

# Développer des nouveaux matériaux pour l'optique, l'électromagnétisme et l'acoustique

Pierre-Henri COCQUET

Thèse soutenue le 7 décembre 2012  
Ecole doctorale : ED 475 (MITT) - Mathématiques Informatique  
Télécommunications de Toulouse - UPS Toulouse

## Titre de la thèse

### Etude mathématique et numérique de modèles homogénéisés de métamatériaux

## Encadrement

Département Traitement de l'Information et Modélisation (DTIM)

Directeurs de thèse : Abderrahmane Bendali - Institut National des  
Sciences Appliquées de Toulouse  
Vincent Mouysset – ONERA

## Financement

ONERA



Université  
de Toulouse

## Devenir professionnel

Pierre-Henri Cocquet est maître de conférences à l'Université de la Réunion.

Postes précédents : Attaché temporaire d'enseignement et de recherche à l'INSA de Toulouse, puis post-doctorant à l'Université de Genève.

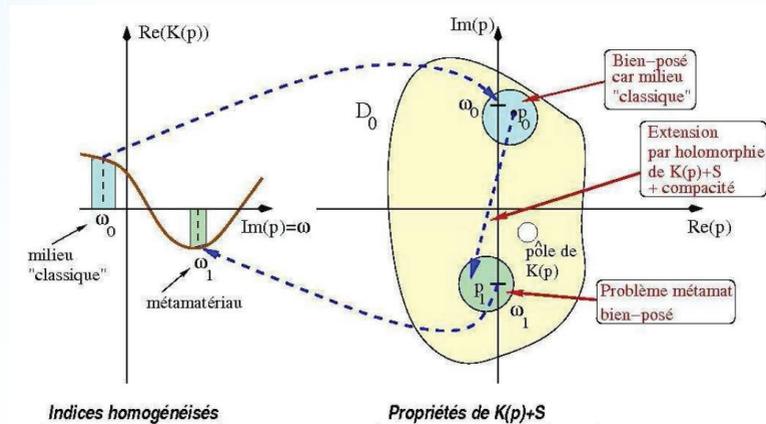
Contact : Vincent.Mouysset@onera.fr

## Etude mathématique et numérique de modèles homogénéisés de métamatériaux

Pierre-Henri  
COCQUET

## Résumé

Cette thèse concerne la modélisation mathématique et l'approximation numérique de modèles homogénéisés de métamatériaux. Dans la première partie on étudie des problèmes de propagation d'ondes en présence de métamatériaux homogénéisés tels que les équations de Maxwell, le système de l'acoustique ou de l'élasticité linéaire. Nous établissons des résultats d'existence et d'unicité pour ces systèmes sous des hypothèses phénoménologiques sur le métamatériau en accord avec certains modèles de la littérature. Nous abordons ensuite leurs approximations numériques. Nous présentons des résultats concernant les éléments finis pour l'approximation de l'équation de Helmholtz qui montrent que ce schéma peut ne pas converger en présence de métamatériaux. On propose alors un schéma adapté aux métamatériaux, le schéma EF-AL, qui converge dès que le problème est bien-posé. On termine par l'étude du schéma Galerkin Discontinu dont on montre numériquement sa convergence sur des exemples de métamatériaux. La seconde partie présente l'homogénéisation non-périodique formelle de métamatériaux acoustiques. Les travaux d'A.G. Ramm sur la création de milieux à partir d'assemblages d'obstacles sont repris afin de préciser l'asymptotique fine du comportement du champ diffracté par un nombre fini de petites boules de rayon  $\delta$ . On utilise pour cela la méthode des développements asymptotiques raccordés. On établit l'existence et l'unicité de ce dernier et des estimations d'erreurs qui valident l'approche formelle. On suppose ensuite que le nombre de petits objets tend vers l'infini lorsque  $\delta$  tend vers 0 et passons à la limite dans le développement. Une approximation de Born permet d'obtenir l'indice du milieu contenant tous les objets qui, dans certains cas, est celui d'un métamatériau.



*Idée principale des démonstrations d'existence et d'unicité*

Télécharger la thèse : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00764174>