

## **Résumé :**

On trouvera dans ce document un bilan de 10 années de recherches menées en optique et photonique. La première partie est consacrée aux travaux réalisés depuis ma soutenance de thèse en 2007 sur la thématique de la diffusion lumineuse dans les filtres interférentiels multicouches, avec un intérêt particulier pour la métrologie fine des faibles flux et la gestion des problématiques propres aux couches minces optiques. Ces activités constituent mon premier cœur de métier et se positionnent aujourd'hui au premier plan de la scène internationale. Les équipements et outils numériques développés dans ce cadre sont rassemblés au sein d'une plateforme d'expertise reconnue et soutenue par les différents acteurs de l'optique pour le spatial (industriels, donneurs d'ordre et laboratoires).

Dans le prolongement de ces caractérisations de milieux faiblement perturbatifs, l'activité s'est naturellement étendue aux milieux fortement désordonnés pour lesquels des outils d'analyse propres ont été développés, de nature métrologique, numérique, phénoménologique ou théorique. En particulier, les outils de l'optique statistique ont été couplés à ceux de l'optique électromagnétique pour analyser le comportement polarimétrique du speckle d'intensité dans la lumière diffuse. Ces outils ont permis de mettre en évidence les phénomènes de dépolarisation spatiale (globale) et de repolarisation temporelle (locale), que nous avons reliés au poids des coefficients croisés de diffusion. Un bilan de ces travaux fait l'objet de la partie II.

Par ailleurs, dans le contexte d'études portant sur l'optimisation du contraste pour la microscopie optique, de nouvelles idées ont émergé pour répondre à la problématique de la génération d'exaltations du champ électromagnétique, sans faire appel à des structures dissipatives (plasmoniques). Les travaux présentés dans la troisième partie décrivent les différentes méthodes de synthèse mises en œuvre, notamment basées sur le principe des couches d'admittances nulles. Ces méthodes permettent aujourd'hui de façonner à souhait des exaltations géantes de plusieurs décades fonctionnant simultanément sur plusieurs longueurs d'onde et incidences d'éclairement.

Enfin et plus récemment, dans la continuité de ces travaux, le formalisme des admittances propres aux couches minces optiques a été étendu au domaine de la chaleur. Cette analogie optique/thermique présentée en partie IV nous a alors amené à étendre les techniques de transformations d'espace pour synthétiser les méta-matériaux thermiques capables de créer des illusions (mimétisme).

## **Abstract :**

This paper presents the review of 10 years research in optics and photonics. The first part is devoted to the work led since my PhD thesis in 2007 in the field of light scattering in optical interferential coatings, with a focus on the fine metrology of low levels and the management of the optical multilayers problematic. These activities are now at the international state of art and the metrological and numerical tools developed in this context form an expertise platform known and supported by the numerous actors of space optics (industrials, space agencies and laboratories).

From these studies of slight perturbative media, the activity naturally spread to disordered media for which metrological, numerical, phenomenological or theoretical tools were developed. Particularly, statistical optics concepts have been coupled with electromagnetic optics to analyse the polarimetric behavior of scattered speckle intensity. These tools allowed to highlight the phenomena of spatial depolarization (global) and temporal repolarization (local) and both were related to the weight of cross scattering coefficients. A review of this work is presented in Part II.

Moreover, in the context of studies dealing with the optimization of optical microscopy contrast, new ideas have merged to answer to the problematic of enhancement of the electromagnetic field, without using any dissipative (plasmonic) structures. The work presented in the third part describes the different methods of synthesis implemented, based, for example, on the principle of zero admittance layers. These methods now make it possible to form tailored giant enhancements of several decades operating simultaneously on several wavelengths and angles of incidences.

Finally, and more recently, in the continuity of these works, the admittances formalism, widely used in optical thin films, has been extended to the field of heat. This optical propagation / heat diffusion analogy, presented in part IV, led us to extend the techniques of space transformations to design thermal meta-materials which can create illusions (mimicking).