into an ultra-fast and ultra-regular pulsed output light beam corresponding in the Fourier spectral domain to a frequency comb made of equidistantly spaced comb teeth. In the linear case, the quality factor of the optical disc resonance can exceed a billion, allowing for an extreme sensitivity with respect to the physical parameters ruling the trapped propagating light, which makes the setup very attractive for metrology applications among others. More specifically in this latter linear regime, the rotation direction within the disc has to respect the always constant velocity of light. When comparing interferometrically a clockwise with a counter-clockwise propagating laser light beam, the comparison result allows for the ultra-precise measurement of any rotation angle of the disc itself, even if the latter rotation is simply the very slow one induced by the earth daily rotation. Such an innovative approach for an optical gyroscope presents potentially attractive technological advantages in terms of system compactness and measurement resolution for high added-value technological applications. The international French company iXblue, which photonic division is based in Besançon and stems from a spin-off company of the FEMTO-ST institute, is today a world leader of fiber optic gyroscope (involving a spool of kilometer long optical fibers) for high requirement markets such as inertial navigation for e.g. ships and submarines. The company is thus interested in developing a new solution for one of their important commercial activity, in the framework of an ISITE-industry proposal funded by the ISITE-BFC project.