

Étude numérique : couplage entre absorption et diffusion dans un milieu désordonné

Contexte et sujet

Pour une grande gamme des produits de Saint-Gobain, la recherche de nouvelles voies pour le design des propriétés optiques de la surface du verre est une préoccupation de premier ordre, en particulier la compréhension des propriétés optiques d'un matériau complexe, à la fois diffusant et absorbant.

L'apport de la modélisation optique et de la simulation numérique sont nécessaires pour guider et soutenir les études expérimentales. Ces dernières années, une équipe de l'Institut Langevin a ainsi développé des méthodes de simulation de systèmes optiques modèles utilisant des approches par dipôles couplés ou par résolution de l'équation de transfert radiatif.^[1,2]

Dans ce stage, nous proposons d'explorer numériquement l'espace des paramètres pilotant la diffusion et l'absorption de la lumière dans un système suffisamment simple pour être simulé exactement, et suffisamment riche pour représenter la diversité des structures réelles. Le système modèle sera formé d'une couche plane contenant des particules diffusantes et absorbantes (définies par leurs sections efficaces et leur densité volumique), distribuées aléatoirement dans une matrice transparente ou absorbante (définie par son épaisseur et son indice de réfraction complexe). Un paramètre supplémentaire sera introduit, permettant de tenir compte des corrélations statistiques de positions entre diffuseurs (définies par le facteur de structure de la distribution des diffuseurs). En effet, l'influence des corrélations de positions sur les propriétés optiques est aujourd'hui comprise comme un élément déterminant (voir par exemple la Fig. 1).^[3] Les résultats des simulations seront comparés aux produits Saint-Gobain (Industriels et/ou échantillons R&D).

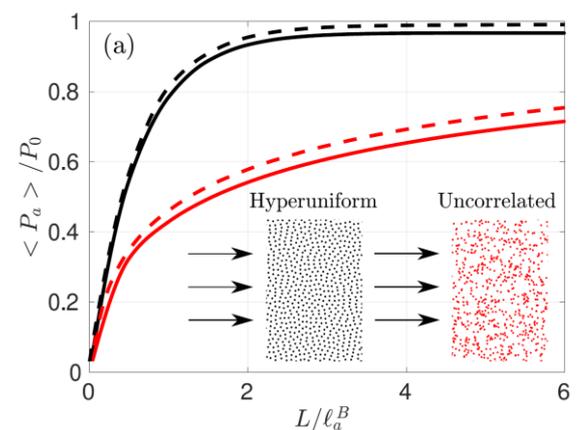


Figure 1: Puissance moyenne absorbée dans une tranche de milieu désordonné composé de particules diffusantes et absorbantes. Le tracé est effectué en fonction du niveau d'absorption des particules individuelles. On observe qu'un arrangement de type hyperuniform (classe particulière de désordre corrélé) peut absorber beaucoup plus (courbes noires) que le même milieu totalement désordonné (courbes rouges).^[2]

Un objectif central de l'étude est de délimiter les régimes de prédominance des effets d'absorption, de diffusion, ou de couplage, avec comme observables les spectres de réflexion et de transmission.

1. O. Leseur, R. Pierrat and R. Carminati, "High-density hyperuniform materials can be transparent", *Optica* **3**, 763 (2016)
2. F. Bigourdan, R. Pierrat, R. Carminati, "Enhanced absorption of waves in stealth hyperuniform media", *Opt. Express* **27**, 8666 (2019)
3. K. Vynck, et al., "Light in correlated disordered media", arXiv:2106.1389 (2022)

Durée et localisation

Ce stage de 5-6 mois pourra avoir lieu entre février et septembre 2023. Il se déroulera à la fois à l'Institut Langevin et au PMMH sous l'encadrement de Romain Pierrat, Rémi Carminati et Damien Vandembroucq. Des interactions avec les équipes du centre de recherche Saint-Gobain Research Paris seront possibles. Les échanges entre ces trois unités donneront à l'étudiant un aperçu du monde académique et industriel.

Profil souhaité

- 3^{ème} année d'école d'ingénieur ou Master 2 ;
- Motivé·e, curieu·x·se, autonome, avec un goût prononcé pour la simulation et la physique des ondes ;
- Une appétence pour les problématiques industrielles serait un plus.

Contacts

Envoyer CV et lettre de motivation à Romain Pierrat – romain.pierrat@espci.psl.eu