

Nom du candidat : Maud VIALLON

**Président de Jury**

**Directeurs de Thèse**

V. SENEZ

**Co-Directeur**

V. THOMY

**Rapporteurs**

M.-P. BERNAL

D. ADOLPHE

**Membres**

C. CAMPAGNE

S. DEPRez

D. DUPONT

**TITRE DE LA THESE**

**Réalisation et caractérisation de membranes polymères  
microstructurées capables de moduler leurs propriétés de réflexion  
dans le domaine de moyen infrarouge : application aux textiles pour  
le confort thermique**



**Realization and characterization of microstructured polymer  
membranes able to modulate their reflection properties in the mid  
infrared range : application in textiles for thermal comfort.**

**RESUME**

L'objectif de cette thèse est la fabrication de membranes polymères pouvant être complexées à un textile pour améliorer le confort thermique ressenti. Ces structures doivent être capables de moduler dynamiquement, et de façon intelligente, leurs propriétés optiques dans le moyen infrarouge (MIR) en fonction des conditions environnementales dans lesquelles elles se trouvent.

La première partie de ce travail présente les notions théoriques liées au confort thermique fortement lié aux mécanismes physiques de transferts hydrique et thermique à travers les membranes textiles. Un état de l'art permet d'identifier d'une part les technologies au stade de l'industrialisation. Il introduit également le concept des cristaux photoniques et leur application dans le domaine du moyen infrarouge. Cette partie s'achève par l'établissement d'un cahier des charges pour la conception d'une membrane polymère structurée utilisant le principe des cristaux photoniques pour moduler l'interaction du rayonnement thermique humain.

La seconde partie de ce travail décrit la méthode de simulation par différences finies dans le domaine temporel (FDTD) mise en œuvre pour prédire les propriétés de transmission et de réflexion de membranes micro-structurées en fonction de leurs caractéristiques géométriques. Une première réalisation en silicium polycristallin a permis de valider le calibrage du modèle numérique ainsi que le protocole de caractérisation électromagnétique. Le procédé de fabrication utilise les technologies de salle blanche issues de la microélectronique et des microsystèmes.

La dernière partie de ce travail est consacrée à l'étude par simulation numérique (FDTD) de membranes polymères micro-structurées à partir du modèle 'in-silico' précédemment calibré. Cette étude permet de définir des paramètres géométriques permettant de moduler la réflexion des infrarouges ayant une longueur d'onde entre 5 et 15 microns. Un procédé de fabrication est développé qui permet de réaliser des membranes structurées autosupportées aux dimensions appropriées.

The goal of this thesis is the manufacturing of polymer membranes that can be complexed to a textile to improve the thermal comfort felt. These surfaces structured must be able to dynamically modulate their optical properties in the mid-infrared (MIR) according to the environmental conditions.

The first part of this work presents the theoretical notions related to thermal comfort highly dependent on both hydric physical mechanisms and thermal transfers through the textile membranes. A state of the art makes it possible to identify, on the one hand, the technologies at the stage of industrialization. On the other hand, the concept of photonic crystals and their application in the field of infrared medium are presented. This part ends with the establishment of specifications for the design of a structured polymer membrane using the principle of photonic crystals to modulate the interaction of human thermal radiation.

The second part of this work describes the method of finite differences in time domain simulation (FDTD) used to predict the transmission and reflection properties of micro-structured membranes as function of their geometric characteristics. A first realization in polycrystalline silicon authorizes the validation of the numerical model calibration as well as the protocol of the electromagnetic characterization. The manufacturing process uses cleanroom technologies from microelectronics and microsystems.

The last part of this work is devoted to the study by numerical simulation (FDTD) of microstructured polymer membranes from the previously calibrated 'in-silico' model. This study makes it possible to define geometrical parameters able to modulate the reflection of the infrared having a wavelength between 5 and 15 microns. A manufacturing process is developed which makes it possible to realize self-supporting structured membranes to the appropriate dimensions.

**Soutenance le 17 novembre 2017 à 14h00  
Amphi du LCI**