

---

## Microlentilles et micro-miroirs en cristal liquide cholestérique

### RÉSUMÉ :

La structure moléculaire d'un cristal liquide cholestérique (CLC) est hélicoïdale et donne lieu à des propriétés optiques remarquables comme la réflexion sélective de la lumière. La structure cholestérique soulève des questions fondamentales comme la relation entre chiralités moléculaire et mésoscopique, et son impact sur les propriétés optiques. Elle est omniprésente en biologie (organisation de la chitine, de la cellulose, du collagène ou de la chromatine). Elle est aussi utilisée en technologie : en cosmétologie, dans les afficheurs nématiques super-torsadés, les écrans réflecteurs, les capteurs de température ou pression, les matériaux pour les applications photoniques en général.

Le but du présent travail est de décrire et comprendre l'interaction de la lumière avec différents types de structures hélicoïdales non-monotones élaborées dans cette thèse - films cholestériques synthétiques (monocomposant et hybrides *i.e.* dopés en nanoparticules d'or) - ou dans un matériau biologique (carapace du scarabée *Chrysina gloriosa*). Différentes techniques de caractérisation optique ont été utilisées suivant le matériau à étudier et les questions posées.

La partie principale du manuscrit est dédiée aux microlentilles et micro-miroirs cholestériques. Nous avons étudié la texture polygonale cholestérique et mis en évidence qu'elle se comporte comme un réseau de microlentilles chirales à l'aide de la microscopie confocale couplée à la spectrophotométrie. Ces microlentilles organiques, élaborées en deux étapes par auto-assemblage, ont la particularité d'être sélectives en longueur d'onde. Nous avons ensuite montré que la texture polygonale de la carapace de *Chrysina gloriosa*, analogue biologique, est un réseau de micro-miroirs sphériques et de microlentilles convergentes.

La seconde partie du manuscrit est consacrée à l'élaboration de matériaux hybrides CLC/nanoparticules d'or et à l'étude de leurs propriétés optiques. Les propriétés optiques de ces nanocomposites ont été sondées à l'aide de différentes techniques (résonance plasmon, spectrométrie Raman *etc.*).

---

### Mots-clefs :

Cristal liquide cholestérique, chiralité, microlentilles, micro-miroirs, biomimétisme, scarabée, nanoparticules d'or, propriétés optiques, microscopie optique, microscopie électronique.

---

## Cholesteric liquid-crystalline microlenses and micro-mirrors

### ABSTRACT :

The molecular structure of a cholesteric liquid crystal (CLC) is helical and gives rise to outstanding optical properties like the selective reflection of the light. Cholesteric structure raises fundamental questions such as the relationship between molecular chirality and mesoscopic chirality, and its impact on optical properties. It is omnipresent in biology (organisation of chitin, cellulose, collagen or chromatin). It is also used in technology: cosmetology, super-twisted nematic displays, reflective screens, temperature or pressure sensors, materials for photonic applications in general.

The purpose of this work is to describe and understand the interaction of light with different types of non-monotonous helical structures elaborated in this thesis - synthetic cholesteric films (single-component and hybrid *i.e.* doped with gold nanoparticles) - or in a biological material (*Chrysina gloriosa* beetle). Several optical characterisation techniques have been used, depending on the sample to study and the questions which are raised.

The main part of the manuscript is dedicated to cholesteric microlenses and micro-mirrors. We studied the cholesteric polygonal texture and highlighted that it acts as a chiral microlens array by using confocal microscopy coupled to spectrophotometry. These organic microlenses, developed in a two-step process by self-assembly, have the specificity of being wavelength-selective. We then showed that the polygonal texture of *Chrysina gloriosa*, as a biological analogous, is an array of spherical micro-mirrors and convergent microlenses.

The second part of the manuscript is devoted to the elaboration of hybrid materials composed of CLC and gold nanoparticles and the study of their optical properties. Optical properties of these nanocomposites were probed using various techniques (plasmon resonance, Raman spectroscopy *etc.*).

---

### Keywords :

Cholesteric liquid crystal, chirality, microlenses, micro-mirrors, biomimicry, beetle, gold nanoparticles, optical properties, optical microscopy, electron microscopy.

---